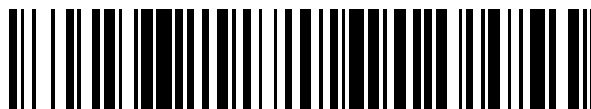


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 261**

51 Int. Cl.:

A61C 7/08 (2006.01)

A61C 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2004** **E 04782157 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013** **EP 1682029**

54 Título: **Método para producir alineadores ortodónticos**

30 Prioridad:

29.08.2003 US 498781 P
25.08.2004 US 926462

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
30.05.2013

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:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 405 261 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

Método para producir alineadores ortodónticos

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención. La presente invención se refiere, en líneas generales, al campo de la ortodoncia. Más específicamente, la presente invención describe un método para producir alineadores ortodónticos mejorados.

2. Antecedentes de la invención. Como muchas áreas que implican prestación de asistencia sanitaria, el campo de la odontología está actualmente implicada en un proceso de rápido cambio en lo que hasta recientemente se ha considerado la práctica convencional. Dichos cambios están teniendo lugar en muchos campos y a menudo son el resultado de, y están dirigidos por la integración de nuevas tecnologías digitales basadas en sistemas informáticos, que tienen a convertirse en el centro de nuevas metodologías poderosas. En la especialidad dental de ortodoncia, por ejemplo, el proceso de escaneo láser y la formación de imágenes tridimensionales de los dientes de un paciente y después la manipulación de las posiciones virtuales de los dientes dentro de un entorno de diseño asistido por ordenador (CAD) en un ejemplo. Han surgido centros de servicios ortodónticos comerciales que proporcionan nuevos tipos de servicios de ortodoncistas basados en dichos métodos de formación de imágenes tridimensionales dirigidos por ordenador. Estas nuevas organizaciones comerciales, basadas en la formación de imágenes tridimensionales y la manipulación CAD de las posiciones de los dientes y las relaciones de los dientes han llegado a usarse rutinariamente por los ortodoncistas y algunos dentistas como parte de un nuevo enfoque "informático ideal" satisfactorio para enderezar los dientes. La integración de estos servicios digitales en ortodoncia ha sido comercialmente satisfactoria, y muchas clínicas creen que la utilización de estas nuevas tecnologías basadas en formación de imágenes 3D ha conducido a superiores normas asistenciales.

Para usar los servicios digitales recientemente disponibles, un miembro de apoyo del ortodoncista primero toma una impresión de los dientes del paciente, las encías y el tejido blando. A partir de la impresión, se vierte un modelo de escayola positivo y se deja curar. En lugar de retener los modelos de un paciente para el diagnóstico del caso en la consulta y planear el tratamiento como en el pasado, el ortodoncista asistente en su lugar envía los modelos del paciente a un centro regional de servicios ortodónticos comerciales. Están disponibles varios servicios para un médico que usa dichos centros de servicios, y estos servicios se proporcionarán de acuerdo con una prescripción y otras instrucciones enviadas junto con los modelos del paciente al centro de servicios.

Como es el caso en la mayoría de las áreas de asistencia sanitaria, no es inusual para la introducción de una mejora tecnológica central impulsar una reevaluación y revisión de los que se había considerado previamente como práctica convencional y aceptada. Cuando suceden cambios dirigidos por la tecnología dentro de un campo especializado, algunos de los procedimientos convencionales usados rutinariamente en el pasado pueden volverse innecesarios por parte de la innovación tecnológica y se abandonan. Puede suceder, que otros procedimientos establecidos, sin embargo, se integren bien con la nueva tecnología y de ese modo mejoren en sí mismos, se perfeccionen y se retengan junto con las nuevas prácticas. La presente invención, a describirse en completo detalle más adelante, consta de nuevos métodos basados en una combinación de prácticas antiguas y la formación de imágenes tridimensionales basada en sistemas informáticos y procedimientos basados en CAD relacionados. Dicho de otra manera, la presente invención puede verse como una síntesis de los nuevos métodos digitales con métodos convenciones que en combinación crean una metodología mejorada para proporcionar terapia ortodóntica.

Andreiko et al. Para apreciar completamente las ventajas de la presente invención, téngase en cuenta la patente de Estados Unidos nº 5.139.419 (Andreiko et al). Andreiko et al. describen una metodología que comienza con el escaneo de los modelos de un paciente como se ha descrito anteriormente para producir un código digital que puede asimilarse por el software informático. Para esta etapa, los modelos pueden escanearse por cualquiera de varios métodos actuales para crear códigos digitales que representen un modelo virtual de los dientes, las encías y los tejidos blandos que puedan presentarse visualmente en la pantalla de un ordenador. Andreiko et al. describen métodos para la separación virtual de los dientes individuales de los dientes adyacentes y los tejidos blandos, y métodos para reposicionar físicamente los dientes individuales y grupos de dientes.

En líneas generales, Andreiko et al. describen movimientos grandes de grupos de dientes que establecen o corrigen factores tales como la anchura del arco y la forma del arco. Después, los dientes individuales se aprietan, inclinan, rotan, introducen o extruyen y se reposicionan físicamente de otro modo de acuerdo con normas conocidas y criterios establecidos. Después, ajuste fino gnatólógico de las posiciones de los dientes de un arco con relación a los dientes del otro arco se consigue de modo que los dientes superiores e inferiores encajen en una relación estable y céntrica. El propósito de estos procedimientos es llegar a un estado ideal post-tratamiento en forma de un modelo virtual acabado dentro del software CAD. Andreiko et al. describen metodologías para el uso de dichos resultados producidos de forma digital que constituyen el fundamento operativo de los nuevos centros de servicios ortodónticos comerciales descritos anteriormente, así como otros usos tales como la fabricación de aparatos ortodónticos personalizados tales como arcos de alambre y soportes hechos a medida y fabricados para el tratamiento de un paciente individual.

Doyle et al. Pueden comprenderse otros desarrollos usando objetivos de tratamiento obtenidos digitalmente examinando las patentes de Estados Unidos nº 5.863.198 y 5.879.158 de Doyle et. al. Los ortodoncistas y su personal comprender que la precisión con que se colocan los soportes ortodónticos sobre los dientes determina en gran medida la calidad del caso cuando se finaliza, y es bien sabido que los errores humanos está siempre implicados en el proceso de unión directa (manual).

Doyle et al. describen métodos para usar el resultado de las metodologías digitales para mejorar la precisión con que pueden colocarse los soportes. A partir de un proceso que comienza de forma similar al proceso descrito por Andreiko et al., el resultado digital que representa la oclusión idealizada se usa para proporcionar dianas para la colocación de soportes virtuales sobre los dientes virtuales. Una vez se han posicionado, las superficies CAD tridimensionales resultantes se usan para definir plantillas posicionadoras. El código digital que representa la oclusión ideal tratada virtualmente y los soportes colocados virtualmente se usa para accionar una máquina herramienta industrial. La máquina herramienta industrial, tal como una fresadora accionada por CNC, se emplea por Doyle et al. para formar plantillas posicionadoras de soportes ortodónticos específicos de pacientes y específicos de diente. Estas plantillas posicionadoras, o plantillas "de unión" se usan por los ortodoncistas durante la etapa de unión cuando se unen los soportes ortodónticos a cada diente individual. Estos métodos representan otro medio para transferir una configuración de tratamiento "informática ideal" determinada virtualmente a las verdaderas realidades orales de un individuo. Estos métodos y dispositivos llevan el posicionamiento de los soportes a nuevos niveles de precisión de colocación de los soportes que están más allá de lo que cualquier persona individual es capaz usando métodos manuales.

Orometrix®. Uno de los esfuerzos comerciales por llevar la tecnología de escaneo y formación de imágenes tridimensionales a la ortodoncia es conocido como el programa Orometrix®. Orometrix se estructuró en primer lugar como una empresa conjunta con una compañía alemana que había desarrollado una exitosa máquina dobladora de arcos de alambre personalizados controlada numéricamente. Esa tecnología se combinó en un sistema que incluía un nuevo tipo de scanner oral manual y un nuevo tipo de metodología de escaneo. La compañía comercializadora se ha conocido por varios nombres incluyendo Orometrix, Syrinx y Sure Smile. Esta combinación de tecnologías está cubierta por una serie de patentes comenzando con las patentes de Estados Unidos nº 6.315.553 y 6.318.995 de Sachdeva. Este sistema está basado en una varilla de escaneo manual inter-oral conectada a un ordenador con software complementario. Para usar este sistema, un ortodoncista mantiene el extremo operativo de la varilla en cercana proximidad a los dientes posteriores del paciente y después se mueve lentamente la varilla hacia delante, alrededor de la parte frontal del arco, y después alrededor de los dientes posteriores del otro lado del arco. El software asociado con la varilla de escaneo inter-oral una un tramo con el siguiente y en el proceso, se crea una imagen tridimensional del arco dental complejo y las encías. Como puede apreciarse, podría usarse un método de escaneo como el mostrado por Sachdeva para escanear los modelos de un paciente en el entorno de un centro de servicios ortodónticos comerciales, o de forma más práctica, la varilla inter-oral podría usarse en la propia consulta para escanear los dientes de un paciente directamente. En dicho caso, la imagen tridimensional resultante obtenida a partir de este método de escaneo podría enviarse a un centro de servicios comerciales para su procesamiento de acuerdo con la presente invención a través de Internet.

Invisalign®. Otro ejemplo más de la aplicación ortodóntica de tecnologías digitales se observa en el servicio comercial conocido como programa Invisalign®. El programa Invisalign® está basado en la patente de Estados Unidos nº 5.975.893 (Chishti et al.), y las muchas patentes relacionadas, incluyendo en particular la patente de Estados Unidos nº 6.398.548 (Muhammad et al.). Como con los oros enfoques descritos anteriormente, el programa Invisalign implica la presentación de una oclusión acabada tratada virtualmente de un paciente. A partir de eso, se usan metodologías de salida para fabricar una serie de alineadores poliméricos progresivos dentales. Dichos alineadores, a veces llamados posicionadores, son generalmente similares en aspecto a los aparatos conocidos como protectores bucales usados por deportistas o los aparatos de plástico blando usados para proteger los dientes contra los efectos destructores del bruxismo. Las expresiones "alineador" y "posicionador" pueden verse como sinónimos en gran medida. Un ejemplo de un alineador Invisalign 20 se muestra genéricamente en la FIG. 1. El alineador extraíble 20 tiene un revestimiento polimérico con una pluralidad de cavidades 24 para recibir los dientes 10 del paciente, como se ilustra en la FIG. 1(a). El alineador 20 puede usarse para acoplar los dientes superiores del paciente, los dientes inferiores, o un subconjunto de cualquiera de ellos. Sin embargo, a diferencia de las FIG. 1, 2, y 2(a), los alineadores Invisalign convencionales no incluyen aberturas 26 o auxiliares de alineador 30, como se describirá en mayor detalle más adelante.

El programa Invisalign® se comercializa como una alternativa viable a la ortodoncia convencional tipo corrector y se menciona en los anuncios televisivos como "correctores invisibles". Los alineadores dentales Invisalign son aparatos de plástico transparente en forma de U, delgados, formados sobre patrones o modelos de los dientes virtuales usando una combinación de vacío, presión y calor informalmente conocida como el proceso de "aspiración" y por tanto, se consideran aparatos de aspiración. El término "aspiración" también se refiere al tipo de máquina de laboratorio dental sobre la cual se forman los alineadores, tal como una máquina de tipo Biostar. Los alineadores dentales tipo Invisalign se forman a partir de un material más delgado de los aparatos de tipo protector bucal. Es un material polimérico más duro pero aún relativamente flexible y algo elástico similar al policarbonato (PC). A veces se usan otros materiales para ciertas fases del proceso Invisalign.

- Para producir una serie de alineadores, un técnico de Invisalign primero escanea el modelo de un paciente como un medio para obtener un modelo virtual manipulable por CAD de los dientes del paciente, las encías y el tejido blando no diferente de Andreiko et al. y Doyle et al. Como los métodos mostrados por Andreiko et al., dicho modelo digital puede presentarse y alterarse usando las herramientas de software de un sistema de diseño asistido por ordenador (CAD). Una vez se ha establecido el modelo virtual de la oclusión defectuosa original, un técnico de Invisalign entonces emprenderá las etapas que implican la manipulación de la oclusión defectuosa virtual llegando finalmente a una oclusión acabada o ideal para el paciente, similares a las etapas tomadas por Andreiko et al. y Doyle et al.. La oclusión acabada, aunque virtual, es no obstante coherente con el reposicionamiento completo de la oclusión que resultaría al final de una fase de tratamiento activo satisfactoria.
- Como puede apreciarse, tras conseguirse las etapas descritas anteriormente, un técnico de Invisalign tiene dos versiones de los dientes del paciente disponibles en el entorno CAD virtual: una de ellas representa la oclusión defectuosa original y la otra representa la oclusión ideal que podría esperarse al final del tratamiento ortodóntico satisfactorio (es decir, las condiciones "iniciales" y "finales" deseadas).
- Debe apreciarse que el técnico de Invisalign no es un ortodoncista cualificado. Como las imágenes tridimensionales y el caso corregido son virtuales, pueden ponerse fácilmente a disposición del médico online. Usando un paquete de software especial de visionado y medición proporcionado al médico a través de Internet, el médico puede examinar la corrección y precisión del trabajo realizado por el técnico de Invisalign en gran detalle. El médico puede aprobar el trabajo realizado por el técnico, o proporcionar instrucciones adicionales para asegurar que las suposiciones del técnico son coherentes con el plan de tratamiento original del médico. De hecho, el médico en un punto en el proceso debe proporcionar su aprobación formal para que el proceso continúe.
- Después de que el médico asistente apruebe la oclusión acabada virtual mediante Internet u otro medio convencional, la siguiente etapa en el proceso Invisalign implica la creación de típicamente 15 a 25 modelos físicos progresivos graduales. Cada uno de estos modelos representa una instantánea de la oclusión del paciente en ciertas fases a lo largo de su secuencia de tratamiento entre las condiciones "iniciales" y "finales" como se ha descrito anteriormente. Para conseguir esto, el técnico de Invisalign creará un "primer modelo de transición" virtual que observa un ligero reposicionamiento de todos o la mayoría de los dientes. Este primer modelo de transición observa alguno o todos los dientes moviéndose sutilmente desde sus posiciones originales pre-tratamiento hasta una primera posición de transición virtual que está en la dirección de sus posiciones finales pretendidas. Asimismo, se crea un segundo modelo de transición virtual que representa los dientes movidos de nuevo ligeramente de forma adicional en las direcciones deseadas. El objetivo del técnico de Invisalign es crear la serie de modelos progresivos, cada uno desviado ligeramente de forma adicional del previo, cada uno moviendo los dientes hacia su posición ideal acabada final. Un modelo final tomará los dientes de la serie de posiciones intermedias y los moverá a sus posiciones deseadas finales.
- Una vez se ha creado dicha serie de modelos intermedio, y un modelo final por el técnico, el código digital que representa cada uno de los modelos en la serie está dirigido a hacer funcionar un tipo de máquina con control numérico computerizado (CNC), conocido como máquinas de prototipado rápido. Dentro de las máquinas de prototipado rápido, se desarrollan modelos físicos usando uno de un grupo procesos conocidos generalmente llamados estereolitografía o impresión 3D. La etapa de desarrollo provoca la producción de un duplicado duro, físico de cada uno de la serie de modelos intermedios virtuales y el modelo final. Estos no son modelos virtuales. En su lugar, son modelos duros, físicos que pueden sostenerse con la mano.
- La siguiente etapa del proceso Invisalign observa cada uno de la serie de modelos físicos montándose a su vez en máquinas aspiración donde se usa una combinación de presión, calor y vacío para formar los alineadores progresivos reales. Cada uno de la serie de modelos físicos se usa para formar una serie correspondiente de alineadores reales. Una vez se ha formado y recortado la serie de alineadores progresivos, se etiquetan, envasan y envían secuencialmente al ortodoncista asistente. El ortodoncista entonces programa una cita para el paciente, momento en el cual se instalan los dispositivos de retención del alineador y se proporcionan al paciente los alineadores e instrucciones para su uso.
- Se indicará al paciente que comience a usar la primera serie de alineadores durante un periodo de time que dura típicamente dos semanas. Después de ello, se desecha el primer alineador y el paciente regresa al siguiente alineador de la serie y así sucesivamente.
- Los alineadores sirven para urgir a los dientes del paciente a moverse en consecuencia. Los dientes se desvían progresivamente y se urgen a moverse en las direcciones deseadas hacia sus posiciones finales predeterminadas por la elasticidad del material polimérico de los alineadores. En respuesta a estas fuerzas suaves pero continuas proporcionadas por los alineadores, se inician ciertos procesos fisiológicos que implican la creación y resorción de hueso subyacente de soporte. El resultado neto es el lento movimiento ortodóntico de las raíces de los dientes a través del hueso subyacente.

La tarea de los ortodoncista en el tratamiento basado en alineador progresivo está esencialmente reducida a la del control de la respuesta fisiológica de los dientes y el control del nivel de cooperación del paciente con el programa de tratamiento. En este modo de control, sin embargo, no es necesario que el ortodoncista asistente establezca la secuencia progresiva o dirija de otro modo el tratamiento, porque la funcionalidad de los alineadores y el protocolo de movimiento de dientes se determina externamente por el técnico de Invisalign en el centro de servicios ortodónticos.

Kesling. El proceso Invisalign implica una modalidad de tratamiento basada en alineadores dentales, cuyos orígenes pueden remontarse en el tiempo a la terapia basada en posicionadores introducida a finales de la década de 1940 por el Dr. Peter Kesling. Los posicionadores de Kesling usaban los materiales actuales en ese momento, tales como caucho vulcanizado. Eran generalmente aparatos antiestéticos y voluminosos de una pieza, como se muestra, por ejemplo, en patente de Estados Unidos nº 3.724.075. Posteriormente en la década de 1970 y 1980, generalmente basados en investigaciones de ortodoncistas japoneses, se pusieron en uso alineadores más delgados donde un alineador estaba dirigido al arco superior y uno diferente se asentaba en el arco inferior. Estos alineadores se moldeaban en tarros de presión y se formaban catalizando caucho de silicona de calidad médica y otros materiales elastoméricos biocompatibles similares. Más recientemente, se han formado alineadores a partir de materiales delgados, relativamente duros, pero aún elásticamente flexibles usando el proceso de aspiración. Estos nuevos materiales y el proceso de aspiración para su formación se usan en el programa Invisalign por ejemplo.

Desde la introducción de posicionadores por Kesling, todos los alineadores que se han usado para mover positivamente los dientes (en oposición a la retención o mantenimiento de los dientes una vez posicionados idealmente) muestran conectores hembra para aceptar los dientes, formados en el alineador. Dichos conectores están dimensionados para acomodar un único diente correspondiente, pero están intencionadamente fuera de registro ligeramente con la posición real del diente. Para explicar el propósito de esta relación fuera de registro y cómo se consigue, es importante entender el proceso convencional o "manual" para producir alineadores progresivos que se describe más adelante.

Antes de que se introdujera la integración actual de los métodos de fabricación digital basados en sistemas informáticos, los alineadores se fabricaban por laboratorios de apoyo ortodóntico o por laboratorios en práctica. Las etapas usadas por un técnico de laboratorio en la formación de un alineador dental empiezan como se ha descrito anteriormente con un conjunto de modelos de escayola que se vierten a partir de las impresiones del paciente. La siguiente etapa observa un técnico de laboratorio que sierra cada diente del modelo de escayola y retira el material de escayola entre los dientes. Este proceso, llamado "reajuste del modelo" observa la mayoría, sino todos, los dientes cortados de forma similar completamente libres del modelo de escayola y después reunidos al mismo usando un material adhesivo especial llamado "cera adhesiva".

Cuando se reajusta un modelo con el propósito de formar una serie de alineadores progresivos en el entorno del laboratorio, un técnico de laboratorio primero reajustaría los dientes en posiciones ligeramente más deseables que las posiciones en las que estaban los dientes de escayola previamente a cortarlos libres. Una vez que los dientes se han ajustado con cera adhesiva en posiciones ligeramente más deseables, el técnico realmente tomará una impresión del propio modelo alterado del mismo modo en el que se toman las impresiones de un paciente vivo. A partir de esa impresión del modelo de escayola alterado, se verterá un nuevo modelo de escayola que representa las posiciones ligeramente mejoradas de los dientes. A partir de ese modelo de escayola ligeramente mejorado, se aspirará un alineador.

Después de formarse el primer alineador de este modo, se toma el modelo de escayola modificado original con sus dientes reajustados a posiciones ligeramente más deseables y se coloca en un recipiente de agua caliente para calentarlo. Una vez que está suficientemente caliente, se ablanda la cera adhesiva, permitiendo el reposicionamiento de los dientes en posiciones aún mejores y más deseables. Este segundo reposicionamiento se realiza por el técnico usando la fuerza de los dedos gordo e índice y una vez completado, se toma otra impresión más del modelo reajustado, y se crea otro alineador a partir de un segundo modelo de escayola de esa configuración. A través de una tercera y cuarta (o más) series de dichos ciclos, los técnicos de laboratorio podrían producir una serie de alineadores progresivos similar a una serie de alineadores Invisalign, y pueden hacerlo sin el uso de ordenadores digitales, imágenes 3D y máquinas de prototipado rápido requeridos por los enfoques de formación de imágenes 3D, digitales.

Al comparar el proceso digital Invisalign con los métodos manuales para producir alineadores progresivos, es importante observar que el proceso Invisalign implica la producción de una serie de alineadores progresivos que son capaces de tratar ortodónticamente a un paciente desde el inicio del tratamiento completamente hasta un resultado acabado. En otras palabras, en algunos casos, el proceso Invisalign puede servir en solitario como la única modalidad de tratamiento. Además, con el proceso Invisalign no es necesario tomar ninguna impresión a parte de la impresión original de la oclusión defectuosa del paciente. En contraste, una serie formada manualmente de alineadores progresivos habitualmente está limitada a tratar solamente sub-objetivos del plan de tratamiento de un paciente. Los alineadores producidos manualmente se usan para propósitos de tratamiento intermedio tales como nivelación y alineación de dientes de fase 1, posicionamiento estético final de los dientes cerca del final del

tratamiento, o para tratar casos que han recaído tras finalizar la fase activa de tratamiento. Es posible usar los alineadores producidos manualmente para conseguir el tratamiento completo de un paciente desde el inicio hasta el final como con los alineadores Invisalign, pero dicha serie de alineadores requeriría que se tomaran múltiples impresiones de corrección en mitad del proceso durante el transcurso del tratamiento. Los alineadores progresivos producidos manualmente convencionales se producen típicamente en cantidades de tres a seis conjuntos, mientras que los alineadores Invisalign se producen habitualmente en cantidades de 15 a 35 conjuntos.

Hilliard. Considerando solamente la terapia ortodóntica basada en alineadores, independientemente de si se usan medios de producción manuales o digitales para formarlos, los ortodoncistas han acumulado considerable experiencia en el uso de alineadores debido a su disponibilidad a largo plazo en ortodoncia. De forma importante, en los recientes años se han observado nuevos modos para dirigir y amplificar las fuerzas de tratamiento que generan los alineadores, y también se han ideado nuevos modos de prolongar la duración dichas fuerzas. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos nº 6.293.790, Heated Orthodontic Pliers, (Hilliard) describe un sistema de pinzas dentales de acero útiles para modificar los alineadores poliméricos de aspiración. Comercialmente conocidos como "Thermo-Pliers", representan una serie de instrumentos que se calientan a una temperatura controlada. Una vez calientes, son capaces de ablandarse por el calor local y después de fluir térmicamente en el material del alineador para formar diversos tipos de características termo-formadas.

Un ejemplo de la utilidad de Thermo-Pliers en la mejora de la terapia basada en alineadores implica un problema habitual soportado por los ortodoncistas que es la dificultad encontrada al intentar rotar un diente. Normalmente, la desviación posicional del alineador, mencionada anteriormente como una relación fuera de registro entre el conector que recibe el diente formado en el alineador relativo y el diente vivo real producirá niveles de fuerza que no son completamente capaces de corregir la posición de un diente en términos de rotación. Las rotaciones, en oposición a las correcciones de tipo torsión o inclinación son relativamente difíciles de conseguir usando alineadores. Para aumentar la capacidad de un alineador de corregir completamente un diente en términos de rotación, el médico asistente usa Thermo-Pliers para formar saliente enfocado hacia el interior en la estructura del alineador. Dicho saliente termo-formado se posiciona relativo al conector de un diente para producir un vector de fuerza de ventaja mecánica máxima para rotar el diente. Por ejemplo, el saliente puede colocarse en la posición distal, incisal, lingual relativa a un lateral izquierdo mandibular y otro saliente se localizará en la localización mesial, labial incisal para ese diente. Este par de salientes colaboradores crea una fuerza de rotación acoplada que es muy eficaz para rotar ese diente en una dirección labial-mesial. Un facultativo puede permitir una corrección rotacional parcial a conseguir solamente por la desviación natural del alineador. Quizá, seis semanas después, pueda conseguirse la corrección restante activando el alineador a través de la instalación de salientes mediante Thermo-Pliers.

Dichos salientes sirven para concentrar la energía almacenada en la región local adyacente al saliente ya que el saliente elevado causa una flexión local hacia fuera del material del alineador desde el diente. Los salientes reúnen la energía almacenada procedente de un área relativamente amplia e inciden esa energía sobre el diente en las localizaciones más deseables para amplificar las fuerzas mecánicas que actúan sobre ese diente.

Otro de la serie Thermo-Pliers tiene características formadas en sus picos que cuando se calientan son capaces de formar una estructura de gancho directamente en el material por lo demás indiferenciado de una estructura de alineador adyacente al tejido blando o en el material relativamente plano del lado labial de un incisivo. Los ganchos se usan para conectar los elásticos ortodónticos que proporcionan fuerzas de tracción entre partes seccionadas de un alineador (o el alineador y otra estructura fija del aparato) según sea necesario durante el tratamiento. Asimismo, se usan otros Thermo-Pliers para potenciar el rendimiento de los alineadores instalando otras características termo-formadas:

Auxiliares de alineadores ortodónticos. Los ortodoncistas están dominando una metodología completamente nueva para usar los alineadores según se está revelando el potencial de tratamiento completo de la terapia basada en alineadores. El tratamiento basado en alineadores es popular para los pacientes porque los alineadores tienen varias ventajas importantes sobre los correctores convencionales: como a los pacientes les gusta la terapia basada en alineadores, y como es eficaz, los ortodoncistas buscan formación e información relacionada con la terapia de alineadores. Junto con el uso de Thermo-Pliers, actualmente se están promoviendo y ensalzando otros medios para amplificar, regular y ampliar la capacidad de los alineadores de generar fuerza correctora dentro de la profesión ortodóntica.

Como puede apreciarse, las superficies interiores o de contacto con los dientes de los conectores de los alineadores rodean completamente y están en completo contacto físico íntimo con el diente correspondiente al conector, como se representa en la FIG. 1(a). Para que las fuerzas, tales como las que se crean a través de la instalación de un saliente, sean eficaces, las superficies interiores en el lado opuesto del conector deben aliviarse un poco para permitir el movimiento del diente en esa dirección. En otras palabras, un axioma del movimiento ortodóntico de los dientes propone que si empujas un diente en una cierta dirección, no se moverá en esa dirección salvo que primero se forme un espacio libre para que ese diente se mueva dentro del mismo. Los ortodoncistas, por lo tanto, alterarán los alineadores recortando discretamente material para crear dicho espacio libre, o una ventana. Dichas ventanas adoptan muchas formas, pero esencialmente se crean retirando material del alineador en la dirección en la que el

médico quiere mover el diente. Se creará una ventana, por ejemplo, sobre el lado labial de un diente si se forma un saliente sobre el lado lingual. Esto permite que la fuerza concentrada ejercida sobre el lado lingual del diente por el saliente no tenga una fuerza de oposición igual pero opuesta, y por tanto el diente de hecho se moverá labialmente en la ventana recortada del alineador sobre su lado labial.

Otro ejemplo para aliviar un alineador para inclinar un diente hacia dentro o hacia fuera (conocido como corrección en términos de torsión) es este: suponiendo que un diente está en su posición física apropiada y solamente requiere erguirse en la orientación deseada, puede recortarse una ventana en un alineador en un área limitada al área incisal del diente. Con la instalación de un saliente en el borde incisal sobre el lado lingual, los bordes incisales de la corona oscilarán al relieve sobre el labial. Como en este ejemplo el volumen del conector del alineador aún mantiene las partes más gingivales del diente en su sitio, el diente se yergue sin ningún desplazamiento físico desde su posición deseada. De este modo general entonces, los ortodoncistas pueden crear fuerzas de empuje sobre un lado de un conector, y alivian discretamente el otro lado del conector para inclinar, apretar, rotar y mover físicamente de forma muy precisa las raíces de los dientes a través del hueso alveolar de sostén.

Como se ha descrito anteriormente, los Thermo-Pliers pueden formar un saliente que crea fuerza que se extiende hacia el interior en el conector que acepta el diente de un alineador. Con la misma facilidad, sin embargo, puede formarse un saliente que se extienda hacia el exterior que puede mencionarse como "burbuja". Cuando se forma una burbuja, puede formarse otra burbuja que se extienda hacia afuera solapando con la primera. Cuando los Thermo-Pliers están calientes, pueden formarse múltiples burbujas cerca de, o solapando entre sí, y de este modo puede conformarse un área de forma precisa en una burbuja más grande que se extiende hacia afuera. Dichas burbujas pueden servir como alternativa a la ventana que se ha descrito anteriormente. Las burbujas pueden proporcionar el relieve o espacio para que un diente se mueva al interior en respuesta a salientes que se extienden hacia el interior sobre el lado opuesto del conector de un alineador.

Otros complementos útiles para la terapia basada en alineadores se han conseguido a través de la introducción de otros auxiliares de alineador que funcionan mientras están instalados o unidos a la estructura de un alineador, como se describe en la patente de Estados Unidos nº 6.702.575 del solicitante, titulada "Orthodontic Aligner Auxiliary System", expedida el 9 de marzo de 2004. Por ejemplo, lo siguiente son varios tipos de auxiliares de alineador que pueden usarse junto con alineadores ortodónticos convencionales:

Las FIG. 2 y 2(a) ilustran un tachuela simple 30 que puede instalarse en una abertura 26 en un alineador 20. Para conseguir la instalación de una tachuela 30, se perfora un orificio 26 formado de forma precisa de un diámetro predeterminado a través del material del alineador 20 usando unos alicates para formar orificios configurados para formar un orificio de un diámetro ligeramente mejor que el cuerpo 36 de la tachuela 30. Después, se usan otros alicates configurados para empujar la cabeza 32 de la tachuela 30 a través del orificio 26. La tachuela 30 encaja en su posición donde se retiene fuertemente en el alineador 20 en el orificio perforado 26.

Como puede apreciarse, la localización de dicha tachuela dentro de un alineador para lograr la respuesta fisiológica óptima de movimiento del diente es muy similar al efecto conseguido instalando un saliente en un alineador. El uso de una tachuela independiente 30 como se ha descrito, sin embargo, permite que las fuerzas suministradas a un diente se regulen progresivamente a través del uso de una serie secuencial de tachuelas progresivamente más largas 30a - 30c, como se muestra en las FIG. 3(a) a 3(c). La tachuela más corta 30a se instalaría en un alineador 20 en primer lugar. La sección abovedada residiría en la parte deprimida del alineador 20 en contacto directo con el diente 10. Tras conseguir un cierto grado de movimiento del diente por la tachuela corta 30a (típicamente después de dos a seis semanas) se instala una tachuela de longitud media 30b y se desecha la tachuela corta 30a. Como la energía almacenada en la estructura del alineador adyacente a la tachuela se consume a través de la corrección de la posición del diente, puede instalarse una tachuela más larga 30c después de que la tachuela mediana 30b se haya consumido de forma similar.

Como puede apreciarse, un protocolo de tratamiento que use una serie de tachuelas progresivamente más largas permite la participación del paciente. Un médico puede enseñar al paciente o a los padres del paciente a instalar tachuelas progresivamente más largas en secuencia en casa, obviando de este modo la necesidad y el coste asociado de una visita a la consulta.

La misma clase de activación progresiva que la mostrada en las FIG. 3(a) - 3(c) puede conseguirse mediante una serie de tachuelas que tienen una progresión de elasticidad. Las FIG. 4(a) - 4(c) muestran una serie de tachuelas formadas de materiales elastoméricos progresivamente más duros.

Otra metodología para regular o activar controladamente las fuerzas que están dirigidas a los dientes mediante dispositivos auxiliares de alineador 30 que se instalan directamente en una estructura del alineador se muestra en las FIG. 5 y 6. Al igual que las tachuelas, primero requieren la perforación de un orificio 26 a través del alineador 20. Dicho orificio 26 se pre-dimensiona para inter-funcionar con las roscas macho 38 de los auxiliares de alineador 30. En un sentido, dichos dispositivos pueden considerarse de auto-roscado o auto-conexión ya que se atornillan en el material duro pero algo elástico del alineador.

Similar a los dispositivos roscados mostrados en las FIG. 5 y 6, el auxiliar de alineador 30 mostrado en la FIG. 7 requiere que se instale directamente una tuerca 40 en la abertura 26 del alineador 20. Obsérvese que en lugar de un orificio redondo, el ensamblaje mostrado en la FIG. 7 requiere la instalación de un orificio cuadrado o rectangular 26 de un tamaño predeterminado en un alineador 20. Dicho orificio puede formarse en un alineador usando alicates especiales de perforación con troquel cuadrado o rectangular. La configuración no redonda del orificio 26 evita que la tuerca 40 rote según se gira la parte atornillada 42.

Pueden usarse tachuelas 30a y 30b en combinación para crear una de rotación como se ilustra en las FIG. 8 y 8(a). Como puede observarse, el posicionamiento de dos auxiliares de alineador 30a y 30b con relación a un diente mal rotado 10 sirve para crear un par mecánico idealmente adaptado para rotar el diente 10.

Una tachuela 30 puede servir como anclaje o gancho para la unión de las bandas elásticas de látex o uretano 52, como se muestra en la FIG. 9. Por tanto, su función no está implicada en el contacto directo con un diente para moverlo. Las fuerzas de tracción producidas por una banda elástica 52 unida de este modo, pueden servir para arrastrar partes separadas de un alineador juntas, o para arrastrar el alineador completo, y los dientes contenidos en el mismo colectivamente en una dirección. De forma importante, obsérvese que la tachuela 30 debe acoplar con los orificios perforados a través de un alineador, pero si sus partes que se extienden hacia adentro contactan con el diente subyacente, puede suceder un movimiento incontrolado e indeseable del diente. Para evitar el contacto con el diente, dicho dispositivo se instala típicamente en una proyección 28 formada en el alineador 20, como se representa en las FIG. 13(a) y 13(b). Una proyección 28 es una elevación o meseta que se forma hacia afuera, en dirección opuesta los dientes. El orificio 26 formado a través del alineador 20 que sirve para retener el auxiliar de alineador 30 se localiza en el centro de la elevación 28 permitiendo de este modo que el auxiliar de alineador 30 se retenga en el alineador 20, pero de forma importante, se mantenga libre de la superficie subyacente del diente mediante la altura de la elevación 28.

Puede emplearse una pluralidad de tachuelas en combinación con bandas elásticas para mover múltiples dientes o grupos de dientes. Como se muestra en la FIG. 10, dos tachuelas 30a y 30b tienen un elástico 52 estirado entre las tachuelas. Dicha configuración requeriría que el alineador primero se cortara parcial o completamente en dos piezas 20a y 20b, y después el elástico 52 serviría para atraer dos grupos de dientes juntos, realizando una función conocida como cierre de espacio. Obsérvese que ambos auxiliares de alineador 30a y 30b típicamente se unirían al alineador sobre las proyecciones para que las puntas de las tachuelas no entren indeseablemente en contacto con los dientes.

Las tachuelas proyectadas pueden usarse para mover múltiples dientes o grupos de dientes separados expansivamente con un resorte de espiral de compresión 54. Como se muestra en la FIG. 11, el ensamblaje abarca hasta dos secciones de un alineador 20a y 20b que se ha cortado en dos piezas. Este ensamblaje sirve para dirigir las secciones separadas así como los dientes contenidos en cada sección. Como alternativa, puede usarse un tornillo nivelador de expansión 50 para mover múltiples dientes o grupos de dientes separados expansivamente, como se muestra en la FIG. 12. Obsérvese que como las tachuelas proyectadas 30a y 30b descritas anteriormente, los auxiliares de alineador que entran a través del alineador se mantienen típicamente libres de las superficies dentales subyacentes instalándose en orificios formados en proyecciones o elevaciones.

Los auxiliares de alineador mostrados en las FIG. 9 - 12 se unen a los alineadores en casos en los que el tratamiento requiere que el alineador se corte en dos secciones. Estos dispositivos se emplean para conseguir un movimiento relativo entre las dos secciones y en el proceso, mueven los dientes que controlan junto con los mismos. Dicho medio de unión, sin embargo, no está limitado a fuerzas de tracción o repelentes entre dos secciones del mismo alineador. Debe entenderse que los auxiliares de alineador podrían incluir una amplia diversidad de dispositivos pretendidos para manipular o generar fuerzas dirigidas a un alineador normalmente usado por el paciente, o para manipular fueras extra-orales. Por ejemplo, pueden usarse auxiliares de alineador para manipular fuerzas dirigidas al otro arco del paciente. Este tipo de dispositivo se mantiene en posición mediante un alineador superior localizado adyacente al primer molar superior. Se incorpora un medio de unión similar en el alineador inferior. Se comprime un resorte de puente de sujeción entre estas uniones superior e inferior. También pueden usarse auxiliares de alineador para aceptar dispositivos extra-orales tales como arcos faciales, parabolios y similares.

Pueden colocarse tachuelas 30 para retener el aparato ortodóntico completo con relación a los dientes del paciente y la anatomía oral, como se muestra en la FIG. 14. Las tachuelas de retención 30 puede localizarse e instalarse a través de orificios 26 cerca del margen gingival entre dos dientes 10, justo distales a los colmillos. Otra localización para la tachuela retentiva es interproximal al primer molar y el segundo premolar, pero pueden instalarse en cualquier otro punto determinado apropiado por el técnico de CAD. Las tachuelas retentivas se proyectan hacia adentro desde el área bucal o labial, o hacia afuera desde la lingual en el área gingival interproximal y actúan como presillas de ordenación, asegurando que el alineador 20 completo permanezca completamente asentado sobre todos los dientes 10 cuando está en la boca. Como el alineador 20 es generalmente elástico y algo flexible, según se empuja el alineador 20 hacia abajo sobre los dientes 10 en una posición asentada, el alineador 20 se flexionará hacia afuera junto con las tachuelas de retención. Una vez completamente asentado, la elasticidad del material

causará que el alineador 20 vuelva a su forma original, urgiendo de este modo a las puntas de las tachuelas de retención 30 en los espacios gingivales interproximales. Esta relación proporciona un bloqueo retentivo suave que sirve para mantener el alineador 20 en su sitio.

Los auxiliares de alineador también pueden tener función decorativa para posibilitar la auto-expresión del paciente, que un facultativo puede fomentar como parte de un esquema para ganar la cooperación del paciente. La cooperación del paciente es vital para un resultado ortodóntico acabado satisfactorio. Los dispositivos 60 mostrados en las FIG. 15(a) y 15(b) no tienen función fisiológica particular diferente a proporcionar al paciente un medio de auto-expresión. Dichas cosas pueden servir para añadir un elemento de diversión y un vehículo para la expresión personal al tratamiento ortodóntico en pacientes jóvenes, siendo de nuevo el objetivo ganar la cooperación del paciente.

Sumario de la invención

Esta invención proporciona un método para producir alineadores ortodónticos usando un sistema CAD para modificar un modelo digital de la anatomía oral de un paciente para incorporar características que acomoden la unión de auxiliares de alineador al alineador o alineadores completos.

Estas y otras ventajas, características, y objetos de la presente invención se comprenderán más fácilmente en vista de la siguiente descripción detallada y los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención puede entenderse más fácilmente junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1 es una vista en perspectiva ampliada de los dientes inferiores de un paciente 10 y un alineador ortodóntico extraíble 20 con una abertura 26.

La FIG. 1(a) es una vista en sección transversal del alineador ortodóntico 20 extraída a través de una de sus cavidades 24.

FIG. 2 es una vista en perspectiva detallada ampliada de la abertura 26 en el alineador ortodóntico 20 y un auxiliar de alineador ortodóntico 30.

La FIG. 2(a) es una vista en perspectiva frontal del auxiliar de alineador ortodóntico 30 de la FIG. 2.

Las FIG. 3(a) a 3(c) son vistas en alzado laterales de una serie progresiva de auxiliares de alineador ortodóntico 30a - 30c con puntas ahusadas 34.

La FIG. 4(a) a 4(c) son vistas en alzado laterales de una serie progresiva de auxiliares de alineador ortodóntico 30a - 30c con puntas redondeadas 34.

La FIG. 5 es una vista en perspectiva detallada de un auxiliar de alineador ortodóntico roscado 30 que tiene una cabeza ranurada.

La FIG. 6 es una vista en perspectiva detallada de un auxiliar de alineador ortodóntico roscado 30 que tiene una cabeza 32 con un hueco para acomodar una llave Allen.

La FIG. 7 es una perspectiva detallada ampliada de un auxiliar de alineador ortodóntico 30 que tiene una tuerca 40 que encaja en una abertura 26 de un alineador 20, y un tornillo 42 que enrosca en la tuerca 40.

La FIG. 8 es una vista en perspectiva detallada de una parte de un alineador 20 con dos auxiliares de alineador ortodóntico 30a y 30b que ejercen un par sobre un diente 10.

La FIG. 8(a) es una vista en sección transversal horizontal de un alineador 20 con dos auxiliares de alineador ortodóntico 30a y 30b que ejercen un par sobre un diente 10, correspondiente a la FIG. 8.

La FIG. 9 es una vista en perspectiva detallada de un auxiliar de alineador 30 usado para anclar a un extremo de una banda de caucho 52.

La FIG. 10 es una vista en perspectiva detallada de una banda de caucho 52 que ejerce una fuerza de retracción entre dos auxiliares de alineador ortodóntico 30a y 30b.

La FIG. 11 es una vista en perspectiva detallada de un resorte 54 que ejerce una fuerza de expansión entre dos auxiliares de alineador ortodóntico 30a y 30b.

La FIG. 12 es una vista en perspectiva detallada de un dispositivo de conexión 50 que puede usarse para ejercer una fuerza de expansión o una fuerza de retracción entre dos auxiliares de alineador ortodóntico 30a y 30b.

Las FIG. 13(a) y 13(b) son vistas en perspectiva detalladas de la superficie interior de una de las cavidades del alineador 20 que muestran un rebaje 28 que rodea la abertura 26 en el alineador 20, antes y después de la inserción de un auxiliar de alineador ortodóntico 30.

La FIG. 14 es una vista en perspectiva detallada ampliada que muestra auxiliares de alineador ortodóntico 30 extendiéndose en el interior de los espacios interproximales entre los dientes 10 para ejercer una fuerza de retención que mantiene el alineador 20 en su sitio.

Las FIG. 15(a) y 15(b) son vistas en perspectiva frontales de auxiliares de alineador ortodóntico 60 que incluyen diseños ornamentales o decorativos.

La FIG. 16 es un diagrama de flujo que proporciona una visión general de las etapas de la presente invención.

La FIG. 17 es una imagen de los dientes inferiores y las encías de un paciente producida por un sistema CAD.

La FIG. 18 es una imagen CAD que muestra un saliente extendiéndose hacia adentro 70 formado sobre un diente.

La FIG. 19 es una imagen CAD con líneas de referencia y dimensiones.

La FIG. 20 es una imagen CAD que muestra una marca 72 formada sobre un diente.

La FIG. 21 es una imagen CAD que muestra una proyección redonda 74 formada sobre un diente.

La FIG. 22 es una imagen CAD que muestra la cabeza de una tachuela 30 acoplada en un diente.

La FIG. 23 es una imagen CAD que muestra una proyección rectangular 76 formada sobre un diente.

La FIG. 24 es una vista en perspectiva detallada de una parte fragmentaria de un alineador 20 con dispositivos de retención por tracción 84, 85 y un brazo voladizo 82.

La FIG. 25 es una vista en perspectiva de un dispositivo de retención por tracción 84, 85.

Descripción detallada de la invención

La FIG. 16 es un diagrama de flujo que proporciona una visión general de la presente invención. Para resumir, la presente invención es una metodología para producir alineadores ortodónticos usando un sistema CAD para modificar un modelo digital de la anatomía oral de un paciente para incorporar características que acomoden la unión de auxiliares de alineador en el alineador o alineadores completos. La presente invención representa una convergencia de los diversos avances hechos en el tratamiento ortodóntico basado en alineadores que puede conseguirse mediante un técnico de CAD en el entorno de un centro de servicios ortodónticos comerciales.

Inicialmente, se escanean las partes relevantes de la anatomía oral del paciente para crear un modelo digital en un formato adecuado para su visionado y manipulación mediante un sistema CAD. Como se ha analizado previamente, pueden tomarse impresiones de al menos una parte de la anatomía dental de un paciente en la consulta del ortodoncista office usando alginato, PVS u otros materiales convencionales de impresión dental. Estas impresiones después se usan para crear modelos de escayola convencionales u otros modelos físicos (etapa 161 en la FIG. 16), que después se envían al centro de servicios para su procesamiento. Como alternativa, las propias impresiones podrían servir como modelos físicos que se envían al centro de servicios. En cualquier caso, el centro de servicios recibe los modelos físicos del paciente y el formulario de prescripción con instrucciones del ortodoncista y el caso se registra en la base de datos del centro de servicios.

Los modelos del paciente después se someten a procesos de escaneo y los datos resultantes para los arcos superior e inferior se almacenan en formato digital (etapa 162 en la FIG. 16) para crear un modelo CAD de al menos una parte de la anatomía dental del paciente. El medio más frecuentemente usado para convertir un objeto físico real en código digital para la formación de imágenes tridimensionales, concretamente el escaneo láser, así como

otros métodos, produce primero lo que se conoce como "nube de puntos". El software perseguirá racionalizar la localización de puntos que se sabe que están asociados con características del objeto real con el mismo punto localizado en otros escaneos obtenidos al escanear el objeto desde múltiples ángulo. Todos los puntos tomados a partir de múltiples escaneos desde diferentes ángulos de observación se solaparán e interpretarán, permitiendo que el software forme una superficie compleja representada por una nube de quizá medio millón de puntos individuales. A cada uno de los puntos se le asigna coordenadas específicas en el espacio tridimensional relativas a un punto de origen predeterminado sobre el modelo de escayola físico de los dientes del paciente. Debe entenderse que todos los puntos teóricamente recaen sobre la superficie de la parte de la cual se están formando imágenes y visionando todos los puntos, puede observarse visualmente un tipo aproximado de imagen visual de la parte original en un monitor de ordenador.

Puede usarse otro software disponible para un técnico de CAD para procesar adicionalmente la nube de puntos en lo que se conoce como modelo sólido verdadero que puede manipularse posteriormente y modificarse usando el software CAD de modelado en sólido (etapa 163 en FIG. 16). La FIG. 17 es un ejemplo de la imagen CAD resultante 15 de los dientes del paciente. Sin embargo, algunas de las operaciones que tiene que conseguir un técnico de CAD en el procesamiento de un caso ortodóntico de un paciente pueden realizarse en la fase inicial de nube de puntos.

Como ejemplo de cómo puede manipularse una nube de puntos de acuerdo con la presente invención, el software disponible en el mercado permita a un técnico de CAD identificar una región de puntos. A los puntos en el interior de dicha región se les asignan propiedades diferentes a las de los puntos no afectados fuera de la región. Por ejemplo, un técnico de CAD puede identificar una región de puntos que represente la región oclusal de un diente particular a partir de una serie de modelos escaneados. Esa región de puntos puede tener aproximadamente el mismo tamaño que un saliente que se extiende hacia adentro o una burbuja que se extiende hacia afuera, por ejemplo. Algoritmos convencionales que afectan al modo en el que los puntos dentro de la región identificada se vinculan dinámicamente permiten al técnico coger un punto cualquiera localizado cerca del centro de la región y ese punto entonces se considera un punto maestro. Por ejemplo, el técnico conseguiría esto a través de la manipulación de un disco de digitalización sobre una tableta de digitalización o con un ratón. El técnico arrastraría ese punto maestro. Cuando se arrastra, todos los puntos vinculados adyacentes dentro de la región identificada se moverán en mayor o menor grado junto con el punto maestro que se está arrastrando en proporción a su distancia relativa desde el punto maestro. Por ejemplo, los puntos relativamente cerca del punto maestro se moverán mucho mientras que puntos más remotos desde el punto maestro se moverán solamente un poco. A partir de esta acción, todos los puntos dentro de la región identificada se moverán en mayor o menor grado y después de ello, los puntos dentro de la región se habrán movido hacia dentro en la forma general y aspecto de un saliente 70 como se muestra en la FIG. 18.

Asimismo, el técnico puede formar una burbuja que se extienda hacia afuera arrastrando un punto maestro en lugar de empujándolo. De nuevo, todos los puntos en la región le acompañarán en mayor o menor grado según determina la lógica de cómo los puntos dentro de la región están dinámicamente vinculados.

Como alternativa a las etapas 161 y 162 en la FIG. 16, puede usarse una varilla de escaneo manual (por ejemplo, el sistema Orometrix®) en la consulta del ortodoncista para escanear directamente la anatomía oral del paciente. Los datos digitales resultantes entonces se transmiten electrónicamente al centro de servicios ortodónticos. Asimismo, es posible que los métodos de escaneo descritos anteriormente estén dirigidos a escanear las depresiones negativas cóncavas directamente a partir de una serie de impresiones dentales. Esto requiere algunos cambios en las técnicas convencionales de escaneo, pero dicha etapa es factible. Existen ventajas claras en el escaneo directo a partir de las impresiones, tales como:

a. Las impresiones convencionales de alginato puede desecarse y contraerse en el periodo de unos pocos días si no se almacenan cuidadosamente en papel absorbente húmedo. Si las impresiones de alginato se envían a un centro de servicios ortodónticos comerciales y ha llevado varios días el envío, es posible que puedan suceder algunos cambios dimensionales. El polisiloxano, un material de impresión no basado en ácido algínico anula estos problemas, pero es caro.

b. Actualmente, pocas consultas ortodónticas pueden justificar financieramente el equipo de escaneo láser y formación de imágenes, pero se sabe que los fabricantes de láser de escaneo están considerando desarrollar unidades específicamente optimizadas para su uso en la consulta. Dichas unidades puede ser asequibles y en ese caso estas unidades pueden llegar a ser habituales en el futuro. Las impresiones de alginato económicas pueden tomarse en la consulta y escanearse inmediatamente antes de que se contraigan.

c. Si el escaneo en la consulta llega a ser habitual en el futuro, una de las ventajas a disfrutar es que los datos escaneados pueden transferirse fácilmente a un centro de servicios ortodónticos comerciales mediante Internet.

Actualmente también están apareciendo equipos de escaneo por tomografía asistida por ordenador (CAT) para la odontología. Este equipo es más pequeño que los escáneres CAT de cuerpo completo típicamente observados en hospitales, por ejemplo, y está optimizado para escanear solamente la cabeza humana. La ortodoncia digital debe prever los métodos de tipo escáner CAT ya que desempeñarán un papel en el futuro de la formación de imágenes dentales tridimensionales. Al igual que los datos escaneados por láser, los datos CAT pueden convertirse fácilmente

en imágenes tridimensionales y al igual que los datos escaneados, pueden enviarse a través de Internet a un centro de servicios ortodónticos para su procesamiento.

En una realización de la presente invención, un centro de servicios ortodónticos se establece para implementar la presente invención y para fabricar alineadores personalizados a petición de un médico para pacientes individuales.

5 Al igual que el técnico de Invisalign, cuyo objetivo está centrado en fabricar una serie simple de alineadores progresivos, un técnico que use el presente sistema usaría de forma similar el mismo conjunto de herramientas digitales con el propósito de fabricar alineadores optimizados para su uso con auxiliares de alineador. Dichos alineadores pueden ser progresivos en el sentido de Invisalign, pero los alineadores de la presente invención no servirían necesariamente para tratar un caso completo.

10 Los alineadores de tipo progresivo, como los usados con el programa Invisalign® son de hecho progresivos en el sentido en el que cada alineador posterior en una serie mueve los dientes ligeramente, haciendo progresos hacia las posiciones ideales predeterminadas. Sin embargo, para los propósitos de la presente invención, el término "progresivo" no tiene que significar necesariamente desviar progresivamente las cavidades de cada alineador. Debido a los muchos grados de activación producidos por la serie de diversos tipos de alteraciones directas del
15 alineador que pueden crearse tal como con Thermo Pliers, y la serie de dispositivos auxiliares diferentes, el movimiento progresivo de los dientes puede conseguirse a través del uso de solamente un alineador. Por ejemplo, pueden usarse las tachuelas cortas, medias y largas de contacto directo con el diente 3a, 3b y 3c, o pueden usarse otros dispositivos con elasticidad secuencial (4c, 4b, y 4a). Pueden activarse progresivamente diversos dispositivos de rosca 32 y 42, como puede un tornillo nivelador 50. Pueden activarse progresivamente auxiliares metálicos o de
20 acero inoxidable tales como un brazo voladizo 24 en el tiempo, como es típico del aparato ortodóntico. De este modo, los alineadores producidos de acuerdo con los métodos de la presente invención pueden considerarse "progresivos" en el tratamiento ortodóntico.

Según un técnico analiza los modelos de un paciente visible en el monitor del ordenador, el técnico vería imágenes que representan una oclusión defectuosa al inicio del tratamiento o una oclusión parcialmente tratada. Como los
25 modelos pueden usarse para generar una imagen tridimensional verdadera de la anatomía oral del paciente, como se muestra en la FIG. 17, el técnico puede rotar dinámicamente la topología dental para un examen cercano. El técnico puede echar un vistazo a través de los dientes virtuales desde literalmente cualquier ángulo o punto de observación, incluyendo puntos de observación que serían anatómicamente imposibles con un paciente vivo, tal como el visionado de la parte posterior de la boca o puntos de observación ocluidos por hueso y tejido.

30 Como el modelo existe en un espacio CAD tridimensional virtual, el técnico puede evaluar el caso y tomar las mediciones para cuantificar diversos criterios para el tratamiento, tales como la longitud del arco superior frente al inferior, la anchura del arco, la anchura entre caninos, la morfología del arco así como el grado de seno abierto/profundo, relación molar, superposición horizontal, curve de Spee, y simetría. El técnico también puede apreciar los dientes primarios, deciduos, perdidos y golpeados, y consultar los valores anatómicos estadísticos, todos a la luz de las instrucciones/prescripción del médico asistente. Por ejemplo, el software CAD puede usarse por
35 el técnico para esbozar cualquier cantidad de líneas de referencia, líneas centrales, y similares, como se muestra en la FIG. 19. La dentición puede interrogarse igual que cualquier modelo sólido puede dimensionarse con software CAD. Como se representa en la FIG. 19, pueden montarse ranuras bidimensionales y tridimensionales entre las características de las superficies escaneadas. El técnico puede ampliar y aumentar características particulares para su examen y para tomar decisiones. Puede dimensionarse cualquier cantidad de características a partir de las líneas de referencia especificadas por el técnico o con relación a otras características de la anatomía. Generalmente, en base a este proceso para la medición y el examen, un técnico puede después de ello consulta y usar datos estadísticos conocidos de criterios dentales anatómicos establecidos u otros criterios tales como valores de la torsión típica, la prominencia de la punta y la forma del arco hallados en pacientes de la misma edad, sexo y
40 características étnicas. Todas estas actividades se emprenden para llegar a una toma de decisiones óptima en la preparación para el diseño de varios alineadores y auxiliares de alineador para conseguir los objetivos de tratamiento (etapa 164 en la FIG. 16).

Considérense los retos afrontados por un médico de pie en la propia consulta sujetando en sus manos un alineador de plástico transparente, intentando decidir dónde es mejor formar diversos salientes, burbujas, ventajas, diversos
50 orificios para dispositivos de activación, separadores y proyecciones y similares, que todo junto servirá para activar el movimiento de los dientes, así como localizar la miríada de auxiliares de alineador 30 descritos anteriormente. El lector debe considerar los retos afrontados por dicho médico en contraste con la facilidad relativa con que un técnico de CAD puede tomar dichas decisiones viendo la dentición virtual completa. El técnico puede tomar dichas decisiones con la ayuda de toda la tecnología y herramientas digitales disponibles a su disposición. El técnico tiene una amplia serie de herramientas analíticas, de medición, y de investigación en sus manos, mientras que un médico que intenta tomar dichas decisiones manualmente, no. Se deduce entonces que el técnico de CAD está en una posición mucho mejor para tomar las decisiones de tratamiento que el médico en la propia consulta. El técnico puede determinar exactamente donde localizar las características del alineador tales como salientes que se extienden hacia adentro y burbujas que se extienden hacia afuera. El técnico de CAD también puede localizar de
55 forma óptima diversos tipos de auxiliares de alineador 30.

Por ejemplo, el técnico puede identificar un diente anterior inclinado labialmente que requiere erguirlo. Para conseguir dicha corrección con un alineador de aspiración, el técnico puede optar por situar una tachuela en una posición exacta relativa a ese diente. El técnico determinará la localización ideal que maximizará la ventaja mecánica de la tachuela para el enderezamiento, y se creará un indicador de localización (por ejemplo, una marca impresionada 72) exactamente en ese punto. Es más, la localización óptima para perforar el alineador para la serie completa de auxiliares de alineador puede determinarla mejor el técnico de CAD que el médico que intenta dicho análisis manualmente mientras aborda simultáneamente todas las otras cuestiones y distracciones implicadas en el trabajo con un paciente real.

En general, el técnico manipula el modelo CAD para crear una serie progresiva de alineadores con características para acomodar auxiliares de alineador (etapa 165 en la FIG. 16) para su uso secuencial durante el tratamiento ortodóntico del paciente. El técnico que trabaja con el sistema CAD puede crear múltiples modelos virtuales que representen el movimiento gradual, pero progresivo de los dientes entre la oclusión "escaneada" y la oclusión final deseada. Además, el técnico puede usar el sistema CAD para mover dientes específicos de acuerdo con objetivos de tratamiento a posiciones deseadas que se considerarían ideales al final de una fase específica de tratamiento para la cual tienen que emplearse auxiliares de alineador. Los movimientos conseguidos por el técnico de CAD pueden incluir la corrección de dientes individuales en términos de torsión, inclinación, prominencia, rotación, movimiento físico, y hasta un grado de intrusión y extrusión.

Por ejemplo, el técnico tiene la capacidad de hacer una ampliación en gran detalle de modo que el monitor del ordenador y el campo de visión del técnico acomoden solamente un único diente en análisis. Para establecer la localización óptima para auxiliares de alineador, tales como las tachuelas de inserción, el técnico puede instalar una marca impresionada 72 sobre el modelo, como se representa en la FIG. 20. Una marca impresionada 72 es muy similar a un saliente que se extiende hacia adentro 70 en la FIG. 18, pero es esférica en lugar de elíptica y mucho más pequeña de diámetro. Para formar una marca impresionada 72, el técnico identificará una pequeña región redondeada de la nube de puntos en exactamente la posición correcta relativa al diente en examen. El técnico seleccionará y empujará un punto maestro cerca del centro de la región y todos los puntos vinculados lo seguirán hasta cierto grado. El resultado es una serie de concavidades discretas, claramente formadas localizadas aquí y allí según sea necesario alrededor del arco para servir como marcadores visuales que indiquen la posición donde se instalarán los orificios relativos al diente mal posicionado.

Otra operación basada en nube de puntos es la de localizar las tachuelas de retención, como se describe en la FIG. 21, que sirven para mantener el alineador completo en su sitio en la boca. En resumen, las marcas impresionadas localizadas por el técnico servirían para marcar localizaciones para la posterior instalación de orificios formados por alicates para la instalación de los diversos tipos de auxiliares de alineador descritos anteriormente. Si el técnico decide que un alineador se cortará en múltiples secciones, puede usarse una serie de marcas impresionadas para marcar la localización de los cortes o senos.

La preparación del modelo para formar alineadores con ventanas o proyecciones requiere métodos que son diferentes a los usados para formar salientes, burbujas y marcas impresionadas. Las ventanas habitualmente tendrán una forma plana o contorno que sigue los bordes de una parte de la corona de un diente o la corona completa de un diente. Dichas formas son más Cartesianas que los salientes con forma de balón, las burbujas y las marcas impresionadas redondas, y generalmente más grandes. No obstante, el técnico de CAD que emplea los métodos de la presente invención puede formar un límite poligonal alrededor de la región de puntos implicados de la nube de puntos, creando de nuevo una región que incluye la vinculación de todos los puntos dentro de ese límite. Usando un algoritmo de vinculación de puntos diferente, sin embargo, el técnico de CAD puede arrastrar un punto maestro y todos los puntos vinculados de la nube de puntos dentro de la región designada los erguirán equitativamente. La lógica de vinculación de puntos producirá la región completa que permanece hacia afuera desde la superficie dental. Dicha característica posteriormente estará presente en el alineador formado real y servirá como molde físico o ayudará al médico o técnico de laboratorio a recortar el material del alineador para formar una ventana. Como es una maseta elevada formada directamente en el alineador, el médico puede ver fácilmente el material que el técnico había decidido que era necesario retirar.

Como se ha descrito anteriormente, pueden instalarse ganchos elásticos y otros auxiliares de alineador que se insertan en una proyección con el fin de garantizar que sus características que se extienden hacia adentro no contacten con los dientes. Para establecer proyecciones sobre el modelo virtual, el técnico usará los mismos algoritmos de vinculación de puntos que los usados para establecer la forma y localización para una ventana donde todos los puntos se mueven junto con un punto maestro arrastrado equitativamente.

Como se muestra en la FIG. 21, se ha formado una proyección redonda 74 mediante la identificación de una región circular de puntos y arrastrando todos esos puntos hacia afuera perpendicularmente desde la superficie dental. Como puede apreciarse, cuando se aspira un alineador sobre dicho patrón, se formará una proyección correspondiente en el alineador. Una vez formada en el alineador, puede entonces perforarse un orificio en el centro de la superficie plana de la proyección usando unos alicates especiales, tal como el artículo de catálogo 82730, disponible en Raintree Essix, Metairie, LA. Una vez se ha perforado un orificio, puede instalarse uno cualquiera de

un grupo de auxiliares de alineador de inserción según sea necesario.

Como se ha descrito previamente, pueden ofrecerse tachuelas en una progresión de longitudes caracterizadas como cortas, medias y largas. En dicha serie, el aumento en la longitud entre una tachuela corta y una tachuela media y después a una tachuela larga puede ser de aproximadamente 0,75 mm. En un caso en el que, por ejemplo, un diente necesita solamente una ligera corrección, o la cantidad exacta de corrección necesaria coincide entre los incrementos de 0,75 mm entre corta, media y larga, un técnico de CAD puede construir una proyección discreta de una altura controlada de forma precisa. Por ejemplo, si se formara una proyección muy corta con una altura de 0,37 mm, y se instalara una tachuela media en la proyección, las fuerzas aplicadas al diente subyacente serían iguales a una tachuela que estuviera aproximadamente a medio camino entre una tachuela corta y media. De este modo, pueden calibrarse adicionalmente los dispositivos de dimensiones predeterminadas generadoras de fuerzas según sea necesario para montarlos en proyecciones de alturas seleccionadas.

Siguiendo con aspectos de la presente invención que confieren en sí mismos movimientos correctivos controlados de forma muy precisa de los dientes tales como correcciones de acabado necesarias para obtener un posicionamiento estético final en la conclusión del tratamiento, se describe el siguiente método a través del ejemplo de un incisivo inferior que está inclinado indeseablemente de forma lingual en 1 mm. Un técnico de CAD puede formar una depresión virtual, similar a una marca impresionada o la depresión asociada con un saliente, pero dimensionada y conformada para acomodar la cabeza de una tachuela. Dicha depresión geoméricamente discreta se formará en el lado lingual del diente virtual cerca de su borde incisal. El técnico de CAD formará la depresión en el incisivo inferior inclinado lingualmente con una profundidad correspondiente exactamente a la cantidad de corrección necesaria, en este caso 1 mm de profundidad. Después de haber formado la depresión, el técnico de CAD llevará un modelo virtual de una tachuela media al espacio virtual y lo moverá en cercana proximidad con la depresión. Usando una etapa de CAD conocida como "acoplamiento", el técnico de CAD provocará que la cabeza de la tachuela entre en íntimo contacto con la depresión de modo que la tachuela 30 y el modelo virtual se conviertan en una estructura sólida, como se muestra en la FIG. 22.

Cuando se produce un patrón de aspiración a partir de este modelo virtual y después se aspira un alineador sobre el mismo, el alineador resultante mostrará una característica de proyección adyacente al diente orientado de forma lingual indeseablemente que coincide con las partes expuestas de una tachuela que se proyecta de forma lingual desde el incisivo mandibular referenciado. Cuando se mira el alineador (particularmente la cavidad desde el interior), se observará que la característica de proyección lingual que se extiende lingualmente desde el incisivo inferior del sujeto tendrá dimensiones internas exactamente correspondientes a las partes expuestas de la tachuela 30. La naturaleza elástica del material del alineador permite la colocación forzosa de una tachuela en esta característica de proyección. La tachuela entonces se mantendrá y retendrá dentro del hueco.

La mayor parte de la descripción anterior de diversas acciones y operaciones que pueden ejecutarse por un técnico de CAD en la preparación de alineadores, han implicado manipulaciones de la nube de puntos digital inicial. Otros tipos de operaciones que un técnico de CAD puede necesitar emprender pueden conseguirse mejor después de haber procesado adicionalmente la nube de puntos. Como dichas operaciones implican el uso de software CAD para construir características precisas sobre el modelo virtual, la primera etapa en dicho proceso es convertir los datos de la nube de puntos en una superficie, y después en lo que se conoce como modelo sólido. El software adecuado para convertir datos sin procesar de la nube de puntos en superficies biológicas complejas está disponible para este fin en las fuentes enumeradas a continuación:

Raindrop Geomagic, Inc.
P.O. Box 12219
Research Triangle Park, NC 27709

Lightwave Enterprises, Inc.
2396 Innovation Way
Rochester, NY 14624

Paraform, Inc.
3052 Bunker Hill
Santa Clara, California 95054

Una vez se ha convertido la nube de puntos en una superficie, el software se usa adicionalmente para cerrar la superficie. "Cerrar" aquí significa esto: debe entenderse que los dientes y una pequeña parte de las encías forman una forma generalmente en herradura. La superficie que define las encías y los dientes es en un sentido matemático infinitamente delgada. En terminología CAD, se menciona como "ligera". Si el modelo dental con forma de herradura ligero se mira desde su superficie posterior, por ejemplo, se observa simplemente como un revestimiento hueco. El software, en el cierre de la superficie en efecto pone un fondo a la misma. En esta fase, aún puede considerarse una superficie infinitamente delgada (es decir, ligera), pero con un fondo en la misma, adopta una cualidad conocida como "hermética".

El software CAD del tipo modelado sólido tal como el disponible en SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, MA 01742 y PTC (Pro-Engineer), 140 Kendrick Street, Needham, MA 02494, tiene la capacidad de tomar superficies ligeras pero herméticas y convertirlas en modelos convencionales completamente densos o completamente sólidos del tipo normalmente manipulado por software CAD de modelado sólido. Una vez convertido en dicho sólido, el modelo dental resultante puede manipularse en un entorno CAD de manera convencional.

Una de las operaciones que un técnico de CAD entonces emprendería de acuerdo con los métodos de la presente invención es la instalación de las estructuras que surgen directamente del modelo CAD sólido virtual. Por ejemplo, pueden construirse una estructura que sea necesaria para dispositivos de inclusión de retención por tracción. Anteriormente se describieron dos tipos básicos de auxiliares de alineador. Un grupo de auxiliares de alineador se describió como de inserción y un segundo grupo se describió como dispositivos que deben instalarse en proyecciones para evitar que contacten indeseablemente con los dientes. También puede acomodarse un tercer grupo de auxiliares de alineador mencionado como "dispositivos de retención por tracción" con la presente invención. La modificación del modelo CAD para la unión de dispositivos de retención por tracción se hace preferiblemente después de haber convertido la nube de puntos en un modelo sólido manipulable por CAD. Las manipulaciones por CAD de un modelo sólido son precisas y generalmente más sofisticadas que las operaciones que implican arrastrar o empujar una nube de puntos.

En términos generales, el técnico manipula el modelo CAD para crear representaciones modificadas de la anatomía dental del paciente para diseñar varios alineadores ortodónticos. En el caso más simple, puede ser suficiente solamente un alineador. Sin embargo, puede diseñarse una serie progresiva de alineadores para su uso durante el transcurso del tratamiento ortodóntico. Típicamente, se crea una representación modificada de la anatomía dental del paciente en el sistema CAD para cada alineador a producir. La presente invención también posibilita que el técnico manipule el modelo CAD para incorporar varias características para acomodar la unión de auxiliares de alineador a uno o más de estos alineadores.

Fila G. 23 ilustra la primera etapa en la producción de un alineador capaz de soportar un dispositivo de retención por tracción. El técnico de CAD construye una característica elevada 76 tal como se muestra en la FIG. 23. Obsérvese que la estructura elevada 76 en la FIG. 23 muestra una tracción negativa significativa en la dirección de la superficie dental. Como puede apreciarse, se producirá una característica hueca proyectada del tamaño correspondiente formada sobre la estructura elevada 76 cuando un alineador aspire sobre la misma. Una vez el alineador se ha aspirado sobre dicho patrón, el alineador resultante mostrará asimismo una característica estructural resultante de la característica construida por CAD descrita anteriormente. Como el material del alineador es alfo flexible, el alineador puede deformarse temporalmente para retirarse de la característica de tracción negativa y por tanto retirarse del patrón de aspiración.

Un ejemplo de esto implica un alineador formado para acomodar características que se extienden hacia afuera de retención por tracción posicionadas en el segundo premolar y el primer molar, como se ilustra en la FIG. 24. Un brazo voladizo 82 formado a partir de alambra rectangular se extienden distalmente desde los dispositivos de retención por tracción 84, 86 flotantes adyacentes al segundo premolar y el primer molar. La configuración funciona ejerciendo una fuerza dirigida lingualmente para corregir la corona del segundo molar bucalmente inclinada.

Los dispositivos de retención por tracción 84, 85 de flotación libre mostrados en la FIG. 24 están dimensionados para retenerse dentro de las proyecciones traccionadas que se extienden hacia afuera 86, 87 formadas en el alineador 20. Las estructuras de proyección traccionadas originales construidas por el técnico de CAD sobre el modelo virtual del paciente se pre-dimensionarían, permitiendo que los dispositivos de retención por tracción 84, 85 encajen en las proyecciones 86, 87 del alineador 20 desde la superficie interior del alineador. Una vez encajados en su sitio, los dispositivos de retención por tracción 84, 85 se tendrían holgada pero positivamente dentro de las proyecciones 86, 87 mediante los contornos traccionados de las características del alineador. Se perforan orificios de extensión mesial y distal a través del alineador 20 en las áreas adyacentes a los extremos mesial y distal de los dispositivos de retención por tracción 84, 85. La FIG. 25 es una vista en perspectiva de un dispositivo de retención por tracción 84, 95 con una muesca periférica rectangular de 0,46 x 0,56 mm (0,018 x 0,022 pulgadas) que se extiende a través del mismo. El paso de alambre voladizo del de forma rectangular y el tamaño correspondiente permite que dicho alambre se posicione y mantenga en ángulos específicamente útiles y en posiciones seleccionadas en la boca según sea necesario para ejercer fuerzas de tratamiento. Como puede apreciarse, los dispositivos de retención por tracción pueden adoptar múltiples forma y pueden utilizarse para varios fines y funciones de tratamiento ortodóntico.

Debe entenderse que dentro de la infraestructura de un centro de servicios ortodónticos comerciales que proporciona servicios basados en la presente invención, un técnico de CAD tomará varias decisiones respecto a cómo tiene que tratarse exactamente un caso en base a todas las herramientas analíticas a su disposición, incluyendo dichos datos predeterminados como criterios dentales estadísticos, junto con las instrucciones del ortodoncista asistente. Por ejemplo, una vez se han diseñado y completado los alineadores a nivel virtual usando el modelo CAD, el conjunto modificado resultante de modelos puede convertirse de código manipulable por CAD en código adecuado para hacer funcionar máquinas de prototipado rápido que usan métodos de estereolitografía para

producir patrones físicos duros. Los patrones producidos de este modo a su vez sirven como patrones de aspiración para formar una serie de alineadores reales (etapa 166 en la FIG. 16).

Una vez se ha formado una serie de alineadores para un paciente individual mediante el proceso de aspiración, se recortan y numeran secuencialmente. Todas estas etapas post-formación son similares a las etapas requeridas por el programa Invisalign. Una vez se ha finalizado la serie de alineadores secuenciales, un técnico puede usarse alicates para instalar todos los orificios redondos, cuadrados y elípticos en las localizaciones pre-identificadas marcadas por las marcas impresionadas necesarias para los auxiliares de alineador de inserción. El técnico también puede recortar ventanas y modificar adicionalmente de otro modo los alineadores de acuerdo con las etapas previstas por el técnico de CAD. El técnico puede insertar dispositivos de retención por tracción en sus concavidades. Los alineadores pueden cortarse, por ejemplo, para permitir que partes separadas de un alineador se arrastren juntas por ganchos y elásticos o se separen forzosamente por un tornillo nivelador etc. El técnico puede empaquetar los diversos auxiliares de alineador en recipientes compartimentados como asistencia al médico o el personal en la instalación de los diversos dispositivos en sus localizaciones pretendidas cuando se esté en la propia consulta con el paciente. En cualquier caso, la serie de alineadores, y todos los dispositivos relacionados se empaquetan para su envío de vuelta al ortodoncista asistente. Finalmente, el ortodoncista trata al paciente usando la serie de alineadores y los auxiliares de alineador, como se ha analizado previamente (etapa 167 en la FIG. 16).

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir alineadores ortodónticos para acomodar auxiliares de alineador, comprendiendo dicho método:

crear un modelo CAD (17) de al menos una parte de la anatomía dental de un paciente;

5 manipular el modelo CAD (17) para diseñar un alineador ortodóntico (20) que tiene al menos una característica (26) para acomodar la unión de un auxiliar de alineador (30) al alineador ortodóntico (20) para ejercer una fuerza terapéutica sobre una parte deseada de la anatomía dental de un paciente;

formar el alineador ortodóntico a partir del modelo CAD (17) que incorpora la característica (26) para acomodar auxiliares de alineador (30); y

10 unir los auxiliares de alineador (30) a las características (26) del alineador ortodóntico (20).

2. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de crear el modelo CAD (17) comprende adicionalmente las etapas de:

crear un modelo físico de al menos una parte de la anatomía dental de un paciente; y

escanear el modelo físico para crear el modelo CAD (17).

15 3. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de crear el modelo CAD (17) comprende adicionalmente escanear al menos una parte de la anatomía dental de un paciente.

4. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de manipular el modelo CAD (17) comprende adicionalmente manipular el modelo CAD (17) para diseñar una pluralidad de alineadores (20) para su uso secuencial durante el tratamiento ortodóntico de un paciente.

20 5. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de manipular el modelo CAD (17) comprende adicionalmente formar una marca impresionada (72) para indicar la colocación de un auxiliar de alineador (30) sobre el alineador (20).

25 6. El método de la reivindicación 5 en el que la etapa de formar un alineador ortodóntico (20) comprende adicionalmente formar una abertura (26) en el alineador (20) en la localización de la marca impresionada (72) para recibir un auxiliar de alineador (30).

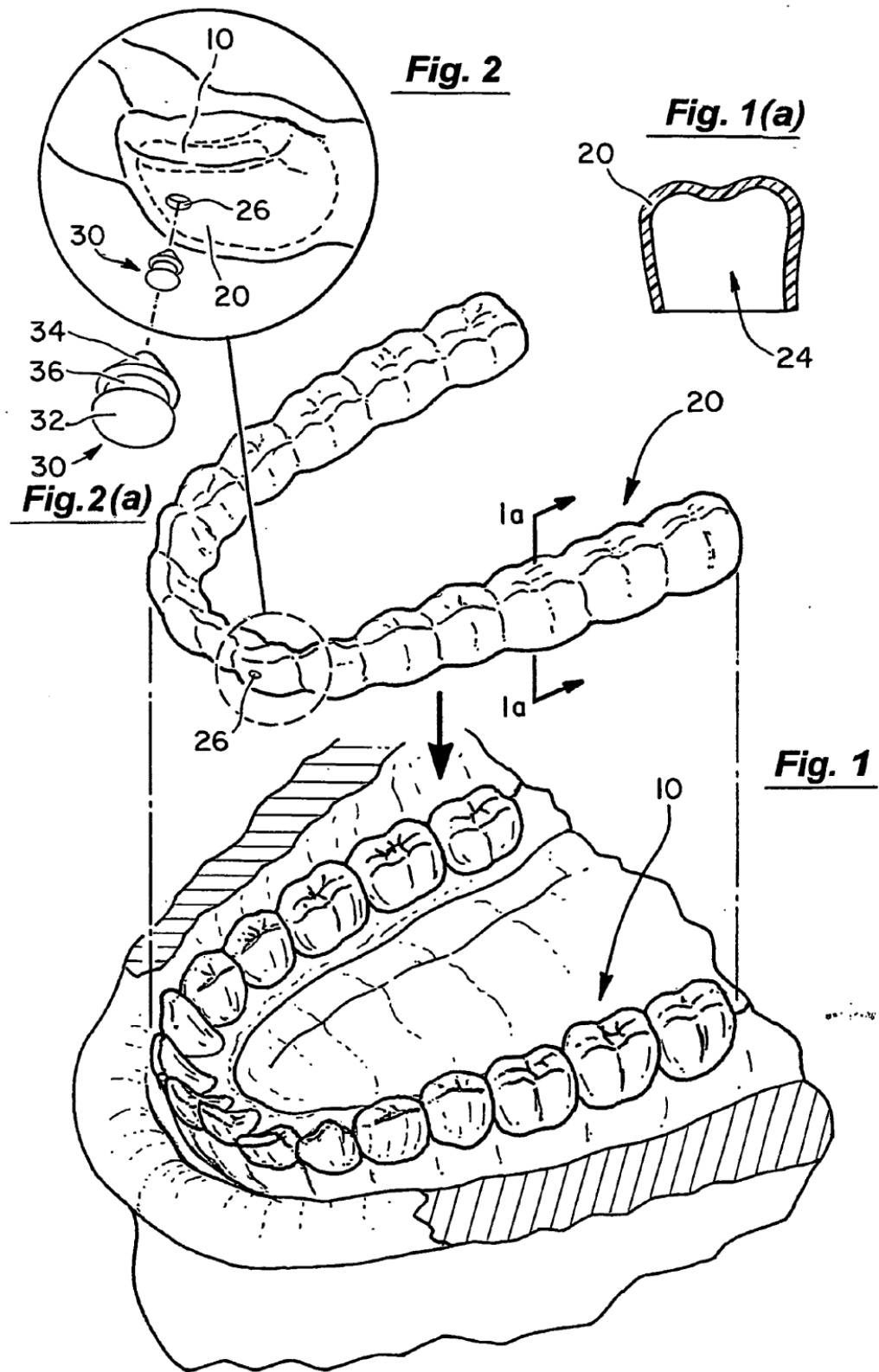
7. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de manipular el modelo CAD (17) comprende adicionalmente formar una proyección (86, 87) para unir un auxiliar de alineador (30) al alineador (20).

8. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de formar el alineador ortodóntico comprende adicionalmente:

30 formar un patrón físico a partir del modelo CAD (17) que representa al menos una parte de la anatomía dental de un paciente modificada por la etapa de manipulación del modelo CAD; y
formar un alineador ortodóntico (20) sobre el patrón físico.

9. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de manipular el modelo CAD (17) comprende modificar partes seleccionadas de la anatomía dental de un paciente en el modelo CAD para conseguir posiciones deseadas durante el tratamiento ortodóntico, e incorporar características para acomodar auxiliares de alineador (30).

35



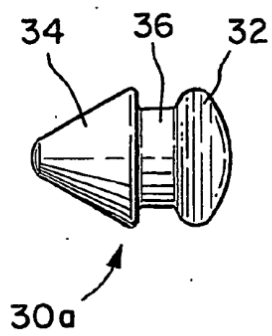


Fig. 3(a)

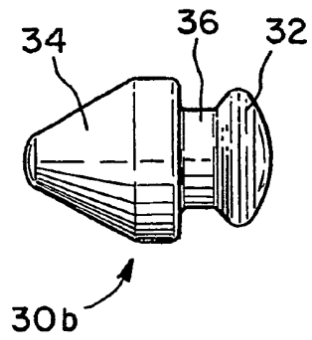


Fig. 3(b)

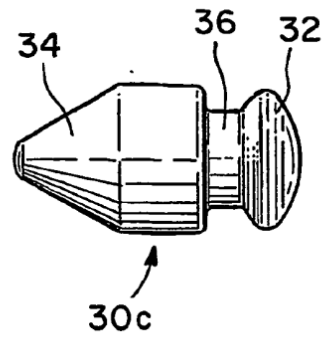


Fig. 3(c)

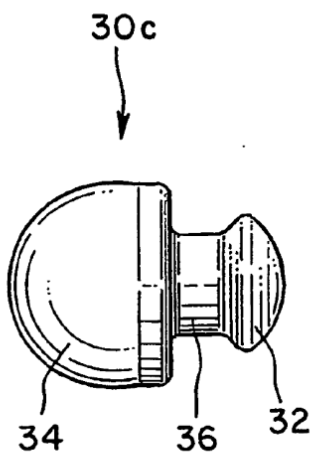


Fig. 4(c)

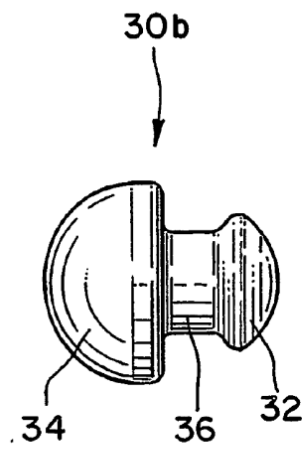


Fig. 4(b)

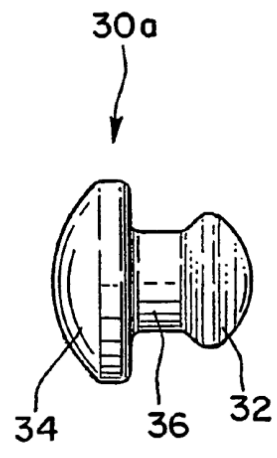


Fig. 4(a)

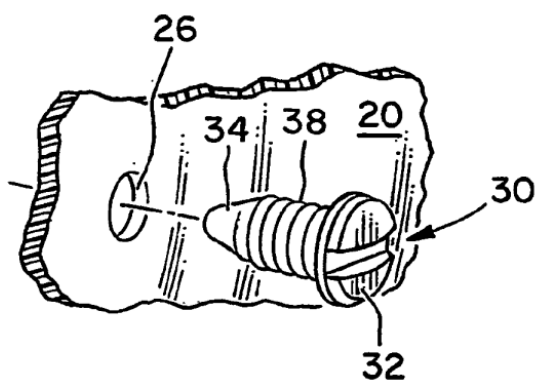


Fig. 5

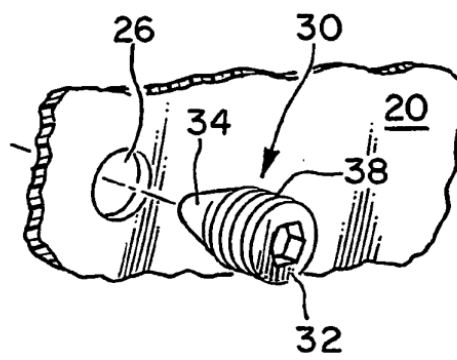


Fig. 6

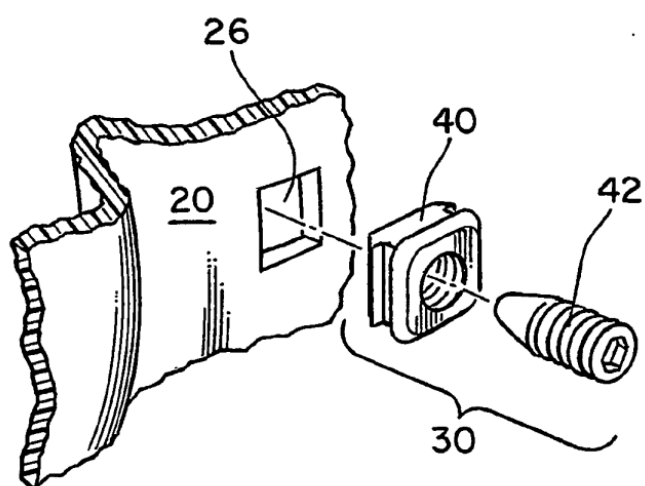


Fig. 7

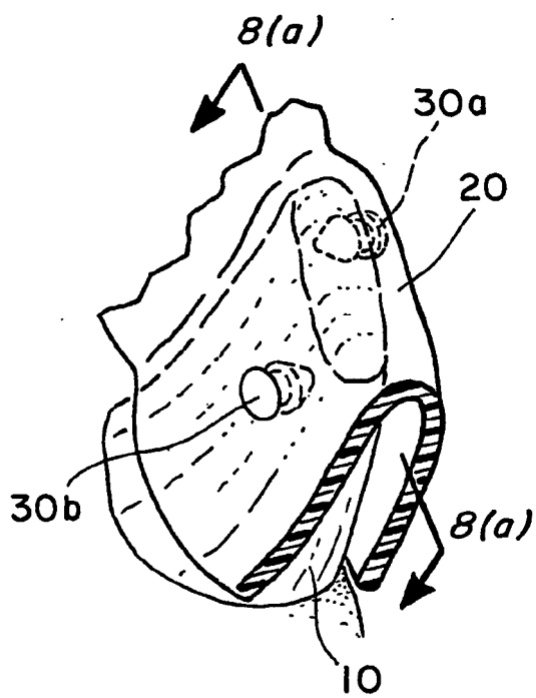


Fig. 8

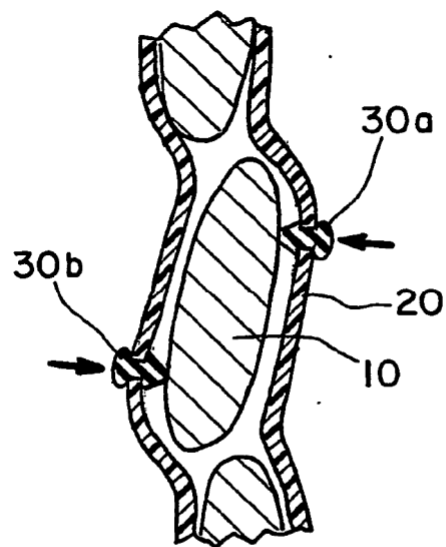


Fig. 8(a)

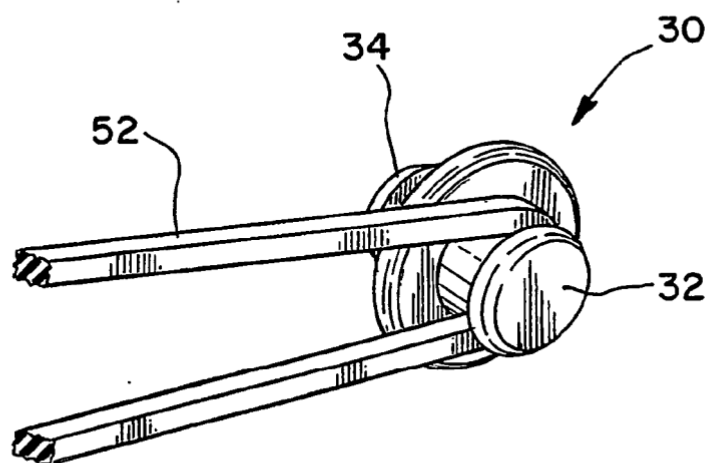


Fig. 9

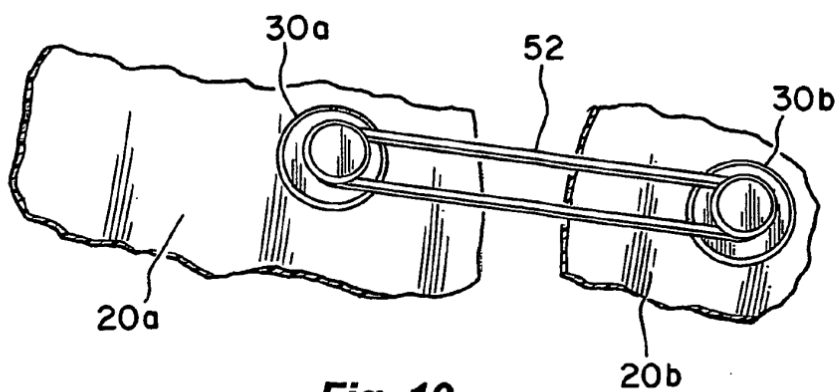


Fig. 10

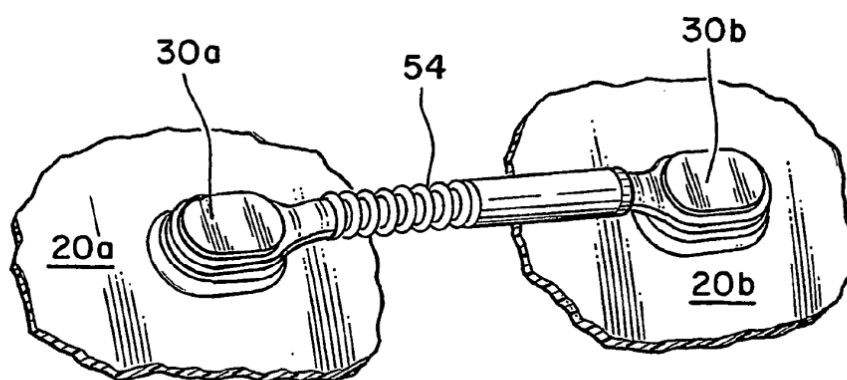


Fig. 11

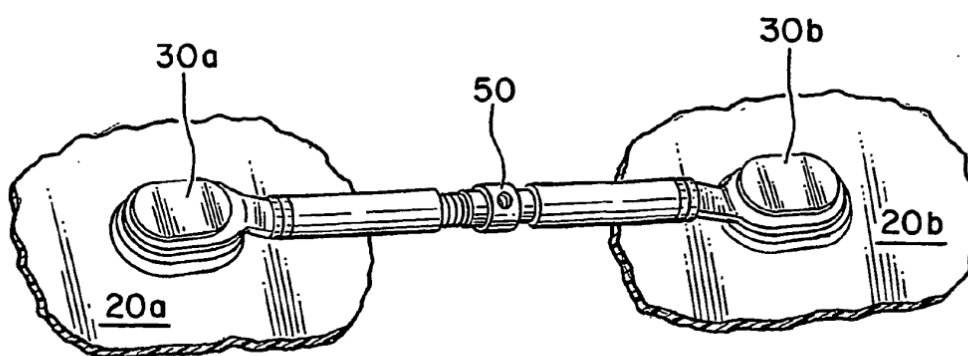


Fig. 12

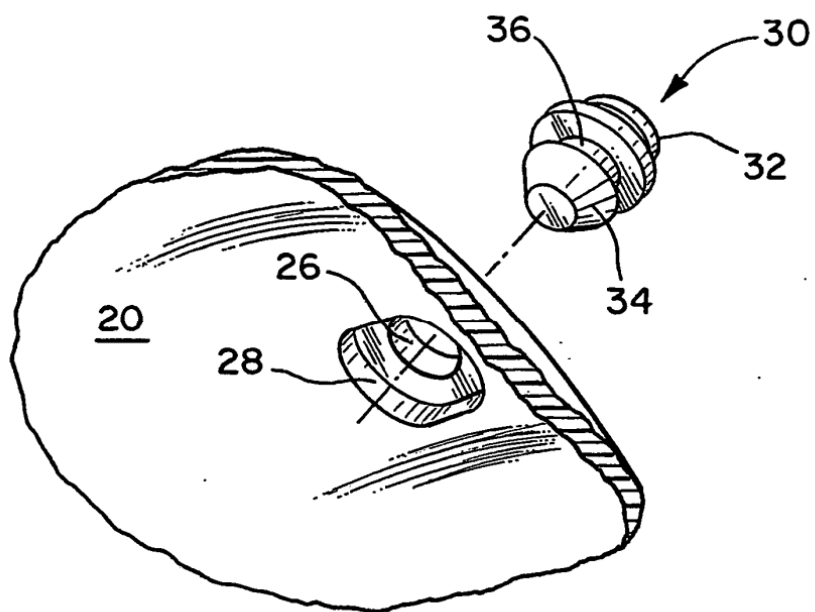


Fig. 13(a)

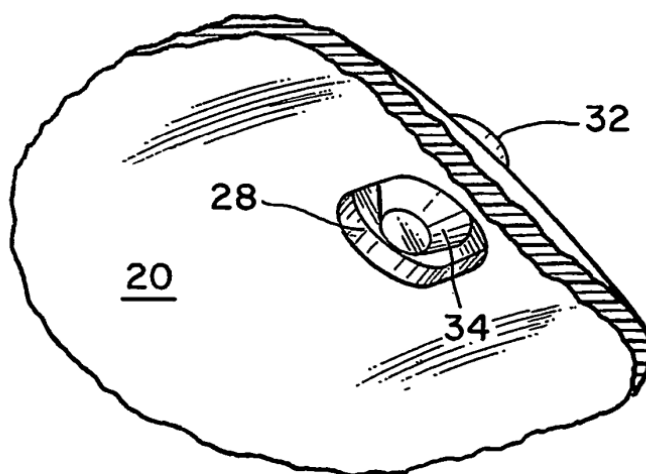


Fig. 13(b)

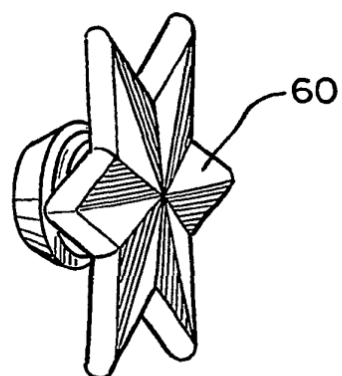
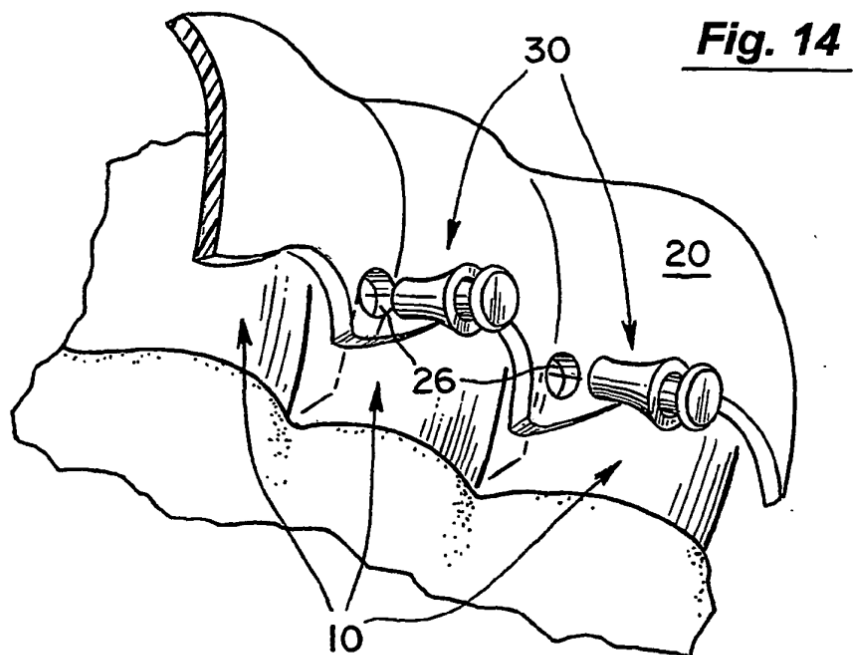


Fig. 15(a)

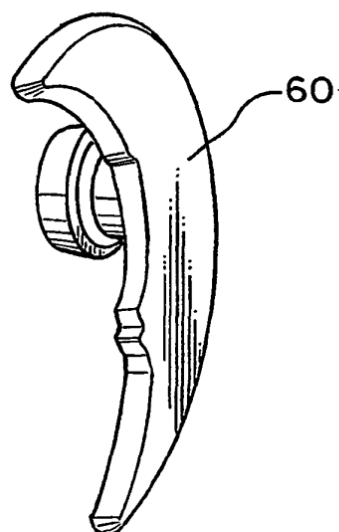


Fig. 15(b)

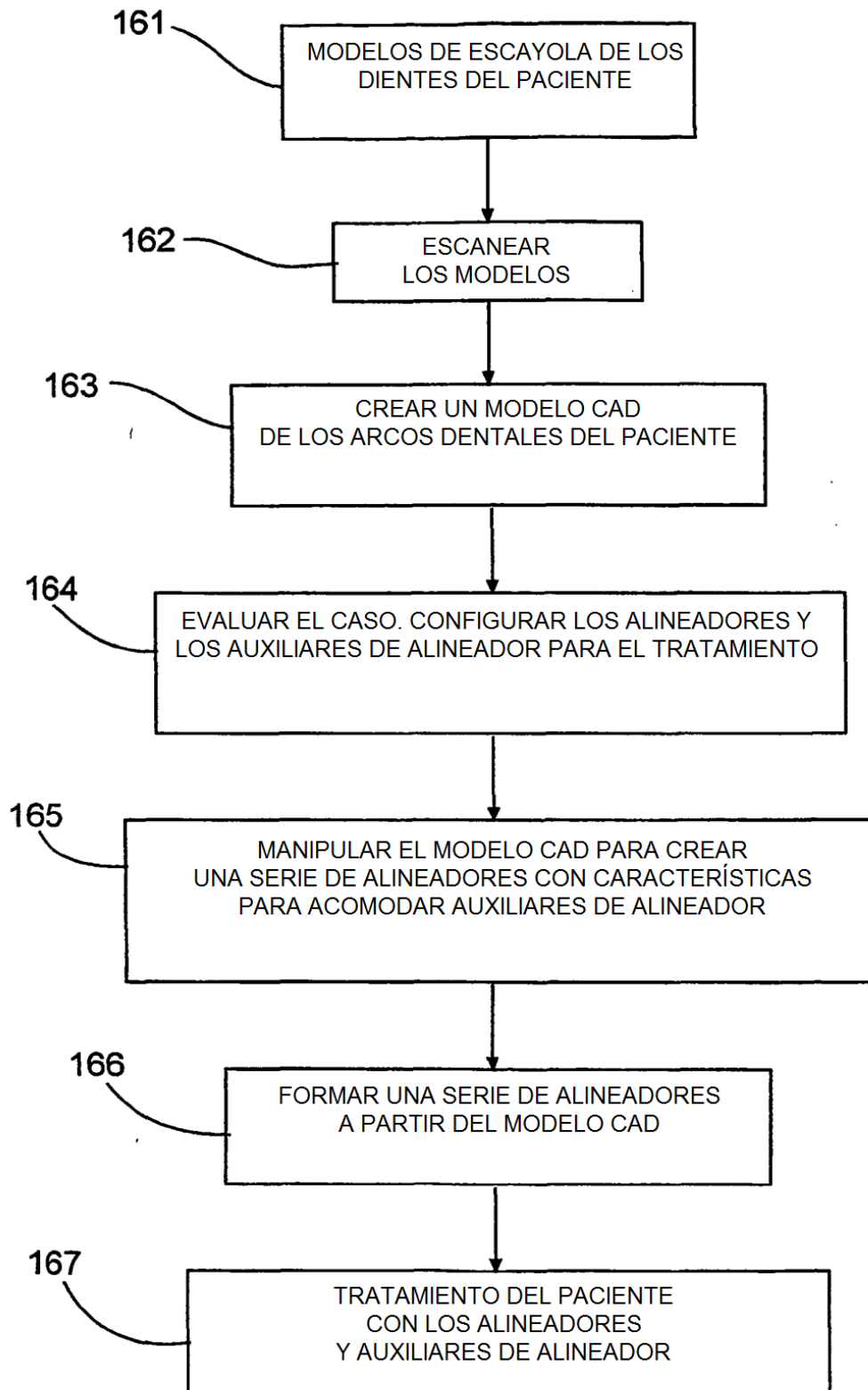


Fig. 16

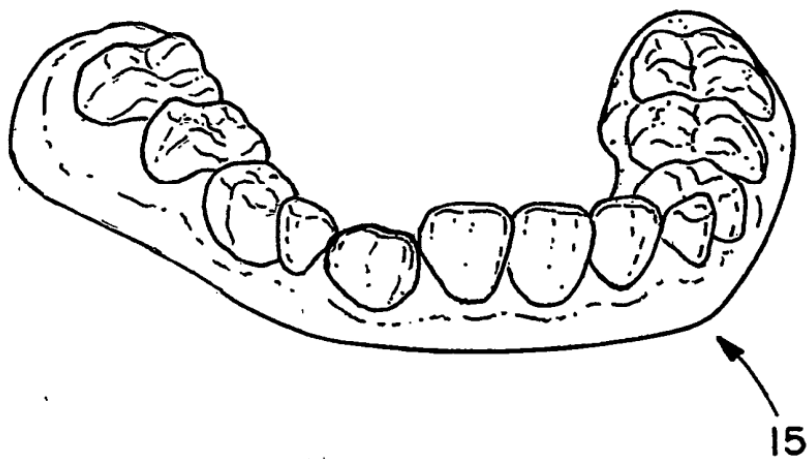


Fig. 17

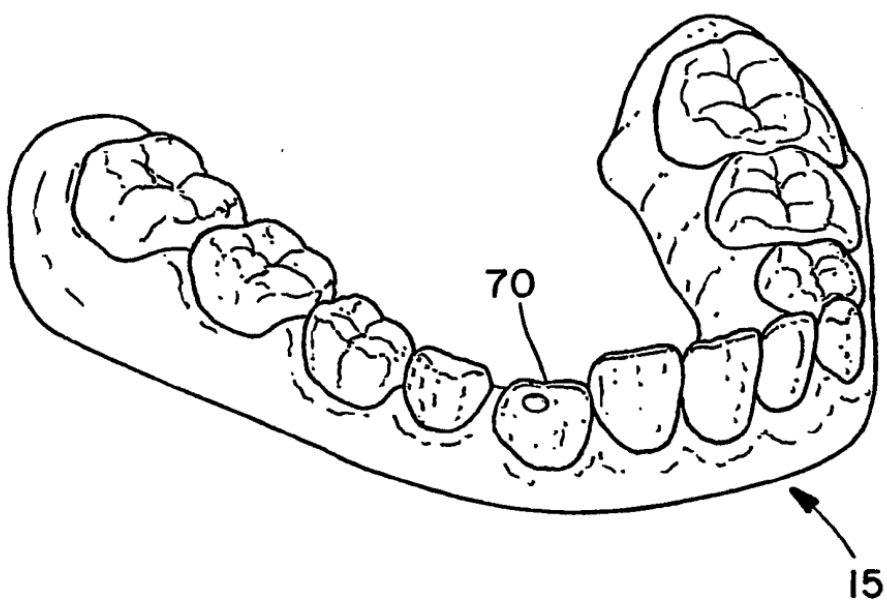


Fig 18

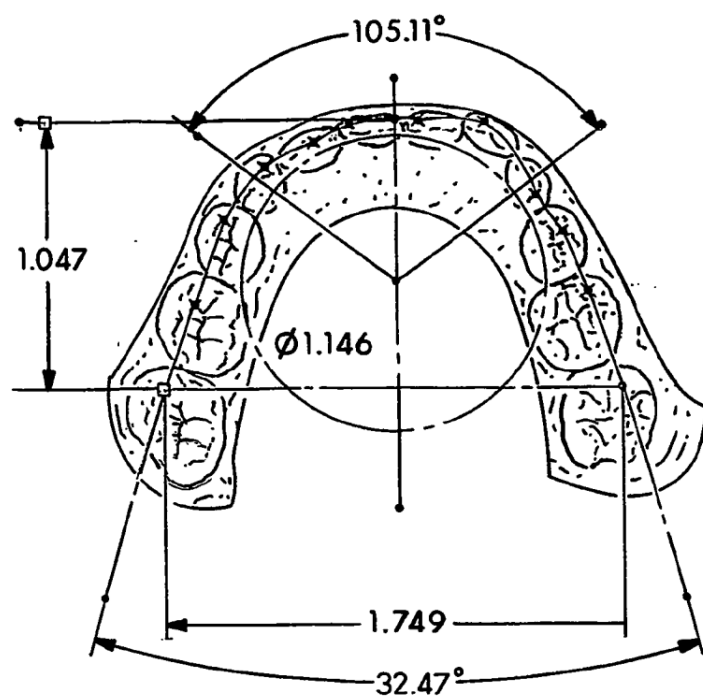


Fig. 19

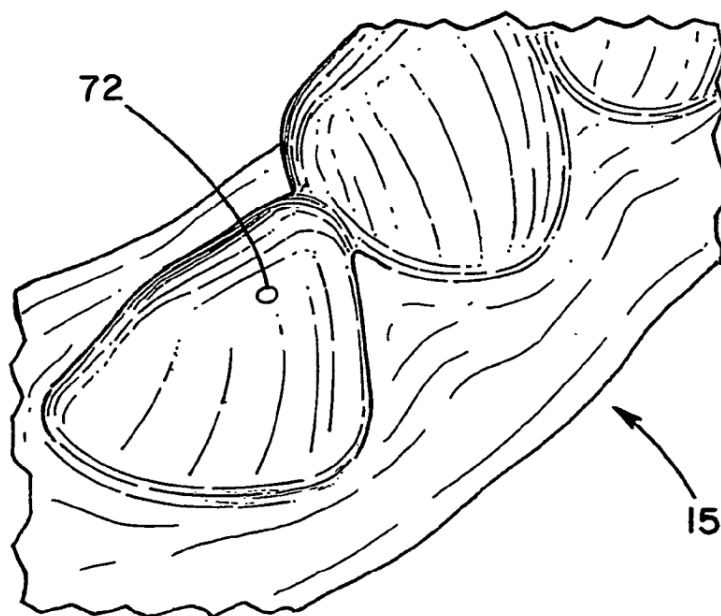


Fig. 20

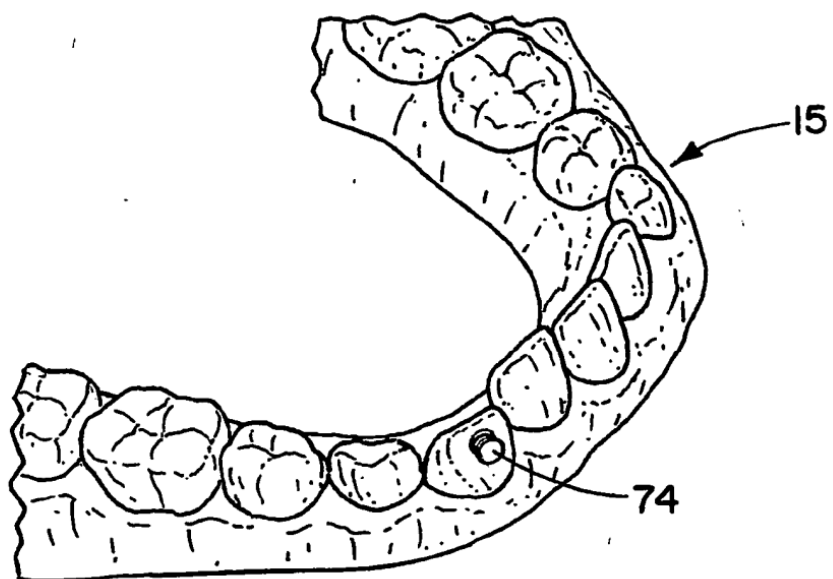


Fig. 21

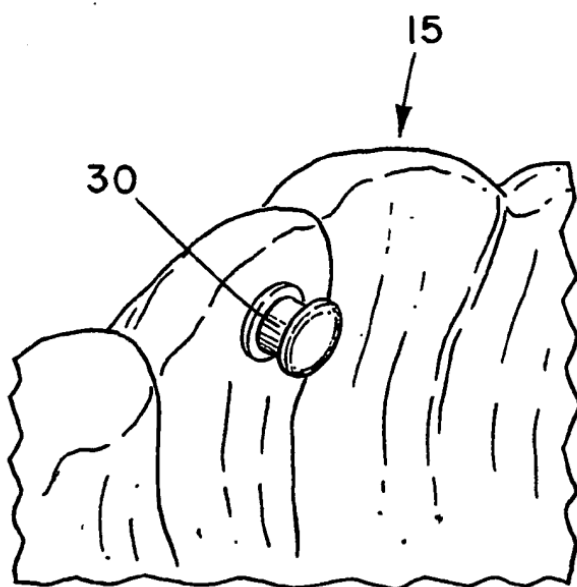


Fig. 22

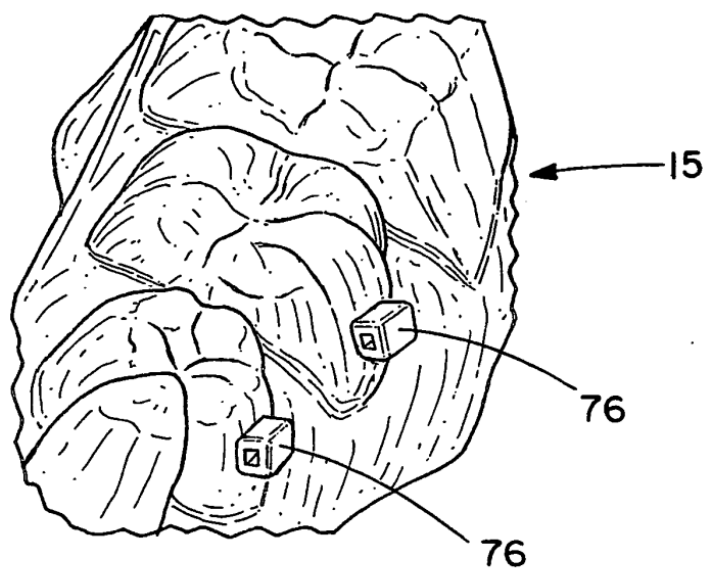


Fig. 23

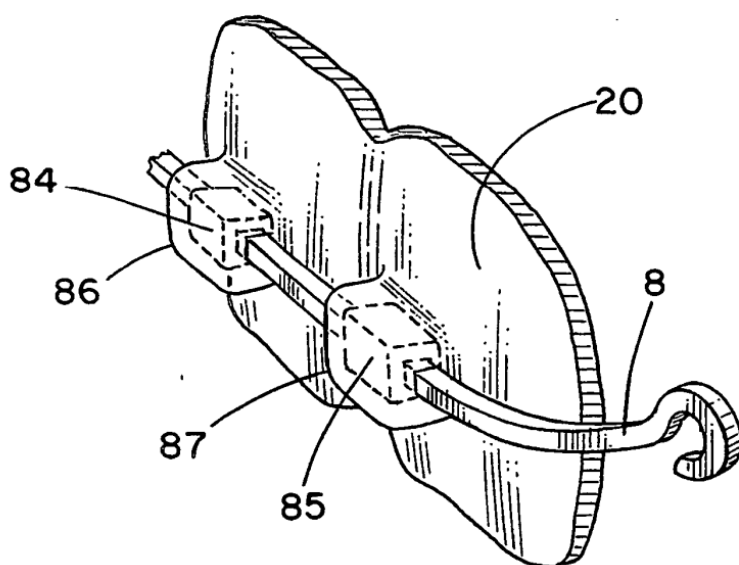


Fig. 24

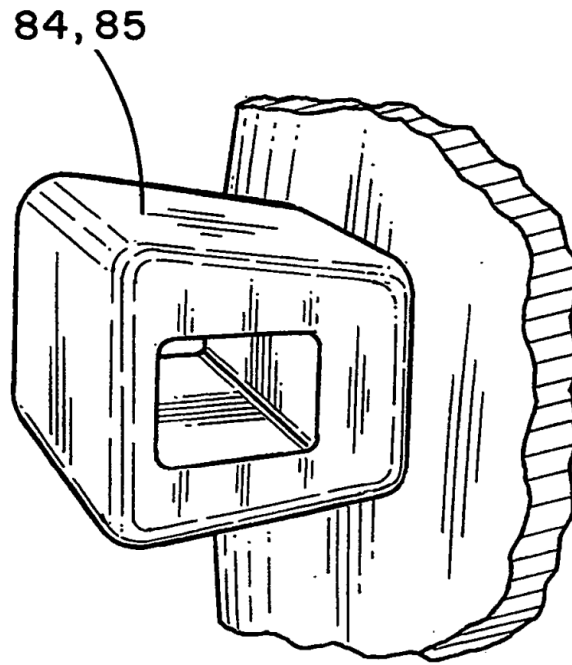


Fig. 25