

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 566**

51 Int. Cl.:

A61B 6/00 (2006.01)

A61B 6/14 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2004 E 04771028 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 1649809**

54 Título: **Dispositivo de evaluación de la densidad mineral ósea**

30 Prioridad:

31.07.2003 JP 2003283686

23.06.2004 JP 2004185372

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

26.05.2015

73 Titular/es:

**TAKAISHI, YOSHITOMO (100.0%)
66-1, BOUZUMACHI, HIMEJI-SHI
HYOGO 6700011, JP**

72 Inventor/es:

TAKAISHI, YOSHITOMO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 536 566 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

Dispositivo de evaluación de la densidad mineral ósea

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a un sistema para evaluar una densidad mineral ósea y a un método de evaluación de una densidad mineral ósea y, más particularmente, a un sistema y a un método para evaluar una densidad mineral ósea, usando una radiografía de, por ejemplo, una mandíbula.

10

Antecedentes

Recientemente, el estudio sobre el uso de una densidad mineral ósea de una mandíbula para evaluar una densidad mineral ósea esquelética de un cuerpo entero de una persona ha atraído la atención. Una bibliografía de número de patentes 1 más adelante notifica que la densidad mineral ósea de un alvéolo dentario de una mandíbula o, más particularmente, la densidad mineral ósea en una ubicación entre los premolares (o entre los primer y segundo premolares) y alejadas aproximadamente 6 mm del cuello (la unión entre las partes del esmalte y el cemento) hacia el vértice está estrechamente relacionada con la densidad mineral ósea esquelética de una persona. También muestra experimentos para evaluar la densidad mineral ósea de un alvéolo a partir de una densidad de una radiografía del alvéolo y, a continuación, estimar la densidad mineral ósea esquelética a partir de la evaluación de la densidad mineral ósea alveolar.

15

20

Bibliografía de no de patentes 1: Grethe Jonasson, Gudrun Bankvall, Stavros Kiliaridis: Estimation of skeletal bone density by means of trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible; "ORAL SURGERY ORALMEDICINE ORAL PATHOLOGY" septiembre de 2001, Volumen 92, Número 3, p. 346-p. 352.

25

El documento US 2002/114425 se refiere a métodos y dispositivos para analizar imágenes radiográficas. En particular, se proporcionan dispositivos, métodos y algoritmos que permiten la evaluación de la densidad mineral ósea y la estructura ósea a partir de imágenes radiográficas.

30

El documento US 2003/063704 se refiere a análisis en red de imágenes radiográficas. También se describen dispositivos que comprenden plataformas de calibración; métodos de uso de estos dispositivos; métodos de formulación de bases de datos que contienen información respecto a imágenes radiográficas; las propias bases de datos; y métodos de manejo de la información y las bases de datos.

35

Una publicación no de patente de SOUTHARD ET AL titulada "Geometric and densitometric standardization of intraoral radiography through use of a modified XCP system" (ORAL SURGERY, ORAL MEDICINE, ORAL PATHOLOGY, ORAL RADIOLOGY AND ENDODONTICS, MOSBY-YEAR BOOK, ST. LOUIS, MO, EE. UU., vol. 87, no. 2, 1 de febrero de 1999 (1999-02-01), páginas 253-257, XP005701926 ISSN: 1079-2104) se refiere a un estudio llevado a cabo para examinar la corrección de densidad permitida por algoritmos de ajuste de curvas y para investigar si un dispositivo que se desarrolló mejoraba significativamente la fiabilidad de las mediciones radiográficas de densidad ósea de la apófisis alveolar longitudinal.

40

Una publicación no de patente de FOURMOUSIS I ET AL titulada "Digital image processing. I, Evaluation of gray level correction methods in vitro" (CLINICAL ORAL IMPLANTS RESEARCH MAR 1994, vol. 5, no. 1, marzo de 1994 (1994-03), páginas 37-47, XP002526087 ISSN: 0905-7161) se refiere a un estudio para evaluar en un modelo *in vitro* la cantidad de cambios de densidad medidos en imágenes sustraídas digitalmente debido al ruido electrónico y error de alineamiento de la imagen, y para poner a prueba la precisión de diferentes procedimientos de corrección del nivel de gris en la reducción de discordancias de imágenes densitométricas,

50

El documento US-B1-6 320 931 se refiere a un densitómetro óseo de rayos X capaz de medir la densidad ósea en el cuerpo humano y, particularmente, para medir las extremidades, falanges, calcáneo o radios. El densitómetro óseo sirve como dispositivo de cribado en consultas de facultativos de atención primaria. Se consigue una medición de densidad mineral ósea automatizada mediante la colocación de la mano, y el accionamiento del pulsador.

55

Descripción de la invención**Problema a resolver mediante la invención**

60

La técnica desvelada en la bibliografía 1, sin embargo, está todavía a nivel de estudio, y muestra solamente que la densidad mineral ósea esquelética de una persona puede evaluarse, usando sentidos humanos, a partir de la densidad en una radiografía de un hueso alveolar dentario. De hecho, la técnica anterior no era capaz de proporcionar una evaluación precisa de la densidad mineral ósea esquelética, debido a que una densidad de radiografías varía, dependiendo de diversas condiciones que se producen, por ejemplo, cuando se realizan las radiografías, y cuando se revelan y se guardan, (específicamente, el periodo de tiempo transcurrido cuando se

65

realizan las radiografías, la temperatura de soluciones de revelado, entornos en los que se guardan las radiografías, por ejemplo). Por lo tanto, la referencia que se usará en la evaluación de una densidad mineral ósea debía cambiarse para radiografías individuales.

- 5 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema y un método prácticos de evaluación de la densidad mineral ósea.

Medios para resolver el problema

- 10 Un sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de acuerdo con la reivindicación adjunta 1 se usa para evaluar una densidad mineral ósea a partir de una radiografía de una mandíbula. También se usa una radiografía de un espécimen dispuesto al lado de la mandíbula.

- 15 De acuerdo con la presente invención, se toman una imagen de una mandíbula y una imagen del espécimen, que se yuxtaponen en una única película radiográfica. La densidad, es decir la oscuridad o la claridad, de la imagen del espécimen es detectada por el medio de detección, y la densidad de la radiografía o, más específicamente, la densidad de la imagen de la mandíbula, es modificada por el medio de modificación de tal manera que el resultado de la detección por el medio de detección concuerda con un valor de referencia. Basándose en la densidad modificada por el medio de modificación, el medio de evaluación evalúa la densidad mineral ósea de la mandíbula y, por lo tanto, la densidad mineral ósea esquelética. En otras palabras, la densidad de la imagen de un espécimen dado se modifica para concordar con el valor de referencia, de modo que la densidad de la imagen en la película radiográfica es modificada con referencia al valor de referencia constante, a partir del cual se evalúa la densidad mineral ósea.

- 25 El medio de evaluación evalúa la densidad mineral ósea basándose en la luminosidad corregida de una región particular de una radiografía.

En este caso, la región particular incluye una región correspondiente a la parte del hueso alveolar alrededor del primer premolar.

- 30 En un ejemplo útil para entender la invención, la densidad del espécimen varía de una parte a otra cuando, por ejemplo, el grosor del espécimen no es uniforme. En tal caso, el medio de detección puede estar dispuesto preferentemente para detectar el valor medio o la variación de la densidad del espécimen. A continuación, la densidad de la radiografía se modifica de tal manera que el valor medio o la desviación de la densidad de la imagen del espécimen concuerden con el valor de referencia.

Puede proporcionarse un medio de ajuste para establecer un valor deseado como el valor de referencia.

- 40 El valor de referencia puede establecerse basándose en un resultado de detección por el medio de detección de una radiografía dada. La densidad de otra radiografía puede modificarse con referencia a la densidad de la radiografía dada. La densidad de dicha otra radiografía se ajusta para concordar con la densidad de la radiografía dada.

- 45 El medio de evaluación puede estar provisto de un medio de visualización para visualizar la densidad corregida por medio de un histograma.

- El medio de evaluación puede estar provisto de un medio de estimación para estimar, a partir de la densidad después de la modificación, el nivel de la densidad mineral ósea o, por ejemplo, si la densidad mineral ósea es normal o se debe mejorar.

- 50 El sistema puede estar provisto con un medio de salida para proporcionar conjuntamente una pluralidad de resultados de evaluación de una pluralidad de radiografías proporcionadas por el medio de evaluación. Dicha disposición es muy útil para captar el cambio con el tiempo de la densidad mineral ósea.

Breve descripción de los dibujos

- 55 La figura 1 es una configuración global de un sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de acuerdo con un ejemplo útil para entender la invención.

La figura 2 es una ilustración de un ejemplo de una película radiográfica en la que se una imagen ha sido tomada por el sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de la figura 1.

- 60 La figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de un bloque de aluminio que se fijará a la película radiográfica de la figura 2.

La figura 4 es una ilustración de un ejemplo de una película radiográfica antes de que una imagen sea tomada por el sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de la figura 1.

La figura 5 ilustra cómo se realiza una radiografía, usando la película mostrada en la figura 4.

- 65 La figura 6 es una ilustración de un ejemplo de una imagen principal visualizada en una pantalla de PC del sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de la figura 1.

- La figura 7 es una ilustración de un ejemplo de la imagen principal diferente de la de la figura 6.
 La figura 8 es una ilustración de otro ejemplo de imagen principal diferente de la mostrada en la figura 7.
 La figura 9 es una ilustración de un ejemplo de una imagen secundaria visualizada en la pantalla de PC del sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de la figura 1.
- 5 La figura 10 es una ilustración ampliada de una parte de la imagen secundaria mostrada en la figura 9.
 La figura 11 es una ilustración de un ejemplo de imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 9.
 La figura 12 es una ilustración esquemática de una tabla usada en el sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de la figura 1.
- 10 La figura 13 es una ilustración ampliada diferente de la figura 10.
 La figura 14 es una ilustración de un ejemplo de imagen secundaria diferente de la figura 11.
 La figura 15 es una ilustración de otro ejemplo más de imagen principal diferente de la de la figura 8.
 La figura 16 es una ilustración de otro ejemplo más de imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 14.
- 15 La figura 17 es una ilustración de un ejemplo adicional más de imagen principal diferente de la mostrada en la figura 15.
 La figura 18 es un diagrama de flujo del funcionamiento del PC del sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de la figura 1.
 La figura 19 es un diagrama de flujo del detalle de un procesamiento de selección de región en el funcionamiento mostrado en la figura 18.
- 20 La figura 20 es un diagrama de flujo que sigue al mostrado en la figura 19.
 La figura 21 es otro diagrama de flujo que sigue al mostrado en la figura 19.
 La figura 22 es una tabla que muestra valores de luminosidad corregida, valores de DMO reales y valores de T obtenidos por el sistema de evaluación de la densidad mineral ósea.
 La figura 23 muestra zonas de valor de T mostradas en la figura 22 y valores medios de los valores de
- 25 luminosidad corregida para las respectivas zonas.
 La figura 24 es una representación gráfica de la relación mostrada en la figura 23.
 La figura 25 es una ilustración de una imagen principal visualizada en una pantalla de PC de un sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La figura 26 es una ilustración de una imagen principal diferente de la mostrada en la figura 25.
- 30 La figura 27 es una ilustración de una imagen secundaria derivada de la imagen principal mostrada en la figura 26.
 La figura 28 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 27.
 La figura 29 es una ilustración esquemática de una tabla diferente de la mostrada en la figura 12.
 La figura 30 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 28.
- 35 La figura 31 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 30.
 La figura 32 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 31.
 La figura 33 es una ilustración de un cuadro de mensaje visualizado después de la visualización de la imagen secundaria de la figura 32.
 La figura 34 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 32.
- 40 La figura 35 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 34.
 La figura 36 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 35.
 La figura 37 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 36.
 La figura 38 es una ilustración de una imagen principal diferente de la mostrada en la figura 26.
 La figura 39 es una ilustración de una imagen secundaria diferente de la mostrada en la figura 37.
- 45 La figura 40 es una ilustración de una imagen principal diferente de la mostrada en la figura 38.

Descripción detallada

50 A continuación, se describe un sistema de evaluación de la densidad mineral ósea para uso dental de acuerdo con un ejemplo útil para entender la invención, con referencia a las figuras 1-21.

Tal como se muestra en la figura 1, el sistema de evaluación mineral ósea 10 de acuerdo con el ejemplo incluye un ordenador personal (en lo sucesivo denominado como PC) 12. El PC 12 tiene un programa de evaluación de la densidad mineral ósea instalado a partir de un CD-ROM (Disco Compacto-ROM) 18. En el momento del arranque del programa de densidad mineral ósea, el PC 12 funciona como un aparato de evaluación de la densidad mineral ósea. Un escáner de película 14 que funciona como medio de entrada de imágenes y una impresora láser 16 que funciona como medio de impresión, están conectados al PC 12. El PC 12 está provisto, además, de un teclado 20 y un ratón 22 que funcionan como un medio de entrada de órdenes y una pantalla 24 que funciona como medio de visualización.

60

En el sistema de evaluación de la densidad mineral ósea con la disposición descrita anteriormente, una imagen de una mandíbula tomada en una película radiográfica 6 es leída por el escáner de película 14 y convertida en datos de imagen digitales. Los datos de imagen convertidos se introducen en el PC 12 y se escriben en un disco duro (no mostrado) en el PC 12 en, por ejemplo, un formato de mapa de bits de ocho (8) bits o veinticuatro (24) bits. De esta manera, varias unidades de datos de imagen de la misma posición (mandíbula) del mismo paciente tomados en días diferentes son grabadas sucesivamente en el disco duro.

65

La película radiográfica 26 contiene en su interior una imagen de una parte de una mandíbula alrededor de un primer premolar y, más particularmente, tal como se muestra en la figura 2, un primer premolar 28, un canino 30 y un segundo premolar 32 adyacente al primer premolar 28, y un hueso alveolar 34 que soporta los dientes 28, 30 y 32. Una barra de referencia 36, descrita más adelante, es tomada, estando yuxtapuesta con o, por ejemplo, por encima de los dientes 28-32 (o más exactamente, la imagen de los dientes 28-32).

El PC 12 evalúa la densidad mineral ósea (la cantidad mineral ósea) del hueso alveolar 34 alrededor de la mitad inferior de la raíz 40 del primer premolar 28 a partir de los datos de imagen de la mandíbula o, más específicamente, la densidad de la imagen de la mitad inferior de la raíz 40 del primer premolar 28 y el hueso alveolar 34 en un cuadro de línea discontinua 38 en la figura 2 y, por lo tanto, la densidad mineral ósea esquelética del paciente. Cuando la imagen tiene una menor densidad (es decir la imagen es más clara), por ejemplo, se proporciona una evaluación de que el hueso alveolar tiene una mayor densidad mineral ósea, y si la imagen tiene una mayor densidad (es decir la imagen es oscura), se proporciona una evaluación de que el hueso alveolar tiene una menor densidad mineral ósea. El resultado de la evaluación se visualiza en la pantalla 24. El resultado de la evaluación también puede grabarse en el disco duro, si fuera necesario, y puede ser impreso mediante la impresora láser 24 en la historia clínica del paciente 42 (o una hoja de papel que se incluirá en la historia).

La razón por la cual el objeto de la evaluación es la mitad inferior de la raíz 40 del primer premolar 28 y el hueso alveolar 34 alrededor de ésta es que la densidad mineral ósea del hueso alveolar 34 alrededor del primer premolar 28 (es decir el hueso alveolar entre los primer y segundo premolares) se correlaciona estrechamente con la densidad mineral ósea esquelética de una persona, tal como se describe en la publicación mencionada anteriormente. La parte superior del hueso alveolar 34 (o la raíz 40) no es evaluada por la razón de que tiende a estar afectada por la enfermedad periodontal de modo que, si está afectada por la enfermedad periodontal, su densidad mineral ósea disminuye. El componente de la propia raíz del diente 40 (es decir la densidad de su imagen) no tiene ninguna relación especial con la densidad mineral ósea esquelética de una persona y, por lo tanto, puede despreciarse en la evaluación. El componente de la raíz 40 es casi invariable y, por lo tanto, que sea o no tenido en cuenta no influye en el resultado de la evaluación. En este ejemplo, por lo tanto, la parte inferior de la raíz 40 es también un objeto de evaluación.

En el presente documento, los objetos a evaluar se describen específicamente. El borde superior de la región rectangular dentro del recuadro de línea discontinua 38 sujeta a la evaluación está en el punto medio de la distancia D entre el cuello y el vértice del primer premolar 28, y el borde inferior de la región rectangular 38 está en el vértice del primer premolar 28. El borde derecho de la región rectangular 38 pasa por el punto medio entre el primer premolar 28 y el canino 30 en una línea 44 que conecta los cuellos de los dientes 28, 30 y 32. Análogamente, el borde izquierdo de la región 38 está en el punto medio entre el primer premolar 28 y el segundo premolar en la línea 44.

La barra de referencia 36 mencionada anteriormente es una imagen que resulta de fotografiar un bloque de aluminio como espécimen, mostrado en la figura 3. En lo sucesivo en el presente documento, el bloque de aluminio también se indica mediante un número de referencia "36". El bloque de aluminio 36 tiene forma de escalera, cuyo grosor cambia escalonadamente en dirección longitudinal. La diferencia entre escalones ΔT y la separación P entre escalones adyacentes (es decir la anchura de cada peldaño) son constantes. El número de los escalones es, por ejemplo, de siete a nueve. Un trozo de papel de aluminio 48 está unido a la superficie superior del escalón superior para bloquear un rayo X 46, que se describe a continuación. La longitud L del bloque de aluminio 36 es de aproximadamente 20 mm, y la anchura W es de aproximadamente 10 mm. El grosor Ta en el escalón más inferior (es decir la distancia entre la superficie inferior 50 y la superficie superior del escalón más inferior) es de aproximadamente 1 mm. El grosor Tb en el escalón más superior (es decir la distancia entre la superficie inferior 50 y la superficie superior del escalón más superior) es de aproximadamente 6 mm a 8 mm, por ejemplo.

Antes de tomar una imagen, el bloque de aluminio 36 se pega a una superficie fotográfica (o una superficie que será expuesta a un rayo X) 52 de una película radiográfica rectangular alargada verticalmente 26 tal como se muestra en la figura 4. Más específicamente, el bloque de aluminio 36 se pega a una parte superior de la película radiográfica 26, con su borde más largo extendiéndose junto con el borde superior de la película 26 y con la superficie inferior 50 enfrentada a la superficie 52 de la película 26. Cuando se toma una imagen de una mandíbula, la película radiográfica 26 con el bloque de aluminio 36 pegado sobre ella se coloca internamente a los dientes 28-32 que serán radiografiados, tal como se muestra en la figura 5, con el borde superior de la película 26 (a lo largo del cual se extiende el bloque 36) enfrentado a la mandíbula superior del paciente (no mostrada), y con la superficie fotográfica 52 orientada hacia fuera. La película radiográfica 26 se sujeta por medio de un soporte de película (no mostrado). Una cámara radiográfica (o irradiador de rayos X) 54 dispuesta fuera del objeto (es decir los dientes 28-32 y el alveolar 34) proyecta rayos X 46 hacia la superficie fotográfica 52 de la película radiográfica 26. Esto produce, en la única película radiográfica 26, una imagen de los dientes 28-32, una imagen del hueso alveolar 34, y una imagen del bloque de aluminio 36 o barra de referencia 36, tal como se muestra en la figura 2.

Tal como se ha descrito anteriormente, dado que el bloque de aluminio 36 tiene forma de escalera, la barra de referencia 36, que es la radiografía del bloque de aluminio 36, tiene una densidad que varía a lo largo de su longitud

que corresponde al grosor o la altura de cada escalón. Específicamente, dado que una parte de menor grosor tiene una mayor transmisividad a los rayos X, la imagen es más oscura, mientras que una parte de mayor grosor tiene una menor transmisividad a los rayos X, de modo que su imagen es más clara. Dado que la región sobre la cual el trozo de papel de aluminio 48 está pegado apenas permite que los rayos X pasen a su través, la imagen correspondiente es la más clara.

Ahora, supongamos que una pluralidad (cuatro o más en este ejemplo) de radiografías del mismo paciente realizadas en días diferentes, han sido almacenadas en el disco duro del PC 12. Cuando el programa de evaluación de la densidad mineral ósea es arrancado, una imagen principal 100 como la mostrada en la figura 6 aparece en la pantalla 24 del PC 12.

La imagen principal 100 incluye una barra de título alargada horizontalmente 102 en su región más superior. En la barra de título 102, un grupo de caracteres alineados horizontalmente 104 que representa el número de historia clínica del paciente se visualizan empezando en el extremo izquierdo. Visualizada debajo de la barra de título 102 hay una barra de menú alargada horizontalmente 106 similar a la barra de título 102, que contiene grupos de caracteres alineados horizontalmente 108, 108,..., que representan los contenidos del menú accesibles en la imagen principal 100. Una barra de herramientas 110 se visualiza debajo de la barra de menú 106, que contiene una pluralidad de botones de herramienta alineados horizontalmente 112, 112,..., que son versiones dibujadas de los contenidos del menú. Visualizada debajo de la barra de herramientas 110 hay una región marco rectangular 114.

En una parte superior de la región marco 114, están alineados cuatro cuadros de imagen generalmente cuadrados 116, 116,... Cuatro grupos de caracteres 118, 118, ..., concretamente, "Imagen 1", "Imagen 2", "Imagen 3" e "Imagen 4", para las imágenes a visualizar en los cuadros de imagen respectivos 116 se visualizan por debajo de los cuadros de imagen respectivos 116, estando dispuestos en el orden nombrado de izquierda a derecha. Además, debajo de cada uno de los grupos de caracteres 118, dos grupos de caracteres 120 y 122 se visualizan en dos filas. Los grupos de caracteres 120 y 122 son para valores medios (MV) Mo' y desviaciones (Dev.) Do' de luminancia corregida $Yo' [i, j]$ mostrada en una imagen secundaria (cuadro de diálogo) 200 descrita más adelante.

En el lado derecho de la fila de los cuadros de imagen 116, cuatro botones de selección 124, 124,..., para uso en la selección de uno de los cuadros de imagen 116 a activar, están dispuestos verticalmente. Grupos de caracteres 126 que indican "Imagen A" (siendo "A" cualquiera de los números "1" a "4") se visualizan en el lado derecho de los botones de selección respectivos, para los que se usan. Por encima de la disposición vertical de los botones de selección 124, se visualiza una fila de caracteres "Seleccionar imagen" 128, que indica la función de los botones de selección 124. Por debajo de disposición vertical de los botones de selección 124, se visualizan dos grupos de caracteres 130 y 132, que están dispuestos verticalmente. Los grupos de caracteres 130 y 132 son para un valor medio estándar (SMV) SMB y una desviación estándar (SD) SDb , respectivamente, que se describen más adelante.

Debajo de la región marco 114 se visualiza un área de visualización del histograma 134, que se describirá en detalle más adelante. Líneas de escala verticales 136 se visualizan a intervalos constantes a lo largo de la abscisa en el área de visualización del histograma 134, y grupos de caracteres 138 para valores de índice se visualizan debajo de las líneas de escala respectivas 136.

Con la imagen principal 100 mostrada en la figura 6 visualizada, se usa el ratón 22 para activar (hacer clic sobre) el botón de selección 124 para la "Imagen 1", y se usa el ratón 22 de nuevo para leer datos de imagen deseados del disco duro. Esto hace que una radiografía 140 correspondiente a los datos de imagen se visualice en el cuadro de imagen 116 para la "Imagen 1", tal como se muestra en la figura 7. La radiografía 140 se visualiza en escala de grises. Si, sin embargo, los datos de imagen originales son datos en color, se convierten en datos en escala de grises cuando son leídos desde el disco duro. Una orden para leer los datos de imagen se almacena en un menú de "Archivo" en la barra de menú 106.

Análogamente, con respecto a la otra "Imagen 2", "Imagen 3" e "Imagen 4", cuando datos de imagen que les corresponden son leídos activando los botones de selección correspondientes 124, radiografías 140 correspondientes a los datos de imagen leídos se visualizan en los cuadros de imagen correspondientes 116. Las radiografías 140 visualizadas en los cuadros de imagen respectivos 116 son de la misma persona, y la imágenes de "Imagen 1", "Imagen 2", "Imagen 3" e "Imagen 4" eran más antiguas en el orden nombrado, con la imagen de "Imagen 1" siendo la más antigua.

Después de que las radiografías 140 se visualicen en los cuadros de imagen 116, el botón de selección 124 para "Imagen 1" se activa, y se usa el ratón 22 para seleccionar la región de la radiografía 140 para "Imagen 1" a evaluar. Esto hace que la imagen secundaria 200 como la mostrada en la figura 9 se visualice en la pantalla 24. Una orden para la región seleccionada se almacena en un menú de "Editar" en la barra de menú 106.

En la parte más superior de la imagen secundaria 200 mostrada en la figura 9, se visualiza una barra de título alargada horizontalmente 202, que contiene grupos de caracteres alineados horizontalmente 204 que indican, por ejemplo, el número de historia del paciente y la "Imagen A", o "Imagen 1" activada actualmente en el ejemplo ilustrado, comenzando desde el extremo izquierdo de la barra 202. Debajo de la barra de título 202 hay una región

marco rectangular 206.

En el área superior izquierda de la región marco 206, dos grupos de caracteres 208 y 210 que indican el valor medio estándar SMb y la desviación estándar SDb descritos más adelante, respectivamente, se visualizan uno encima del otro. Un área de selección de la región generalmente cuadrada 212 se visualiza debajo de los grupos de caracteres dispuestos verticalmente 208 y 210. En el área de selección de la región 212, se visualiza una versión ampliada 214 de la radiografía 140 correspondiente a la "Imagen A" activada actualmente. Un control deslizante 216 para hacer girar a la imagen ampliada 214 en el área de selección de la región 212 se visualiza en el lado derecho del área de selección de la región 212. Deslizándolo el control deslizante 216 hacia arriba, por ejemplo, con el ratón 22, la imagen ampliada 214 gira en sentido contrario a las agujas del reloj. A la inversa, si el control deslizante 216 se desliza hacia abajo, la imagen ampliada 214 gira en el sentido de las agujas del reloj. El ángulo de rotación es indicado por un grupo de caracteres 218 visualizado por encima del control deslizante 216.

Un área de visualización de la barra de referencia alargada horizontalmente 220 se visualiza en una parte superior derecha de la región marco 206. Un área de visualización del objeto de evaluación generalmente cuadrada 222 se visualiza en una ubicación hacia la izquierda por debajo del área de visualización de la barra de referencia 220, en la que se indica un objeto a evaluar. Estas áreas 220 y 222 se describirán en detalle más adelante.

Dos grupos de caracteres 224 y 226 que indican el valor medio Mb y la desviación Db, que se describirán más adelante, se visualizan uno encima de otro en una región hacia la derecha del área de visualización del objeto de evaluación 222. Por encima de la pila de los grupos de caracteres 224 y 226 se visualiza un grupo de caracteres 228 de "Barra de referencia (Barra de ref.)" para los grupos de caracteres 224 y 226. Además, los grupos de caracteres 230 y 232 para el valor medio corregido Mo' y la desviación corregida Do', que se describirán más adelante, se visualizan uno encima de otro por debajo de la pila de los grupos de caracteres 224 y 226. Entre la pila de los grupos de caracteres 224 y 226 y la pila de los grupos de caracteres 230 y 232, se visualiza un grupo de caracteres 234, "Objeto de evaluación (valor corregido) (Objeto (valor corregido))", que es una etiqueta para los grupos de caracteres 230 y 232.

Dos botones de selección 236 están alineados horizontalmente debajo del área de visualización del objeto de evaluación 222, y al lado de los botones de selección respectivos, se visualizan grupos de caracteres 238 que indican los nombres de los botones. Por encima de los botones de selección 236, se muestra un grupo de caracteres 240 que muestra las funciones a seleccionar pulsándolos, concretamente, el "Rango de selección".

Un área de visualización del histograma 242 se visualiza debajo de la región marco 206. El área de visualización del histograma 242 se describirá en detalle más adelante. A lo largo del eje horizontal del área de visualización del histograma 242, líneas de escala verticales 244 se visualizan a intervalos constantes, y caracteres 246 que indican los valores de índice para las líneas de escala 244 se visualizan debajo de las líneas respectivas.

En la figura 9, supongamos que se hace clic sobre el botón de selección 236 para "Barra de referencia (Barra de ref.)" por medio del ratón 22, y que una parte 250 definida por una línea discontinua 248 mostrada en la figura 10, parte que corresponde a la barra de referencia 36, se selecciona por medio del ratón 22 en la radiografía 214 visualizada en el área de selección de la región 212. Específicamente, un punto de partida del dibujo S para dibujar un rectángulo para seleccionar el área definida por la línea discontinua 248 se establece por medio del ratón 22, y el punto de finalización del dibujo E para el rectángulo 248 se establece mediante arrastre y suelta del ratón 22. En este caso, es importante que, en la dirección longitudinal de la barra de referencia 250 (36) (es decir en la dirección horizontal en la figura 10), un lado del rectángulo 248 debe alinearse con un borde de la barra de referencia 250, con el otro lado opuesto del rectángulo 248 alineado con el otro borde de la barra de referencia 250. En la dirección transversal de la barra de referencia 250 (es decir en la dirección vertical en la figura 10), solamente es necesario que los lados (es decir los lados superior e inferior) del rectángulo 248 sean internos respecto a los bordes correspondientes de la barra de referencia 250.

Cuando la región 248 se selecciona como la barra de referencia 250 por medio del ratón 22, se visualiza una imagen ampliada 252 de la barra de referencia 250 en el área de visualización de la barra de referencia 220, tal como se muestra en la figura 11. A continuación, la luminosidad Yb[i,j] de cada una de los píxeles que forman la región de la barra de referencia 248 se clasifica en una de 256 gradaciones, y la frecuencia Hb[x] de esa gradación x se determina mediante la siguiente Expresión 1, donde [i,j] son las coordenadas de un píxel particular, y x es de 0 a 255.

[Expresión 1]

$$Hb[x] = \frac{nb[x]}{Nb}$$

En la Expresión 1, nb[x] es el número de píxeles asignados a cada gradación x, y Nb es el número total de píxeles

en la región de la barra de referencia 248. Dividiendo el número de píxeles nb[x] para una gradación dada x por el número total de píxeles Nb, puede obtenerse lo que se llama una frecuencia normalizada Hb[x].

5 El resultado Hb de la Expresión 1 se registra en una tabla 300 mostrada en la figura 12, que se forma en el disco duro cuando se arranca el programa de evaluación de la densidad mineral ósea.

A continuación, usando la frecuencia Hb[x], se calculan el valor medio Mb de la luminosidad Yb[i,j] y la desviación Db de la región de la barra de referencia 248. El valor medio Mb se determina mediante la Expresión 2, y la desviación Db se determina mediante la Expresión 3.

10

$$Mb = \sum_{x=0}^{255} \{x \cdot Hb[x]\} \quad \text{[Expresión 2]}$$

$$Db = \sqrt{\sum_{x=0}^{255} \{(x - Mb)^2 \cdot Hb[x]\}} \quad \text{[Expresión 3]}$$

15

El valor medio Mb y la desviación Db calculados de acuerdo con las Expresiones 2 y 3 también se registran en la tabla 300, y también se visualizan en forma de los grupos de caracteres 224 y 226, tal como se muestra en la figura 11.

20

Quando la imagen activada actualmente es la "Imagen 1", el valor medio Mb y la desviación Db se establecen como el valor medio estándar SMb y la desviación estándar SDb mencionados anteriormente. En otras palabras, el valor medio Mb y la desviación Db registrados en la columna para "Imagen 1" en la tabla 100 de la figura 12 se usan como el valor medio estándar SMb y la desviación estándar SDb. El SMb estándar y la desviación estándar SDb se visualizan en forma de los grupos de caracteres 208 y 210, tal como se muestra en la figura 11.

25

Supongamos que, después de que la región de la barra de referencia 248 se selecciona de la manera descrita, se hace clic sobre el botón de selección 236 para "Objeto a evaluar (objeto)". Además, supongamos que una parte definida por una línea discontinua 254 en la figura 13 correspondiente a la región rectangular 38 mostrada en la figura 2 se selecciona en la radiografía 214 visualizada en el área de selección de la región 212. Es decir, una parte 258 de una imagen 256 del primer premolar 28 correspondiente a la mitad inferior de la raíz del diente 40, y una parte 260 correspondiente al hueso alveolar 34 alrededor de la raíz 40 está encerradas por un rectángulo 254 para la selección de regiones.

30

A continuación, una versión ampliada 262 de la región sometida a evaluación dentro del rectángulo 254 se visualiza en el área de visualización del objeto de evaluación 222, tal como se muestra en la figura 14. La luminosidad Yo[i,j] de cada uno de los píxeles que forman la región sometida a evaluación (región del objeto de evaluación) 254 se clasifica en una de las 256 etapas de gradación, y se calcula la frecuencia Ho[x] para cada gradación x basándose en la siguiente Expresión 4.

40

$$Ho[x] = \frac{no[x]}{No} \quad \text{[Expresión 4]}$$

En la Expresión 4, no[x] es el número de píxeles para la gradación x, y No es el número total de píxeles de la región del objeto de evaluación 254. El resultado Ho de la Expresión 4 se registra en la tabla 300 mostrada en la figura 12.

45

El resultado de la operación Ho[x] de la Expresión 4 se usa para calcular el valor medio Mo y la desviación Do de la luminosidad Yo[i,j] en la región del objeto de evaluación 254. Más específicamente, el valor medio Mo se determina de acuerdo con la Expresión 5, y la desviación Do se determina de acuerdo con la Expresión 6.

50

$$Mo = \sum_{x=0}^{255} \{x \cdot Ho[x]\} \quad \text{[Expresión 5]}$$

[Expresión 6]

$$Do = \sqrt{\sum_{x=0}^{255} \{(x - Mo)^2 \cdot Ho[x]\}}$$

5 El valor medio Mo y la desviación Do calculadas de acuerdo con las Expresiones 5 y 6 también se registran en la tabla 300.

10 El valor medio estándar SMb y la desviación estándar SDb descritos anteriormente, y el valor medio Mb y la desviación Db calculados de acuerdo con las Expresiones 2 y 3 se usan para corregir la luminosidad Yo[i,j] de la imagen en la región del objeto de evaluación 254. Es decir, la Expresión 7 se usa para determinar la luminosidad corregida Yo'[i,j].

[Expresión 7]

$$Yo'[i, j] = \frac{SDb}{Db} \cdot (Yo[i, j] - Mb) + SMb$$

15 De una manera similar a la descrita con respecto a las Expresiones 4 a 6, la frecuencia Ho'[x], el valor medio Mo' y la desviación Do' para cada gradación se determinan basándose en la luminosidad corregida Yo'[i,j]. Estas frecuencia Ho'[x], valor medio Mo' y desviación Do' corregidas para cada gradación también se registran en la tabla 300. Si la "Imagen A" activada actualmente es la "Imagen 1", la luminosidad corregida Yo'[i,j] es igual a la luminosidad no corregida Yo[i,j]. Por consiguiente, la frecuencia corregida Ho'[x] para cada gradación, el valor medio corregido Mo' y la desviación corregida do' también son iguales a la frecuencia Ho[x], el valor medio Mo y la desviación Do no corregidas. El valor medio Mo' y la desviación Do' corregidos se visualizan en forma de los grupos de caracteres 230 y 232, tal como se muestra en la figura 14.

25 Dos histogramas de acuerdo con la frecuencia Ho[x] para cada gradación y la frecuencia corregida Ho'[x] para cada gradación se visualizan en el área de visualización del histograma 242. Específicamente, se visualizan dos curvas 264 y 266 para las frecuencias Ho[x] y Ho'[x], con la gradación x distribuida a lo largo de la abscisa y con la frecuencia a lo largo de la ordenada. Las dos curvas 264 y 266 son de diferentes colores, por ejemplo, azul y rojo, respectivamente. Si la "Imagen A" activada es la "Imagen 1", las curvas 264 y 266 se visualizan una sobre la otra, por ejemplo, la curva 266 sobre la curva 263, de modo que parece que solamente se visualizara una curva 266. Las líneas de escala 224 y los grupos de caracteres 246 que indican los valores en las líneas de escala respectivas 224 se visualizan para las respectivas gradaciones.

30 Cuando se hace clic sobre un botón "X" (botón de cierre) 286 en el extremo superior derecho de la barra de título 202, con la imagen secundaria 200 como la mostrada en la figura 1 visualizándose, la imagen en la pantalla 24 vuelve a la imagen principal 100, tal como se muestra en la figura 15.

35 En la imagen principal 100 mostrada en la figura 15, el valor medio Mo' y la desviación Do' corregidos se visualizan mediante los grupos de caracteres 120 y 122 por debajo del cuadro de imagen 116 para la "Imagen 1". El valor medio SMb y la desviación SDb estándar se visualizan mediante los grupos de caracteres 130 y 132 en la parte derecha de la imagen principal 100. Una curva 142 similar a la curva 266 en la figura 14, que es un histograma con la frecuencia corregida Ho'[x] distribuida a lo largo de la ordenada y con la gradación x distribuida a lo largo de la abscisa, se visualiza en el área de visualización del histograma 134. En esta área del histograma 134, también, las líneas de escala 136 y los grupos de caracteres 138 que muestran los valores en las líneas de escala respectivas se visualizan a intervalos de 64 gradaciones.

40 De la misma manera, la imagen secundaria 200 se visualiza para "Imagen 2" y, al seleccionar la región de la barra de referencia 248 y la región del objeto de evaluación 254 en la imagen secundaria 200, el resultado es la imagen secundaria 200 mostrada en la figura 16.

45 Los grupos de caracteres 224 y 226 visualizados en el lado derecho de la imagen secundaria 200 indican el valor medio Mb y la desviación Db de la luminosidad Yb[i,j] de la región de la barra de referencia 248. En otras palabras, se visualizan los resultados de la operación aritmética de las Expresiones 2 y 3, concretamente, Mb y Db. El grupo de caracteres 230 y 232 indican el valor medio Mo' y la desviación Do' de la luminosidad corregida Yo'[i,j] de la región del objeto de evaluación 254. En otras palabras, se visualizan los resultados Mo' y Do' de la operación aritmética en las Expresiones 5 y 6. Además, en el área de visualización del histograma 242, dos curvas 264 y 266 para la frecuencia no corregida Ho[x] para cada gradación y la frecuencia corregida Ho'[x] para cada gradación se visualizan en diferentes colores. (En la figura 16, la diferencia de color se representa mediante el uso de diferentes

tipos de línea).

5 El significado de la corrección mencionada en el presente documento, es decir la corrección de acuerdo con la Expresión 7, es la siguiente. La corrección realizada de acuerdo con la Expresión 7 es para corregir la luminosidad $Y_o[i,j]$ de la región del objeto de evaluación 254 de la "Imagen A" de tal manera que la luminosidad $Y_b[i,j]$ de la región de la barra de referencia 248 (figura 10) de la "Imagen A" pueda ser igual que la de la "Imagen 1". En otras palabras, se hace que la referencia para la luminosidad $Y_o[i,j]$ de la "Imagen A" concuerde con la referencia para la luminosidad $Y_o[i,j]$ de la "Imagen 1".

10 Si la radiografía 214 visualizada en el área de selección de la región 212 está inclinada, tal como se muestra en la figura 16, el ángulo de inclinación de la radiografía 214 se corrige por medio del control deslizante 216. Por ejemplo, si la barra de referencia 250 en la radiografía 214 no es horizontal, la inclinación de la radiografía 214 es corregida de modo que la barra de referencia 250 se vuelve horizontal. La selección de la región de la barra de referencia 248 se realiza después de la corrección. En otro caso, la línea a lo largo de la cual las imágenes 256, 270 y 272 de los dientes 28, 30 y 32 descansan puede no ser horizontal. En tal caso, la inclinación de la radiografía 214 se corrige de tal manera que la línea se vuelve horizontal. La región del objeto de evaluación 254 se selecciona después de eso.

20 Después de que la región de la barra de referencia 248 y la región del objeto de evaluación 256 sean seleccionadas para la "Imagen 2", se seleccionan la región de la barra de referencia 248 y la región del objeto de evaluación 256 para cada una de la "Imagen 3" y la "Imagen 4" de la misma manera. Después de eso, la visualización en la pantalla de visualización 24 vuelve a la imagen principal 100, lo que da como resultado la imagen principal 100 mostrada en la figura 17.

25 Más específicamente, en la figura 17, el valor medio M_o' y la desviación D_o' corregidos de cada "Imagen A" son visualizados mediante los grupos de caracteres 120 y 122 debajo de cada cuadro de imagen 116, con los grupos de caracteres 130 y 132 en la parte lateral derecha de la imagen principal 100 que indican el valor medio estándar S_{Mb} y la desviación estándar S_{Db} . En el área de visualización del histograma 134, los histogramas (curvas 142,...) de acuerdo con las frecuencias corregidas $H_o'[x]$ para cada gradación de las respectivas "Imágenes A" se visualizan en diferentes colores.

30 De acuerdo con este ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente, las posiciones de las regiones del objeto de evaluación 254 pueden estar definidas igualmente para cada caso, y la luminosidad $Y_o[i,j]$ de las regiones del objeto de evaluación 254 puede corregirse con respecto al estándar fijado. A continuación, las luminosidades corregidas $Y_o[i,j]$ se usan para comparar las gradaciones o claridad y oscuridad de las "Imágenes A" tomadas en días diferentes. De esta manera, el cambio de la densidad mineral ósea con el tiempo puede conocerse fácilmente a partir de la comparación. Diferente de la evaluación visual de la densidad mineral ósea de la técnica anterior, la densidad mineral ósea puede evaluarse de manera cuantitativa o precisa.

40 Los contenidos de la imagen principal 100 o el resultado de la evaluación de la densidad mineral ósea mostrado en la figura 17 puede registrarse (almacenarse) en el disco duro tal como se ha descrito anteriormente. El resultado de la evaluación puede imprimirse en la historia del paciente 42 por medio de la impresora láser 16. La orden para registrar o imprimir los resultados de la evaluación se almacena en el menú de "Archivo" en la barra de menú 106 en la imagen principal 100. Haciendo clic sobre un botón "X" 144 en el extremo derecho de la barra de título 102 de la imagen principal 100, se finaliza el programa de evaluación de la densidad mineral ósea.

45 Cuando se arranca el programa de evaluación de la densidad mineral ósea tal como se ha descrito anteriormente, el PC 12, o, más específicamente, la CPU del PC 12 ejecuta el procesamiento ilustrado mediante los diagramas de flujo mostrados en las figuras 18-21.

50 Tal como se muestra en la figura 18, cuando se arranca el programa de evaluación de la densidad mineral ósea, el PC 12 avanza hasta la Etapa S1 para ver el contenido de la tabla 300 ejemplificada en la figura 12. A continuación, avanza hasta la Etapa S3 y visualiza la imagen principal 100 en la pantalla 24 basándose en los resultados de la Etapa S1.

55 Después de visualizar la imagen principal 100, el PC 12 avanza hasta la Etapa S5 donde espera a que se active alguna operación, o espera una orden. Cuando se activa alguna operación, el PC 12 avanza hasta la Etapa S7 para identificar el contenido de la operación.

60 Si se efectúa una operación para finalizar el programa de evaluación de la densidad mineral ósea haciendo clic sobre el botón X 144 descrito anteriormente mediante el ratón 22, el PC 12 finaliza el programa de evaluación de la densidad mineral ósea.

65 Si, por otro lado, se hace clic sobre cualquiera de los botones de selección 124 (es decir, se activan), el PC 12 avanza hasta la Etapa S9 donde controla la manera de visualización de los respectivos botones de selección 124 de modo que solamente aquel sobre el que se hizo clic de los botones de selección 124 este marcado (es decir se

añade un punto negro al botón sobre el que se hizo clic). El PC 12 avanza hasta la Etapa S11 para activar la "Imagen A" (siendo "A" uno de los números 1-4) de acuerdo con el botón de selección sobre el que se hizo clic 124, y vuelve a la Etapa S5.

5 Si el PC 12 estima en la Etapa S7 que se ha dado una orden de leer una imagen desde el disco duro, avanza hasta la Etapa S13. La imagen es leída en la Etapa S13, y el PC 12 hace que la imagen leída se visualice en uno de los cuadros de imagen 116 correspondientes a la "Imagen A" en la Etapa S15. En la Etapa S17, se hace clic sobre los grupos de caracteres 120 y 122 para el valor medio M_o' y la desviación D_o' corregidos de la "Imagen A" para limpiarlos (es decir para hacer que los números visualizados se conviertan en ceros). A continuación, el PC 12
10 vuelve a la Etapa S5.

Si se ordena la selección de regiones en la Etapa S7, el PC 12 avanza hasta la Etapa S19 y estima si la "Imagen A" ya ha sido leída o no. Si la "Imagen A" aún no ha sido leída, el PC 12 avanza hasta la Etapa S21 para hacer que un mensaje (no mostrado) que indica que la "Imagen A" aún no ha sido leída se visualice en la pantalla 24. Después de
15 visualizar el mensaje durante un tiempo predeterminado, el PC 12 vuelve a la Etapa S5.

Si "Imagen A" ya ha sido leída, el PC 12 avanza hasta la Etapa S23 desde la Etapa S19 para ejecutar la selección de la región, para alcanzar las funciones visualizadas en la imagen secundaria 200. El detalle del procesamiento de selección de región se proporcionará más adelante. Después del procesamiento de selección de región en la Etapa
20 S23, el PC 12 vuelve a la Etapa S1.

Si, en la Etapa S7, el PC 12 estima que la operación para almacenar un resultado de la evaluación está activada, avanza hasta la Etapa S25, donde registrar los resultados de la evaluación, o los contenidos de la imagen principal
25 100, en el disco duro y vuelve a la Etapa S5.

Si se estima, en la Etapa S7, que se requiere imprimir el resultado de la evaluación, el PC 12 avanza hasta la Etapa S27 y hace que la impresora láser 16 imprima el resultado de la evaluación. Después de que se complete la impresión, el PC 12 vuelve a la Etapa S5.

30 Si se estima, en la Etapa S7, que se requiere cualquier otra función que se ha descrito anteriormente, el PC 12 realiza el procesamiento requerido y, a continuación, vuelve a la Etapa S5.

En la etapa S23 para la selección de la región, el PC 12 ejecuta el siguiente procesamiento. Tal como se muestra en la figura 19, tras entrar en el procesamiento de selección de región, el PC 12 hace en primer lugar, en la Etapa S101
35 mostrada en la figura 19, que la imagen secundaria 200 se visualice en la pantalla 24. A continuación, espera a que se active cualquier operación y, cuando cualquier operación es ordenada, avanza hasta la Etapa S105 donde estima el contenido de la operación ordenada.

Si se selecciona la finalización de la visualización de la imagen secundaria 200, es decir si se hace clic sobre el botón X 268, el PC 12 avanza hasta la Etapa S107 donde hace que la visualización de la imagen secundaria 200
40 finalice, y vuelve a la Etapa S1 en la figura 18 para visualizar la imagen principal 100 de nuevo.

Si el PC estima, en la Etapa S105, que el control deslizante 216 ha sido accionado, avanza hasta la Etapa S109, en la que la visualización del control deslizante 216 en la imagen secundaria 200 es controlado en respuesta al accionamiento del ratón 22. El PC 12, en la Etapa S111, controla la visualización del grupo de caracteres 218 (que
45 representan el ángulo de rotación de la radiografía 214) de acuerdo con la posición del control deslizante 216 y, en la Etapa S113, controla la inclinación de la radiografía 214. Después de eso, el PC 12 avanza hasta la Etapa S115 donde estima si el ratón 22 sigue estando o no accionado. Si el ratón 22 sigue estando accionado, el PC 12 vuelve a la Etapa S109 y, si el ratón 22 no está accionado, el PC 12 vuelve a la Etapa S103.
50

En la Etapa S105, si el PC 12 estima que se ha hecho clic sobre uno de los botones de selección 236, avanza hasta la Etapa S117 para controlar la visualización de los botones de selección 236 de modo que solamente se marque el botón sobre el que se hizo clic 236. A continuación, el PC 12 ve, en la Etapa S119, a que región corresponde el
55 botón sobre el que se hizo clic 236, la región de la barra de referencia 248 o la región del objeto de evaluación 254. Después de eso, el PC 12 vuelve a la Etapa S103.

Si se estima, en la Etapa S105, que el ratón 22 ha sido accionado dentro del área de selección de la región 212 en la radiografía 214, con la región 248 correspondiente a la barra de referencia 36 siendo seleccionada o, en otras palabras, haciéndose clic sobre el botón de selección 236 llamado "barra de referencia", el PC 12 avanza hasta la
60 Etapa S121 mostrada en la figura 20. En la Etapa S121, la región de la barra de referencia 248 se define en respuesta al manejo del ratón 22 y, después de eso, el PC 12 avanza hasta la Etapa S123 donde se visualiza la imagen de la región de la barra de referencia 248, siendo ampliada, en el área de visualización de la barra de referencia 220.

65 En la Etapa S125, el PC 12 obtiene información de la luminosidad de la imagen $Yb[i,j]$ de la región de la barra de referencia, y clasifica la luminosidad $Yb[i,j]$ en 256 gradaciones. En la Etapa S127, el PC 12 realiza la operación

ES 2 536 566 T3

aritmética para la frecuencia $Hb[x]$ para cada gradación de acuerdo con la Expresión 1 y registra los resultados $Hb[x]$ en la tabla 300 mostrada en la figura 12 en la Etapa S129.

5 En la Etapa S131, el PC 12 calcula el valor medio Mb de acuerdo con la Expresión 2, y la desviación Db de acuerdo con la Expresión 3, y registra los resultados Mb y Db en la tabla 300 en la Etapa S133. En la Etapa S135, el PC 12 hace que el valor medio Mb y la desviación Db se visualicen por medio de los grupos de caracteres 224 y 226 y, después de eso, estima si la imagen activada actualmente es o no la "Imagen 1" en la Etapa S137.

10 Si se estima que la "Imagen 1" hay sido activada, el PC 12 avanza hasta la Etapa S139 donde hace que el valor medio Mb y la desviación Db se visualicen como el valor medio estándar SMb y la desviación estándar SDB por medio de los grupos de caracteres 208 y 210. Después de esta etapa, el PC 12 vuelve a la Etapa S103 en la figura 19. Por otro lado, si la imagen activada actualmente no es la "Imagen 1", el PC 12 se salta la Etapa S139 y vuelve directamente a la Etapa S103.

15 Si el PC 12 estima, en la Etapa S105 de la figura 19, que el ratón 22 ha sido accionado sobre la imagen 21 dentro del área de selección de la región 212 con la región del objeto de evaluación 254 seleccionada o, en otras palabras, se ha hecho clic sobre el botón de selección 236 que tiene una leyenda "objeto de evaluación", el PC 12 avanza hasta la Etapa S141 mostrada en la figura 21. En la Etapa S141, la región del objeto de evaluación 254 se establece de acuerdo con el accionamiento del ratón 22 y, seguidamente, el PC 12 avanza hasta la Etapa S143 donde hace que una versión ampliada de la imagen en la región del objeto de evaluación 254 se visualice en el área de visualización del objeto de evaluación 222.

25 A continuación, en la Etapa S145, la luminosidad $Yo[i,j]$ de la imagen en la región del objeto de evaluación 254 se toma, y se clasifica en 256 gradaciones. En la Etapa S149, se realiza una operación aritmética para la frecuencia $Ho[x]$ para cada gradación de acuerdo con la Expresión 4, y los resultados $Ho[x]$ de la operación aritmética se registran en la tabla 300 mostrada en la figura 12. A continuación, el PC 12, en la Etapa S151, hace que el histograma de acuerdo con las frecuencias $Ho[x]$ para las respectivas gradaciones o, en otras palabras, la curva 264, se visualice en el área de visualización del histograma 242.

30 Después de la ejecución de la Etapa S151, el PC 12 avanza hasta la Etapa S153, donde calcula el valor medio Mo , usando la Expresión 5, y también la desviación Do , usando la Expresión 6. El PC 12 registra estos resultados Mo y Do en la tabla 300 en la Etapa S155. En la Etapa S157, el PC estima si el valor medio estándar SMb y la desviación estándar SDB han sido o no establecidos.

35 Si se descubre que ni el valor medio estándar SMb ni la desviación estándar SDB han sido establecidos aún, el PC 12 vuelve a la Etapa S103 en la figura 19. Si ya han sido establecidos, el PC 12 avanza hasta la Etapa S159, donde calcula la luminosidad corregida $Yo'[i,j]$, usando la Expresión 7. La luminosidad $Yo'[i,j]$ también se clasifica en 256 gradaciones.

40 El PC 12, a continuación, avanza hasta la Etapa S161, donde calcula las frecuencias $Ho'[x]$ para las respectivas gradaciones basándose en la luminosidad corregida $Yo'[i,j]$, y registra los resultados $Ho'[x]$ en la tabla 300 en la Etapa S163. A continuación, en la Etapa S165, el PC 12 hace que el histograma o la curva 266 de acuerdo con las frecuencias corregidas $Ho'[x]$ para las respectivas gradaciones se visualice en el área de visualización del histograma 242.

45 El PC 12, en la Etapa S167, calcula el valor medio Mo' a partir de las frecuencias corregidas $Ho'[x]$ para las respectivas gradaciones, y también la desviación Do' a partir de las frecuencias corregidas $Ho'[x]$ para las respectivas gradaciones y el valor medio Mo' . En la Etapa S169, los resultados Mo' y Do' se registran en la tabla 300. El PC 12 hace que el valor medio Mo' y la desviación Do' corregidos se visualicen mediante los grupos de caracteres 230 y 232 en la Etapa S171 y, después de eso, vuelve a la Etapa S103 de la figura 19.

50 Tal como se ha descrito, dado que el sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de acuerdo con este ejemplo tiene una disposición relativamente sencilla y económica, tal como se muestra en la figura 1, instalaciones médicas a pequeña escala, tales como asistentes técnico-sanitarios, pueden emplearlo de forma económica fácilmente. Además, a diferencia de la técnica anterior descrita anteriormente, la densidad mineral ósea puede evaluarse cuantitativamente y, por lo tanto, puede usarse para cribar pacientes (es decir para estimar si los pacientes padecen osteoporosis) antes de proporcionar tratamiento dental, lo que es significativamente útil para planificar el futuro tratamiento dental para un paciente particular. Por ejemplo, el sistema puede usarse en un tratamiento de implantación precedente previo a una prueba que requiere que un paciente tenga una mandíbula lo suficientemente fuerte para la implantación.

55 En el primer ejemplo descrito hasta ahora, se hace que el PC 12 ejecute el programa de evaluación de la densidad mineral ósea y, por lo tanto, el PC 12 funciona como un aparato de evaluación de la densidad mineral ósea, pero la presente invención no está limitada a esto. Por ejemplo, puede usarse un aparato de evaluación de la densidad mineral ósea dedicado que realice la misma función que en el primer ejemplo.

65

- Además, en lugar del escáner de película 14 usado como medio de entrada de imágenes, pueden usarse medios fotográficos, por ejemplo una cámara CCD (dispositivo de acoplamiento de carga). Como alternativa, un chasis digital, que puede captar directamente una imagen cuando un paciente está siendo radiografiado. Además, en lugar de la impresora láser 16, puede usarse una impresora que emplee otro sistema de impresión, por ejemplo una impresora de inyección de tinta y una impresora de impacto por puntos. Los resultados de la evaluación pueden registrarse en un medio de registro, por ejemplo una tarjeta magnética. Además, una imagen a introducir en y un resultado de la evaluación proporcionado desde el PC 12 pueden recibirse y transmitirse desde y a una ubicación remota a través de medios de comunicación como Internet.
- El espécimen no está limitado al bloque de aluminio en forma de escalera 36. En su lugar, puede usarse un bloque de aluminio que tiene un grosor uniforme, o puede usarse un bloque de un material diferente del aluminio. En lugar del bloque de aluminio 36, puede usarse un falso hueso que tiene una densidad mineral ósea conocida. Basándose en las gradaciones de dicho falso hueso, puede evaluarse la densidad mineral ósea de una mandíbula y, por lo tanto, una densidad mineral ósea general o esquelética.
- En el ejemplo descrito anteriormente, cuatro radiografías 140,..., 140 se visualizan conjuntamente en la imagen principal 100, junto con resultados de la evaluación (es decir el valor medio corregido Mo' , la desviación corregida Do' y el histograma (la curva 142)) asociados con cada una de las cuatro radiografías 140. En otras palabras, el número de las radiografías 140 no está limitado a cuatro, sino que pueden visualizarse cualquier otro número de las radiografías y los resultados de la evaluación asociados.
- La luminosidad $Yo[i,j]$ de una región 254 a evaluar se corrige, usando la Expresión 7, pero puede usarse una expresión aritmética (o algoritmo) diferente de la Expresión 7.
- La forma de la región 254 a evaluar no está limitada a un rectángulo. Por ejemplo, la parte 258 correspondiente a la raíz del diente 40 (figura 2) puede estar excluida de la región 254 a evaluar. El sistema puede estar dispuesto de modo que la forma de la región 254 pueda ajustarse a cualquier forma deseada, lo que puede hacer que el sistema se adapte de forma flexible y apropiada a diferentes formas de mandíbulas (es decir diferentes alineamientos de un primer premolar 28, un canino 30 y un segundo premolar 32) de diversos pacientes, que difieren sutilmente entre sí.
- Una parte diferente de la parte descrita con referencia al ejemplo anterior (es decir la mitad inferior de la raíz 40 del primer premolar 28 y una parte alrededor del alveolar 34) puede seleccionarse como la región 254 a evaluar. Huelga decir que deben seleccionarse partes similares como la región 254 para todas las "Imágenes A".
- A continuación, se describe un sistema de acuerdo con una realización de la invención con referencia a las figuras 22 a 40.
- La luminosidad $Yo[i,j]$ de la región 254 a evaluar (véase la figura 13) se correlaciona con la densidad mineral ósea, tal como se ha descrito anteriormente. A medida que el valor medio Mo' de la luminosidad corregida $Yo'[i,j]$ es más grande, la densidad mineral ósea es más alta, y a medida que el valor medio Mo' es más pequeño, la densidad mineral ósea es más baja. La densidad mineral ósea de treinta y cinco personas (muestras) de edades comprendidas entre cincuenta y sesenta y nueve (con un promedio de aproximadamente sesenta) se midieron mediante DXA conocida (Radioabsorciometría de doble energía), y las mediciones (DMO (densidad mineral ósea)) y los valores medios corregidos Mo' se compararon. Al mismo tiempo, se compararon los valores de T (el cociente de un valor de DMO real de una persona con respecto al valor medio de los valores de DMO de personas de edades comprendidas entre veinte y cuarenta y cuatro) con el valor medio corregido Mo' . Los resultados de las comparaciones se muestran en la figura 22.
- Tal como se muestra en la figura 22, el valor medio corregido Mo' tiende a ser más grande para valores de DMO más grandes y más pequeño para valores de DMO más pequeños. Esto está apoyado por el hecho de que el coeficiente de correlación entre el valor de DMO y el valor medio corregido Mo' es 0,6439, y puede decirse que existe una correlación positiva entre ellos. Un análisis similar puede aplicarse a la correlación con los valores de T. Específicamente, el coeficiente de correlación entre los valores de T y los valores medios Mo' es 0,6481, y existe una correlación positiva entre ellos. A partir de estos hechos, es evidente que un valor medio corregido Mo' se correlaciona con la densidad mineral ósea.
- En términos generales, la densidad mineral ósea se evalúa frecuentemente basándose en los valores de T. Específicamente, si el valor de T de un paciente es el 70% o menos, al paciente se le diagnostica que tiene osteoporosis. A un paciente que tiene un valor de T de entre el 71% y el 80% se le diagnostica que tiene osteopenia. Un valor de T por encima del 80% se diagnostica como normal. A un paciente que tiene un valor de T por encima del 100% se le diagnostica que es extremadamente normal (sano). Se calculó el valor medio de los valores medios corregidos Mo' en la figura 22 para uno respectivo de estos intervalos, lo que dio como resultado la figura 23. Esta relación se representa mediante un gráfico en la figura 24.
- A partir de las figuras 23 y 24, también, se ve que el valor medio corregido Mo' se correlaciona con los valores de T y, por lo tanto, con la densidad mineral ósea. Por lo tanto, puede entenderse que una evaluación grosera de una

densidad mineral ósea puede realizarse basándose en el valor medio corregido Mo'. Por ejemplo, si el promedio de los valores medios corregidos Mo' es más pequeño que el 71,41%, se estima que el paciente tiene osteoporosis o, en términos estrictos, se estima que el paciente puede tener osteoporosis. Si el promedio de los valores medios corregidos Mo' de una persona es menor del 84,89%, él o ella tiene o puede tener osteopenia. En caso contrario, puede estimarse que la densidad mineral ósea del paciente es normal.

De acuerdo con esta realización, la función para estimar la densidad mineral ósea basándose en el valor medio corregido Mo' se incorpora en el programa de evaluación de la densidad mineral ósea descrito anteriormente. En el ejemplo descrito anteriormente, la luminosidad $Y[i,j]$ de la "Imagen 1" es invariable pero, de acuerdo con esta realización, la luminosidad $Y[i,j]$ de la "Imagen 1" se corrige o se modifica de acuerdo con una base dada. En caso contrario, esta realización es igual que el ejemplo anterior y, por lo tanto, aquellas materias similares a materias del ejemplo anterior no se describen en detalle.

Tras el arranque del programa de evaluación de la densidad mineral ósea de esta realización, una imagen principal 400 tal como se muestra en la figura 25 se visualiza en la pantalla de visualización 24 del PC 12.

La imagen principal 400 es equivalente a la imagen principal 100 del ejemplo (véase la figura 6 etc.) con cuadros de edición 402 y 404, grupos de caracteres 406 y 408, y grupos de caracteres 410 añadidos a ellos. Los cuadros de edición 402 y 404 se visualizan en la parte central derecha de la región marco 114, estando verticalmente alineados debajo del grupo de caracteres 132 para la desviación estándar SDb. Los grupos de caracteres 406 y 408 se visualizan respectivamente en los lados izquierdos de los cuadros de edición 402 y 404. El grupo de caracteres 406 consta de caracteres que expresan "Necesita atención especial (atención esp.)", y el grupo de caracteres 408 consta de caracteres que expresan "Necesita atención (atención)". En uno de los cuadros de edición, por ejemplo, el cuadro de edición 402 con la etiqueta (grupo de caracteres) 406 de "Necesita atención especial" asociada a él, un valor "70" que es una aproximación del 71,41%, por ejemplo, se introduce como un valor por defecto, que es un valor de referencia para uso para determinar, basándose en el promedio de los valores medios corregidos Mo', si un paciente tiene osteoporosis. En el cuadro de edición 404 con el grupo de caracteres 408, "Necesita atención" asociado a él, se introduce un valor "85", una aproximación del 84,89%, por ejemplo, que se usa como un valor de referencia para determinar, basándose en el promedio de los valores medios corregidos Mo', si un paciente tiene osteopenia.

Por debajo de cada cuadro de imagen 116, se visualizan tres grupos de caracteres 118, 120 y 122 y, debajo de ellos, se visualiza un grupo de caracteres 410, que representa una estimación realizada basándose en la radiografía visualizada en el cuadro de imagen asociado 116. Aunque lo que se representa mediante los grupos de caracteres 410 (resultados de la estimación) se describirá en detalle más adelante, se señala actualmente que la palabra "No verificado" se visualiza mediante el grupo de caracteres 410 inmediatamente después del arranque del programa de evaluación de la densidad mineral ósea.

Ahora, supongamos que, como en el ejemplo, unidades de datos de imagen correspondientes de la "Imagen 1" a la "Imagen 4" son leídas sucesivamente a partir del disco duro, haciendo que las radiografías 140 correspondientes de la "Imagen 1" a la "Imagen 4" se visualicen en los cuadros de imagen 116, tal como se muestra en la figura 26, y que la operación para comenzar la corrección de la luminosidad $Y[i,j]$ se active, con el botón de selección 124 para la "Imagen 1" activado para permitir la "Imagen 1". Esto hace que una imagen secundaria 500 se visualice en la pantalla 24 tal como se muestra en la figura 27. Una orden de comenzar la corrección se almacena en el menú "editar" en la barra de menú 106.

Tal como se ve en la figura 27, en la parte más superior de la imagen secundaria 500, una barra de título alargada horizontalmente 502 se visualiza como en el ejemplo. En esta barra de título 502, un grupo de caracteres alineados horizontalmente 504 se visualiza empezando en el extremo izquierdo, por ejemplo, grupo de caracteres que indica el número de historia clínica del paciente y la "Imagen A" activada actualmente ("Imagen 1" en el ejemplo ilustrado). Una región marco rectangular 506 se visualiza debajo de la barra de título 502.

Un área de selección de la región 508, que es más grande que el área de selección de la región 212 en la imagen secundaria 200 del ejemplo, se visualiza en la parte lateral izquierda de la región marco 206. Una versión ampliada 509 de la radiografía 140 de la "Imagen A" activada actualmente se visualiza en el área de selección de la región 508.

En la esquina inferior izquierda de la región marco 506 por debajo del área de selección de la región 508, cuatro botones de selección 512 con caracteres respectivos 510 que indican "Arriba", "Abajo", "Izquierda" y "Derecha" asociados a ellos se visualizan, formando dos filas y dos columnas. Un grupo de caracteres 514, que indican "Extracción de la región", que es la función de los botones de selección 512, se visualiza por encima de los cuatro botones de selección 512 (o caracteres 510). Una casilla de verificación 516 con un grupo de caracteres 514 que representa "Verificación de la referencia" se visualiza en el lado derecho de los botones de selección 512 (los grupos de caracteres 510).

En la parte superior de la región marco 506, en el lado derecho del área de selección de la región 508, cuatro botones de selección 518 están dispuestos verticalmente, con grupos de caracteres 520 visualizados a la derecha

de los botones de selección respectivos 518. Los respectivos grupos de caracteres 520 indican entradas asociadas con los botones de selección respectivos 518, tales como, por ejemplo, "barra de referencia", "Máx. (blanco)", "Mín. (negro)", y "Objeto a evaluar (objeto)". Por encima de los botones de selección 518 (los grupos de caracteres 520), se visualiza un grupo de caracteres 522 que muestra la función a seleccionar pulsando los botones, concretamente, "Rango de selección".

A la derecha del grupo de los botones de selección 518, existe un área de notas 526 en la que puede visualizarse una nota 524. Inmediatamente después de que se visualice la imagen secundaria 500, y antes de que el procesamiento de corrección mencionado más adelante se lleve a cabo en la imagen secundaria 500, una frase "Aún no procesada" se visualiza como la nota 524.

Dos cuadros de edición 528 y 530 están dispuestos horizontalmente debajo del área de notas 526. Grupos de caracteres 532 y 534, "Máximo estándar (Máx. Est.)" y "Mínimo estándar (Mín. Est.)", para los respectivos cuadros de edición 528 y 530 se visualizan por encima de los respectivos cuadros de edición 528 y 530. En uno de los cuadros de edición 528 y 530, por ejemplo, en el cuadro de edición 528 con la entrada (grupo de caracteres) 532, "Máximo estándar" asociado a él, se introduce un valor máximo estándar Y_{smax} descrito más adelante. En el estado que sigue inmediatamente a la visualización de la imagen secundaria 500, un valor por defecto de "180" se introduce como el valor máximo estándar Y_{smax} . Un valor mínimo estándar Y_{smin} , que se describirá más adelante, se introduce en el otro cuadro de edición 530 con el etiquetado 534, "Mínimo estándar" asociado. En el estado que sigue inmediatamente a la visualización de la imagen secundaria 500, un valor por defecto de "30" se introduce en el cuadro de edición 530.

Por debajo de los cuadros de edición 528 y 530, se visualiza un área de visualización de la barra de referencia alargada horizontalmente 536. Un grupo de caracteres 538, "barra de referencia", para el área de visualización de la barra de referencia 536 se visualiza por encima de la esquina superior izquierda del área de visualización de la barra de referencia 536.

Un área de visualización del objeto de evaluación generalmente cuadrada 540 se visualiza por debajo de la parte lateral izquierda del área de visualización de la barra de referencia 536. Un grupo de caracteres 542, "Objeto de evaluación (objeto)", para el área de visualización del objeto de evaluación 540 se visualiza por encima de la parte lateral izquierda del área de visualización del objeto de evaluación 540.

Además, un área de visualización del histograma generalmente cuadrada 544 está dispuesta a la derecha del área de visualización del objeto de evaluación 540. Marcas 546 están indicadas a intervalos fijos a lo largo del eje horizontal del área de visualización del histograma 544. Tres botones de selección 548 están dispuestos horizontalmente por encima del área de visualización del histograma 544. A la derecha de los botones de selección respectivos 548, se visualizan grupos de caracteres 550, concretamente, "Imagen original (Orig.)", "Barra" y "Objeto", para los botones de selección respectivos 548. Un grupo de caracteres 552 que indican la función de los botones de selección 548, concretamente, "Histograma", se visualiza por encima de la línea de los botones de selección 548 (es decir los grupos de caracteres 550).

Supongamos que, mientras la imagen secundaria descrita anteriormente 500 está siendo visualizada, se hace clic sobre el botón de selección 518 con la etiqueta 520 de "barra de referencia", que es uno de los cuatro botones de selección 518 asociados con el grupo de caracteres 522, "Rango de selección", tal como se muestra en la figura 28. Además, supongamos que el ratón 22 (véase la figura 1) se usa para seleccionar una parte 556 de una radiografía 509 visualizada en el área de selección de la región 508, correspondiente a la barra de referencia 36 mencionada anteriormente (véase la figura 2), tal como se indica mediante líneas de puntos 554. Los procedimientos de selección son los mismos que aquellos para seleccionar la parte 250 correspondiente a la barra de referencia 36 en el ejemplo (figura 10).

Después de que lo que puede llamarse una región de la barra de referencia definida por las líneas de puntos 554 se seleccione, se determinan valores máximos y mínimos de la luminosidad $Y[i,j]$ dentro de la región de la barra de referencia 554. Básicamente, el valor máximo es la luminosidad $Y[i,j]$ de la parte de la región de la barra de referencia 554 correspondiente a la parte sobre la que se une el trozo de papel de aluminio mencionado anteriormente 48 (véase la figura 3). Por otro lado, el valor mínimo es la luminosidad $Y[i,j]$ detectada en esa parte de la región de la barra de referencia 554 que corresponde al escalón más bajo de la barra de referencia 36 (es decir la parte que tiene un grosor de T_a).

Los valores máximos y mínimos determinados se introducen en una tabla 600 mostrada en la figura 29, como un valor de luminosidad máxima Y_{bmax} y un valor de luminosidad mínima Y_{bmin} . La tabla 600 se forma en el disco duro cuando el programa de evaluación de la densidad mineral ósea se arranca. El valor máximo estándar mencionado anteriormente Y_{smax} y el valor mínimo estándar Y_{smin} también han sido registrados en la tabla 600.

La luminosidad $Y[i,j]$ de la imagen ampliada 509 visualizada en el área de selección de la región 508 se corrige basándose en el valor de luminosidad máxima Y_{bmax} , el valor de luminosidad mínima Y_{bmin} , el valor máximo estándar Y_{smax} y el valor mínimo estándar Y_{smin} , que han sido registrados en la tabla 600. En otras palabras, una

luminosidad corregida $Y'[i,j]$ se calcula de acuerdo con la siguiente Expresión 8.

[Expresión 8]

$$Y'[i, j] = \Delta Y[i, j] + Ys \min$$

5 donde

$$\Delta Y[i, j] = \frac{Y[i, j] - Yb \min}{Yb \max - Yb \min} \cdot (Ys \max - Ys \min)$$

10 A continuación, la imagen ampliada 509 se revisualiza en el área de selección de la región 508 de acuerdo con la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ determinada mediante la Expresión 8. En otras palabras, la versión ampliada 509 de la radiografía 140 preparada de acuerdo con la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ se visualiza en el área de selección de la región 508.

15 Las luminosidades corregidas $Y'[i,j]$ de todos los píxeles de la radiografía 140 (o imagen ampliada 509) se ordenan en 256 gradaciones, y la frecuencia $H_z[x]$ para cada gradación x se calcula de acuerdo con la siguiente Expresión 9, que es similar a la Expresión 1.

[Expresión 9]

$$Ha'[x] = \frac{na'[x]}{Na}$$

20 En la Expresión 9, Na es el número total de píxeles de la radiografía 140, y $na'[x]$ es el número de píxeles clasificados en una gradación x . El resultado $Ha'[x]$ del cálculo de acuerdo con la Expresión 9 también se registra en la tabla 600.

25 A continuación, una versión ampliada 558 de la región de la barra de referencia 554 que tiene la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ se visualiza en el área de visualización de la barra de referencia 536. Con respecto a esta región de la barra de referencia 554, también, la luminosidad $Yb'[i,j]$ de cada uno de los píxeles que forman la región de la barra de referencia 554 se clasifica en una de las 256 gradaciones, y una frecuencia corregida $Hb'[x]$ para cada gradación x se calcula de acuerdo con la siguiente Expresión 10.

30 Expresión 10

$$Hb'[x] = \frac{nb'[x]}{Na}$$

35 En la Expresión 10, Nb es el número total de píxeles que constituyen la región de la barra de referencia 554, y $nb'[x]$ es el número de píxeles clasificados en una gradación x . Los resultados del cálculo de acuerdo con la Expresión 10 también se registran en la tabla 600.

40 Usando la frecuencia corregida $Hb'[x]$ calculada de acuerdo con la Expresión 10, se calcula el valor medio Mb' de las luminosidades corregidas $Yb'[i,j]$ en la región de la barra de referencia 554. Específicamente, el valor medio corregido Mb' se calcula de acuerdo con la siguiente Expresión 11, que es similar a la Expresión 2.

[Expresión 11]

$$Mb' = \sum_{x=0}^{255} \{x \cdot Hb'[x]\}$$

45 El resultado Mb' del cálculo de acuerdo con la Expresión 11 también se registra en la tabla 600. Si la imagen activada actualmente es la "Imagen 1", el valor medio corregido obtenido de este modo Mb' se usa como un valor medio estándar SMB' mencionado más adelante.

50 Además, usando la frecuencia corregida $Hb'[x]$ y el valor medio corregido Mb' , se calcula la desviación Db' de la luminosidad corregida $Yb'[i,j]$ en la región de la barra de referencia 554. Específicamente, la Expresión 12, que es similar a la Expresión 3, se usa para calcular la desviación corregida Db' .

[Expresión 12]

$$Db' = \sqrt{\sum_{x=0}^{255} \{(x - Mb')^2 \cdot Hb'[x]\}}$$

5 El resultado Db' del cálculo de acuerdo con la Expresión 11 también se registra en la tabla 600. Si la imagen activada actualmente es la "Imagen 1", la desviación corregida obtenida de este modo Db' se usa como una desviación estándar SDb' mencionada más adelante.

10 El valor medio corregido Mb' y la desviación corregida Db' se visualizan como la nota 524 en el área de notas 526. Por encima del área de notas 526, un grupo de caracteres "barra de referencia" también se visualiza para la nota 524.

15 Ahora, supongamos que se hace clic sobre uno de los tres botones de selección 548 asociados con el grupo de caracteres 552 para "Histograma", concretamente, el botón de selección con la etiqueta "Barra". Esto hace que una curva (histograma) 560 de acuerdo con la frecuencia corregida $Hb'[x]$ de la región de la barra de referencia 552 se visualice en el área de visualización del histograma 544. Por lo tanto, es posible conocer la distribución de la luminosidad corregida $Yb'[x]$ de la región de la barra de referencia 552 a partir de esta curva 560.

20 Además, aunque no se muestra, cuando se hace clic sobre el botón de selección 548 con la etiqueta "Imagen original", un histograma basado en la frecuencia corregida $Hz'[x]$ de toda la radiografía 140 se visualiza en el área de visualización del histograma 544. Se puede saber, a partir de dicho histograma basado en la frecuencia corregida $Ha'[x]$, la distribución de la luminosidad corregida $Y[i,j]$ de toda la radiografía 140. Debe observarse que, cuando se hace clic sobre el botón de selección 548 con la etiqueta 550, "Objeto", en esta circunstancia, no se visualiza nada en el área de visualización del histograma 544.

25 A continuación, supongamos que, tal como se muestra en la figura 30, uno de los cuatro botones de selección 518 bajo la etiqueta 522 del "Rango de selección", concretamente, el botón de selección 518 con la etiqueta 520 de "Máximo (blanco)" se activa. Mediante la activación del botón de selección 518 de "Máximo (blanco)", el botón de selección 518 para "barra de referencia" se desactiva y, al mismo tiempo, la región de la barra de referencia (líneas de puntos) 554 desaparece.

30 Cuando se hace clic sobre cualquier punto en la radiografía 509 dentro del área de selección de la región 508 en el estado mostrado en la figura 30, la luminosidad $Y[i,j]$ en el punto sobre el que se hizo clic se establece de nuevo como el valor de luminosidad máxima $Ybmax$. En otras palabras, el valor de luminosidad máxima $Ybmax$ en la tabla 600 se renueva, y el valor de luminosidad máxima renovado $Ybmax$ se visualiza como la nota 524 en el área de notas 526.

35 A continuación, la luminosidad corregida $Y[i,j]$ se corrige de nuevo basándose en el valor de luminosidad máxima renovado $Ybmax$ y, basándose en la luminosidad recorregida $Y[i,j]$, la frecuencia $Ha'[x]$ para cada gradación de toda la radiografía 114 (509), y la frecuencia $Hb'[x]$ para cada gradación, valor medio de la luminosidad Mb' y desviación de la luminosidad Db' de la región de la barra de referencia 554 (imagen ampliada 558) y se recorregida de nuevo. El resultado de la corrección se refleja en la radiografía 509 visualizada en el área de selección de la región 508, en la imagen ampliada 558 visualizada en el área de visualización de la barra de referencia 536, y en la curva 560 visualizada en el área de visualización del histograma 544.

45 El valor de luminosidad máxima $Ybmax$ preferentemente es el valor de luminosidad $Y[i,j]$ en una ubicación en la región de la barra de referencia 554 correspondiente a la ubicación en la que está unido el papel de aluminio 48 o, en otras palabras, en la parte más luminosa (más blanca). En caso contrario, podría no obtenerse una luminosidad corregida $Y[i,j]$ correcta. Sin embargo, si la parte de la radiografía visualizada 509 (114) correspondiente al papel de aluminio 48 no ha sido radiografiada apropiadamente y si cualquiera de los dientes 28, 30 y 32 ha sido tratado con un metal, por ejemplo, si se ha colocado una corona de oro o plata sobre cualquiera de los dientes 28, 30 y 32, la luminosidad $Y[i,j]$ en la parte correspondiente a dicho metal se usa como el valor de luminosidad máxima $Ybmax$, de modo que una luminosidad corregida relativamente deseable $Y[i,j]$ pueda proporcionarse incluso cuando la imagen de la parte correspondiente al papel de aluminio 48 no es satisfactoria.

55 Después de eso, tal como se muestra en la figura 31, se supone que se ha hecho clic sobre uno de los cuatro botones de selección 518 para el "Rango de selección", que tiene una etiqueta 520, "Valor mínimo (negro)". A continuación, cuando se hace clic sobre cualquier ubicación en la radiografía 509, la luminosidad $Y[i,j]$ en la ubicación sobre la que se hizo clic se establece de nuevo como el valor de luminosidad mínima $Ybmin$. Es decir, el valor de luminosidad mínima $Ybmin$ en la tabla 600 se renueva. El valor de luminosidad mínima renovado $Ybmin$ se visualiza como la nota 524 en el área de notas 526.

5 A continuación, como en el caso de la renovación del valor de luminosidad máxima Y_{bmax} , la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ se recorre basándose en el valor de luminosidad mínima renovado Y_{bmin} . A continuación, basándose en la luminosidad recorregida $Y'[i,j]$, las frecuencias $H_a[x]$ y $H_b[x]$ para cada gradación, el valor medio de la luminosidad M_b' y la desviación de la luminosidad D_b' se corrigen de nuevo, y los resultados de la corrección se reflejan en la radiografía 509 en el área de selección de la región 508, en la imagen ampliada 558 en el área de visualización de la barra de referencia 536, y en la curva 560 en el área de visualización del histograma 544.

10 El valor de luminosidad mínima Y_{bmin} es preferentemente la luminosidad $Y'[i,j]$ de la parte de la región de la barra de referencia 554 correspondiente al escalón de escalera más inferior de la barra de referencia 36. Sin embargo, si el escalón de la parte de escalera más inferior de la barra de referencia 36 no ha sido radiografiado satisfactoriamente, se establece la luminosidad $Y'[i,j]$ de la parte más negra (más oscura) de la radiografía 509, de modo que una luminosidad corregida relativamente deseable $Y'[i,j]$ pueda obtenerse incluso cuando la imagen del escalón más inferior de la barra de referencia 36 no es satisfactoria.

15 Seguidamente, cuando se hace clic sobre uno de los cuatro botones de selección 518 con el etiquetado 520 de "Objeto a evaluar", tal como se muestra en la figura 32, comienza la selección de una región del objeto de evaluación 562.

20 Específicamente, como en el primer ejemplo (véase la figura 13), se acciona el ratón sobre la radiografía 509 en el área de selección de la región 508 para seleccionar una región del objeto de evaluación 562. Aunque la forma de la región del objeto de evaluación 254 está limitada a una forma rectangular en el ejemplo, la forma de la región del objeto de evaluación 562 de esta realización puede ser poligonal. Específicamente, el punto de partida para dibujar la región del objeto de evaluación 562 (marco) se determina mediante el primer clic del ratón 22, y cada uno de los sucesivos accionamientos de clic establece un nuevo vértice del área 562. Un doble clic del ratón 22 en el mismo punto que el punto de partida determina el punto final del dibujo de la región del objeto de evaluación 562. Por consiguiente, es posible definir, por ejemplo, una región del objeto de evaluación rectangular 562, pero también es posible ejecutar una parte 564 correspondiente a la raíz del diente 40 del primer premolar 28 a partir de la región del objeto de evaluación 562, tal como se muestra en la figura 32. En otras palabras, es posible seleccionar solamente una parte 566 correspondiente al hueso alveolar 34 alrededor de la raíz del diente 40, como la región del objeto de evaluación 562.

35 Cuando la región del objeto de evaluación 562 se selecciona de la manera descrita anteriormente, un cuadro de mensaje 700 mostrado en la figura 33 se visualiza sobre la imagen secundaria 500. En el cuadro de mensaje 700, se visualiza un grupo de caracteres 702, que representa una pregunta sobre si la región del objeto de evaluación seleccionada 562 puede ser definitiva. Por ejemplo, el grupo de caracteres 702 puede ser: "¿Es correcto capturar la región?" Debajo del grupo de caracteres 702, tres botones 704, 706 y 708 con grupos de caracteres de "Sí", "No" y "Cancelar", respectivamente, se visualizan en una fila horizontal.

40 Haciendo clic sobre el botón 704 con la leyenda "Sí" en el cuadro de mensaje 700, la región del objeto de evaluación 562 se decide finalmente. Después de eso, la frecuencia corregida $H_o[x]$ de la región del objeto de evaluación decidida finalmente 562 se determina de acuerdo con la siguiente Expresión 13 similar a la Expresión 4.

[Expresión 13]

$$H_o'[x] = \frac{no'[x]}{No}$$

45 En la Expresión 13, No representa el número total de píxeles que forman la región del objeto de evaluación 562, y $no'[x]$ es el número de píxeles para la gradación x. Los resultados obtenidos de acuerdo con la Expresión 13 se registran en la tabla 600.

50 Usando la frecuencia corregida $H_o[x]$ determinada de acuerdo con la Expresión 13, se determina el valor medio de los valores de luminosidad corregida $Y_o'[i,j]$ en la región del objeto de evaluación 562, es decir el valor medio corregido descrito anteriormente M_o' . Específicamente, se determina el valor medio corregido M_o' de acuerdo con la siguiente Expresión 14, que es similar a la Expresión 5.

55 [Expresión 14]

$$M_o' = \sum_{x=0}^{255} \{x \cdot H_o'[x]\}$$

El resultado del cálculo de acuerdo con la Expresión 14 también se registra en la tabla 600 y, usando el valor medio corregido Mo' determinado mediante la Expresión 14 y la frecuencia corregida $Ho'[x]$, se determina la desviación corregida Do' de la luminosidad corregida $Yo'[i,j]$ en la región del objeto de evaluación 562. Específicamente, se determina la desviación corregida Do' de acuerdo con la siguiente Expresión 15, que es similar a la Expresión 6. Los resultados del cálculo de acuerdo con la Expresión 15 se registran también en la tabla 600.

[Expresión 15]

$$Do' = \sqrt{\sum_{x=0}^{255} \{(x - Mo')^2 \cdot Ho'[x]\}}$$

Después de que se obtengan la frecuencia corregida $Ho'[x]$, el valor medio corregido Mo' y la desviación corregida Do' para la región del objeto de evaluación 562 de la manera descrita anteriormente, el cuadro de mensaje 700 desaparece, y la imagen secundaria 500 cambia a la mostrada en la figura 34.

Específicamente, una versión ampliada 568 de la región del objeto de evaluación 562 se visualiza en el área de visualización del objeto de evaluación 540, y grupos de caracteres que muestran el valor medio corregido Mo' y la desviación corregida Do' se visualizan como la nota 524 en el área de notas 526. Un grupo de caracteres para una entrada "Objeto a evaluar (objeto)", se visualiza también como la nota 524, en la parte superior del área de notas 526.

Ahora, supongamos que se hace clic sobre el que está más a la derecha de los tres botones de selección 548 asociados con el "Histograma" mencionado anteriormente, con una etiqueta "Objeto" asociada a él. Esto hace que una curva 560 de acuerdo con la frecuencia corregida $Ho'[x]$ de la región del objeto de evaluación 562 se visualice en el área de visualización del histograma 544. A partir de esta curva 560, es posible conocer la distribución de la luminosidad corregida $Yo'[i,j]$ en la región del objeto de evaluación 562.

Hacer clic sobre el botón de selección 548 etiquetado como "Imagen original" hace que un histograma de acuerdo con la frecuencia corregida $Ha'[x]$ de la radiografía completa 140 se visualice en el área de visualización del histograma 544, tal como se ha descrito anteriormente. Si se hace clic sobre el botón de selección 548 etiquetado como "Barra", se visualiza un histograma de acuerdo con la frecuencia corregida $Hb'[x]$ de la región de la barra de referencia 552.

Cuando el valor de luminosidad máxima $Ybmax$ se renueva, tal como se ha descrito anteriormente, después de que se ha determinado la región del objeto de evaluación 562, la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ se recorre basándose en el valor de luminosidad máxima renovado $Ybmax$ y, en asociación con ello, la frecuencia corregida $Ho'[x]$, el valor medio corregido Mo' y la desviación corregida Do' de la región del objeto de evaluación 562 se corrigen de nuevo. Los resultados de las correcciones se reflejan en la imagen ampliada 568 en el área de visualización del objeto de evaluación 540 y en la curva 560 en el área de visualización del histograma 544. Operaciones similares tienen lugar cuando el valor de luminosidad mínima $Ybmin$ se renueva.

Volviendo a la figura 33, si se hace clic sobre el botón 706 con la leyenda "No", el cuadro de mensaje 700 desaparece, y la imagen secundaria 500 reaparece. En la imagen secundaria 500, la forma y el tamaño de la región del objeto de evaluación 562 pueden alterarse según se desee. El procedimiento de alteración es similar a un procedimiento empleado mediante software de edición de imágenes convencional y, por lo tanto, en el presente documento no se proporciona ninguna descripción detallada.

Hacer clic sobre el botón 708 con la leyenda de "Cancelar" en el cuadro de mensaje 700 hace que el cuadro de mensaje 700 desaparezca y también hace que la imagen secundaria 500 vuelva al estado inicial antes de establecer el punto de partida de delinear la región del objeto de evaluación 562. Lo mismo ocurre cuando se hace clic sobre un botón de cierre 710 con una marca "X" en la esquina superior derecha del cuadro de mensaje 700.

En la imagen secundaria 500, si el valor en el cuadro de edición 528 con la leyenda 532, "Valor máximo estándar", cambia, el valor máximo estándar $Ysmax$ en la tabla 600 se renueva en consecuencia. A continuación, la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ se corrige de nuevo de acuerdo con el valor máximo estándar renovado $Ysmax$, lo que da como resultado la corrección de nuevo de los respectivos parámetros en la tabla 600, concretamente, las respectivas frecuencias corregidas Ha' , Hb' y Ho' , los valores medios corregidos Mb' y Mo' , y las desviaciones corregidas Db' y Do' . Los resultados de las correcciones se reflejan en la radiografía 509 en el área de selección de la región 508, la imagen ampliada 568 en el área de visualización del objeto de evaluación 540, y la curva 506 en el área de visualización del histograma 544. Acontecimientos similares ocurren cuando el valor en el cuadro de edición 530 con la leyenda 534, "Valor mínimo estándar", se altera. Debe observarse que, dado que el valor máximo estándar $Ysmax$ y el valor mínimo estándar $Ysmin$ son esencialmente valores estándar, no es deseable alterarlos innecesariamente. Por consiguiente, es deseable alterar estos valores solamente cuando el de luminosidad máxima o mínima $Ybmx$ o $Ybmin$ no pueden obtenerse de forma precisa debido a, por ejemplo, radiografiado insatisfactorio de la región de la barra de referencia 554.

- 5 Tal como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con esta realización, una forma poligonal puede seleccionarse como la forma de la región del objeto de evaluación 562, pero algunas veces puede ser difícil delinear una región que tiene una forma y un tamaño fijos como la región del objeto de evaluación 562. Para hacer posible establecer una región del objeto de evaluación 562 que tiene una forma y tamaño fijos en el sistema de acuerdo con esta realización, se proporciona una función de soporte al establecimiento de la región.
- 10 Cuando se hace clic sobre la casilla de verificación 516 con la leyenda 514, "Verificación de la referencia", una marca de verificación 570 se introduce en la casilla de verificación 516 tal como se muestra en la figura 35, permitiendo la función de soporte al establecimiento de la región descrita anteriormente. Ahora, supongamos que se hace clic sobre uno de los cuatro botones de selección 512 debajo del grupo de caracteres 514 o "Extracción de la región", por ejemplo el botón de selección 512 con el grupo de caracteres 510 de "Arriba". En este estado, cuando se hace clic sobre una parte de la radiografía 509 correspondiente a la parte más superior del primer premolar 28, una marca predeterminada 572, por ejemplo una marca "X", se asocia a esa parte.
- 15 Análogamente, al hacer clic sobre los botones de selección 512 con las leyendas de "Abajo", "Izquierda" y "Derecha", las partes en la imagen 509 correspondientes a las partes más inferior, más a la izquierda y más a la derecha del primer premolar 28 se marcan 572, respectivamente, tal como se muestra en la figura 36. Cuando las cuatro marcas 572 están fijadas a las partes más superior, más inferior, más a la izquierda y más a la derecha, líneas de marcado que forman un rectángulo 574 se dibujan automáticamente, con marcas respectivas de las cuatro
- 20 marcas 572 ubicadas en los cuatro lados del rectángulo 574. Además, líneas de marcado adicionales 576 que forman un rectángulo que tiene un tamaño que es la mitad del tamaño del rectángulo 574 se dibujan en la parte central de las líneas de marcado 574, y también se dibujan líneas de marcado rectas 578 y 560 que conectan, cada una, las dos marcas opuestas 572.
- 25 A continuación, tal como se muestra en la figura 37, se vuelve fácil definir la región del objeto de evaluación 562 dibujándola con referencia a las líneas 574-580, es decir seleccionando el punto de partida, los vértices respectivos, y el punto final y, por lo tanto, la región de evaluación 562 puede tener una forma y un tamaño fijos. Debe observarse que el orden en el que se hace clic sobre los botones de selección 512 es arbitrario y, además las ubicaciones de las marcas 572 se pueden cambiar según se desee. Cuando la marca de verificación 570 se elimina
- 30 (es decir cuando se hace clic de nuevo sobre la casilla de verificación 516), las marcas 572 y las líneas de marcado 574-580 desaparecen.
- 35 Cuando se hace clic sobre el botón de cierre 582 en el extremo lateral derecho de la barra de título 502 después de que el procedimiento de corrección en la imagen secundaria 500 está completo, la imagen en la pantalla 24 vuelve a la imagen principal 100 mostrada en la figura 38.
- 40 En la imagen principal 100, el valor medio corregido Mo' y la desviación corregida Do' se visualizan por medio de los grupos de caracteres 120 y 122 debajo del cuadro de imagen 116 de la "Imagen 1", y el valor medio estándar SMB' y la desviación estándar SDB' se visualizan por medio de los grupos de caracteres 130 y 132 en la parte lateral derecha de la imagen principal 100. El diagnóstico realizado basándose en el valor medio corregido Mo' se visualiza al lado del grupo de caracteres 410, "Verificar". En el ejemplo ilustrado, el valor medio corregido Mo' (=83,3351) es más grande que el valor (=70) en el cuadro de edición 402 con la leyenda "Necesita atención especial" asociada a él, pero es más pequeño que el valor en el cuadro de edición 404 con la leyenda "Necesita atención" asociada a él y, por lo tanto, el resultado de "Necesita atención" se visualiza para indicar la posibilidad de osteopenia. Si el valor
- 45 medio corregido Mo' es más pequeño que el valor en el cuadro de edición 402 con la leyenda "Necesita atención especial", la frase "Necesita atención especial" se visualiza, lo que indica, como el diagnóstico, la probabilidad de osteoporosis. Si el valor medio corregido Mo' es más grande que el valor en el cuadro de edición 404 con la leyenda "Necesita atención" asociada a él, se visualiza el diagnóstico de "Normal".
- 50 Además, una curva 412 de acuerdo con la frecuencia corregida $Ho'[x]$ se visualiza en el área de visualización del histograma 134. La curva 412 es similar a la curva 560 mostrada en la figura 34. Aunque no se conoce a partir de la figura 38, la radiografía 140 de acuerdo con la luminosidad corregida $Y'[i,j]$, es decir la radiografía corregida 140, se visualiza en el cuadro de imagen 116 para la "Imagen 1".
- 55 Análogamente, la imagen secundaria 500 se visualiza para cada una de la otra "Imagen A", concretamente, "Imagen 2", "Imagen 3" e "Imagen 4" y, en el momento de la selección de la región de la barra de referencia 554 y la región del objeto de evaluación 562 en la imagen secundaria visualizada 500, la imagen secundaria 500 cambia a la mostrada en la figura 39 que, en el ejemplo ilustrado, es la imagen secundaria 500 para la "Imagen 2".
- 60 En la imagen secundaria 500 para una imagen diferente de la "Imagen 1", el procedimiento de corrección es parcialmente diferente del de para la "Imagen 1". Cuando la región de la barra de referencia 554 se selecciona, se calculan la frecuencia no corregida $Hb[x]$, el valor medio de luminosidad Mb y la desviación de la luminosidad Db de la región de la barra de referencia 554, usando las Expresiones 1, 2 y 3 descritas anteriormente. Los resultados $Hb[x]$, Mb y Db se registran en la tabla 600, y la luminosidad $Y'[i,j]$ de la radiografía 140 (su imagen ampliada 509) se corrige de acuerdo con estas frecuencia no corregida $Hb[x]$, valor medio de luminosidad Mb y desviación de la
- 65 luminosidad Db . Específicamente, la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ se determina, usando la siguiente Expresión 16,

que es similar a la Expresión 7.

[Expresión 16]

$$Y'[i, j] = \frac{SDb}{Db} (Y[i, j] - Mb) + SMb$$

- 5 En otras palabras, para la "Imagen A" diferente de la "Imagen 1", la corrección de luminosidad se realiza basándose en la luminosidad corregida $Yb'[i,j]$ de la región de la barra de referencia 554 de la "Imagen 1". Las correcciones después de la corrección de la luminosidad se llevan a cabo de maneras similares a aquellas para la "Imagen 1".
- 10 Cuando las correcciones de todas las imágenes, "Imagen A", son completadas en las imágenes secundarias respectivas 500, y la visualización vuelve a la imagen principal 400, tal como se muestra en la figura 40.
- Más específicamente, el valor medio corregido Mo' y la desviación corregida Do' de cada "Imagen A" se visualizan en forma de grupos de caracteres 120 y 122 debajo del cuadro de imagen 116 para esa imagen, y el diagnóstico realizado basándose en el valor medio corregido Mo' se visualiza en forma de grupo de caracteres 410. Además, la radiografía en el cuadro de imagen 116 se modifica de acuerdo con la luminosidad corregida $Y'[i,j]$, y la imagen modificada se visualiza. Además, cuatro curvas 412 de acuerdo con las frecuencias corregidas $Ho'[x]$ de las respectivas de "Imagen A" se visualizan en diferentes colores en el área de visualización del histograma 134.
- 15
- 20 Tal como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con esta realización, la luminosidad $Y[i,j]$ de la "Imagen 1" se corrige sobre la base de estándares fijos, concretamente, el valor máximo estándar $Ysmax$ y valor mínimo estándar $Ysmin$. A continuación, basándose en la luminosidad corregida $Yb'[i,j]$ de la región de la barra de referencia 554 de la "Imagen 1" tal como se corrige basándose en los estándares fijos, la corrección de la luminosidad se lleva a cabo para otra "Imagen A", es decir cada una de la "Imagen 2", la "Imagen 3" y la "Imagen 4". Esto significa que la
- 25 corrección de la luminosidad para cada una de la "Imagen 2", la "Imagen 3" y la "Imagen 4" se realiza también basándose en los estándares fijos. Por lo tanto, la densidad mineral ósea puede estimarse a partir de la luminosidad corregida $Y'[i,j]$ o, de forma más estricta, el valor medio corregido Mo' , de cada "Imagen A". Además, dado que el resultado de la estimación se visualiza en la imagen principal 400 (en forma del grupo de caracteres 410), el propio paciente puede conocer fácilmente su densidad mineral ósea. El resultado de la estimación puede, por supuesto,
- 30 imprimirse y/o registrarse en un medio de registro.

REIVINDICACIONES

5 1. Un sistema de evaluación de la densidad mineral ósea para evaluar una densidad mineral ósea a partir de una radiografía de una mandíbula, conteniendo dicha radiografía una imagen de un espécimen (36) dispuesto al lado de dicha mandíbula, comprendiendo dicho sistema:

un medio de detección para detectar una luminosidad de dicha imagen de dicho espécimen;
 un medio de corrección para corregir la luminosidad de dicha radiografía; y
 un medio de evaluación para evaluar la densidad mineral ósea basándose en la luminosidad corregida de dicha radiografía, tal como es corregida por dicho medio de corrección;

10 **caracterizado por que:**

dicho medio de evaluación está adaptado para realizar la evaluación basándose en la luminosidad corregida de una región particular (38, 254) de dicha mandíbula en dicha radiografía;
 dicha región particular incluye una región correspondiente a una parte de hueso alveolar (34) alrededor de un primer premolar (28);

dicho medio de detección está adaptado para detectar valores máximos y mínimos de una luminosidad de dicha imagen de dicho espécimen; y

20 dicho medio de corrección está adaptado para realizar dicha corrección determinando una luminosidad corregida $Y'[i,j]$ de acuerdo con la siguiente expresión, donde Y_{bmax} es el valor de luminosidad máxima, Y_{bmin} es el valor de luminosidad mínima, Y_{smax} es el valor máximo estándar, Y_{smin} es el valor mínimo estándar, e $Y[i,j]$ es la luminosidad de dicha radiografía antes de la corrección, donde $[i,j]$ es la coordenada de cada uno de los píxeles que forman dicha radiografía:

$$Y'[i, j] = \Delta Y[i, j] + Y_{s \min}$$

25 donde

$$\Delta Y[i, j] = \frac{Y[i, j] - Y_{b \min}}{Y_{b \max} - Y_{b \min}} \cdot (Y_{s \max} - Y_{s \min}) .$$

30 2. El sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho medio de evaluación incluye un medio de visualización para visualizar dicha luminosidad corregida en forma de histograma.

3. El sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho medio de evaluación incluye un medio de estimación para estimar dicha densidad mineral ósea basándose en dicha luminosidad corregida.

35 4. El sistema de evaluación de la densidad mineral ósea de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además medios de salida para proporcionar conjuntamente una pluralidad de resultados de evaluación proporcionados por dicho medio de evaluación para radiografías respectivas de una pluralidad de radiografías.

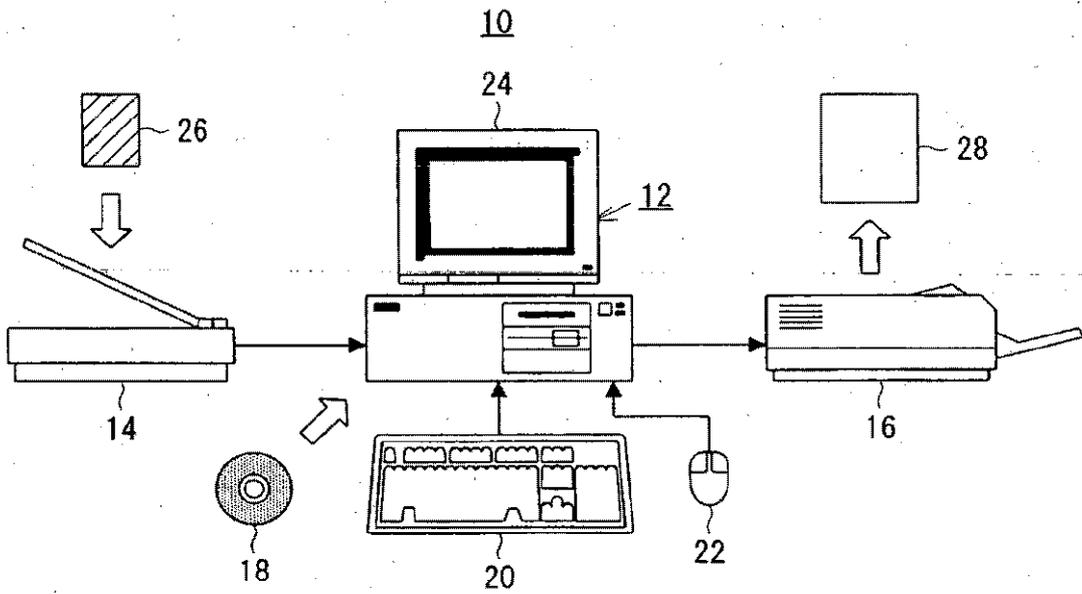


FIG. 1

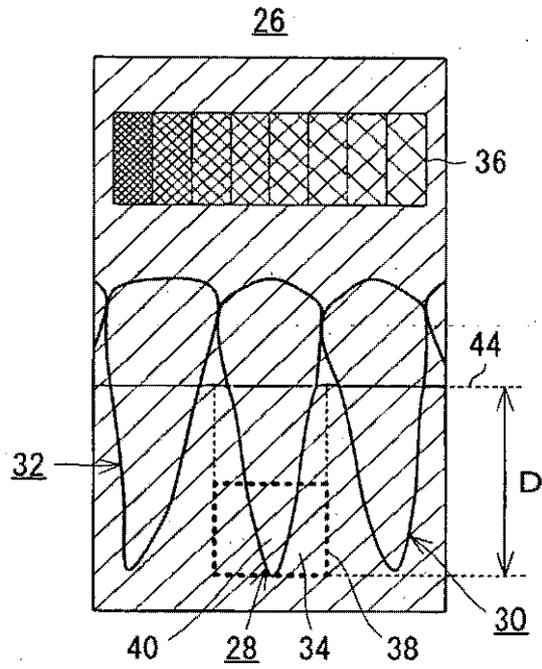


FIG.2

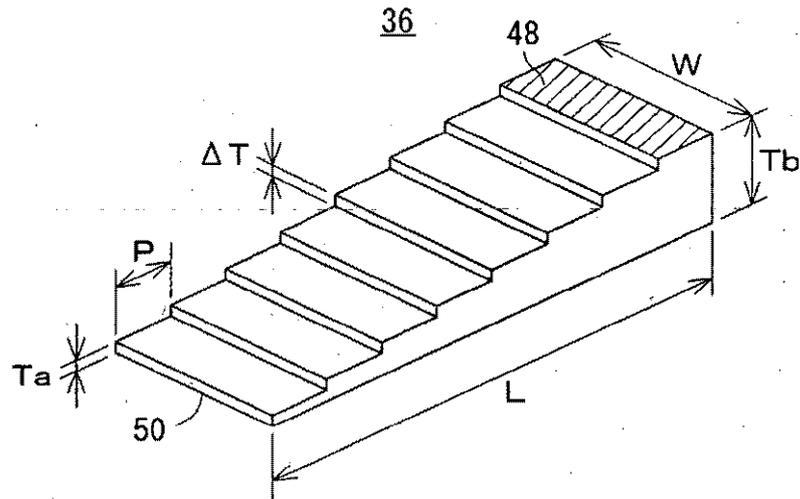
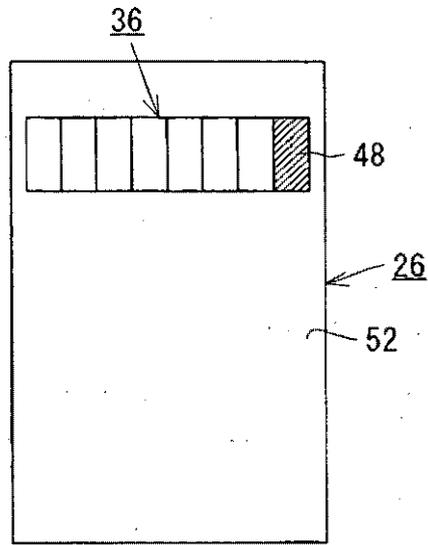
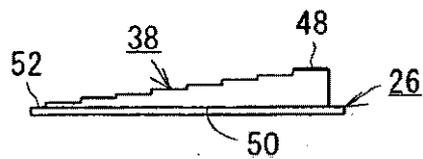


FIG.3



(a) Vista frontal



(b) Vista lateral

FIG.4

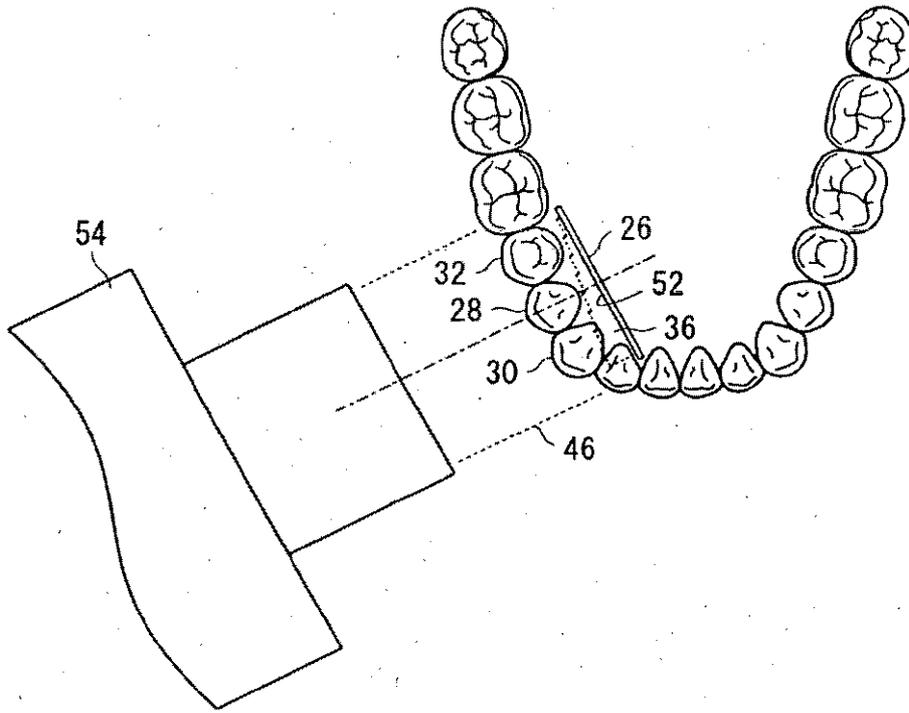


FIG.5

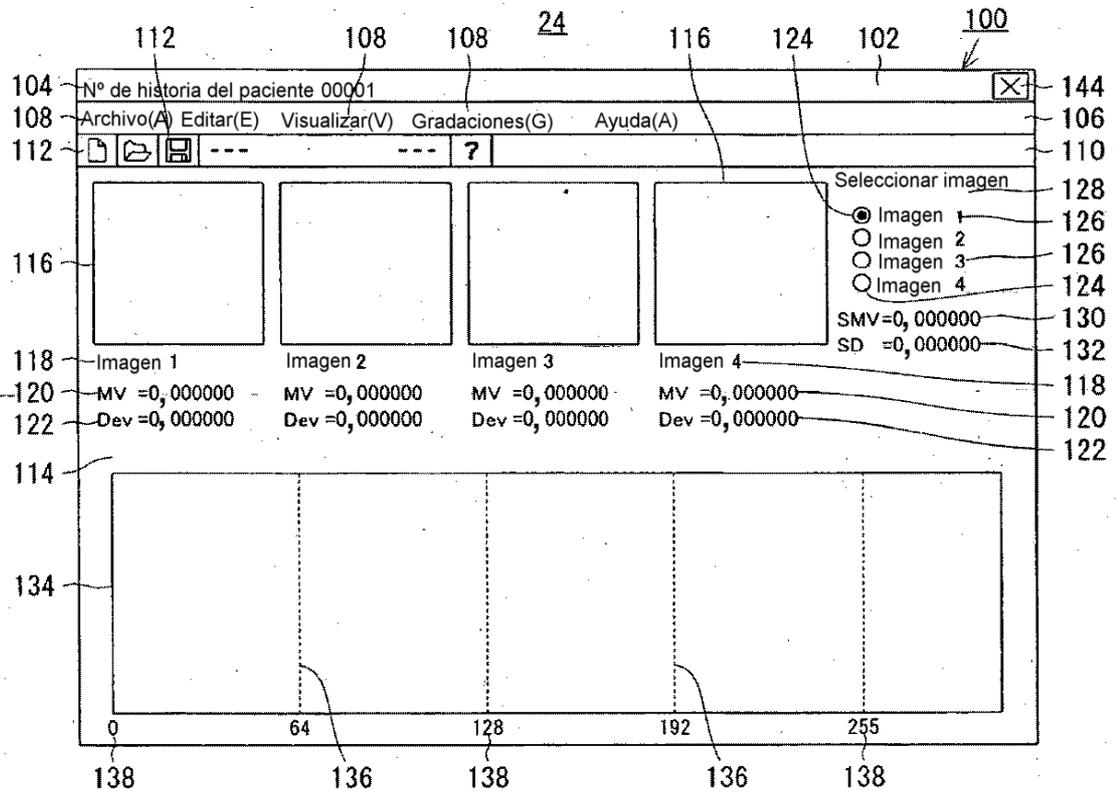


FIG.6

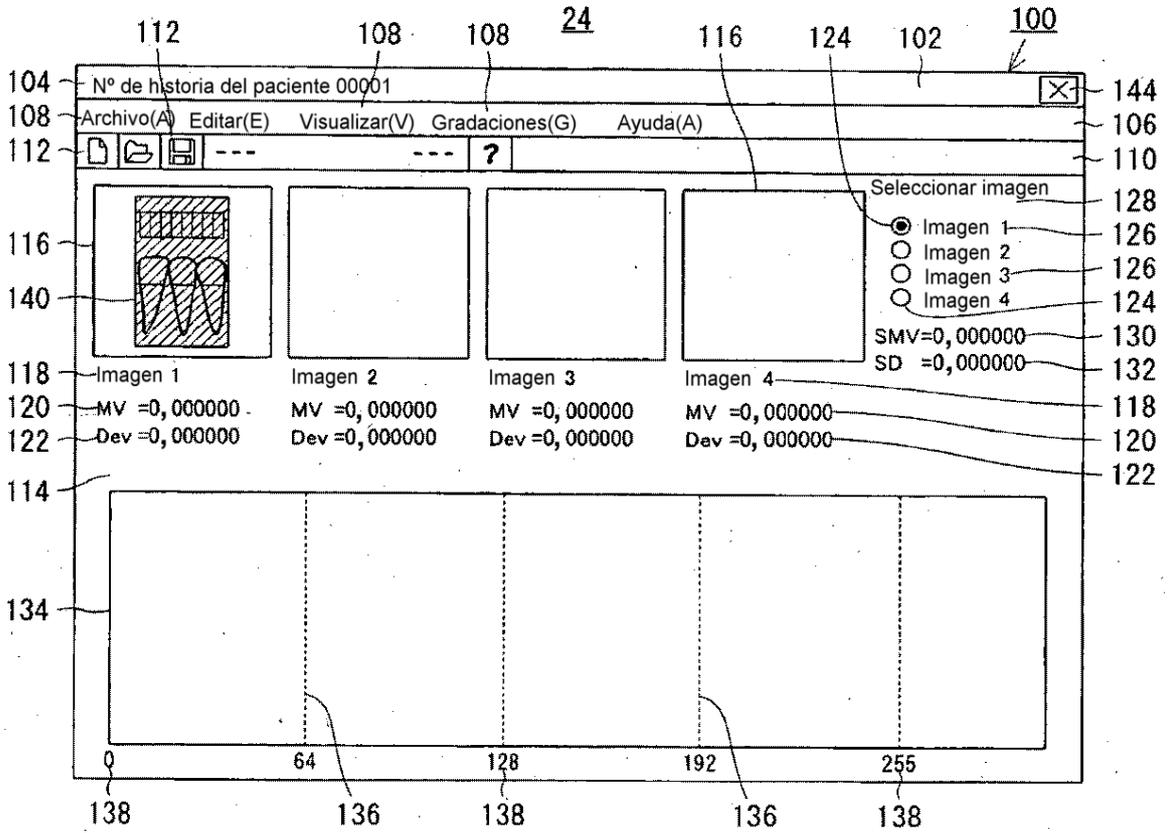


FIG. 7

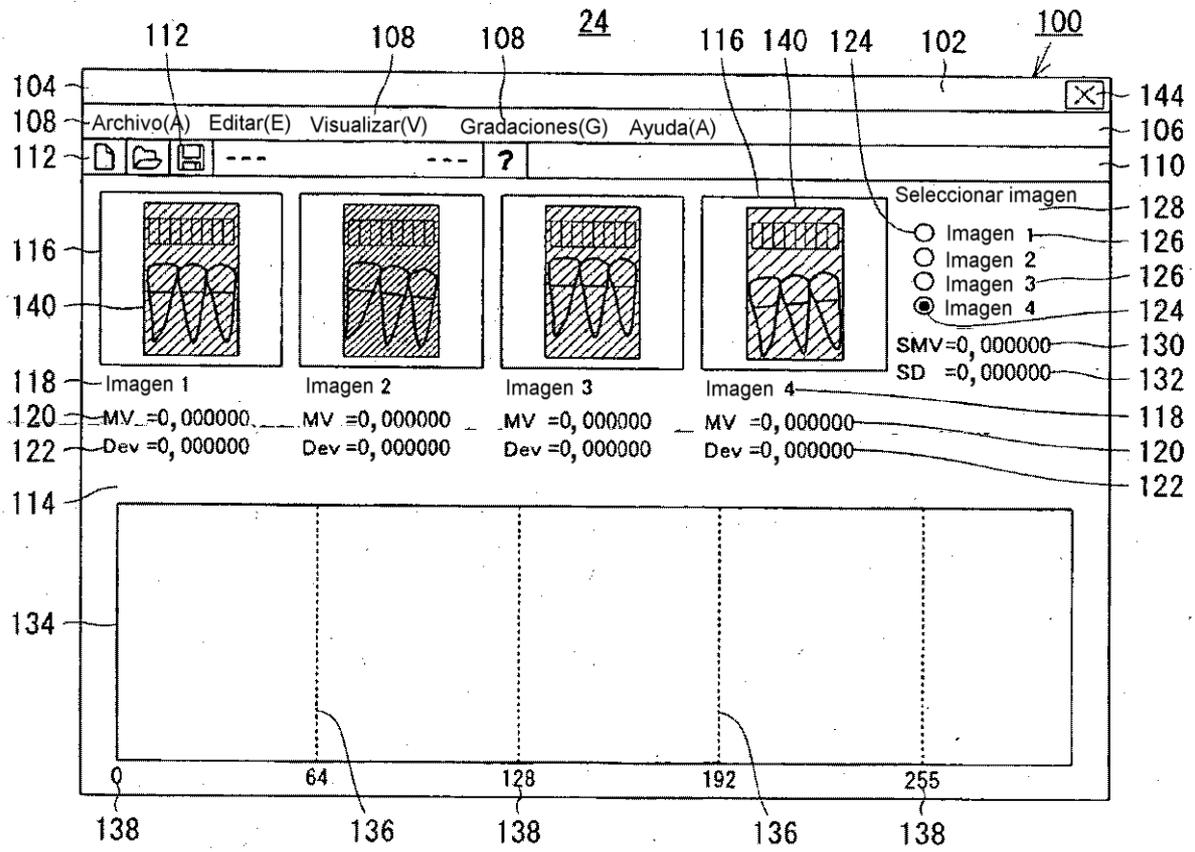


FIG.8

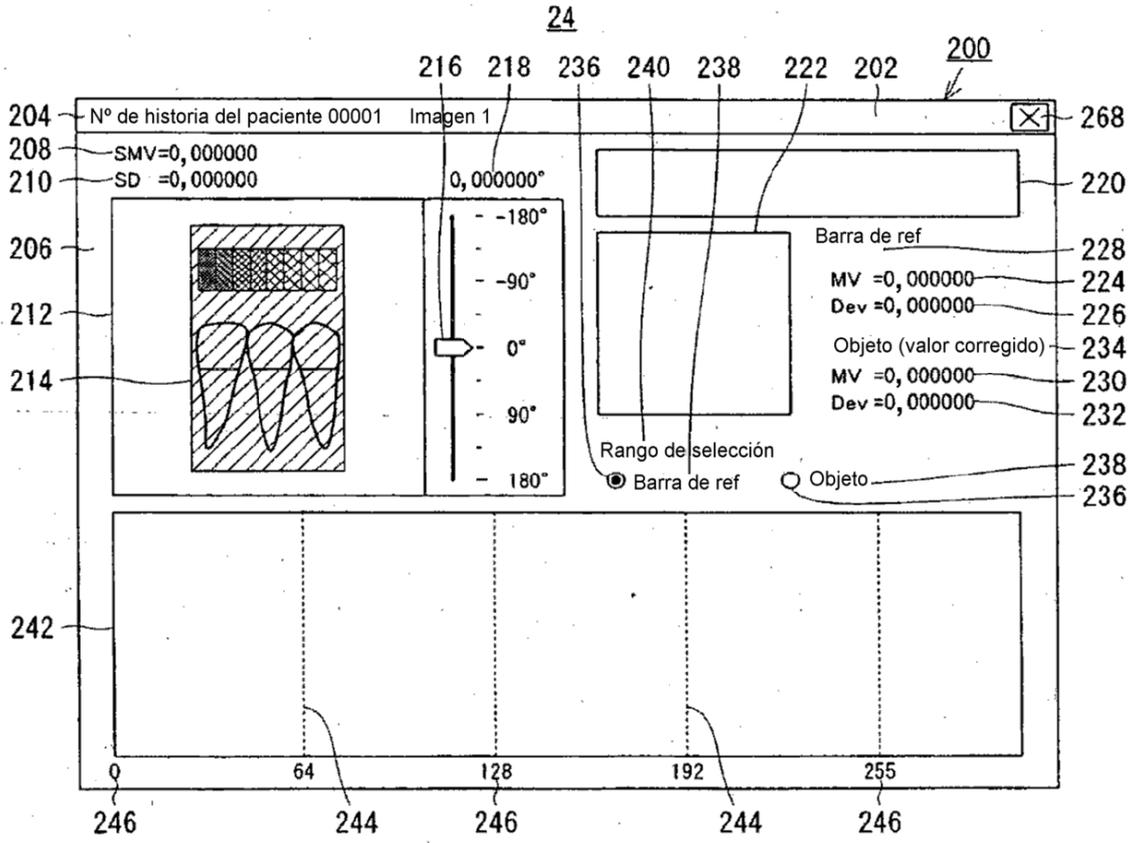


FIG. 9

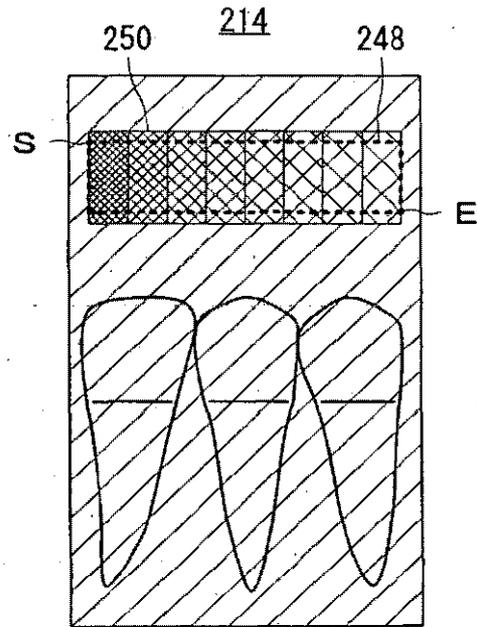


FIG.10

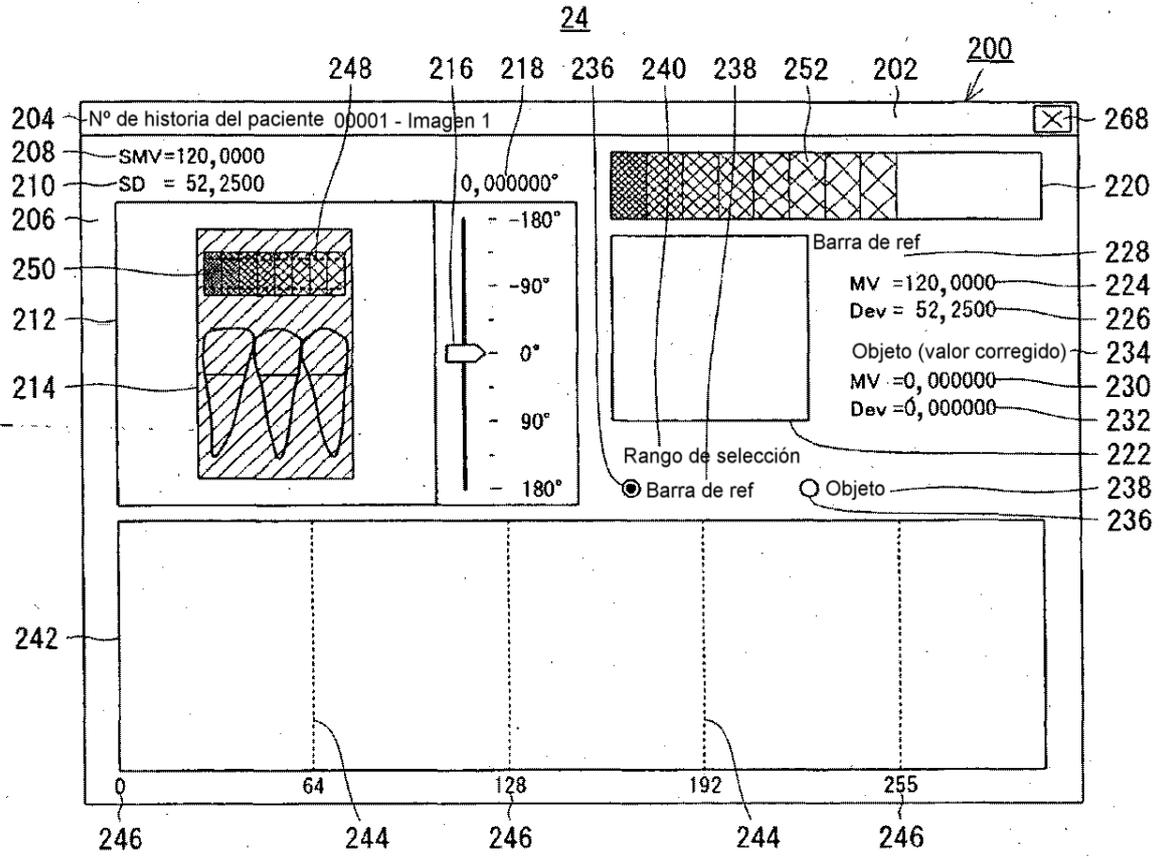


FIG.11

300

ARTÍCULO	Imagen 1	Imagen 2	Imagen 3	Imagen 4
Hb[x]				
Mb	(SMb)			
Db	(SDB)			
Ho[x]				
Mo				
Do				
Ho' [x]				
Mo'				
Do'				

FIG.12

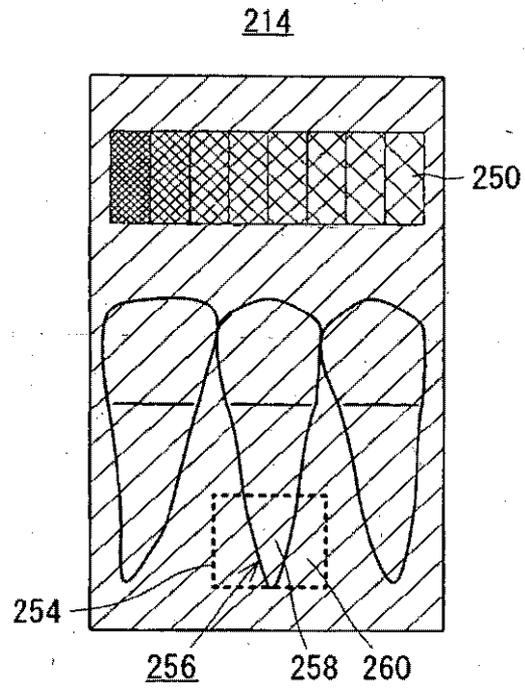


FIG. 13

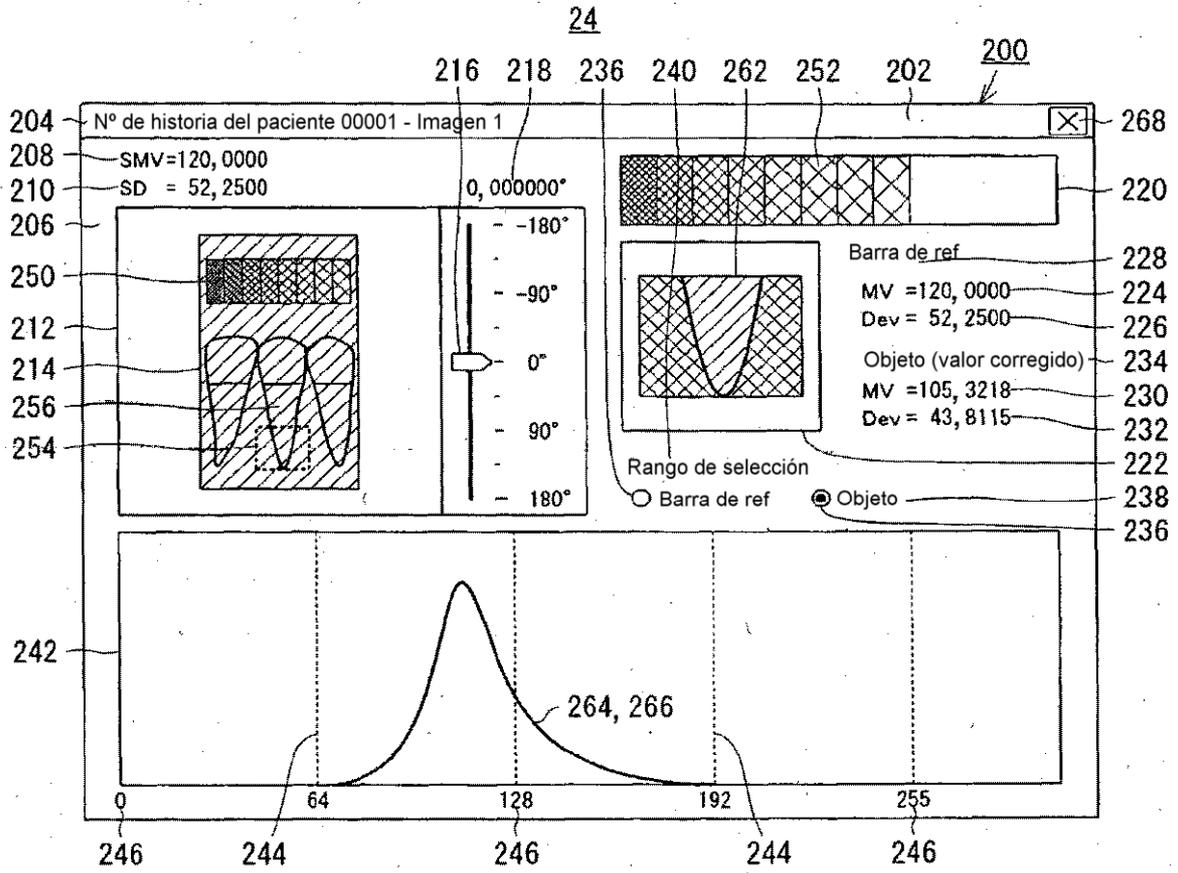


FIG.14

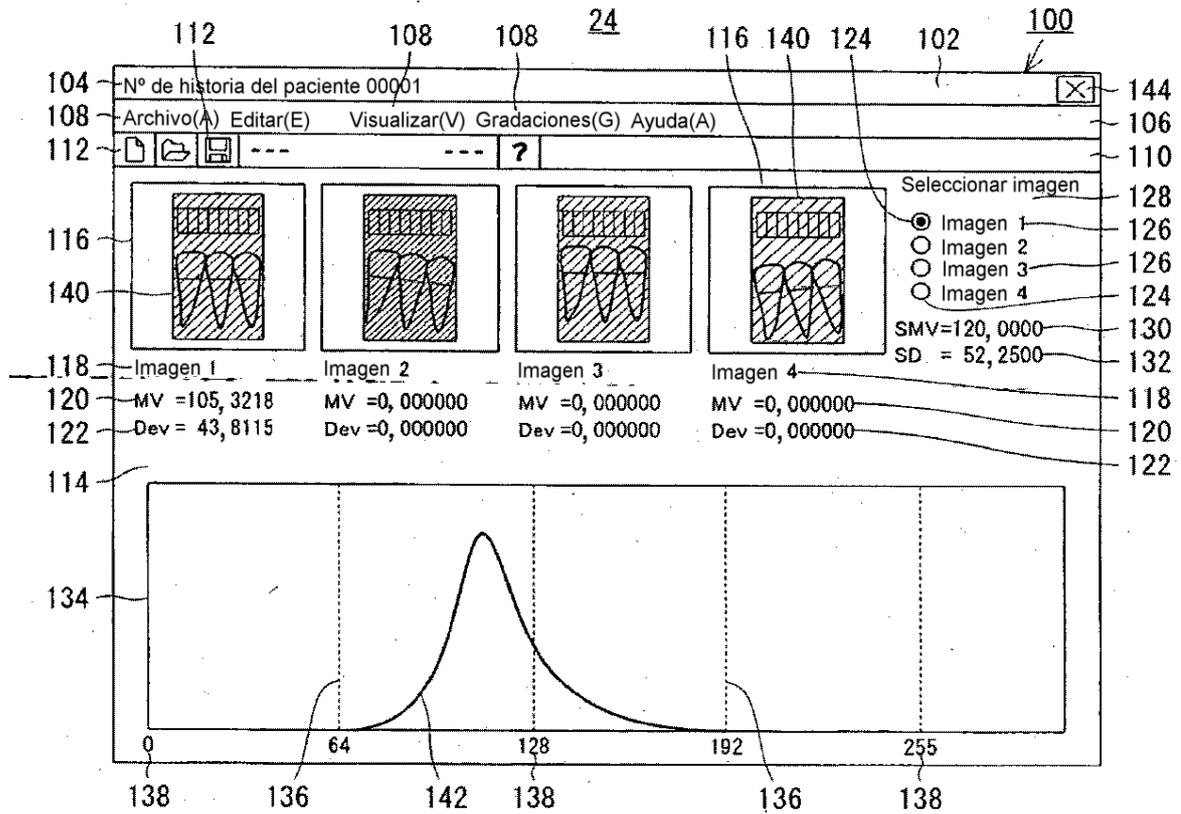


FIG.15

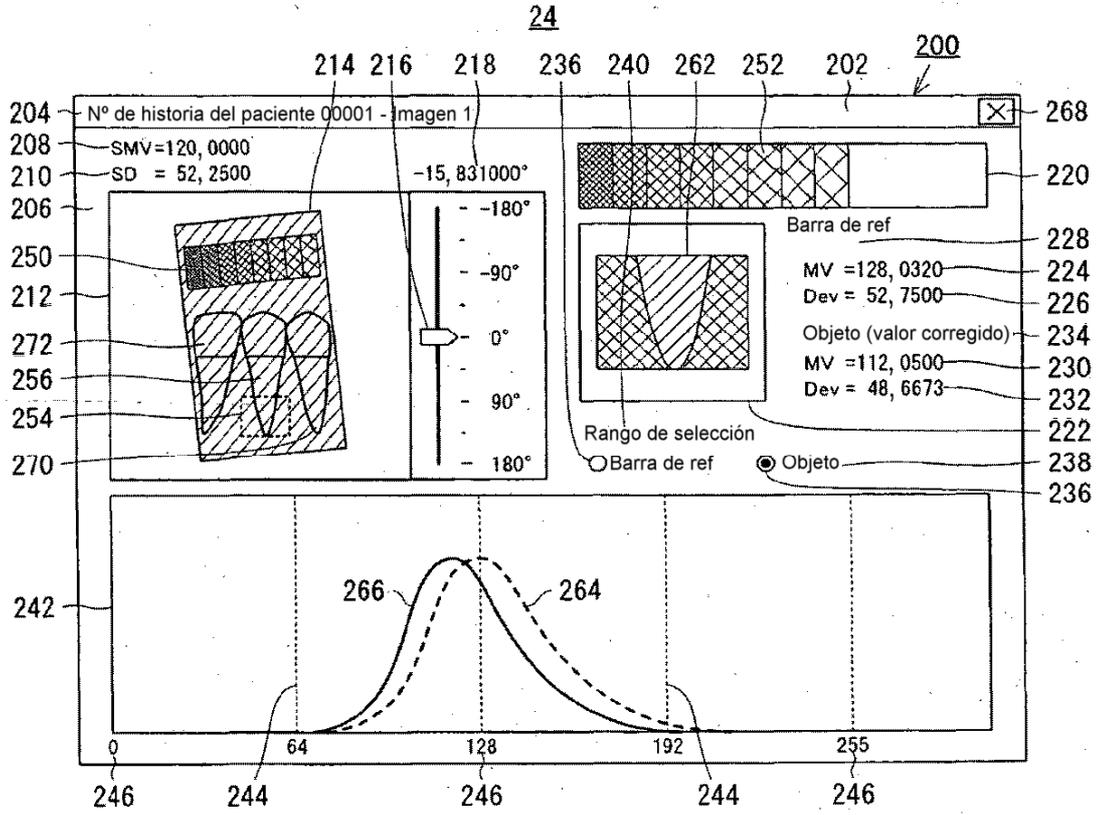


FIG.16

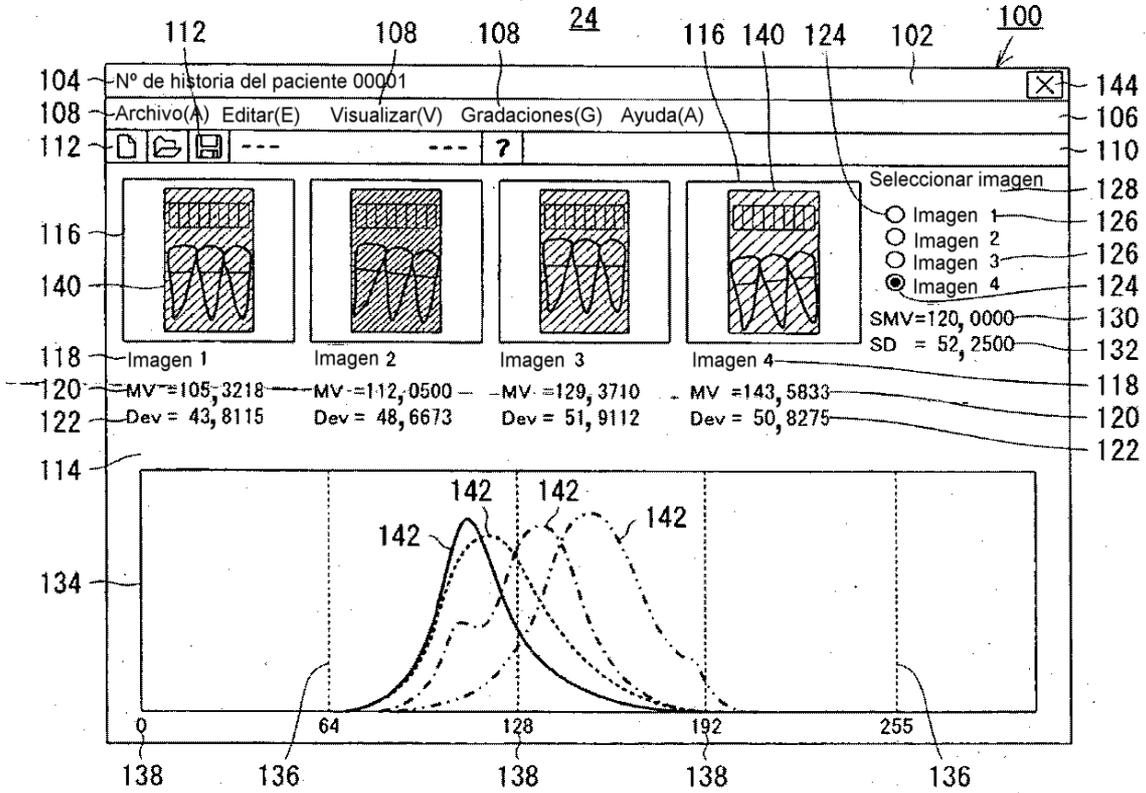


FIG.17

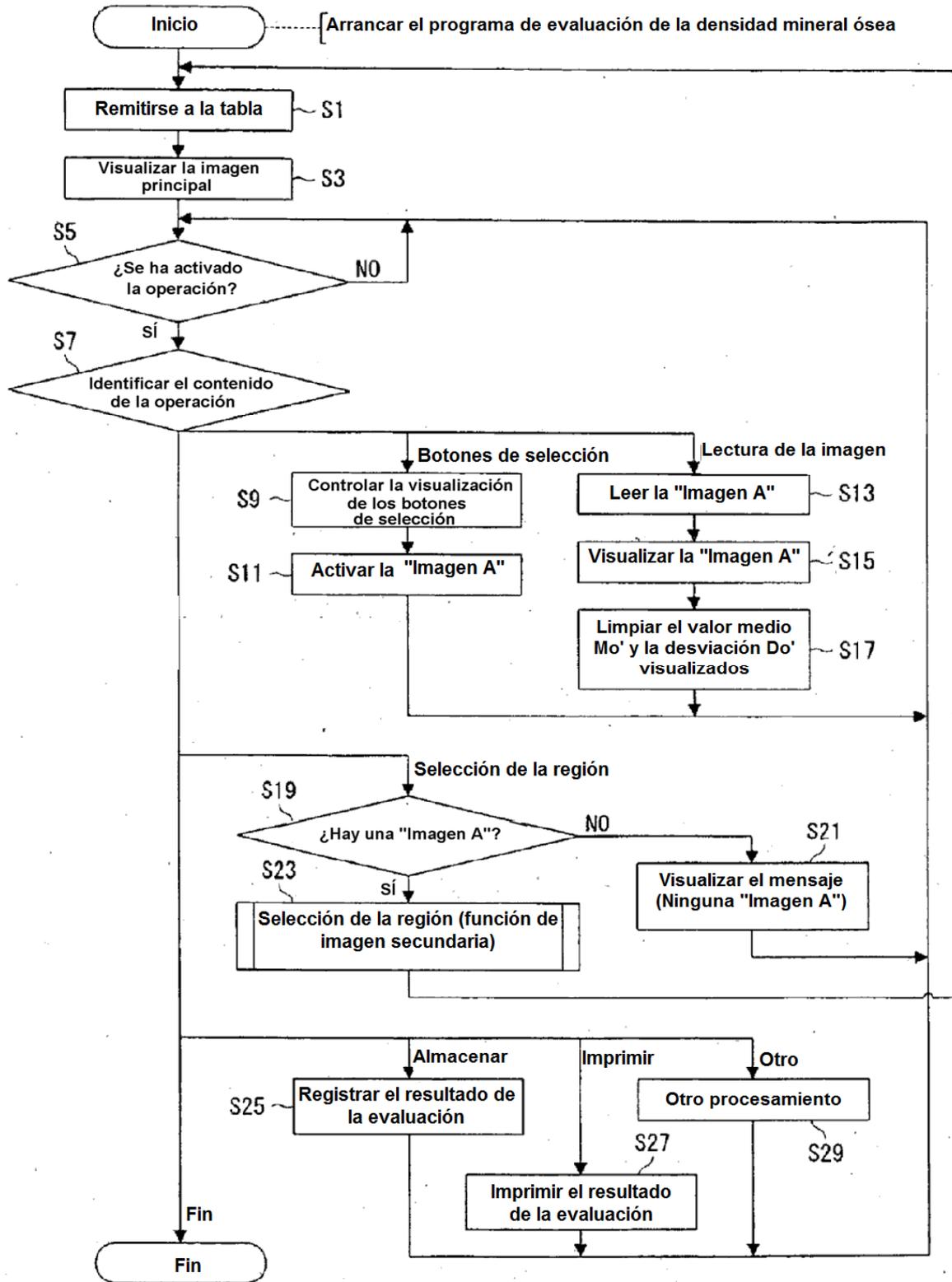


FIG.18

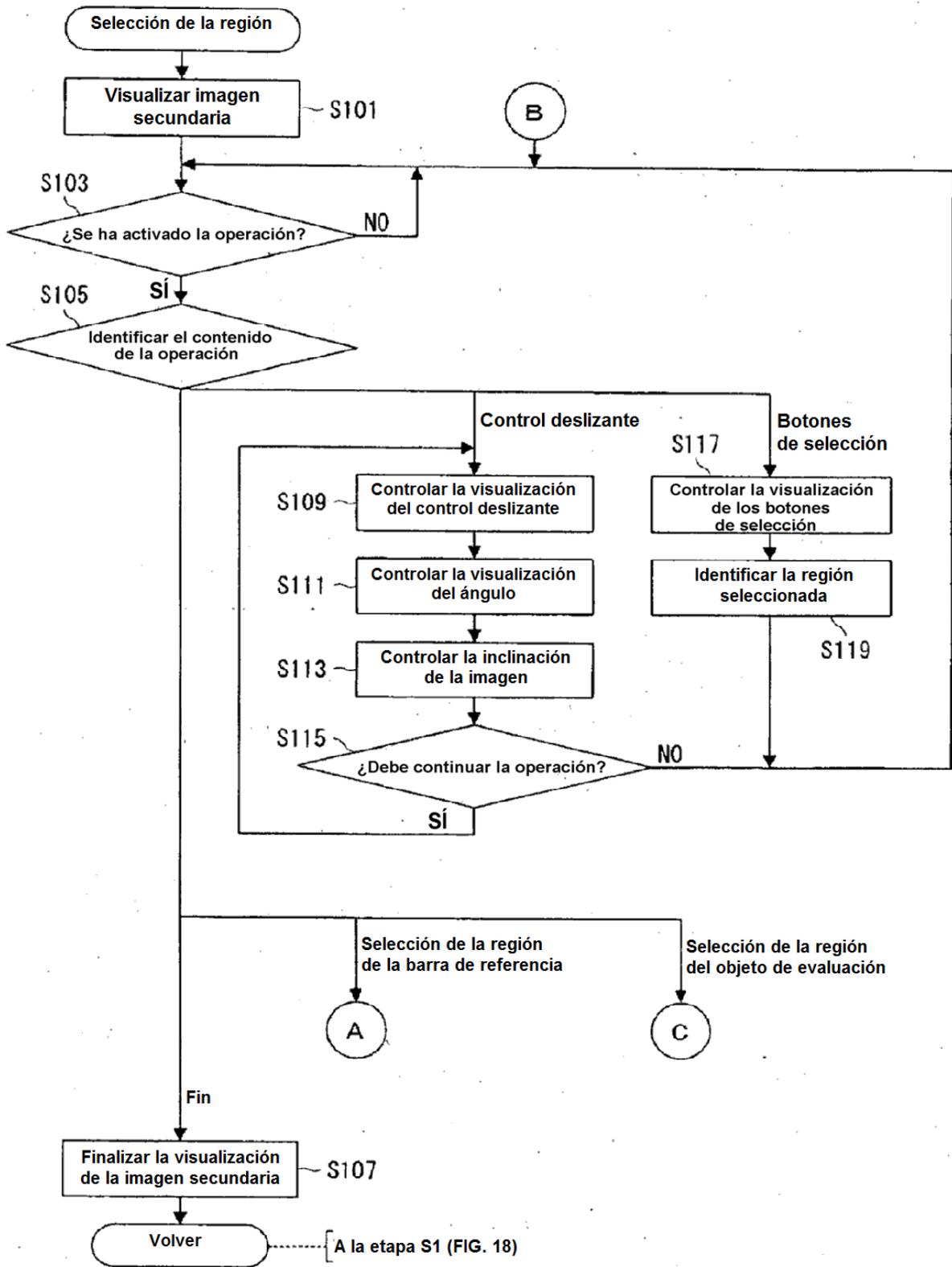


FIG.19

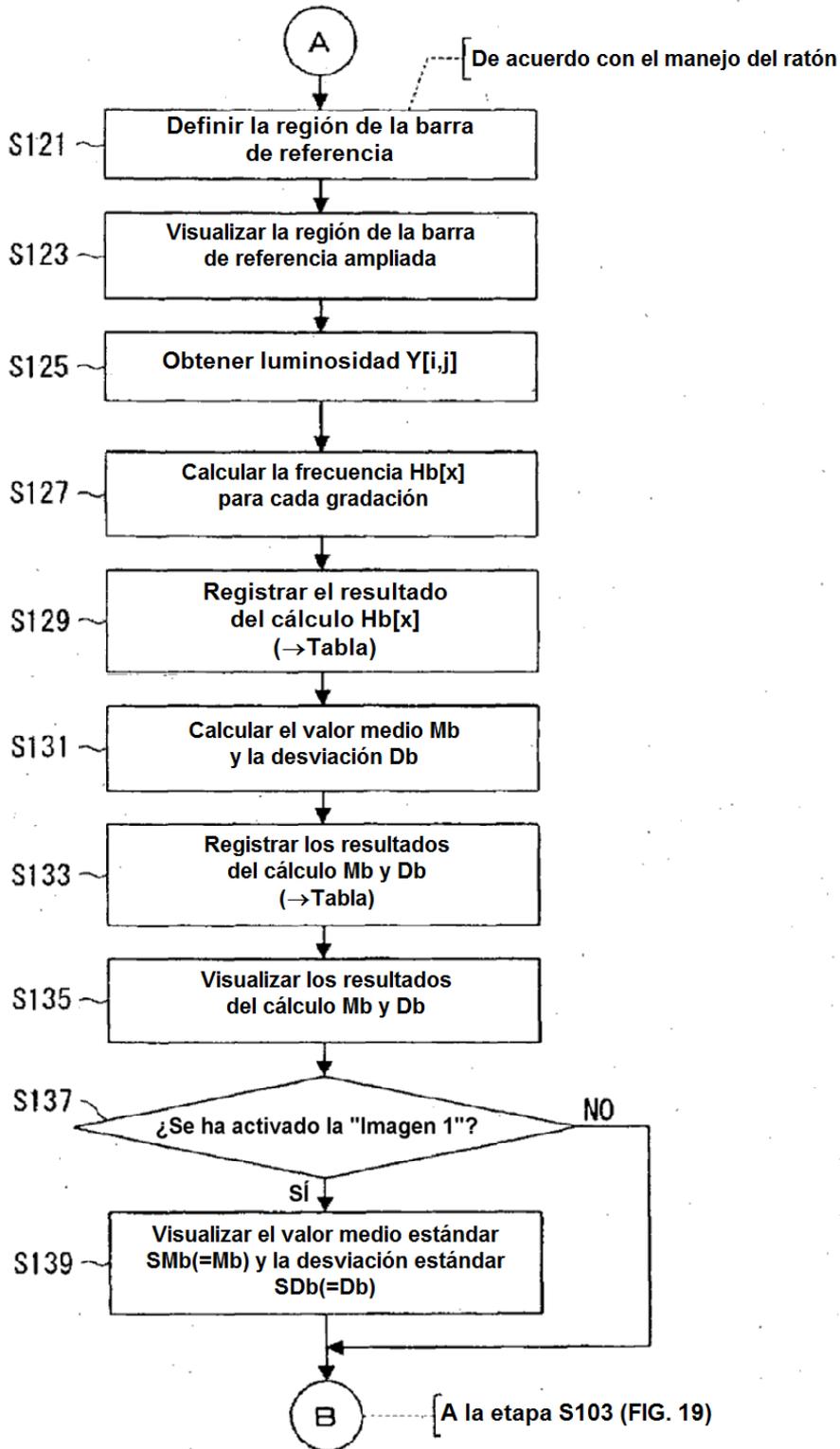


FIG.20

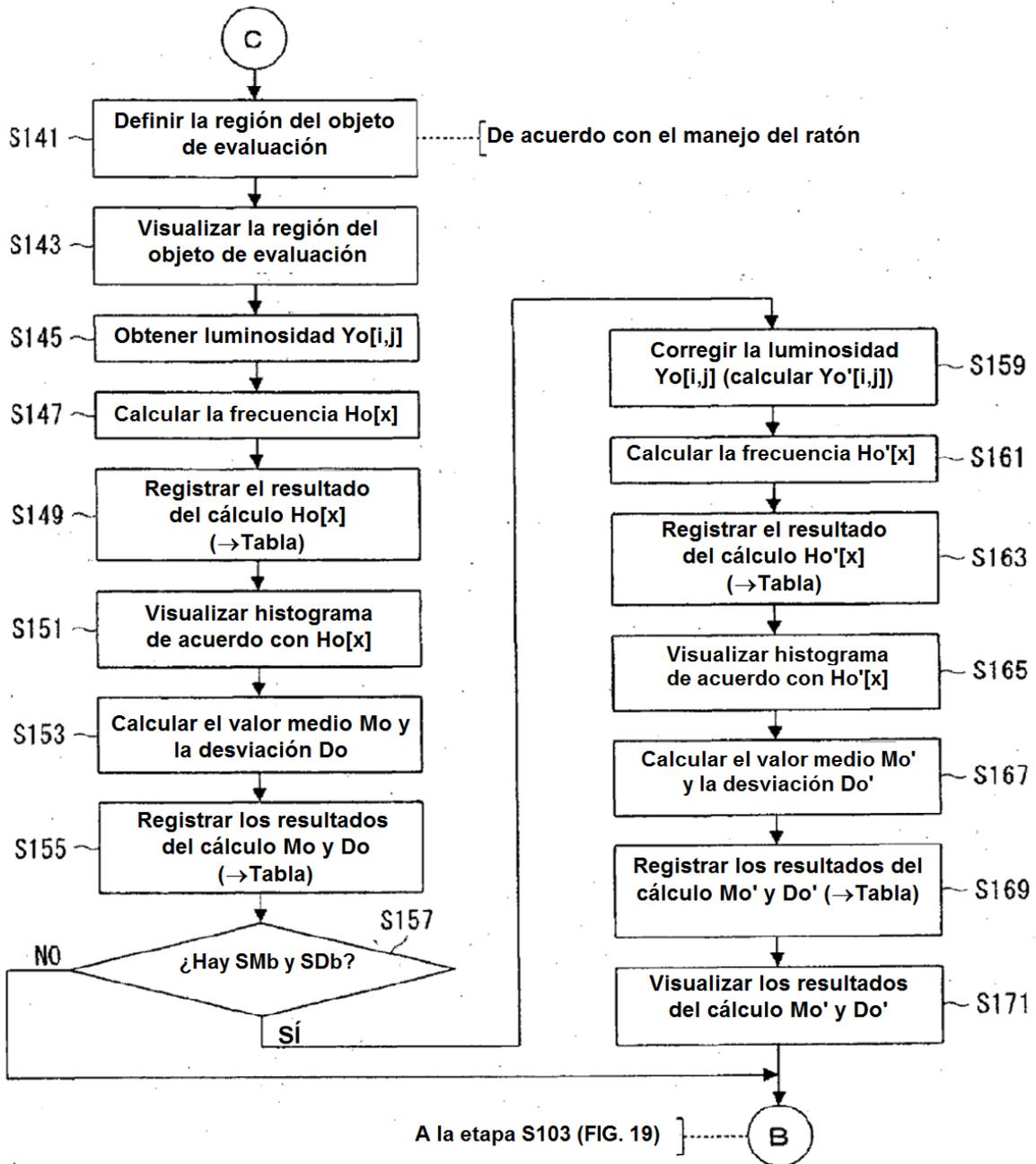


FIG.21

No.	Edad [Años]	Valor de DMO [g/cm ²]	Valor de T [%]	Luminosidad media Mo'
1	50	1,071	106	99,99
2	51	0,702	69	63,03
3	51	0,923	91	96,14
4	52	1,323	131	119,02
5	54	0,924	91	83,54
6	54	0,948	94	104,05
7	55	0,747	74	95,53
8	55	0,929	92	98,68
9	56	1,021	101	113,93
10	56	0,887	88	88,92
11	56	1,049	104	146,36
12	56	1,076	106	99,73
13	58	0,927	92	92,51
14	58	0,711	70	80,53
15	59	0,812	80	73,81
16	59	0,995	98	76,42
17	59	0,814	81	70,16
18	60	0,910	90	83,55
19	60	0,789	79	81,66
20	60	0,826	82	95,09
21	60	0,980	97	95,37
22	61	0,692	68	80,20
23	62	0,729	72	78,35
24	62	0,993	98	64,88
25	62	1,006	99	82,10
26	63	0,813	80	94,69
27	64	0,707	70	72,73
28	65	0,675	67	58,85
29	65	0,592	59	88,14
30	66	0,842	83	96,11
31	66	0,683	68	75,54
32	67	0,527	52	52,28
33	68	0,792	78	80,07
34	69	0,715	71	77,68
35	69	0,780	77	97,32
Promedio	59,66	0,855	84,51	87,34
Coeficiente de correlación con Mo'		0,6439	0,6481	—

FIG.22

Valor de T [%]	Luminosidad media Mo'
70 o menos	71,41
71 ~ 80	84,89
81 ~ 99	87,68
100 o más	115,81

FIG.23

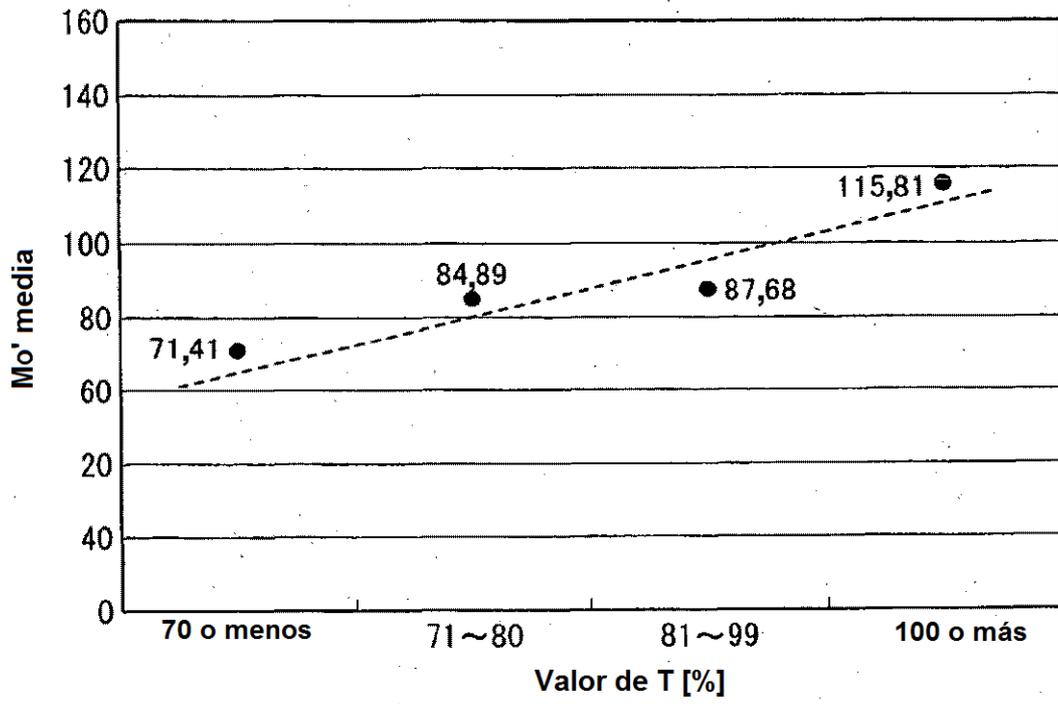


FIG.24

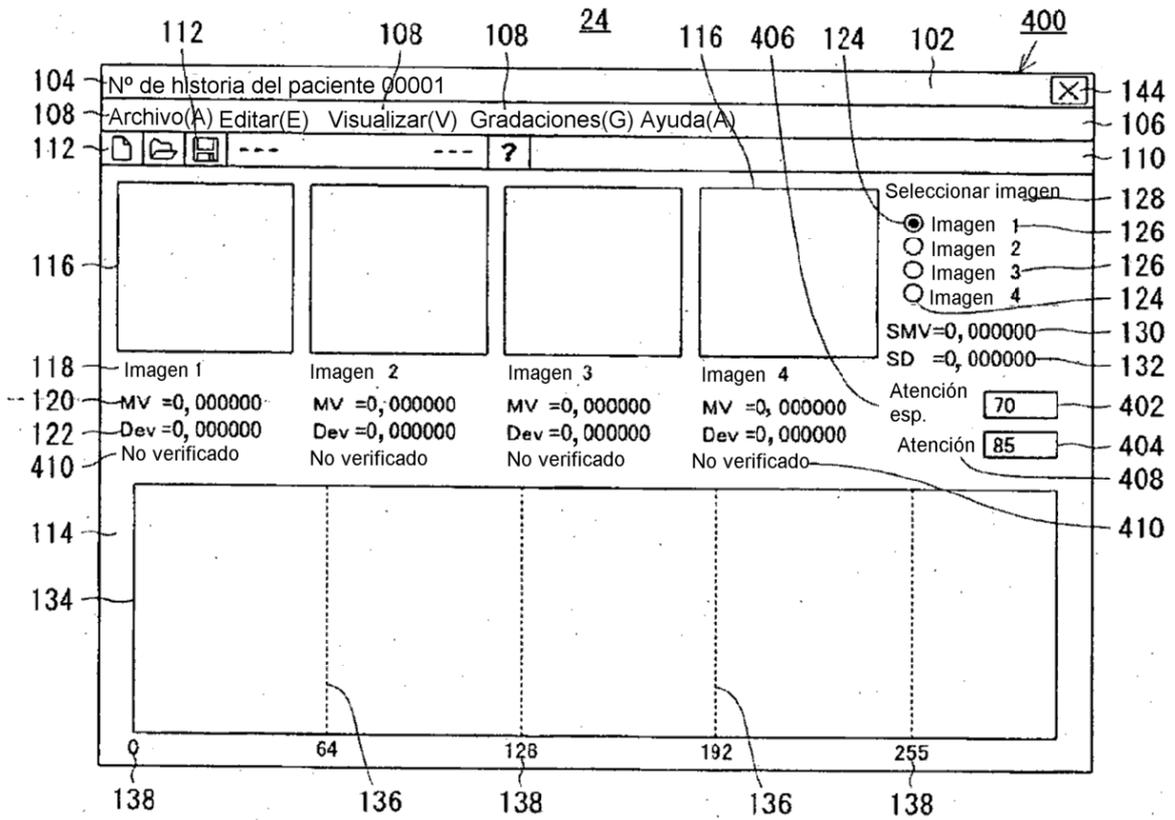


FIG.25

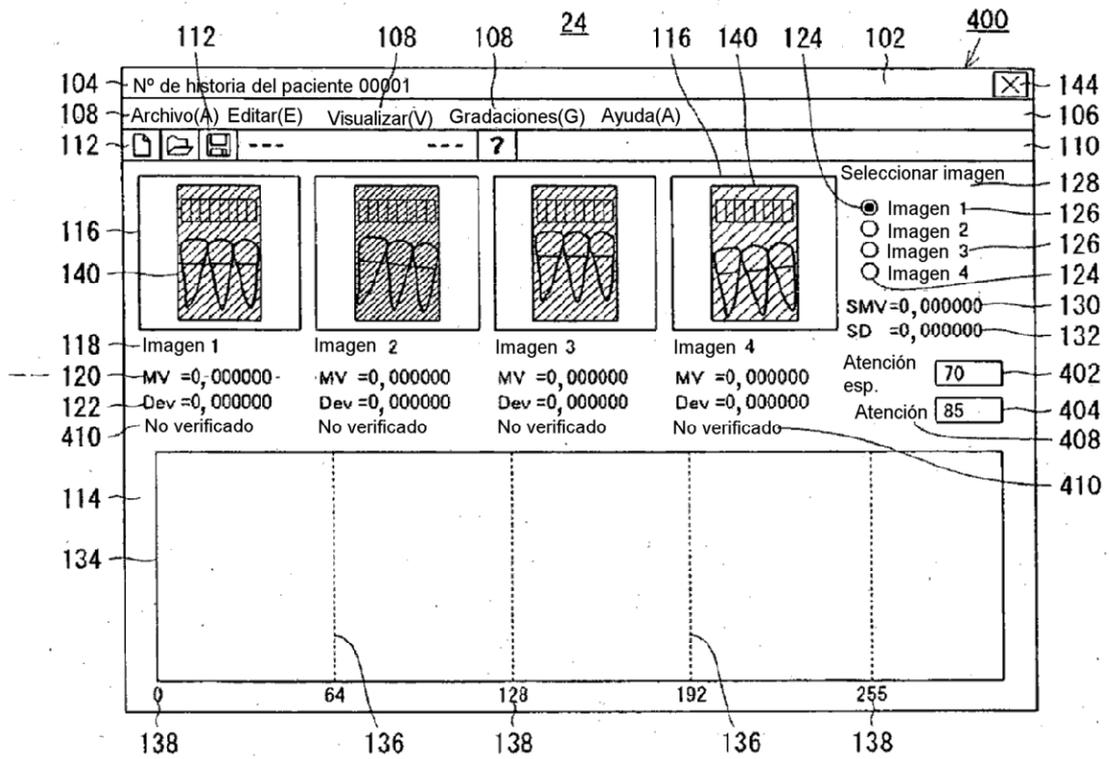


FIG.26

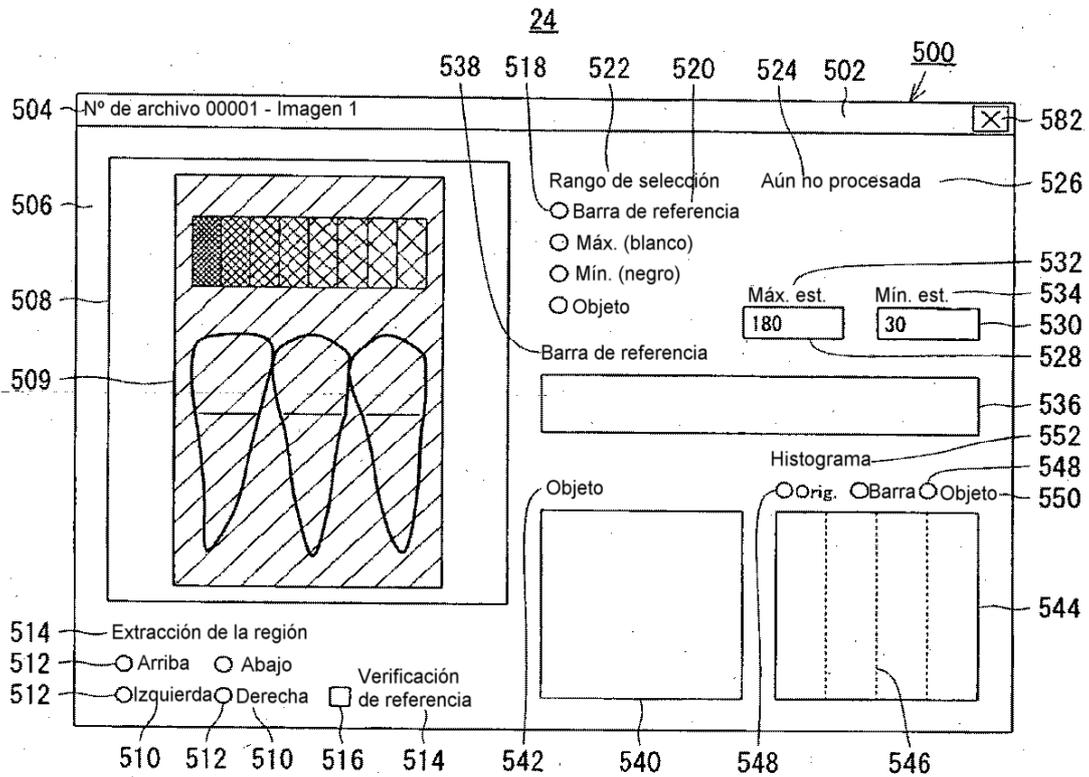


FIG. 27

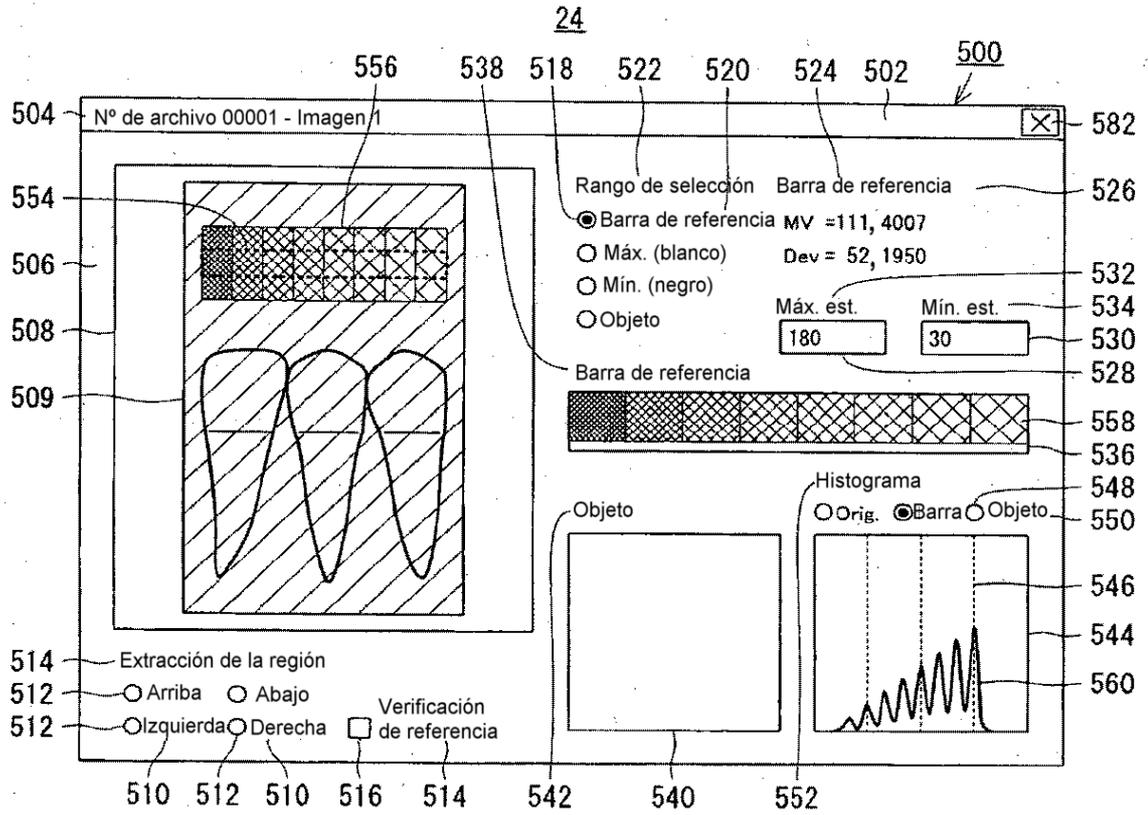


FIG.28

600

ARTÍCULO	Imagen 1	Imagen 2	Imagen 3	Imagen 4
Hb[x]	X			
Mb	X			
Db	X			
Ybmax		X	X	X
Ybmin		X	X	X
Ysmax		X	X	X
Ysmin		X	X	X
Ha' [x]				
Hb' [x]				
Mb'	(SMb)			
Db'	(SDB)			
Ho' [x]				
Mo'				
Do'				

FIG.29

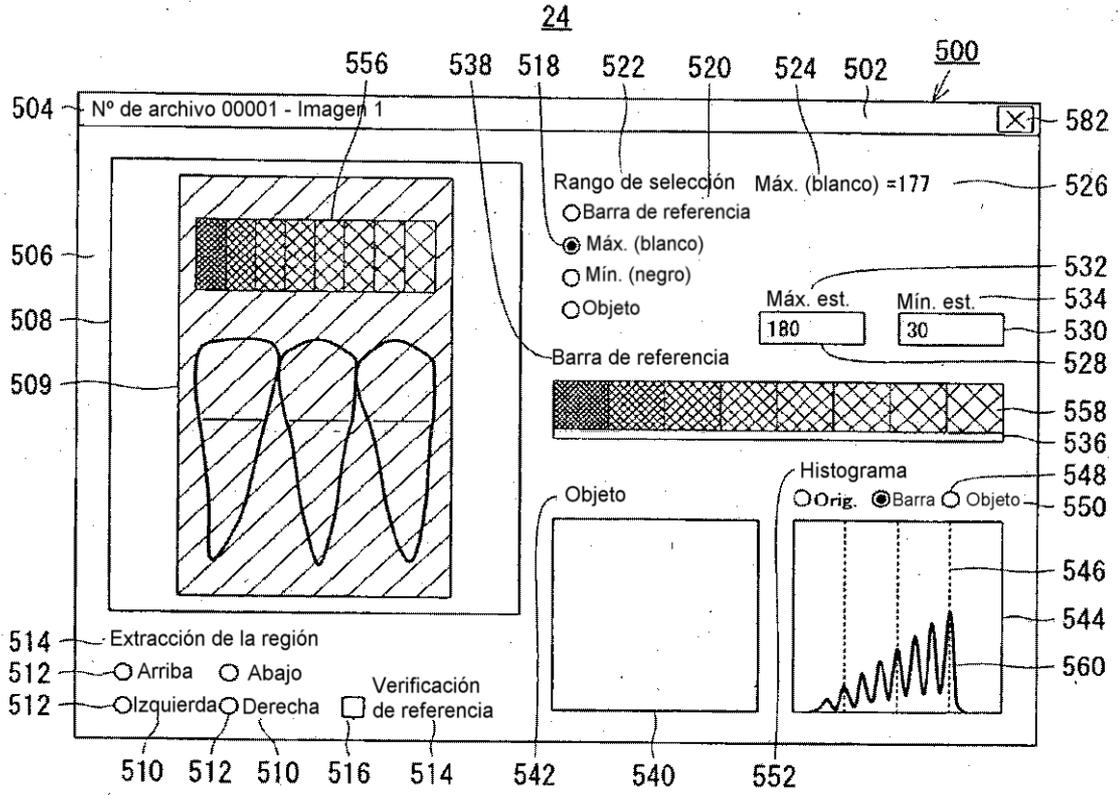


FIG.30

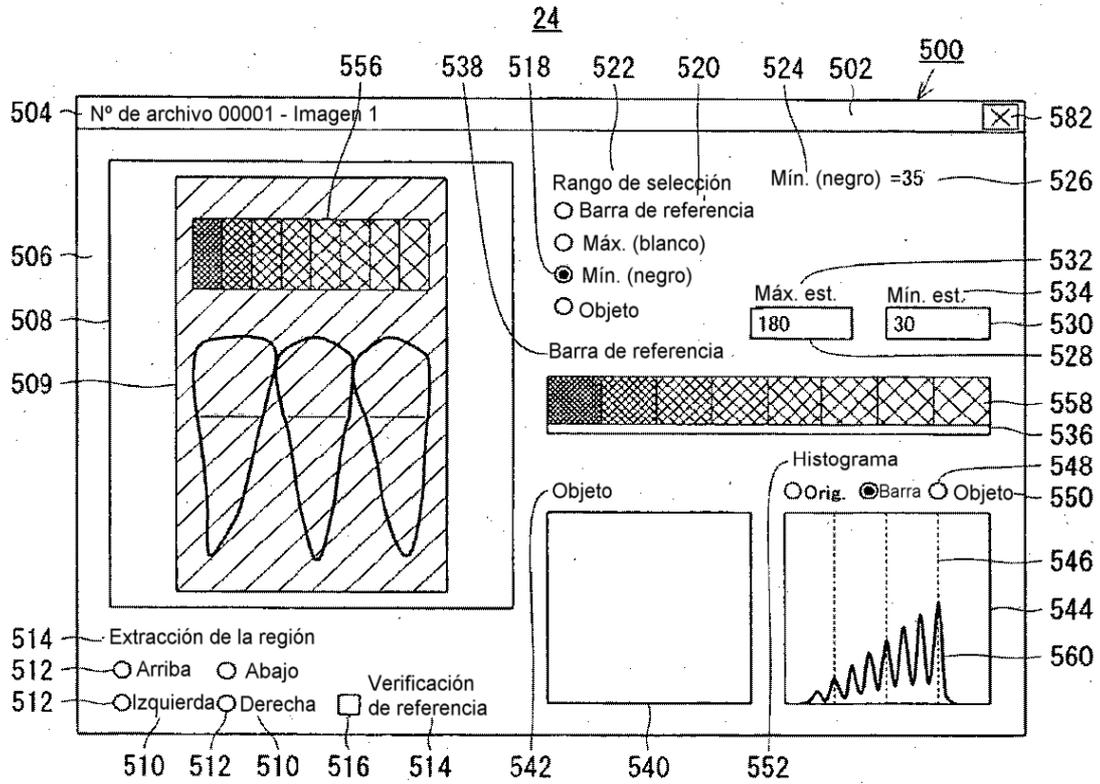


FIG.31

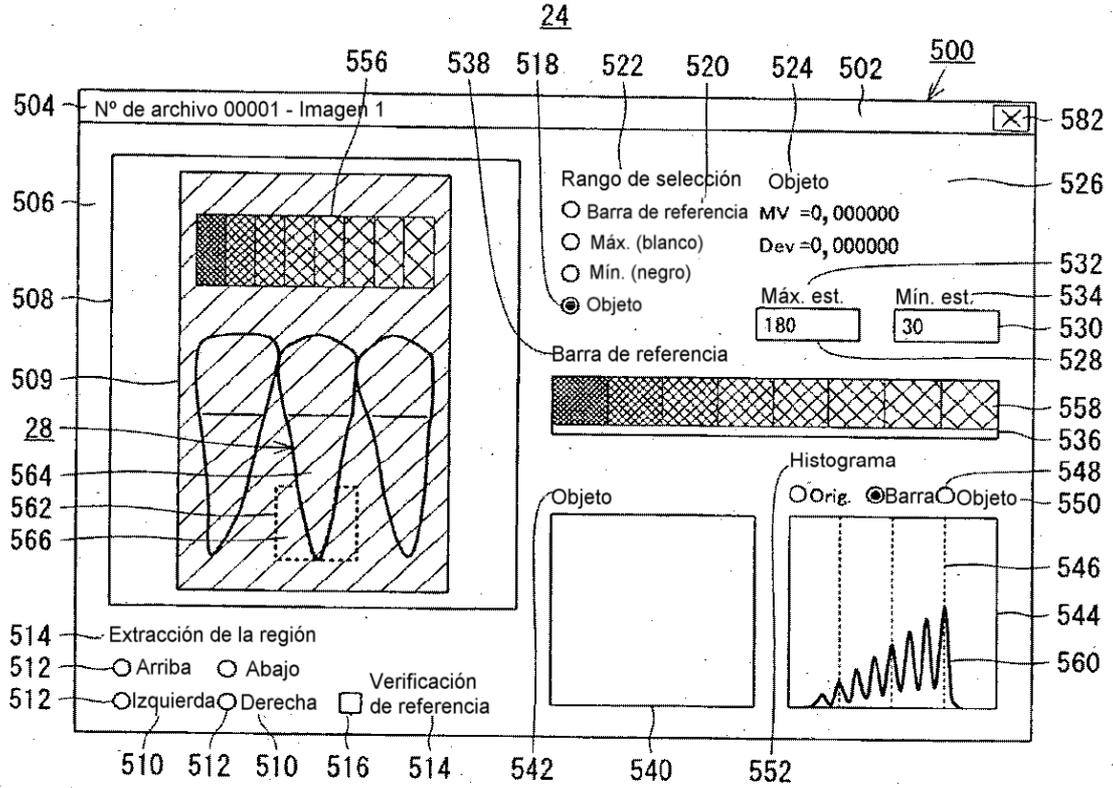


FIG.32

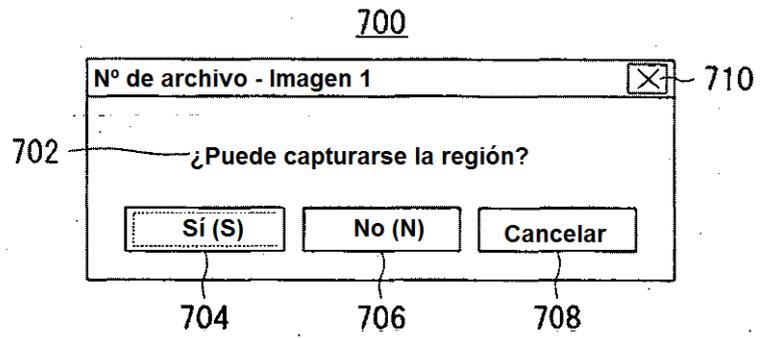


FIG.33

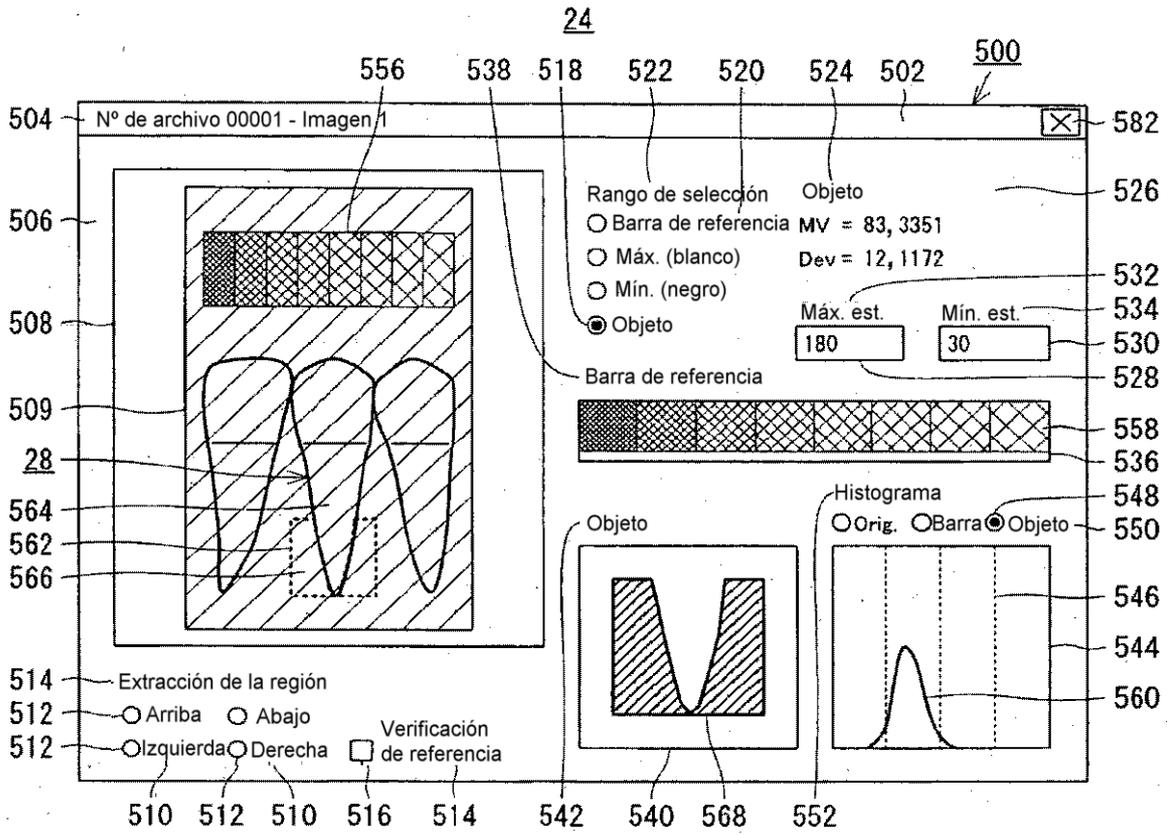


FIG.34

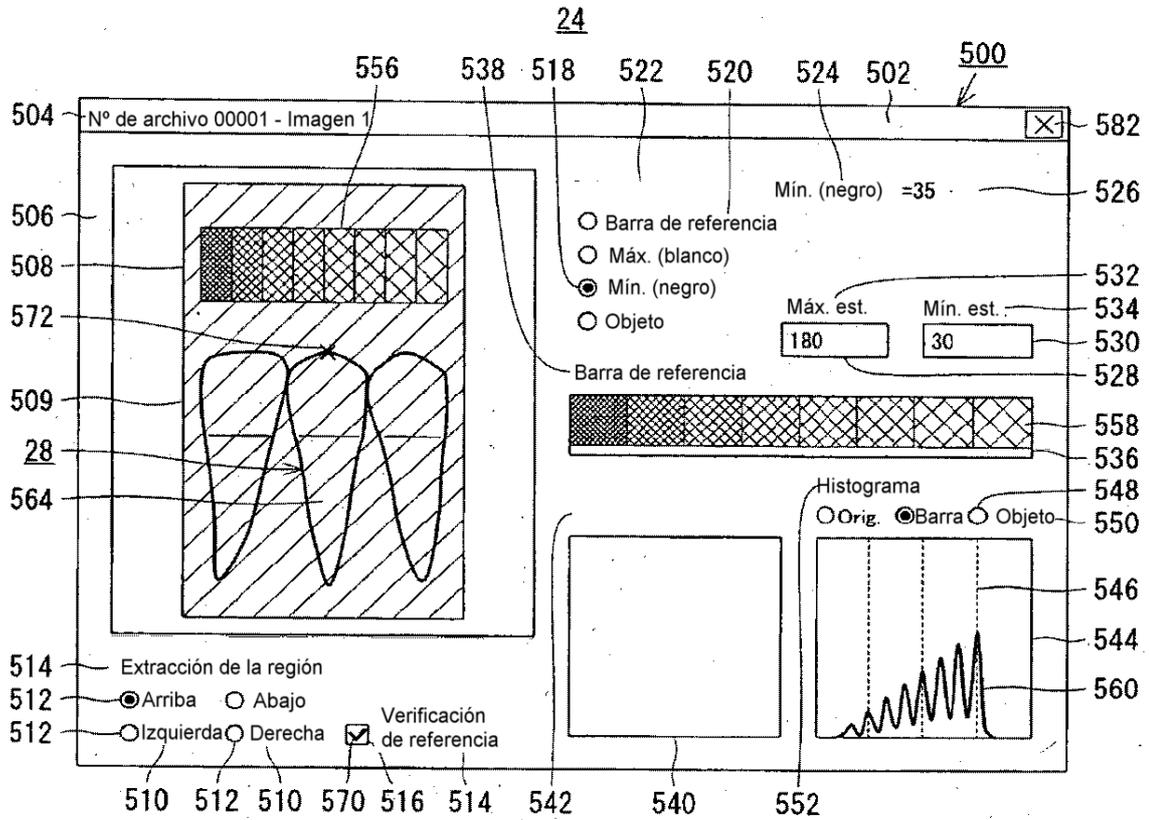


FIG.35

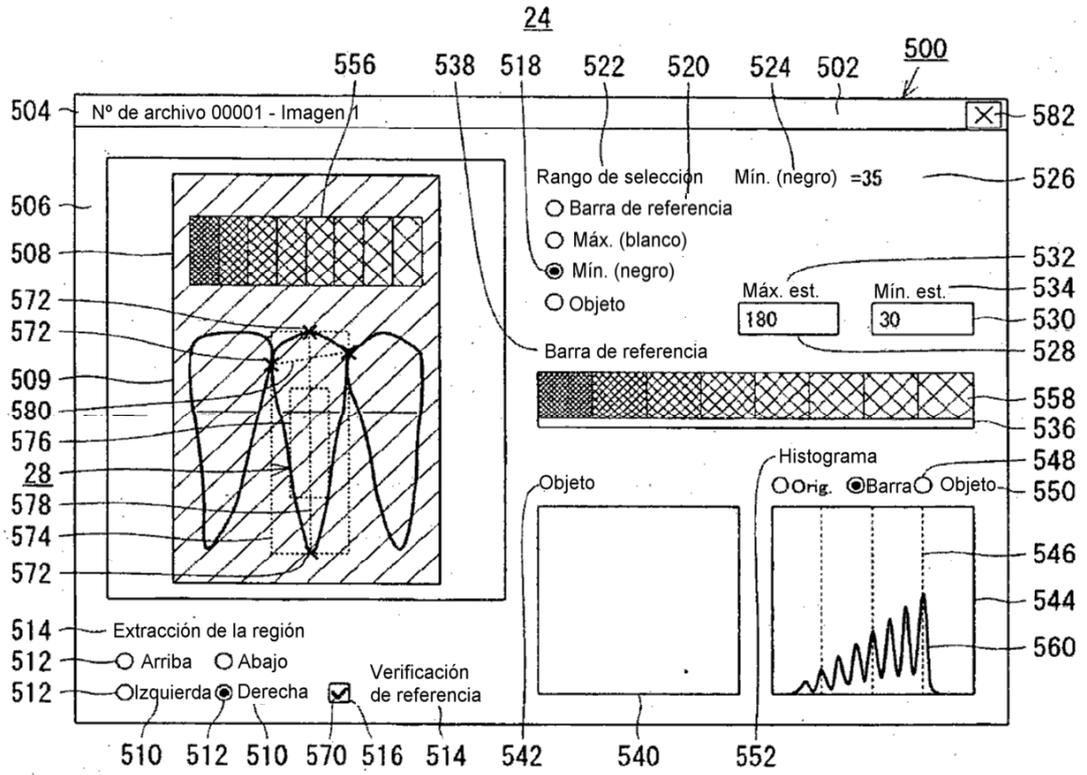


FIG. 36

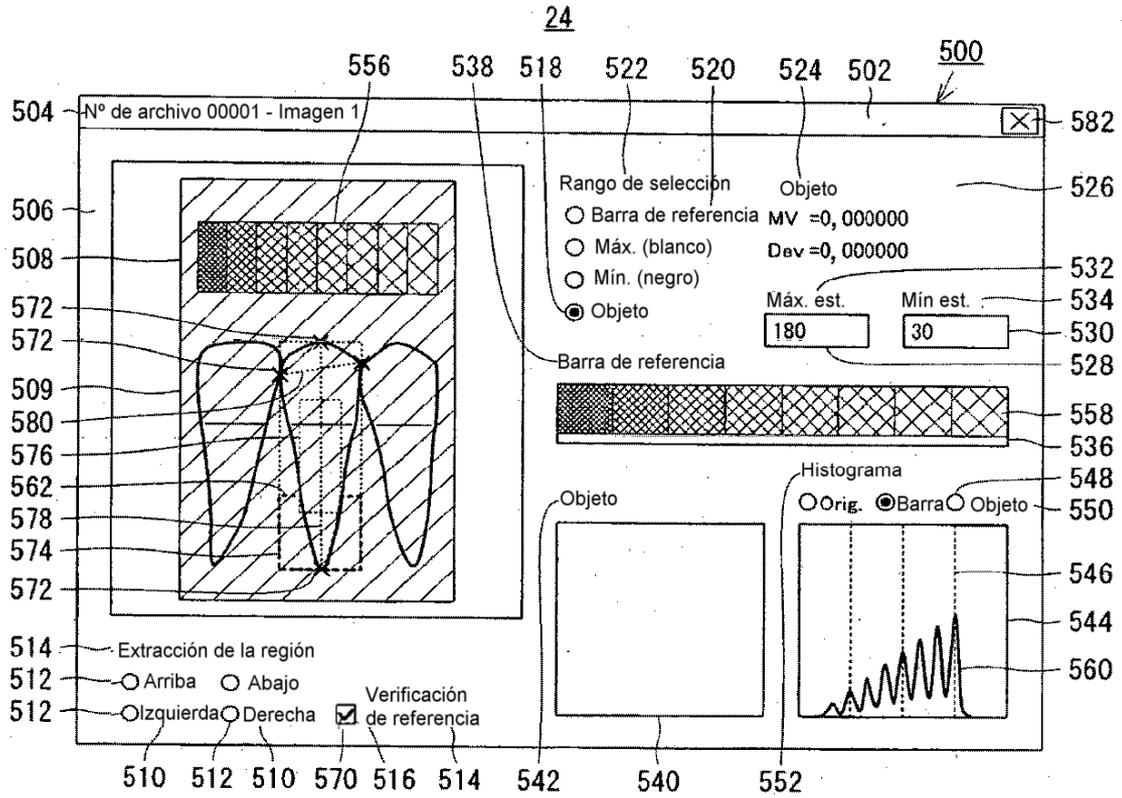


FIG.37

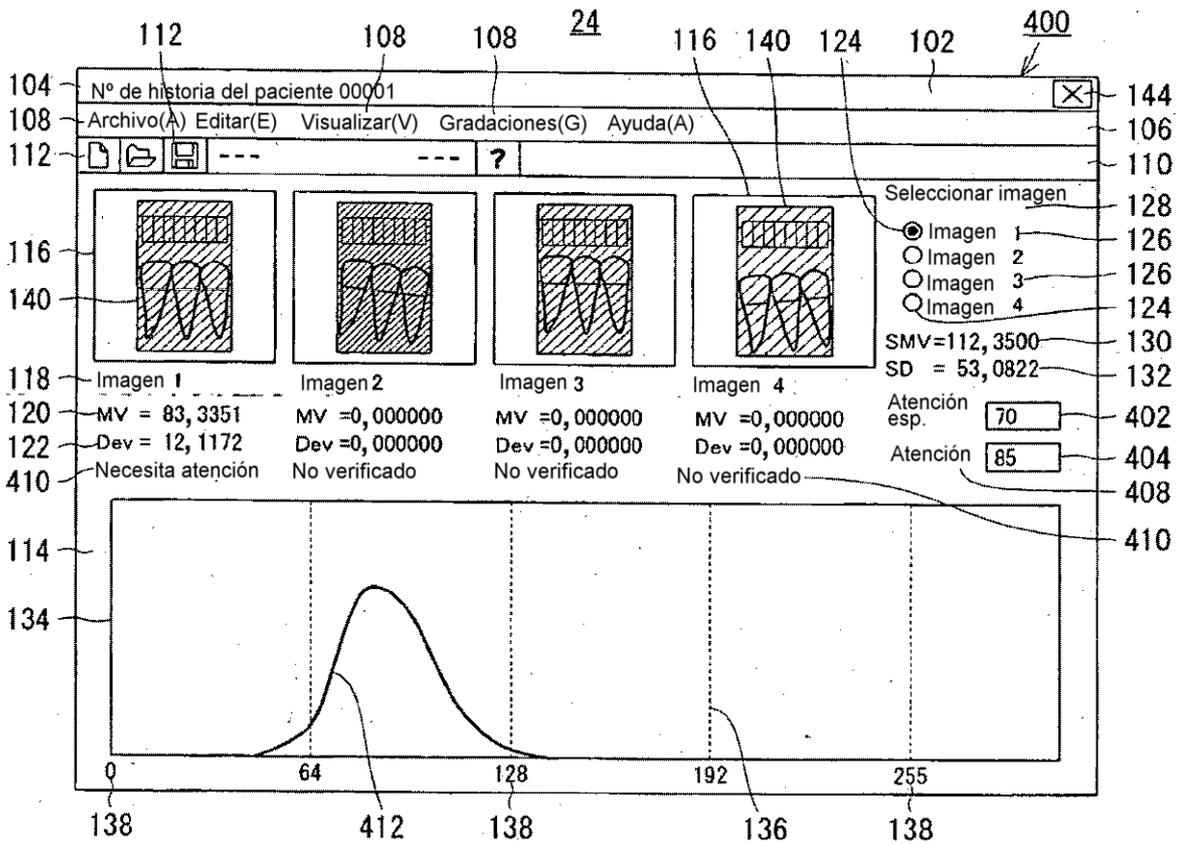


FIG.38

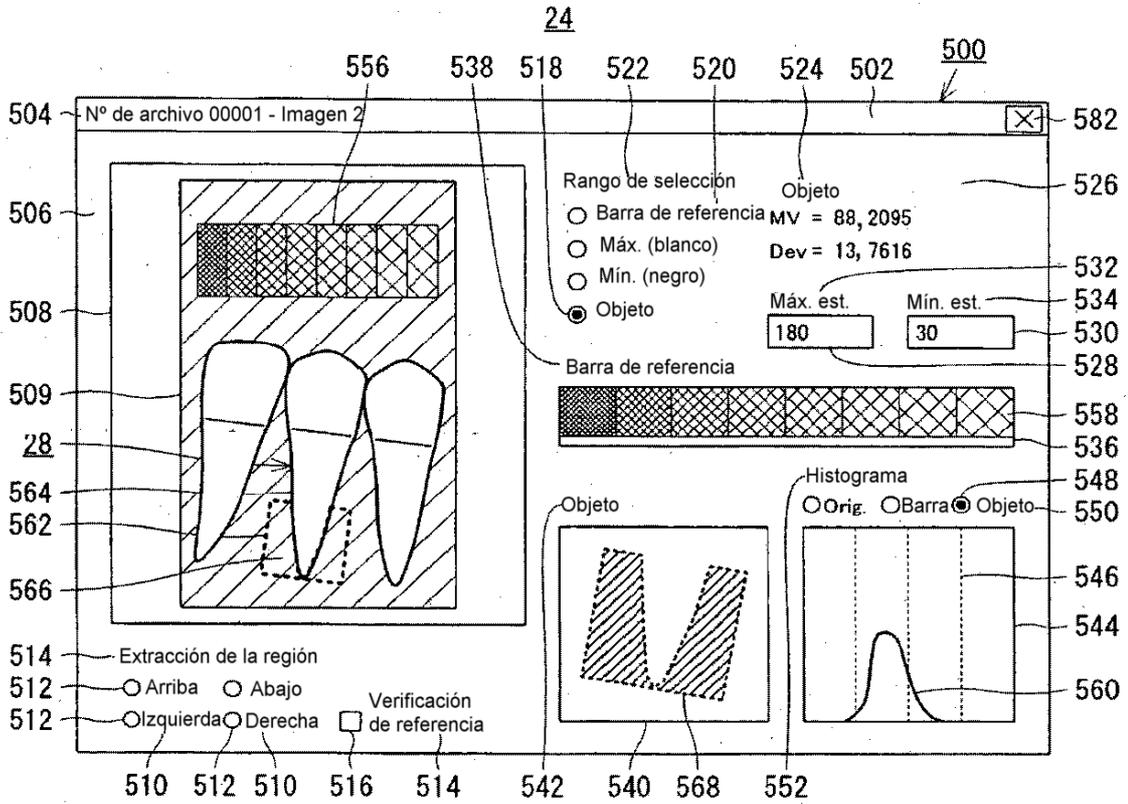


FIG.39

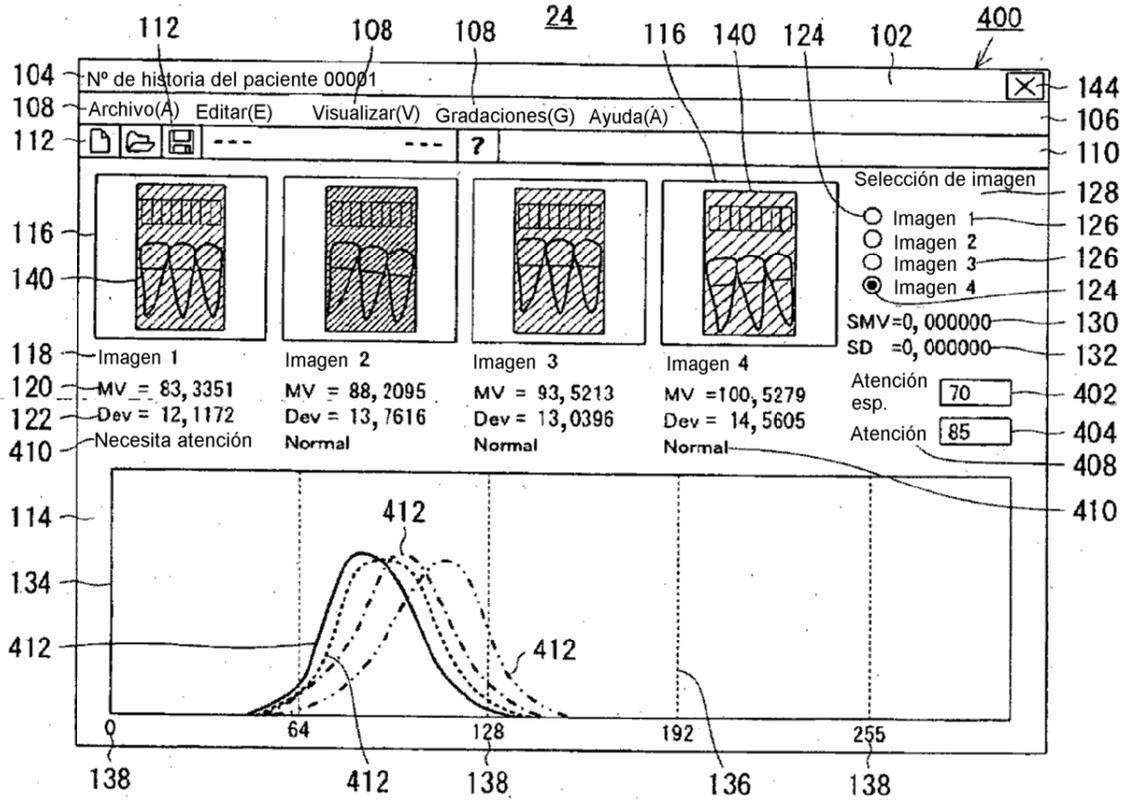


FIG.40