

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 116**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00 (2006.01)

G06T 19/00 (2011.01)

G06T 7/33 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2014** **PCT/EP2014/054495**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2014** **WO14135695**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2014** **E 14708548 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **12.02.2025** **EP 2964139**

54 Título: **Visualización de una restauración dental 3D sobre una imagen 2D**

30 Prioridad:

08.03.2013 DK 201300125

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
04.06.2025

73 Titular/es:

3SHAPE A/S (100.00%)
Holmens Kanal 7
1060 Copenhagen K, DK

72 Inventor/es:

CLAUSEN, TAIS y
FISKER, RUNE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 905 116 T5

DESCRIPCIÓN

Visualización de una restauración dental 3D sobre una imagen 2D

5 **Campo de la invención**

La invención se relaciona con un método para visualizar una restauración dental 3D sobre una imagen 2D de una boca. En particular, el método se relaciona con un método en donde rasgos anatómicos circundantes superpuestos, como la encía, los dientes y el labio, se consideran al visualizar la restauración dental 3D.

10

Antecedentes

Al planificar un tratamiento dental, a menudo puede ser difícil proyectar el resultado final. El técnico de laboratorio y el dentista suelen tener una idea, pero puede ser difícil transmitírsela al paciente.

15

Hoy en día se está volviendo común diseñar una gran parte de la restauración usando software CAD/CAM. Al utilizar los archivos digitales producidos durante el diseño de la restauración, es posible mostrar visualmente el resultado esperado cuando la restauración ya se ha colocado finalmente en la cavidad bucal.

20

A partir del documento WO2012000511 A1 se conoce un método para diseñar una restauración dental. Este método consiste en proporcionar una imagen bidimensional (2D) que tiene un rasgo facial. Se proporciona un modelo virtual tridimensional de la cavidad oral de un paciente. Las imágenes 2D se disponen en relación con el modelo virtual 3D en un espacio virtual 3D, de modo que la imagen 2D y el modelo virtual 3D se alinean cuando se ven desde un punto de vista, y el modelo virtual 3D y la imagen 2D se visualizan en el espacio 3D.

25

Se modela una restauración en el modelo virtual 3D, cuando la restauración está diseñada para ajustarse al rasgo facial de la imagen 2D.

Compendio de la invención

30

La presente invención se refiere a un método de implementación por ordenador como se reivindica en la reivindicación independiente 1.

35

Esto proporciona ventajosamente una imagen que proporciona con gran precisión al dentista y al paciente una presentación visual del resultado final de un tratamiento dental.

Por supuesto, debe entenderse que en la imagen 2D se puede visualizar al mismo tiempo más de una restauración dental 3D.

40

La obtención del modelo dental 3D se puede realizar, por ejemplo, mediante escaneo, ya sea utilizando un escáner intraoral o un escáner de escritorio donde se escanea una impresión dental o un modelo de yeso. El escaneo obtenido puede entonces procesarse directamente como un modelo dental 3D o el escaneo puede procesarse adicionalmente, p. ej. limpiado, antes de ser utilizado como modelo dental 3D.

45

La restauración dental 3D se diseña sobre la base del modelo dental 3D. Esto permite al técnico dental tener en cuenta características como los dientes vecinos y antagonistas y los perfiles gingivales.

La imagen 2D puede ser una foto digital tomada del paciente cuando sonríe naturalmente. La foto puede tomarse con cualquier cámara digital estándar. La formación de imágenes del área visible de la restauración dental 3D se puede realizar proyectando los píxeles visibles de la restauración sobre la imagen 2D.

50

En una realización, el área visible de la restauración dental 3D se determina con la restauración dental 3D colocada en el modelo dental 3D. Esto permite tener en cuenta los dientes vecinos y antagonistas al determinar el área visible.

55

Por lo general, la restauración dental 3D se diseña sobre la base de un modelo dental 3D que muestra los rasgos anatómicos circundantes, como las superficies de las encías adyacentes y los dientes vecinos y antagonistas. El uso del modelo dental 3D para identificar áreas superpuestas de los rasgos anatómicos circundantes proporciona una determinación muy precisa del área visible de la restauración dental 3D y, por lo tanto, una imagen final visualizada muy estéticamente.

60

La cámara virtual se determina estimando al menos una propiedad de cámara física de la cámara física que se usó para obtener la imagen 2D. Una de esas propiedades de cámara puede ser, por ejemplo, el campo de visión (FOV), que depende de la distancia focal (f) de la lente utilizada y del tamaño de sensor (ss) de la cámara. Para una lente normal, el campo de visión se puede calcular en consecuencia: $FOV = 2 \times \arctan(ss/2f)$.

65

En una realización, la cámara virtual se estima mediante

- marcar al menos un primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia en la imagen 2D y el correspondiente al menos un primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia en el modelo dental 3D,
- alinear el al menos primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia con el respectivo correspondiente al menos primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia.

Como se discutió anteriormente, para determinar/estimar la transformación, es decir, la rotación, la posición y la escala del modelo; y la propiedad de cámara física, p. ej. la distancia focal y/o el campo de visión con el que se ve el modelo deben marcarse al menos cuatro puntos de referencia. En consecuencia, al proporcionar al menos cuatro puntos de referencia, se puede determinar un modelo único y muy preciso para la cámara virtual. Agregar más puntos de referencia aumentará aún más la precisión del modelo; sin embargo, la precisión también depende de lo exactos que se coloquen los puntos de referencia.

Los principios para determinar la cámara virtual se describen, por ejemplo, en "Marker-Free Human Motion Capture: Estimation Concepts and Possibilities with Computer Vision Techniques from a Single Camera View Point" de Daniel Grest, publicado por LAP LAMBERT Academic Publishing (22 de julio de 2010), ISBN-13:978-3838382227.

Según la invención, el área visible de la restauración dental 3D se determina identificando rasgos anatómicos superpuestos en la imagen 2D de la boca y restando los rasgos anatómicos superpuestos de la restauración dental 3D.

El rasgo anatómico circundante suele ser la encía, un diente posterior y/o el labio.

Los rasgos anatómicos, como la encía y/o los dientes vecinos, se pueden determinar segmentando el modelo dental 3D. Al evaluar el modelo dental 3D cuando se ve con la cámara virtual, es posible determinar cómo estos rasgos anatómicos se superponen a la restauración dental 3D.

Otros rasgos anatómicos que no están presentes en el modelo dental 3D pueden identificarse manualmente. Por ejemplo, en algunas situaciones el rasgo anatómico es el labio que en algunos casos cubrirá parte del área visible de la restauración dental 3D. En consecuencia, en una realización para informar al sistema de que el labio se superpone a la restauración dental, el método comprende además definir el borde del labio en la imagen 2D.

En una realización, la al menos una propiedad física de la cámara es el campo de visión (FOV). El campo de visión proporciona la información básica para ver correctamente un modelo virtual desde el mismo punto de vista y perspectiva como se hizo en el mismo lugar en el entorno físico. En consecuencia, al estimar el campo de visión de la cámara física, la vista virtual se vuelve muy realista.

Según la invención, el área visible de la restauración dental 3D se forma con la imagen 2D proyectando el área visible de la restauración dental 3D sobre la imagen 2D.

En un ejemplo, que no forma parte de la invención reivindicada, el área visible de la restauración dental 3D se forma como imagen con la imagen 2D al generar una máscara alineada con la imagen 2D, teniendo dicha máscara un primer valor en las áreas de la imagen 2D que se superponen a las restauraciones dentales 3D y un segundo valor en las zonas donde no se producen superposiciones.

La imagen 2D se puede configurar para que sea transparente en las áreas donde la máscara tiene el primer valor.

El uso de máscaras y técnicas de enmascaramiento es bien conocido en la técnica y sabiendo cómo usarlas en general como se describe anteriormente el experto en la técnica sabrá cómo aplicar las técnicas apropiadas.

Otro aspecto, que no forma parte de la invención, comprende ajustar la transparencia de la imagen 2D. Esto permite al usuario cambiar entre ver solas las restauraciones dentales 3D y, en algunas realizaciones, cambiar el diseño de las mismas y ver las restauraciones dentales 3D con la imagen 2D para evaluar el resultado esperado.

En un aspecto, se divulga además una interfaz de usuario de ordenador para visualizar una restauración dental 3D sobre una imagen 2D de la boca de un paciente, en donde la interfaz de usuario de ordenador comprende:

- una herramienta para cargar una imagen 2D de la boca de un paciente,
- una herramienta para proporcionar un modelo dental 3D de al menos una parte de la cavidad oral del paciente,

- una herramienta para proporcionar una restauración dental 3D,
- una herramienta para estimar una cámara virtual que comprende al menos una propiedad de cámara virtual correspondiente a al menos una propiedad de cámara física de la cámara física utilizada para obtener la imagen 2D,
- un área de visualización para formar imágenes del área visible de la restauración dental 3D, que no se superpone con los rasgos anatómicos circundantes cuando se ve con la cámara virtual, con la imagen 2D.

En un ejemplo, la herramienta para estimar la cámara virtual comprende

- marcar al menos un primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia en la imagen 2D y el correspondiente al menos un primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia en el modelo dental 3D.

En otro ejemplo, la interfaz de usuario comprende además una herramienta para ajustar la transparencia de la imagen 2D. Esto puede tener, por ejemplo, la forma de un control deslizante en donde se ajusta el nivel de transparencia.

En otro ejemplo más, la interfaz comprende además una herramienta para definir el borde del labio en la imagen 2D. Esto se puede hacer, por ejemplo, dibujando una curva cerrada alrededor del borde de los labios alrededor de la abertura de la boca.

La presente divulgación se refiere además a un método para estimar una cámara física utilizada para obtener una imagen 2D de la boca de un paciente, en donde el método comprende:

- obtener un modelo dental 3D,
- obtener una imagen 2D de la boca del paciente,
- marcar al menos un primer, segundo y tercer punto de referencia en la imagen 2D y el correspondiente al menos un primer, segundo y tercer punto de referencia en el modelo dental 3D,
- alinear el al menos primer segundo y tercer punto de referencia con el respectivo correspondiente al menos primer segundo y tercer punto de referencia.

Figuras

La Figura 1a - 1g ilustra un método para visualizar una restauración dental 3D sobre una imagen 2D de la boca de un paciente como se describe en este documento.

La Figura 2a - 2c ilustra otro ejemplo, que no forma parte de la invención reivindicada en esta memoria, de un método para visualizar una restauración dental 3D sobre una imagen 2D de la boca de un paciente como se describe en este documento.

Descripción detallada

Un método para visualizar una restauración dental 3D sobre una imagen 2D de la boca de un paciente se describe con respecto a la figura 1.

Se obtiene una imagen 2D 100 de la boca de un paciente como se muestra en la figura 1a. La imagen se puede obtener, por ejemplo, utilizando una cámara digital estándar. Se le pide al paciente que sonría como lo haría normalmente para obtener la imagen en una posición natural. Los rasgos anatómicos, como los labios, la encía y los dientes circundantes, se colocan en su posición normal en relación con las restauraciones dentales y el resultado final es más fácil de evaluar.

En muchos casos, la imagen 2D muestra la cara completa, ya que esto da una mejor impresión del resultado total esperado.

El caso actual mostrado en la figura 1 es un caso de implante en el que se han extraído los dos incisivos superiores (índice FDI 12 y 22) y se han colocado implantes. Los aditamentos de curación 101, 102 se pueden ver en la imagen 2D.

Un modelo dental 3D 103 de la mandíbula superior se muestra en la figura 1b. El modelo dental 3D se obtiene mediante escaneo 3D, por ejemplo utilizando un escáner intraoral que escanea directamente en la boca del paciente. En otra realización, el modelo 3D se puede obtener de un escáner de escritorio que escanea una impresión tomada de los dientes en la boca o un modelo de yeso hecho a partir de la impresión.

Las restauraciones dentales 3D 104, 105 de los incisivos faltantes se diseñaron virtualmente y se colocaron en el modelo dental 3D. Los análogos de implantes 106, 107 muestran virtualmente la colocación de los implantes y se han utilizado como base para diseñar las restauraciones dentales 3D.

Con las restauraciones dentales 3D 104, 105, el modelo 3D 103 y la imagen 2D 100 obtenidos, se estima la cámara física utilizada para tomar la imagen 2D para que el modelo 3D y las restauraciones dentales 3D puedan verse desde la misma vista de cámara, es decir, desde una cámara virtual que corresponde a la cámara física.

En la realización actual descrita en la figura 1, la cámara física se estima marcando siete puntos de referencia 111, 112, 113, 114, 115, 116 y 117 en la imagen 2D. Los puntos de referencia correspondientes 111', 112', 113', 114', 115', 116' y 117' también se marcan en el modelo 3D 103. En el caso actual, esto se hace manualmente para tener alta precisión. Aunque se utilizan siete puntos de referencia, podría utilizarse un número mayor o menor. Por lo general, un número más bajo disminuirá la precisión; sin embargo, la precisión también se determina según la precisión con la que se colocan los puntos de referencia y, por lo tanto, también se podrían usar cuatro puntos de referencia con la misma precisión.

Con los puntos de referencia colocados, se puede estimar la cámara virtual y se puede alinear el modelo 3D y la restauración 3D con la imagen 2D y se puede estimar el campo de visión (FOV) de la cámara física utilizada para obtener la imagen 2D como se describe en "Marker-Free Human Motion Capture: Estimation Concepts and Possibilities with Computer Vision Techniques from a Single Camera View Point" de Daniel Grest, publicado por LAP LAMBERT Academic Publishing (22 de julio de 2010), ISBN-13:978-3838382227.

Luego se usa la cámara virtual para ver las restauraciones dentales 3D y el modelo en 3D desde el mismo campo de visión. Posteriormente, el modelo 3D y la restauración 3D se alinean con la imagen 2D alineando los respectivos puntos de referencia entre sí. La alineación implica una transformación, como cambiar la posición, rotar y escalar el modelo 3D para que los puntos de referencia se alineen correctamente. Cuando se ha aplicado la alineación al modelo 3D, la restauración 3D se puede superponer con mucha precisión sobre la imagen 2D, como se muestra en la figura 1e.

Además, con la vista de cámara correcta sobre el modelo 3D y las restauraciones 3D, se pueden determinar las áreas visibles 104', 105' de las restauraciones 3D.

De esta manera, como se comprenderá, se pueden tener en cuenta los rasgos anatómicos circundantes superpuestos, como los incisivos frontales 118, 119 (índice FDI 11 y 21).

Las áreas visibles 104', 105' de las restauraciones dentales pueden entonces proyectarse sobre la imagen 2D de la boca del paciente. La imagen final brinda al dentista y al paciente una visión muy precisa de cómo se verá el resultado del tratamiento dental.

Para una estética aún mejor, la restauración 3D podría renderizarse en el modelo 3D.

En otro ejemplo, que no forma parte de la invención reivindicada, se genera una máscara 220 para formar imágenes de las áreas visibles 104', 105' de las restauraciones dentales.

La figura 2a corresponde a la figura 1e en donde se ve el modelo 3D 103 con las restauraciones dentales 3D con la cámara virtual que tiene el mismo campo de visión que la cámara utilizada para tomar la imagen 2D 100, y el modelo 3D con la restauración dental 3D alineada a la imagen 2D.

Como se puede ver, la imagen 2D está frente al modelo 3D con las restauraciones dentales 3D. En consecuencia, para formar imágenes de las áreas visibles de las restauraciones dentales 3D con la imagen 2D, se genera la máscara 220.

La máscara tiene un tamaño que corresponde a la imagen 2D y las áreas visibles de las restauraciones dentales 3D se definen en la máscara. En consecuencia, el área de la máscara que no identifica el área visible de las restauraciones dentales 3D 221 tiene un valor, p. ej. negro, y el área que identifica el área visible de las restauraciones dentales 3D 222 tiene otro valor, p. ej. blanco. Luego, la máscara funciona como una plantilla en la que todas las áreas blancas que se superponen a la imagen 2D vuelven transparente esa área de la imagen 2D y las áreas negras vuelven opacas esas áreas de la imagen 2D. En consecuencia, las restauraciones dentales 3D se pueden ver a través de la imagen 2D. Lo anterior describe en general los principios del uso de máscaras y, como tales, en la técnica se usan comúnmente técnicas de enmascaramiento y el experto en la técnica podrá aplicarlas basándose en lo anterior. Estas técnicas de enmascaramiento se utilizan comúnmente, por ejemplo, con programas de edición de gráficos como Photoshop desarrollado por Adobe Systems.

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por ordenador para visualizar una restauración dental 3D (104, 105) sobre una imagen 2D (100) de la boca de un paciente, en donde el método comprende:

- obtener un modelo dental 3D (103) de al menos una parte de la cavidad oral del paciente,
- diseñar la restauración dental 3D (104, 105), basándose en el modelo dental 3D (103) obtenido,
- obtener la imagen 2D (100) de la boca del paciente,
- estimar una cámara virtual que comprende al menos una propiedad de cámara virtual correspondiente a al menos una propiedad de cámara física de la cámara física utilizada para obtener la imagen 2D,
- ver la restauración dental 3D (104, 105) utilizando la cámara virtual,
- determinar el área visible (104', 105') de la restauración dental 3D, que no se superpone con los rasgos anatómicos circundantes cuando se ve con la cámara virtual, en donde el área visible (104', 105') de la restauración dental 3D se determina identificando los rasgos anatómicos superpuestos en la imagen 2D (100) de la boca y restando la superposición de rasgos anatómicos de la restauración dental 3D (104, 105),
- formar imágenes del área visible (104', 105') de la restauración dental 3D con la imagen 2D (100),

caracterizado por que el área visible (104', 105') de la restauración dental 3D se forma como imagen con la imagen 2D (100) proyectando el área visible (104', 105') de la restauración dental 3D sobre la imagen 2D (100).

2. Un método implementado por ordenador según la reivindicación 1, en donde el método comprende además:

- determinar el área visible (104', 105') de la restauración dental 3D con la restauración dental 3D (104, 105) colocada en el modelo dental 3D.

3. Un método implementado por ordenador según la reivindicación 2, en donde la cámara virtual se estima mediante

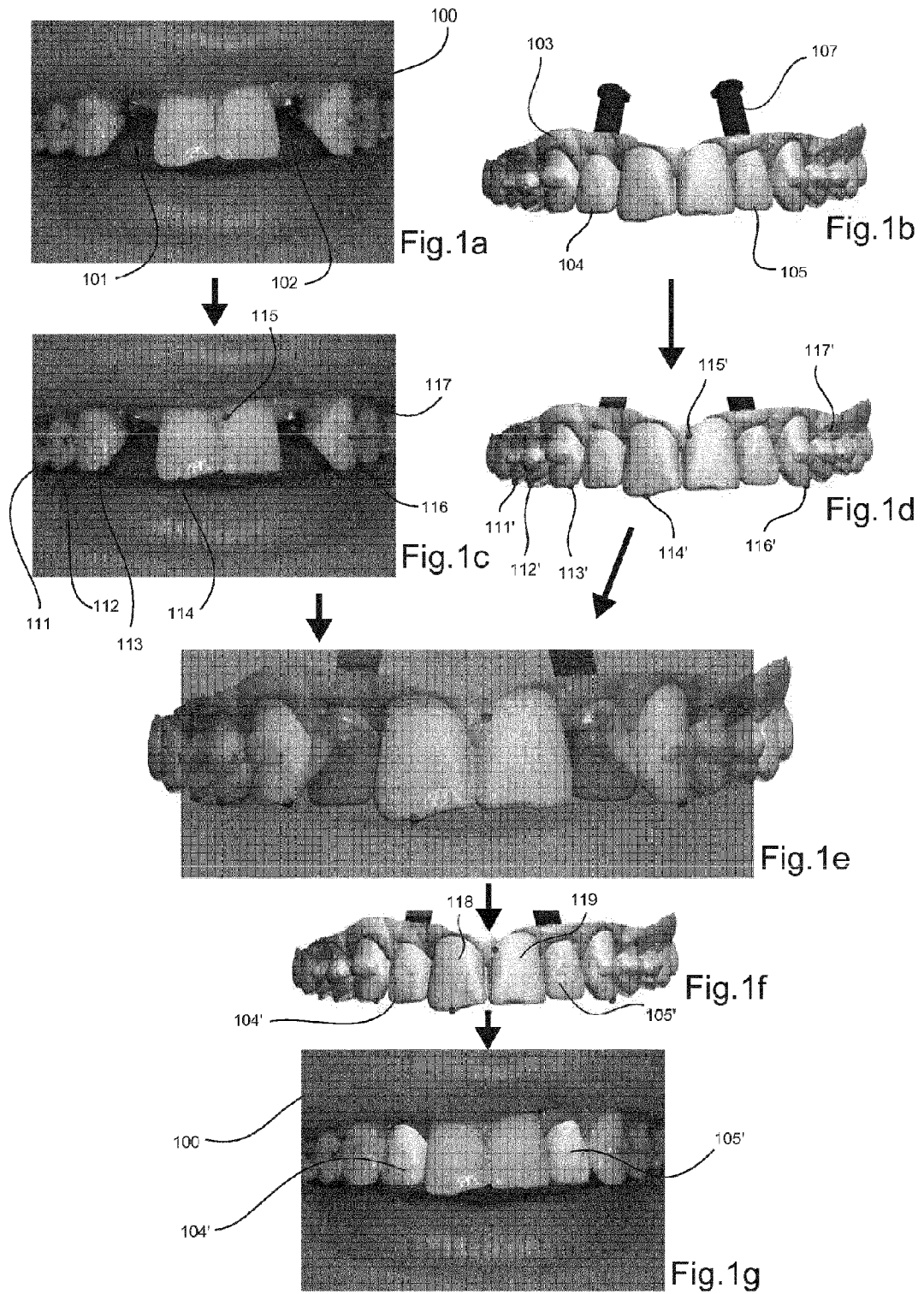
- marcar al menos un primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia (111, 112, 113, 114) en la imagen 2D (100) y el correspondiente al menos primer, segundo, tercer y cuarto punto de referencia (111', 112', 113', 114') en el modelo dental 3D (103),
- alinear el al menos primer segundo, tercer y cuarto punto de referencia (111, 112, 113, 114) con el respectivo correspondiente al menos primer segundo, tercer y cuarto punto de referencia (111', 112', 113', 114').

4. Un método implementado por ordenador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en donde el rasgo anatómico circundante es la encía, un diente posterior y/o el labio.

5. Un método implementado por ordenador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en donde la al menos una propiedad física de cámara es el campo de visión.

6. Un método implementado por ordenador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, en donde el método comprende además definir el borde del labio en la imagen 2D (100).

DIBUJOS



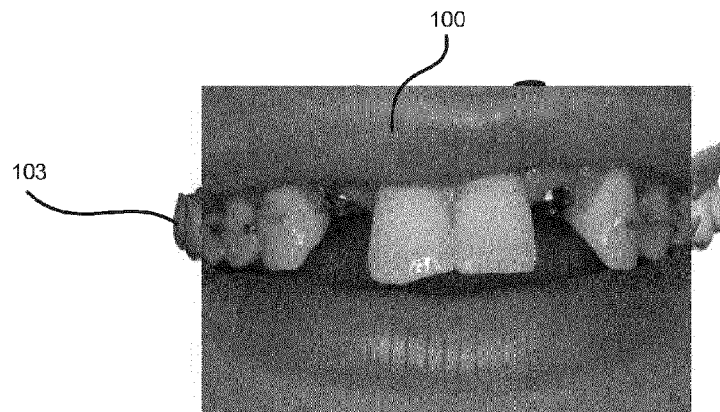


Fig.2a

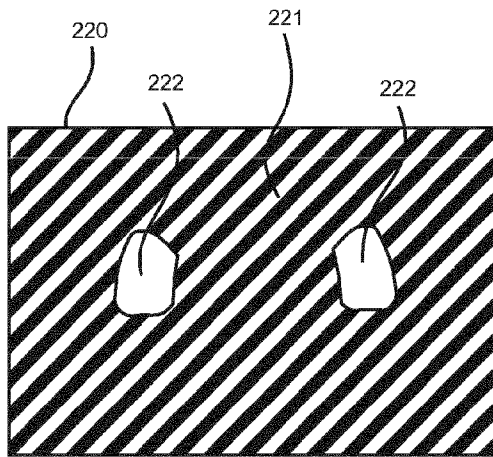


Fig.2b

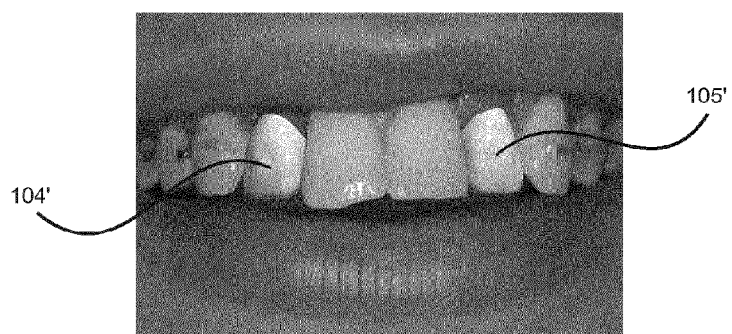
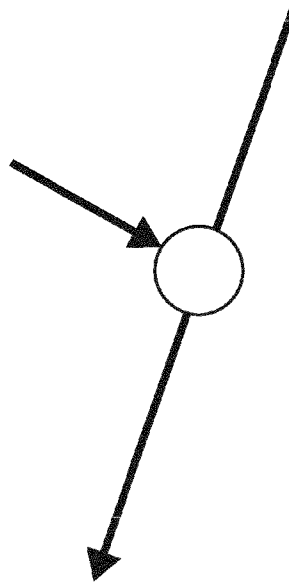


Fig.2c