

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 496**

51 Int. Cl.:

**A61C 7/00** (2006.01)

**A61C 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2013 PCT/EP2013/000687**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2014 WO14135177**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2013 E 13709150 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2964131**

54 Título: **Cartografía de oclusión utilizando modelización de espuma elástica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.06.2018**

73 Titular/es:  
**TROPHY (100.0%)  
4 Rue Fernand Pelloutier Croissy-Beaubourg  
77435 Marne La Vallée Cedex 2, FR**

72 Inventor/es:  
**INGLESE, JEAN-MARC;  
CAPRON-RICHARD, SABRINA;  
BARNEOUD, JULIEN, D.;  
MILLET, FREDERIC y  
ETESSE, RONAN**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 672 496 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**

Cartografía de oclusión utilizando modelización de espuma elástica

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere, en general, al campo de la recogida de datos volumétricos y, más concretamente, a aparatos y procedimientos para la cartografía de oclusión para las arcadas maxilar y mandibular dentro de la boca de un paciente.

**Antecedentes de la invención**

10 El tratamiento ortodóncico es aplicado para la reposición de dientes y el soporte de estructuras para mejorar la función y la estética dentales. En el tratamiento ortodóncico convencional, aparatos, tales como los correctores dentales son aplicados a los dientes del paciente por un ortodoncista. Con el tiempo, la fuerza continua ejercida por el aparato puede forzar a los dientes hacia posiciones más favorables, permitiendo a menudo el desplazamiento de los dientes por etapas incrementales con sucesivos tratamientos.

15 Aspectos de la función dental que son estudiados como parte de la ortodoncia y de otros tratamientos restauradores incluyen la oclusión adecuada, de manera que los dientes de la mandíbula superior funcionen de manera satisfactoria con los correspondientes dientes de la mandíbula inferior. La oclusión determina la forma en que los dientes opuestos quedan situados unos con respecto a otros, se sitúan en contacto e interactúan entre sí en un movimiento normal.

20 Para definir un tratamiento dental específico como la ortodoncia o un tratamiento restaurador en la práctica convencional, los dentistas típicamente manipulan uno o más moldeados obtenidos a partir de las arcadas dentales de un paciente. Un procedimiento convencional forma un oclusograma que representa la intersección entre dientes opuestos, utilizando papeles translúcidos, por ejemplo como se describe en la Patente estadounidense No. 1,293,567 titulada "Sistema de Diagramas Dentales y Procedimiento de Elaboración del Mismo" de Stanton. Utilizando el moldeado, la proyección de los dientes de la arcada dental inferior sobre un plano axial (horizontal) es reproducida sobre un primer papel translúcido. La proyección de los dientes de la arcada dental superior es reproducida sobre un segundo papel translúcido. Ambos papeles son entonces superpuestos, proporcionando una representación de las condiciones oclusivas. Acercando uno de los papeles translúcidos con respecto al otro, se puede obtener una representación de las nuevas condiciones oclusivas.

30 El documento WO 2011/103876 divulga un procedimiento implementado por ordenador de utilización de un articulador virtual dinámico para simular la oclusión de los dientes. Con el advenimiento de la formación de imágenes digitales, han aparecido diversas soluciones propuestas para representar y exhibir la oclusión dental utilizando la información obtenida a partir de los datos de las imágenes captadas. La información para la cartografía, medición y análisis de las condiciones de oclusión pueden ser obtenidas digitalmente y procesadas para contribuir a la ayuda del ortodoncista o de otro facultativo dental para corregir los problemas y para proporcionar la disposición óptima de las estructuras dentales con este fin.

35 Los procedimientos de representación de las estructuras de las arcadas maxilar (superior) y mandibular (mandíbula inferior) además de proporcionar una cierta idea de la alineación global de los dientes no proporcionan una información tridimensional (3-D) detallada acerca de la oclusión. La mayoría de las superficies oclusivas no son visibles en la manipulación de moldeados convencionales. Las vistas en sección transversal y rebanada por rebanada proporcionan un cierto nivel de detalle, pero solo respecto de una zona limitada. Incluso cuando se utilizan técnicas de modelización virtuales, sin embargo, la información suministrada respecto de la oclusión está generalmente limitada a los datos que identifican puntos de contacto.

45 Avances en el desarrollo y visualización de las arcadas virtuales proporcionan una cierta medición de información útil, por ejemplo, datos sobre distancias entre superficies oclusivas opuestas, utilizando una cartografía de color codificado o escala de gris, por ejemplo. Este tipo de visualización puede contribuir a proporcionar información útil para alinear las arcadas superior e inferior. Sin embargo, la cartografía de las distancias proporciona solo una información limitada acerca de la forma en que los dientes de las mandíbulas superior e inferior trabajan de manera conjunta para masticar de manera eficiente. En la práctica cuando el paciente mastica una comida, la comida es comprimida entre elementos característicos tales como cúspides y aristas de dientes opuestos. Este tipo de compresión genera un campo de presión que se distribuye a lo largo de una región. La presión en cualquier punto sobre el campo de presión varía, dependiendo de factores tales como la distancia de los puntos de contacto y la interacción entre diferentes campos de presión cuando la comida es masticada.

55 Debido a la naturaleza compleja de la información que se obtiene a partir de la interacción de conjuntos opuestos de dientes, la tarea de evaluar y corregir la oclusión puede ser problemática al utilizar herramientas convencionales. Así, existe la necesidad de unos utensilios y técnicas más precisas para medir y dar cuenta de los campos de presión para la oclusión.

**Sumario de la invención**

Formas de realización de la presente invención dan respuesta a la necesidad de procedimientos mejorados para la modelización de la oclusión para el tratamiento dental. Formas de realización de la presente invención modelan la distribución de presión entre las mandíbulas superior e inferior en un posicionamiento oclusivo determinado y proporcionan información que puede ser utilizada para cartografiar la eficacia de esa relación de oclusión concreta. De manera ventajosa, un modelo virtual puede ser utilizado para manipular la posición de las mandíbulas para evaluar las condiciones de oclusión de un paciente.

Estos objetivos se ofrecen únicamente a modo de ejemplo ilustrativo, y dichos objetivos pueden ser ejemplares de una o más formas de realización de la presente invención. Otros objetivos y ventajas deseables conseguidos de manera inherente mediante la invención divulgada pueden ser entendidos o resultar evidentes a los expertos en la materia. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se dispone un procedimiento para generar una cartografía de oclusión dental según se define en la reivindicación 1. Otras formas de realización se divulgan, *inter alia* en las reivindicaciones dependientes. El procedimiento *inter alia* comprende: la generación de un modelo de datos tridimensional de los dientes del paciente de acuerdo con los datos de las imágenes obtenidas; el posicionamiento de las arcadas maxilar y mandibular en oposición en el modelo generado de datos de los dientes del paciente; la generación de un modelo de datos de comida que presentan las características de un material de espuma; el cálculo de una distribución de campo de presión para el modelo de datos de comida generado para uno o más pares de dientes opuestos a partir del modelo de datos tridimensionales generado de los dientes del paciente; y la representación de al menos la distribución de campo de presión calculada.

**Breve descripción de los dibujos**

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción más concreta subsecuente de las formas de realización de la invención, según se ilustran en los dibujos que se acompañan. Los elementos de los dibujos no están trazados necesariamente a escala unos respecto de otros.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo que muestra una secuencia de etapas útil para proveer una información de una oclusión para un paciente.

La FIG. 2 muestra unas arcadas dentales representativas obtenidas a partir de una reconstrucción de 3-D.

Las FIGS. 3A y 3B son vistas esquemáticas que muestran una interacción de los dientes durante el proceso de masticación.

La FIG. 4 es una vista en sección transversal esquemática para una dinámica oclusiva entre los dientes de las arcadas maxilar y mandibular.

La FIG. 5 es un gráfico que muestra una distribución representativa para una comida de espuma en oclusión.

La FIG. 6 es una cartografía representativa de una distribución de campo de presión en una relación de oclusión.

La FIG. 7 es una representación esquemática de una dinámica de oclusión tridimensional (3-D).

**Descripción detallada de la invención**

Lo que sigue es una descripción detallada de las formas de realización preferentes de la invención, con referencia a los dibujos en los que las mismas referencias numerales identifican los mismos elementos estructurales en cada una de las diversas figuras.

Cuando se utilicen los términos "primero", "segundo", "tercero", etc., dichos términos no indican necesariamente ninguna relación ordinal o prioridad, sino que pueden ser utilizados para distinguir con mayor claridad un elemento o intervalo de tiempo respecto de otro.

En el contexto de la presente divulgación, el término "imagen" se refiere a datos de imágenes multidimensionales que están compuestos por elementos de imagen discretos. Para imágenes 2-D (dos dimensiones), los elementos de imagen discretos son elementos de imagen o píxeles. Para imágenes 3-D (tridimensional), los elementos de imagen discretos son elementos de imagen de volúmenes o vóxeles.

Las formas de realización descritas se refieren a la provisión de información en una forma que resulta de utilidad para examinar la disposición de las estructuras de las arcadas dentales para representar cada arcada dental de una forma útil para el facultativo. El diagrama de flujo lógico de la Figura 1 muestra una secuencia de etapas que son utilizadas para obtener información acerca de una oclusión para un paciente. En una etapa de preparación opcional, S100, el personal dental obtiene una o más impresiones de la boca del paciente y genera un moldeo utilizando la

impresión. Una etapa de digitalización, S110, es a continuación ejecutada para obtener unos datos escaneados. Si los moldeados o impresiones han sido obtenidos, son escaneados y digitalizados en la etapa de digitalización, S110. Como alternativa, la boca del paciente puede ser escaneada directamente, incluyendo los dientes y las encías, utilizando procedimientos de escaneo de imágenes intraorales convencionales, por ejemplo utilizando un escáner láser intraoral. Las técnicas de escaneo y de reconstrucción de imágenes son conocidas en la técnica de formación de imágenes en 3 dimensiones (3-D). La reconstrucción puede utilizar datos a partir de un escaneo, por ejemplo un escaneo de rayos x, un escáner óptico o cualquier otro aparato de formación de imágenes, como por ejemplo de formación de imágenes intraorales, por ejemplo.

A modo de ejemplo, la Figura 2 muestra unas arcadas 20 y 22 dentales virtuales representativas formadas y utilizadas como parte de este proceso, utilizando y procesando impresiones que fueron generadas a partir de un paciente. La etapa siguiente en la secuencia de la Figura 1 es la generación y representación de un modelo virtual o un modelo de datos en una etapa S120 de generación de modelo. La reconstrucción de un modelo virtual en 3-D a partir de los datos de formación de imágenes adquiridos es conocido en la técnica dental de formación de imágenes. El modelo virtual o de datos se representa como una imagen en 3-D. Por ejemplo, la Patente estadounidense No. 6,334,853 con el título "Procedimiento para obtener una cartografía de oclusión dental" de Kopelman et al. divulga la forma de obtener modelos de datos en 3-D virtuales de los dientes de un paciente a partir de un modelo en yeso que se formó mediante el moldeo de una impresión de alginato negativa. El modelo virtual o de datos puede, como alternativa, obtenerse a partir de un escaneo directo de la boca del paciente utilizando una cámara intraoral. Existe una pluralidad de cámaras intraorales comercialmente disponibles, que incluyen cámaras intraorales de escaneo que utilizan una iluminación por láser. Un mapa de oclusión puede entonces ser generado a partir del modelo de datos virtuales utilizando la técnica descrita. En otro ejemplo, la Patente estadounidense No. 7,140,887, titulada "Sistema y procedimiento para el posicionamiento de dientes" de Kaza divulga la forma de obtener un modelo dental digital directamente a partir de una impresión de alginato deformable negativa mediante el escaneo por rayos x de la impresión.

Con el modelo de datos virtual en una disposición oclusiva, las arcadas maxilar y mandibular están en oposición en el modelo de datos generado. Una etapa S130 de cartografía de oclusión generada es ejecutada, utilizando un procedimiento de modelización de distribución y un modelo de datos de comida, según se describe a continuación. En la combinación de la etapa de cartografía S130, una etapa S140 de representación a continuación representa los datos de cartografía de oclusión generados. Como se muestra mediante las líneas de trazos discontinuos, las etapas S120, S130 y S140 pueden ser repetidas las veces que sea necesario para diferentes condiciones de oclusión.

Las vistas esquemáticas de las Figuras 3A, 3B y 4 muestran la forma en que los datos de oclusión son generados en la etapa S130 con las arcadas maxilar y mandibular modeladas en una relación oclusiva. Un modelo 10 de datos de comida o "comida virtual" es generado como un modelo de datos y utilizado para cartografiar la distribución de campo de presión entre dientes opuestos de las estructuras mandibulares superior e inferior. El modelo 10 de datos de comida es modulado por los parámetros de un material de espuma comprimible elástico que presenta unas características elásticas predeterminadas, características de densidad, comprensión, características de resistencia a la tracción, tamaño celular, y similares.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, el material de espuma idealizado utilizado para la modelización de datos de comida presenta unas características concretas dentro de los siguientes límites:

Densidad: 300 - 1000 kg/m<sup>3</sup>;  
 Esfuerzo / deformación de compresión: 0,1 - 3 MPa;  
 Resistencia a la tracción: 1 - 100 kPa;  
 Tamaño celular: 0,1 - 1 mm de diámetro

En la vista esquemática mostrada en la Figura 3A, dos dientes 100a y 100b opuestos de una mandíbula superior (maxilar) 120a y una mandíbula inferior (mandibular) 120b comprimen el modelo 10 de datos de comida de espuma virtual. Debido a la difusión elástica radial de la presión a distancia de la región de la mínima distancia entre dientes, la espuma elástica no sigue la superficie de los dientes de las mandíbulas. La presión dentro de la espuma no está correlacionada con la distancia entre los dientes opuestos y las mandíbulas opuestas. La Figura 3B presenta otra vista esquemática que presenta dos dientes 100a y 100b en cada una de las arcadas mandibular y maxilar. La espuma elástica y el modelo 10 de datos de comida tiene un grosor  $t$  según se muestra en la Figura 4. Las cúspides 2a y 3a de un diente 1a y las cúspides 2b y 3b de un diente 1b de la Figura 4 deforman el modelo 10 de datos de comida de espuma, hasta las respectivas distancias  $d_1$  y  $d_2$  mostradas. Esto reduce el grosor del modelo 10 de datos de comida de espuma a partir de  $t$  por  $(t - d_1)$  y por  $(t - d_2)$  donde las cúspides están situadas.

La modelización del campo de presión que se genera puede llevarse a cabo utilizando un número indeterminado de distribuciones diferentes. De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se utiliza una distribución gaussiana, con una simetría axial y con una intensidad máxima en la que el grosor del modelo 10 de datos de comida de espuma se encuentra en un mínimo. Con respecto a la vista en sección transversal de la Figura 4, por ejemplo, la intensidad máxima de la distribución de campo de presión está en la región situada entre las cúspides 2a y 2b. La anchura relativa de la distribución gaussiana es considerada proporcional a las características del modelo 10 de datos de comida de espuma. El gráfico de la Figura 5 muestra una distribución gaussiana

representativa de la presión con respecto a las coordenadas espaciales a lo largo de una dirección para el modelo 10 de datos de comida de espuma en la relación de oclusión mostrada en la Figura 4. Los campos de presión 22 y 23 se refieren a la presión generada por las cúspides emparejadas en 2a / 2b y 3a / 3b, respectivamente. El campo 30 de presión representa la suma de los campos de presión individuales: el campo 22 más el campo 23.

5 Debe destacarse que el gráfico de la Figura 5 se refiere a una pequeña área, representativa de un único par de dientes opuestos y considerada aisladamente respecto de los campos de presión de las cercanías. Se debe apreciar que hay múltiples superficies que interactúan durante la oclusión y que cada campo de presión generado influye también en las áreas de las inmediaciones. Para cualquier región entre los dientes, el campo de presión efectivo dentro de esa región debe tener en cuenta los campos de presión generados por todos los dientes de la boca. Así mismo, la distribución de presión efectiva también se refiere a la distancia desde cada campo de presión.

Para el ejemplo mostrado en la Figura 4, los campos de presión unitarios P1 y P2 creados por la deformación en d1 y d2 como una función de la distancia r1 y r2 desde el emplazamiento de la deformación máxima se puede expresar como:

$$P_1(r_1) = k_{comida} (t - d_1) e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{r_1}{\sigma_{comida}} \right)^2}$$

15

$$P_2(r_2) = k_{comida} (t - d_2) e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{r_2}{\sigma_{comida}} \right)^2}$$

en la que  $K_{comida}$  y  $\sigma_{comida}$  son constantes que dependen de los parámetros característicos del modelo de comida virtual; r1 y r2 son distancias desde la máxima intensidad de la presión.

20 Modificando ambas constantes dependiendo del tipo de modelo 10 de comida que es utilizado en la boca del paciente, el dentista puede evaluar la eficiencia del masticado de diversos tipos de comida de acuerdo con condiciones determinadas. De acuerdo con una forma de realización alternativa de la presente invención, las constantes  $k_{comida}$  y  $\sigma_{comida}$  son fijadas en el software y el facultativo no puede cambiar su valor.

Pueden utilizarse funciones alternativas para la modelización de la distribución de campo de presión. De acuerdo con una forma de realización alternativa de la presente invención, por ejemplo se utiliza una función lorentziana

25

$$P_1(r_1) = \frac{k_{comida} (t - d_1)}{1 + \left( \frac{r_1}{\Gamma_{comida}} \right)^2}$$

$$P_2(r_2) = \frac{k_{comida} (t - d_2)}{1 + \left( \frac{r_2}{\Gamma_{comida}} \right)^2}$$

30 Donde  $k_{comida}$  es constante dependiendo del tipo de comida y presenta la anchura de la distribución de campo de presión.  $\Gamma_{comida}$  es una constante, dependiendo del tipo de comida y representa la anchura de la distribución del campo de presión.

35 Una distribución del campo de presión puede también ser calculada utilizando ecuaciones mecánicas completas. En particular, la distribución de campo de presión puede expresarse como una función del módulo de elasticidad de Young y del coeficiente de Poisson. También se prevén otras funciones con forma de campana, incluyendo funciones axialmente simétricas para suministrar un modelo de la distribución de campo de presión.

40 En los ejemplos expuestos, el máximo del campo es proporcional al máximo de la deformación del modelo 10 de comida de espuma virtual, expresado como  $(t - d_1)$  y  $(t - d_2)$ , respectivamente, correspondiente a una deformación elástica. Una relación no lineal entre el máximo de la distribución de campo de presión y el máximo de la deformación local también puede contemplarse.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el campo de presión total creado por la deformación en d1 y d2 es la suma del campo 30 de presión y de los campos 22, 23 de presión unitarios individuales. Esto es,

$$P(r_1, r_2) = P_1(r_1) + P_2(r_2)$$

Este cálculo se puede extender para todos los campos de presión de la boca. El cálculo del campo de presión depende, en parte, del grosor y de las demás características del modelo de campo de la espuma.

En el ejemplo de las Figuras 4 y 5, la distancia entre la superficie de los dientes opuestos es más elevada en el emplazamiento 4a y 4b que corresponde al surco de los dientes. No obstante, como el gráfico de la Figura 5 muestra, la presión es no cero en la región del modelo de espuma. Ambos campos de presión en proximidad P1 y P2 influyen en la presión entre los emplazamientos 4a y 4b y su efecto combinado puede ser detectado en este punto. Esto demuestra que simplemente determinando las distancias entre las superficies oclusivas de los dientes opuestos no consigue suministrar toda la información relevante para evaluar la eficiencia de la masticación en condiciones oclusivas determinadas. Este es especialmente el caso para las comidas para las que la anchura de los campos de presión unitarios ( $\sigma_{comida}$  y  $\Gamma_{comida}$  para la distribución gaussiana y Lorentziana, respectivamente) es más elevada que la distancia media entre las cúspides y las aristas.

Después de obtener los datos del campo de presión modelizado a partir de los dientes opuestos, la distribución del campo de presión completa para la relación oclusiva específica puede ser cartografiada, como se muestra en la Figura 6. El mapa es proyectado sobre la superficie 40 oclusiva de los dientes de al menos una arcada virtual, con los dientes 1a, 1b y 1c mostrados en la Figura 6. El mapa está compuesto por unas superficies 42 modificadas por color o codificadas por escala de grises. Rangos de valores diferentes para la distribución de campo de presión se representan en diferentes colores de acuerdo con la forma de realización de la presente invención; como alternativa, las diferentes escalas de grises son utilizadas para distinguir los niveles de presión. Una leyenda 44 por debajo de este ejemplo de cartografía de campo es marcada con unos valores 45 para proporcionar al usuario la correspondencia entre el nivel de color o de gris de esta cartografía y la presión de la espuma en el emplazamiento vertical del punto de la superficie oclusiva donde el mapa es proyectado.

Son conocidos por los expertos en la materia la técnica de modelación de materiales, las técnicas para la modelización informática en 3-D de un material de espuma comprimible para cartografiar uno o más campos de presión radiales a partir de puntos de compresión. Herramientas software para este tipo de análisis incluyen software de análisis de elementos finitos, como por ejemplo Abaqus FEA, un producto de Dassault Systemes, Velizy-Villacoublay, FR. Software dedicados de este tipo pueden ser aplicados a un modelo virtual de arcadas dentales superiores o inferiores para calcular la presión en cada punto del material comprimido entre ambas arcadas.

Con referencia a la representación esquemática de un bloque de material 50 en la Figura 7, se representa un campo de presión en 3-D (3 - dimensiones). El campo de presión calculado es una posición horizontal determinada (plano 51 horizontal en la Figura 7) puede ser proyectada sobre la superficie oclusiva de los dientes 1a, 1b. La presión dentro del material puede ser promediada a lo largo de una dirección 52 que puede o puede no ser perpendicular a la superficie oclusiva de los dientes 1a y 1b, y, a continuación, proyectada sobre la superficie oclusiva de los dientes de una u otra arcada dentales superior o inferior. Los campos 54 de presión pueden ser identificados y caracterizados en diferentes emplazamientos con respecto al bloque de material 50. Para la proyección sobre la superficie dental la lógica de procesamiento o bien determina el valor de la presión con respecto a una sección transversal a lo largo del plano 51 horizontal o bien promedia el valor de una matriz 3-D de los valores de presión a lo largo de la dirección 52. Cuando el valor de la presión con respecto al plano 51 es generado los valores del campo de presión a lo largo del plano pueden ser identificados y cartografiados sobre la representación de las superficies oclusivas de los dientes. La representación puede mostrar los valores de presión calculados utilizando niveles de color o de escala de grises a partir de la leyenda 44 como se muestra y describe con referencia a la Figura 6. De modo similar, cuando el valor de la presión con respecto a dirección 52 es calculado, el valor de presión mediad puede ser representada en uno o más emplazamientos apropiados sobre la superficie dental, con respecto al vector direccional. El bloque de material 50 utilizado para esta modelización presenta unas características predeterminadas para dar respuesta a la presión de la oclusión. De acuerdo con una forma de realización alternativa de la presente invención, el operario puede ajustar las características del bloque de material 50.

En consonancia con una forma de realización de la presente invención, un ordenador ejecuta un programa con unas instrucciones almacenadas que elaboran unos datos de imagen a los que se accede a partir de una memoria electrónica para generar diversos modelos de datos y calculan las distribuciones de campo de presión correspondientes según lo anteriormente descrito. Como se puede apreciar por parte de los expertos en las técnicas de procesamiento de imágenes, un programa informático de una forma de realización de la presente invención puede ser utilizado mediante un sistema de ordenador de propósito general, apropiado, como por ejemplo un ordenador personal o una estación de trabajo, así como por un microprocesador u otro procesador dedicado o dispositivo lógico programable. Sin embargo, otros muchos tipos diferentes de sistemas informáticos pueden ser utilizados para ejecutar el programa informático de la presente invención, incluyendo procesadores en red. El programa informático para ejecutar el procedimiento de la presente invención puede ser almacenado en un medio de almacenamiento legible por un ordenador. Este medio puede comprender, por ejemplo: medios de almacenamiento magnéticos, como por ejemplo un disco magnético (como por ejemplo una unidad de disco duro) o una cinta magnética u otro tipo portátil de disco magnético; medios de almacenamiento ópticos como por ejemplo un disco óptico, una cinta óptica o un código de barras legible por máquina; un dispositivos de almacenamiento electrónicos de estado sólido, por ejemplo una memoria de acceso aleatorio (RAM) o una memoria de solo lectura (ROM); o

5 cualquier otro dispositivo o medio físico empleado para almacenar un programa informático. El programa informático para ejecutar el procedimiento de la presente invención puede también ser almacenado un medio de almacenamiento legible por ordenador que esté conectado al procesador de imágenes por medio de Internet u otro medio de comunicación. Los expertos en la materia advertirán fácilmente que el modo equivalente a dicho producto de programa informático pueden también ser construidos en hardware.

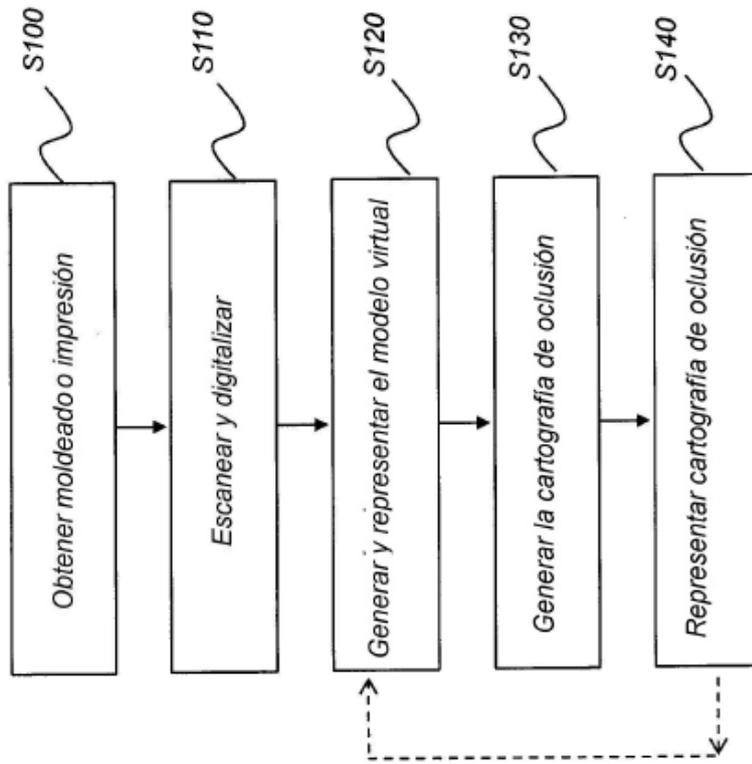
10 Debe destacarse que el término "memoria", equivalente a "memoria accesible por ordenador" en el contexto de la presente divulgación, puede referirse a cualquier tipo de espacio de trabajo de almacenamiento de datos temporal o más duradero utilizado para almacenar y operar sobre datos de imágenes y accesible a un sistema informático. La memoria podría ser no volátil, utilizando, por ejemplo, un medio de almacenamiento a largo plazo por ejemplo un almacenamiento magnético u óptico. Como alternativa, la memoria podría ser de una naturaleza más volátil, utilizando un circuito electrónico, por ejemplo una memoria de acceso aleatorio (RAM) que se utilizara como búffer o espacio de trabajo temporal por un microprocesador u otro dispositivo de procesador de lógica de control. Los datos de representación, por ejemplo, son típicamente almacenados en un búffer de almacenamiento temporal que esté directamente asociado con un dispositivo de representación y que sea periódicamente renovado cuando sea necesario con el fin de proporcionar los datos representados. Este búffer de almacenamiento temporal puede también ser considerado como una memoria, en cuanto al término es utilizado en la presente divulgación. La memoria es también utilizada como el espacio de trabajo de datos para ejecutar procesos y para registrar los valores introducidos, por ejemplo los puntos seminales, o almacenando resultados intermedios o finales de cálculos y otros tipos de procesamiento. La memoria accesible por ordenador puede ser volátil, no volátil o una combinación híbrida de tipos volátiles y no volátiles. La memoria accesible por ordenador de diversos tipos se dispone sobre diferentes componentes a lo largo del sistema para almacenar o registrar, procesar, transferir y representar datos, y para otras funciones.

15

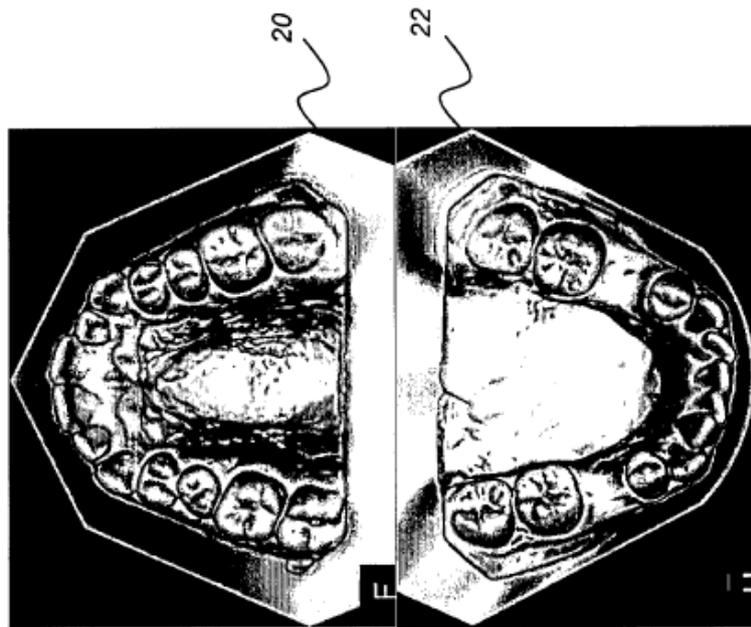
20

**REIVINDICACIONES**

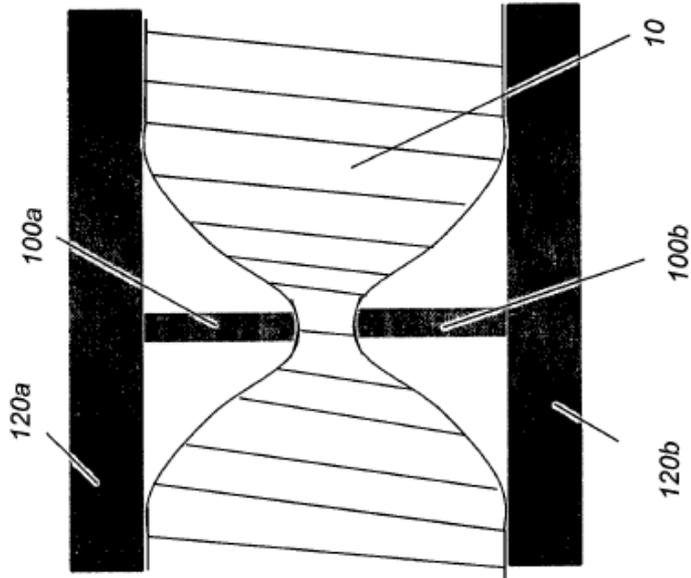
- 1.- Un procedimiento para generar una cartografía de oclusión dental, comprendiendo el procedimiento:
- la obtención de un modelo de datos tridimensional de los dientes del paciente;
  - 5 el posicionamiento de las arcadas (20, 22) maxilar y mandibular en el modelo de datos tridimensional de los dientes del paciente en oposición;
  - el acceso a un modelo (10) de datos de comida que presenta las características de un material de espuma comprimible elástico;
  - 10 el cálculo de una distribución de campo de presión para el modelo de datos de material de espuma comprimible elástico para uno o más pares de dientes (100a, 100b) opuestos a partir del modelo de datos tridimensional de los dientes del paciente; y
  - la representación de al menos una porción de la distribución del campo de presión calculada.
- 2.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el cálculo de la distribución del campo de presión comprende la combinación de la información modelizada a partir de la oclusión en múltiples superficies.
- 3.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la modelización de la distribución del campo de presión se lleva a cabo utilizando una distribución gaussiana o lorentziana.
- 15 4.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el modelo de datos de comida de material de espuma comprimible elástico comprende unos valores para uno o más elementos entre densidad, compresión, resistencia a la tracción y tamaño celular.
- 5.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la distribución del campo de presión se calcula como función del módulo de elasticidad de Young y el coeficiente de Poisson.
- 20 6.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la representación de la distribución del campo de presión calculada comprende la representación de diferentes rangos de valores en diferentes colores.
- 7.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la representación de la distribución del campo de presión calculada comprende la representación de la distribución superpuesta sobre una imagen de la arcada maxilar o mandibular.
- 25 8.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además el reposicionamiento de las arcadas maxilar y mandibular en oposición en el modelo de datos de los dientes del paciente y la repetición de las etapas de acceso al modelo de datos de comida de material de espuma comprimible, el cálculo de la distribución del campo de presión y la representación de la distribución calculada.
- 30 9.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la obtención del modelo de datos tridimensional de los dientes del paciente comprende además la formación de uno o más moldeados o impresiones de la boca del paciente y el escaneo de uno o más moldeados o impresiones utilizando rayos X o un escáner intraoral o, directamente escaneando los dientes del paciente utilizando el escáner intraoral.
- 35 10.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la representación de al menos la distribución de campo de presión calculada comprende la representación de una imagen en escala de grises.
- 11.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el cálculo de la distribución del campo de presión comprende la generación de un campo de presión tridimensional con respecto a un bloque de material.
- 12.- El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la generación del campo de presión tridimensional comprende además promediar la presión a lo largo de una dirección predeterminada.
- 40 13.- El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la generación del campo de presión tridimensional comprende además la identificación de la presión a lo largo de un plano con respecto a la superficie dental.
- 14.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
- el cálculo de una o más distancias entre las superficies oclusivas de dientes opuestos de acuerdo con el posicionamiento de las arcadas maxilar y mandibular;
  - 45 donde el cálculo de la distribución del campo de presión utiliza las una o más distancias calculadas entre las superficies oclusivas.
- 15.- El procedimiento de la reivindicación 14, en el que el campo de presión calculado se calcula utilizando una o más funciones axialmente simétricas.



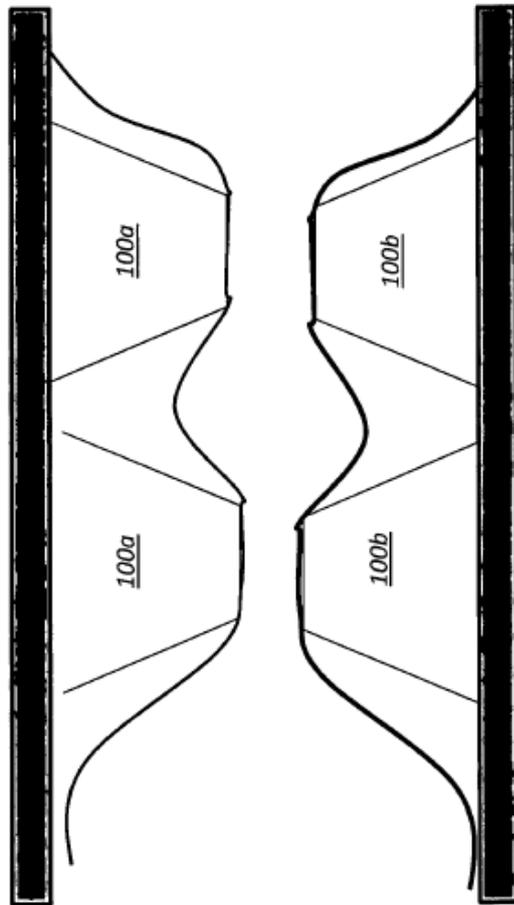
**FIG. 1**



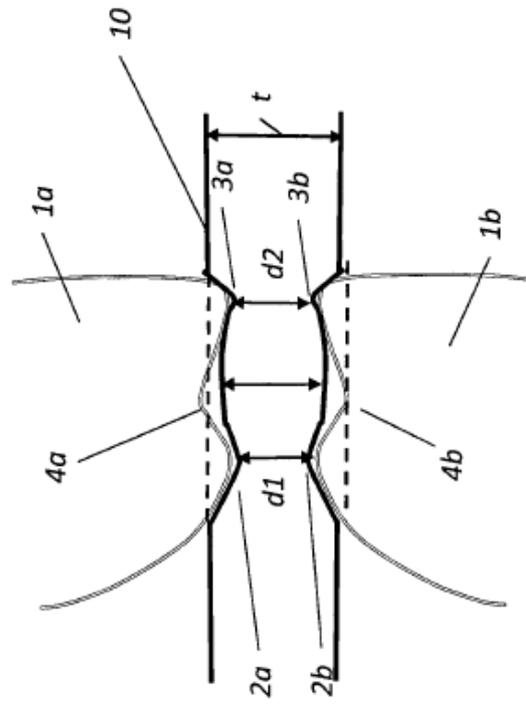
**FIG. 2**



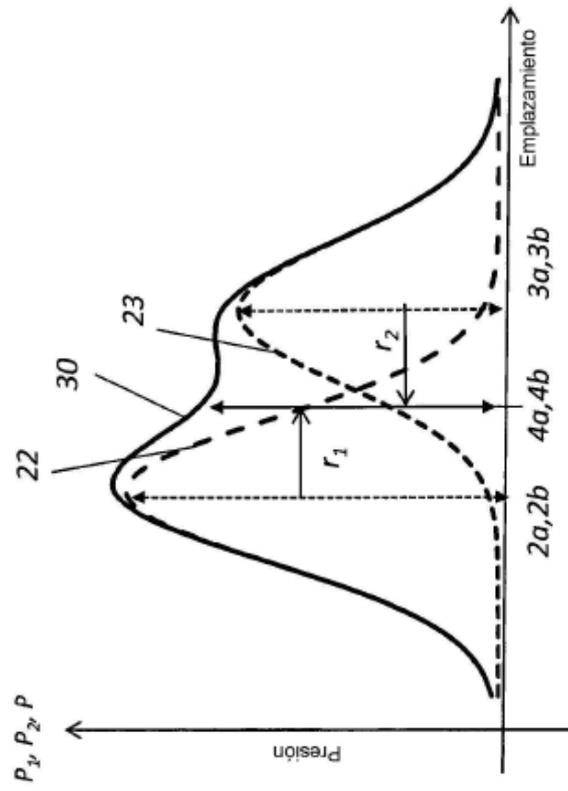
**FIG. 3A**



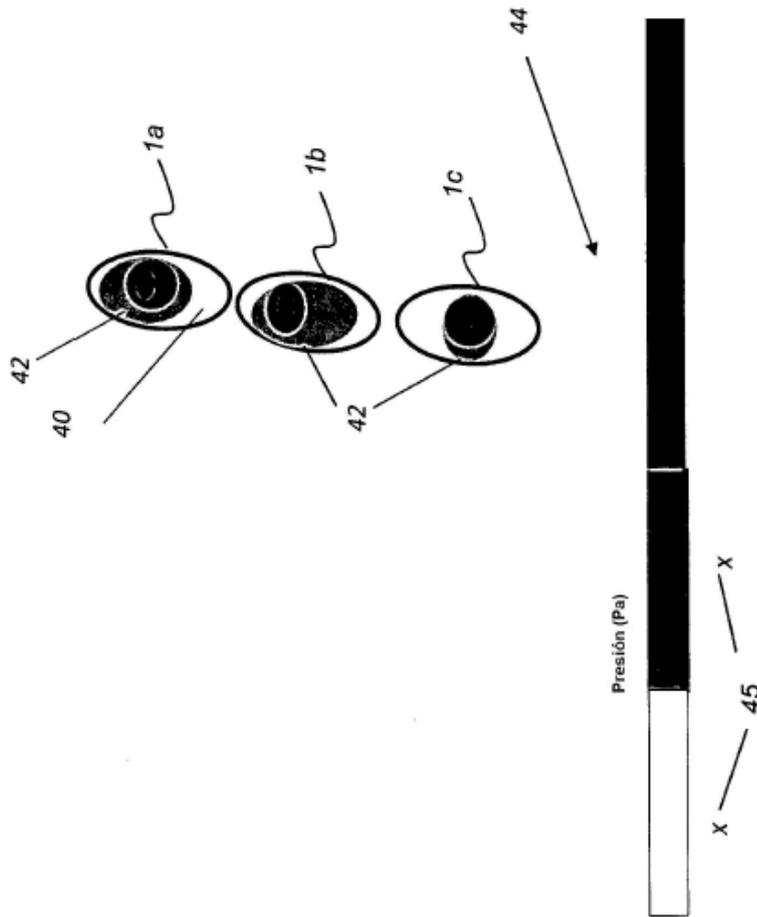
**FIG. 3B**



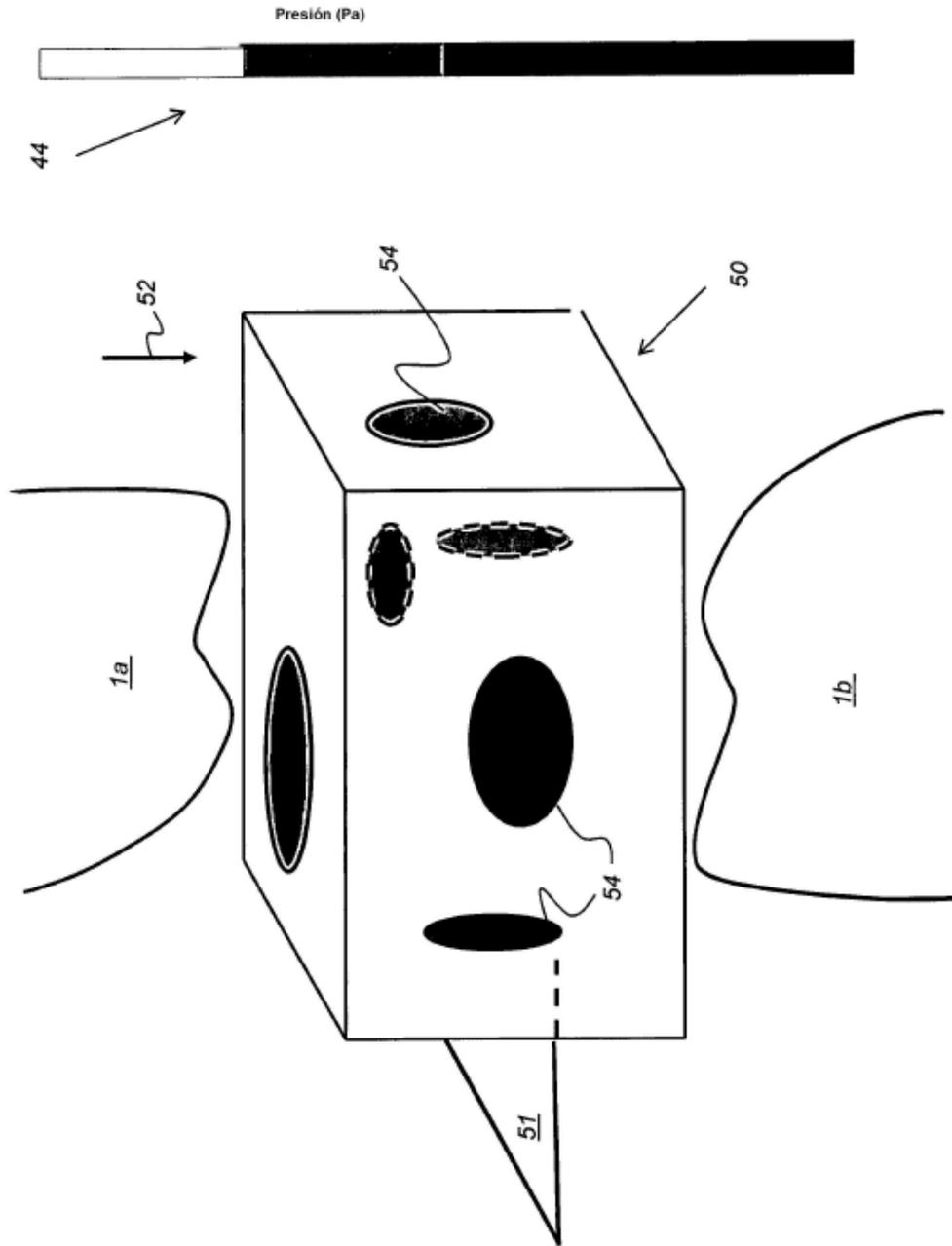
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**