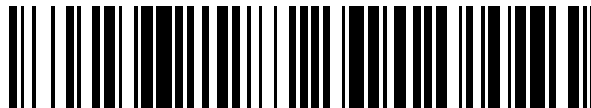


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 301**

51 Int. Cl.:

G03B 42/08 (2006.01)

G02B 26/10 (2006.01)

G01T 1/20 (2006.01)

G02B 27/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2012 PCT/EP2012/004017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13075767**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2012 E 12769012 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 2783370**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la lectura de una placa radiográfica**

30 Prioridad:

22.11.2011 DE 102011119049

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

17.12.2019

73 Titular/es:

**DÜRR DENTAL SE (100.0%)
Höpfigheimer Strasse 17
74321 Bietigheim-Bissingen, DE**

72 Inventor/es:

**PHILIPPS, BERND;
WEBER, MICHAEL y
HACK, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 735 301 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 y procedimiento para la lectura de una placa radiográfica

1. Campo de la invención

La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la lectura de una placa radiográfica expuesta.

5 2. Descripción del estado de la técnica

En la tecnología de rayos X, en particular en la tecnología de rayos X en medicina dental, se utilizan hoy en día placas radiográficas para captar imágenes de rayos X. Estas placas radiográficas comprenden un material de fósforo que está incrustado en una matriz transparente. Esto da lugar a los llamados centros de imagen, que pueden ser llevados a estados metaestables excitados por la luz de los rayos X incidente. Si se expone una de tales placas radiográficas en un aparato de rayos X, por ejemplo para captar la dentadura de un paciente, entonces la placa radiográfica contiene una imagen de rayos X latente en forma de centros de imagen excitados y no excitados.

Para la lectura de las placas radiográficas, estas son exploradas punto por punto con una luz de lectura en un dispositivo de escaneo, con lo que los estados metaestables de los centros de imagen excitados son llevados a un estado que se relaja rápidamente con la emisión de luz fluorescente. Esta luz fluorescente puede ser detectada con la ayuda de una unidad de detector, de modo que la imagen de rayos X se puede hacer visible con una electrónica de evaluación correspondiente.

Los dispositivos de escaneo convencionales, como por ejemplo un escáner de tambor, guían la placa radiográfica a lo largo de una superficie cilíndrica sobre un espacio de lectura. En el interior de la superficie cilíndrica está previsto como unidad de desviación un espejo giratorio que genera un rayo de lectura circulante. Este incide a través del espacio de lectura sobre la placa radiográfica y lee esta punto por punto. Mientras tanto, la placa radiográfica es pasada por delante del espacio de lectura con un accionamiento mecánico, de modo que es captada toda la superficie de la placa radiográfica.

En tal escáner de tambor, en particular en el ámbito de la medicina dental en el que se utilizan placas radiográficas por lo general de pequeño tamaño, es desfavorable que la placa radiográfica está dispuesta solo a lo largo de una zona pequeña del contorno del cilindro. Por tanto, durante una gran parte del tiempo de lectura, el rayo de lectura discurre en una zona donde no existe placa radiográfica, de modo que el rayo de lectura incide en la placa radiográfica en promedio solo durante aproximadamente el 10% del tiempo de lectura. Esto conduce a tiempos de lectura innecesariamente largos.

Por el documento JP 2008 209466 A es conocido un dispositivo para la lectura de una placa radiográfica expuesta según el preámbulo de la reivindicación 1. En el caso de este dispositivo conocido, la placa radiográfica es pasada por delante de un rayo de luz de lectura que oscila de un lado a otro en un plano. Esta oscilación es generada por un microespejo que oscila en torno a un eje.

Por el documento EP 0 446 384 A1 es conocido un aparato de diagnóstico de rayos X con una pantalla de iluminación de almacenamiento para el almacenamiento latente de la imagen de rayos X respectiva. Para la reproducción de la imagen, la pantalla de iluminación de almacenamiento es excitada elemento de imagen por elemento de imagen por exploración de toda la superficie con un rayo de exploración para irradiar.

Por el documento US 2004/0256921 A1 es conocido un espejo MEMS que puede oscilar en torno a un eje. El espejo oscila en este caso con su frecuencia de resonancia y es excitado por señales de conmutación generadas periódicamente.

El documento US 2009/0153932 A1 da a conocer un espejo MEMS similar que sin embargo puede oscilar en torno a dos ejes.

Compendio de la invención

Por tanto, un objeto de la invención es indicar un dispositivo y un procedimiento con los que se mejore la eficiencia de la lectura.

Respecto al dispositivo, este objeto se consigue mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1.

Según la invención se ha reconocido que con un espejo controlable que pueda bascular de un lado a otro, la luz de lectura puede ser guiada de manera que esta incida sobre la placa radiográfica la mayor parte del tiempo. De esta forma se reduce el tiempo que es necesario en total para la lectura de una placa radiográfica.

El microespejo puede estar realizado como microespejo MEMS (MEMS: microelectromechanical system). Es característico de la tecnología MEMS la integración de elementos mecánicos, accionadores y electrónica sobre un sustrato común, de modo que la fabricación se realice de un modo semejante a los procesadores y tarjetas de memoria y comprende la aplicación de capas de material y ataque selectivo posterior. Los microespejos MEMS son muy seguros

y debido a su baja masa reaccionan muy rápidamente a las señales de excitación, de modo que pueden conseguirse altas velocidades de desviación.

5 Por una desviación en torno a dos ejes, una placa radiográfica plana puede ser explorada también sin un movimiento relativo entre la unidad de desviación y la placa radiográfica. Los dos ejes están dispuestos preferiblemente paralelos a los bordes de la placa radiográfica que suele ser rectangular.

En un ejemplo de realización, el espejo puede bascular continuamente en torno a los dos ejes de basculación entre dos posiciones finales. Por una posibilidad de basculación continua a lo largo de los ejes de basculación, el microespejo puede explorar una línea de exploración continua sobre la placa radiográfica.

10 Además, puede estar prevista una unidad de control que controla el espejo que oscila con o cerca de su frecuencia propia.

15 Un microespejo MEMS por lo general dispone de una suspensión de cardán, cuyos puntos de suspensión están realizados como articulaciones de cuerpo sólido. Como resultado, el microespejo forma con las articulaciones de cuerpo sólido un sistema que puede oscilar que tiene una frecuencia propia por cada grado de libertad. Si el microespejo es accionado con o cerca de la frecuencia propia, entonces se consiguen amplitudes de oscilación lo más altas posibles con el mínimo gasto energético.

El espejo puede asimismo presentar frecuencias propias diferentes en torno a los dos ejes de basculación. De esta manera, con un gasto de energía bajo se consiguen frecuencias de oscilación diferentes en diferentes direcciones de exploración.

20 Preferiblemente, con la luz de lectura es explorado un patrón predeterminado en la placa radiográfica, pudiendo el patrón recubrir toda la placa radiográfica con una densidad uniforme. Por una densidad uniforme en la exploración de la placa radiográfica, la relación señal-ruido y la resolución de la imagen de rayos X leída se mantienen aproximadamente constantes a través de toda la placa radiográfica.

25 Si una unidad de control controla el espejo de tal manera que sobre la placa radiográfica con la luz de lectura sea explorada una figura de Lissajous, entonces solo se puede conseguir una exploración completa de toda la placa radiográfica por excitación de las oscilaciones propias. De esta forma se simplifica considerablemente el control del espejo. En particular, el microespejo y la placa radiográfica pueden estar dispuestos uno respecto al otro de manera que la figura de Lissajous se extienda más allá de los bordes de la placa radiográfica. La parte del patrón que sobresale por uno de los bordes corresponde preferiblemente a entre el 5% y el 15% de la dimensión de la placa radiográfica transversal a este borde.

30 En el caso de las figuras de Lissajous, la unidad de control puede accionar el espejo en torno a los dos ejes de basculación con frecuencias que correspondan a un múltiplo grande de una frecuencia base, preferiblemente diferentes, preferiblemente enteros, en particular 0,5 veces el número deseado de filas o columnas de la imagen, y/o que se diferencien ligeramente entre si de tal múltiplo entero, en particular en aproximadamente un 10% de la frecuencia más pequeña. La ligera diferencia puede ser también solo aproximadamente el 2% de la frecuencia más pequeña. Por ejemplo, se pueden usar frecuencias de 30 Hz y 40 Hz, de modo que la frecuencia base sería de 10 Hz y resulta una relación de 3:4. Si las dos frecuencias o múltiplos de frecuencia de la figura de Lissajous se diferencian ligeramente, entonces es explorada una figura de Lissajous movida. Movida significa aquí una figura de Lissajous que cambia de manera similar a una pulsación. De esta forma puede ser explorada toda la placa radiográfica. Otro método para explorar toda la placa radiográfica consiste en utilizar múltiplos enteros grandes, en particular 0,5 veces el número de filas o el número de columnas deseado de la imagen. Grande significa en este contexto, en particular, que las dos frecuencias con las que es accionado el espejo son más de 250 veces, preferiblemente más de 500 veces, una de la otra.

45 A la unidad de detector está conectada según la invención una unidad de evaluación que en el curso de la evaluación, en particular por un factor de corrección específico de la posición, tenga en cuenta que por el movimiento de oscilación del espejo son explorados diferentes puntos de la placa radiográfica más o menos frecuentemente y/o durante más o menos tiempo.

50 Al explorar figuras de Lissajous y algunos otros patrones, algunos puntos son explorados varias veces y otros puntos solo una vez. Como resultado, los centros de imagen que en la exploración posterior permanecen aún en estado excitado son leídos adicionalmente. La reducción creciente de los centros de imagen excitados después de cada exploración adicional de un punto pueden ser tenidos en cuenta, por ejemplo, por un promedio ponderado. La exploración diferente de distintos puntos puede conducir, sin embargo, a una relación señal-ruido local diferente. La unidad de evaluación puede acceder en el curso de la evaluación a una tabla de corrección que fue creada sobre la base de mediciones de calibración.

55 Las figuras de Lissajous pueden ser simuladas matemáticamente y las intensidades detectadas ser corregidas de forma correspondiente. Sin embargo, es mejor una calibración utilizando placas radiográficas de calibración, por ejemplo una placa radiográfica expuesta de manera uniforme. Una vez leída esta, las intensidades obtenidas son convertidas en valores de corrección que son almacenados en la tabla de corrección.

El dispositivo puede comprender un detector de sincronización, preferiblemente un fotodiodo, con el cual puede ser detectada la luz de lectura en un lugar de exploración predeterminado para sincronizar la unidad de evaluación con el movimiento del espejo. De esta forma, si es requerida por la unidad de evaluación, la detección de la señal del detector es sincronizada con el movimiento de exploración del rayo de luz de lectura.

5 Puede estar prevista una unidad de control con la que puedan ser generados impulsos periódicos que estimulen la oscilación del espejo. En este caso, la periodicidad, el ancho del impulso, la forma del impulso y/o la altura del impulso pueden ser variables para influir en la amplitud de oscilación excitada y/o en la frecuencia de oscilación del espejo, con lo que pueden ser generados diferentes patrones.

10 No obstante, también puede estar prevista una unidad de control con la que se pueda controlar el espejo con una tensión de diente de sierra o un voltaje triangular. De esta forma la placa radiográfica puede ser leída de manera uniforme.

15 También pueden estar dispuestos varios espejos en una matriz de espejos. En este caso pueden ser asignados diferentes espejos a diferentes zonas de la placa radiográfica. Por ejemplo, con dos espejos biaxiales pueden ser generadas sucesivamente dos figuras de Lissajous dispuestas una junto otra para poder leer completamente placas radiográficas grandes.

20 Los espejos de la matriz de espejos puede ser conmutados entre dos posiciones binarias, de modo que de esta forma la iluminación de la placa radiográfica con luz de lectura es activada o desactivada puntualmente. El uso de matrices de microespejos binarias que se utilizan en proyectores DLP es particularmente barato. La resolución con la que es detectada la placa radiográfica en la zona explorada es definida entonces mediante la matriz de microespejos utilizada y es de aproximadamente 1 000 000 puntos de imagen en las matrices de microespejos convencionales. En esta variante también se pueden usar microespejos que solo se puedan conmutar en torno a un eje de basculación entre dos posiciones finales discretas.

25 La placa radiográfica y la unidad de desviación pueden ser movibles relativamente entre sí, de modo que preferiblemente la placa radiográfica sea pasada por delante de la unidad de desviación. De esta manera pueden ser leídas placas radiográficas de gran formato. Cuando se utiliza un espejo de un solo eje es necesario el movimiento relativo para poder leer la placa radiográfica por toda la superficie.

30 Puede estar prevista una unidad de control con la que pueda ser controlado el espejo progresivamente, de modo que la placa radiográfica pueda ser leída en una matriz pixel por pixel. Progresivamente en este contexto significa que el espejo después de cada cambio de la posición de inclinación llega a una posición de reposo. Esto permite la lectura con una relación señal-ruido constante.

35 Se puede definir un rango de lectura máximo en el que la placa radiográfica puede ser explorada únicamente por desviación de la luz de lectura. Además, el dispositivo puede comprender un dispositivo de borrado con el que después de la lectura de la placa radiográfica en una zona de borrado se puede dirigir luz de borrado sobre la placa radiográfica, siendo la zona de borrado sobre la placa radiográfica al menos tan grande como la zona de lectura. Si la zona de lectura y la zona de borrado coinciden, entonces la placa radiográfica puede ser borrada en el mismo lugar en donde es leída, por lo que no son necesarios medios de accionamiento para el transporte en la dirección de un dispositivo de borrado.

40 Según un perfeccionamiento está previsto que la luz de lectura desviada por la unidad de desviación sobre la placa radiográfica genere un punto de impacto y el dispositivo de borrado comprenda un elemento de conmutación con el que el punto de impacto pueda ser aumentado para el borrado de la placa radiográfica, de modo que la luz de lectura es usada como luz de borrado.

45 Si para el borrado de la placa radiográfica se usan componentes que son ya necesarios para la lectura, apenas deben ser montados componentes adicionales. Una ampliación del punto de impacto ("huella del haz") en la placa radiográfica se puede conseguir, por ejemplo, mediante un accionador para desplazar o curvar el espejo. Pero también, por ejemplo, se puede usar una lente de condensador en el láser o un cristal de dispersión que puede ser introducido en la trayectoria del rayo.

50 El dispositivo de borrado puede comprender un dispositivo de control de intensidad con el que se puede aumentar la intensidad de la luz de lectura para el borrado de la placa radiográfica. De esta manera se puede utilizar para borrar la misma fuente de luz que es utilizada para la lectura, de modo que por el aumento de la intensidad se logra un borrado completo de los centros de imagen eventualmente aún excitados.

Alternativamente, el dispositivo de borrado puede comprender una fuente de luz para generar luz de borrado, estando dirigida la luz de borrado sobre el espejo controlable, de modo que con la ayuda de la unidad de desviación la luz de borrado para borrar la placa radiográfica pueda ser dirigida secuencialmente sobre la placa radiográfica. Luz de borrado especial puede ser utilizada también en combinación con un aumento del punto de impacto.

En este caso, en la trayectoria del rayo antes del espejo controlable puede estar dispuesto un elemento de alimentación con el que al mismo tiempo o alternativamente puedan ser direccionadas la luz de lectura y la luz de borrado sobre el espejo controlable.

5 El dispositivo de borrado puede comprender varias fuentes de luz de borrado, en particular diodos luminosos, que están dispuestos alrededor de la placa radiográfica. Esta es una realización de un dispositivo de borrado de estructura muy simple. Preferiblemente, las fuentes de luz de borrado están dispuestas de modo que la luz de borrado incida sobre toda la placa radiográfica.

10 Las fuentes de luz de borrado pueden estar dispuestas en el lado de la placa radiográfica desde el que la luz de lectura incide en la misma. De este modo pueden ser borradas placas radiográficas tanto transparentes como no transparentes.

La luz de borrado puede tener un espectro de banda más ancha que la luz de lectura, con lo que se consigue una mayor eficiencia de borrado.

15 La unidad de desviación puede estar dispuesta de tal manera que con ella la luz de lectura pueda ser dirigida sobre una superficie frontal de la placa radiográfica. La unidad de detector para la luz fluorescente está dispuesta asimismo de tal manera que con ella pueda ser detectada la luz fluorescente que sale de una superficie trasera de la placa radiográfica. Con tal disposición pueden ser leídas placas radiográficas transparentes, de modo que dependiendo de la disposición la luz fluorescente pueda llegar a la unidad de detector directa o indirectamente a través de un reflector.

20 Puede estar prevista una placa de soporte transparente para la luz fluorescente, contra la cual se ajusta la placa radiográfica. De esta manera, la placa radiográfica puede apoyarse en su parte posterior sin que la luz fluorescente para la medición que sale de allí se pierda. La placa de soporte puede en este caso actuar como un filtro óptico que bloquea la luz de lectura y deja pasar la luz fluorescente. Debido al efecto de filtrado de la placa de soporte, por detrás de la placa de soporte solo sale luz fluorescente.

25 La placa de soporte puede tener una superficie de soporte curvada cilíndricamente para la placa radiográfica. Como resultado, al menos en una dirección de lectura se puede asegurar una incidencia transversal de la luz de lectura sobre la placa radiográfica. Asimismo puede estar previsto un elemento de sujeción con el cual la placa radiográfica sea presionada contra la superficie de soporte curvada. Un elemento de sujeción, como por ejemplo un estribo de sujeción que coopera con la superficie de soporte es una disposición de estructura sencilla para llevar la placa radiográfica a la forma cilíndrica.

30 La placa de soporte también puede estar formada por una ventana de entrada de la unidad de detector. Si se ajusta de forma correspondiente la zona de lectura, la placa radiográfica puede ajustarse directamente a la ventana de entrada de la unidad de detector y ser detectada. En particular, en combinación con el efecto de filtro resulta una estructura particularmente simple del dispositivo.

35 La ventana de entrada puede asimismo ser al menos tan grande como la placa radiográfica que se va a leer y, en particular, tener su forma básica. Como resultado, toda la placa radiográfica puede ser detectada sin necesidad de desplazarla. El tamaño de la ventana de entrada puede orientarse asimismo a los tamaños estándar habituales (tamaño 0, 1, 2, etc.) de placa radiográfica.

Puede estar previsto un marco de soporte y un elemento de sujeción, entre los cuales se sostiene la placa radiográfica, estando diseñados y dispuestos en particular de tal manera que a la placa radiográfica se le imprime una curvatura cilíndrica.

40 En lugar de una placa de soporte continua puede estar previsto también solo un marco de soporte, que lleva la placa radiográfica solo en zonas del borde, de modo que es concebible tanto un marco periférico completo, como un marco que solo exista por sectores. De esta forma, en la trayectoria del rayo de la luz fluorescente está aún menos material que podría absorber o reflejar parcialmente la luz fluorescente. El marco de soporte puede ajustarse contra el lado delantero o el lado trasero de la placa radiográfica, de modo que el elemento de sujeción asume entonces la función complementaria correspondiente.

45 Con respecto al procedimiento, el objeto mencionado anteriormente se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 17.

50 Una unidad de control puede accionar el microespejo en torno a los dos ejes de basculación con frecuencias que corresponden a un múltiplo grande, preferiblemente diferente, preferiblemente entero de una frecuencia base, en particular 0,5 veces el número deseado de filas o columnas de la imagen, y/o difieren ligeramente de tal múltiplo entero, en particular en un 10% de la frecuencia más pequeña. De esta forma son generados patrones que exploran completamente la placa radiográfica. En particular, la exploración secuencial de la placa radiográfica se puede realizar a lo largo de una figura de Lissajous.

55 De esta forma el microespejo se puede controlar con una señal de control cuya frecuencia sea al menos aproximadamente igual a una frecuencia propia del microespejo.

La placa radiográfica puede ser borrada después de la exploración mientras que la placa radiográfica permanece en el lugar de la exploración. Para borrar la placa radiográfica puede ser elevada la intensidad de la luz de lectura y luego la placa radiográfica ser explorada con ayuda de la unidad de desviación. Para borrar la placa radiográfica puede ser ampliado un punto de impacto de la luz de lectura que incide sobre la placa radiográfica o de una luz de borrado que incide sobre la placa radiográfica

La placa radiográfica puede además ser llevada a una forma cilíndrica antes de la exploración.

Breve descripción de los dibujos.

La invención se explicará a continuación por medio de ejemplos de realización con referencia a los dibujos. Muestran:

Figura 1: una representación en perspectiva simplificada de un dispositivo de escaneo para la lectura de placas radiográficas de acuerdo con un primer ejemplo de realización;

Figura 2: una representación en perspectiva de un microespejo utilizado en el dispositivo de escaneo;

Figura 3: una vista de una placa radiográfica que es leída a lo largo de una trayectoria de exploración de acuerdo con un primer modo;

Figura 4: una vista de una placa radiográfica que es leída a lo largo de una trayectoria de exploración según otro modo; y

Figura 5: una representación en perspectiva simplificada de un dispositivo de escaneo de acuerdo con otro ejemplo de realización;

Figura 6: una representación en perspectiva simplificada de un dispositivo de escaneo para placas radiográficas transparentes;

Figura 7: una representación en perspectiva simplificada de un dispositivo de escaneo para placas radiográficas transparentes de acuerdo con un ejemplo de realización, en el que se usa otro dispositivo de borrado y otra unidad de detector;

Figura 8: una representación en perspectiva simplificada de un dispositivo de escaneo para placas radiográficas transparentes de acuerdo con otro ejemplo de realización con dispositivo de borrado modificado;

Figura 9: una representación en perspectiva simplificada de un dispositivo de escaneo para placas radiográficas transparentes de acuerdo con un ejemplo de realización, en el que la placa radiográfica es soportada por un marco de soporte.

Descripción de ejemplos de realización preferidos

1. Primer grupo de ejemplos de realización

La figura 1 muestra un dispositivo de escaneo, designado en conjunto con 10, para la lectura de una placa radiográfica 12 que lleva una imagen de rayos X latente en forma de centros de imagen metaestables excitados por la radiación de rayos X.

El dispositivo de escaneo 10 tiene una superficie de soporte 14 para la placa radiográfica 12. Para fijar la placa radiográfica 12, la superficie de soporte 14 está provista de una pluralidad de orificios de succión 16, que pueden ser sometidos a una presión negativa por medio de una fuente de presión negativa no mostrada, de modo que la placa radiográfica 12, que en general es flexible, pueda ajustarse de manera plana a la superficie de soporte 14.

El dispositivo de escaneo 10 comprende además como fuente de luz de lectura un láser 18, que genera un rayo de luz de lectura 20 con una longitud de onda en el rojo, con la que los centros de imagen excitados de la placa radiográfica 12 pueden ser estimulados para emitir fluorescencia, de modo que emiten esta luz fluorescente 22 que está típicamente en el azul.

El láser 18 está dispuesto para dirigir el rayo de luz de lectura 20 sobre un microespejo 24 controlable que está dispuesto en una unidad de desviación 26. Este microespejo 24 realizado como componente MEMS se muestra en la figura 2. Gracias a su suspensión de articulación de cardan de cuerpo sólido 28 puede bascular en torno a dos ejes 30 y 32 y puede ser basculado continuamente en torno a los dos ejes 30, 32 con ayuda de actuadores capacitivos 33a, 33b, 33c, 33d que se aplican a su lado inferior y circuitos de control de la unidad de desviación 26 no mostrados.

Para conseguir una incidencia transversal del rayo de luz de lectura 20 sobre la placa radiográfica 12 al menos en una dirección, la superficie de soporte 14 en el ejemplo de realización mostrado tiene una forma curvada parcialmente cilíndrica que se extiende paralela al eje de basculación 30 del microespejo 24. No obstante, la superficie de soporte también puede estar realizada completamente plana. Si es necesario, puede estar prevista además una lente f-theta

35, que adapte el ángulo de incidencia del rayo de luz de lectura 20 en correspondencia con la forma de la superficie de soporte 14.

5 El láser 18, la superficie de soporte 14 con la placa radiográfica 12, así como la unidad de desviación 26 con el microespejo 24 están dispuestos distanciados geoméricamente entre sí en el dispositivo de escaneo 10 y dispuestos relativamente entre sí, de modo que el rayo de luz de lectura 20 con la ayuda del microespejo 24 puede explorar al menos toda la superficie de la placa radiográfica 12. Si el dispositivo de escaneo 10 permite la lectura de placas radiográficas 12 de diferentes tamaños, entonces naturalmente la placa radiográfica 12 más grande predetermina la superficie total a ser explorada.

10 Si se acepta, por ejemplo, que las zonas de borde de la placa radiográfica 12 no se leen, entonces los diversos componentes también pueden disponerse de tal manera que solo se pueda explorar una parte de la placa radiográfica por basculación del microespejo 24.

15 El dispositivo de escaneo 10 comprende además un reflector 34, indicado con líneas de puntos en el dibujo, que encierra todo el espacio medible alrededor de la placa radiográfica 12 con estanqueidad a la luz, de modo que la luz fluorescente 22 que sale de la placa radiográfica 12 es reflejada finalmente en un fotodetector 36. Para evitar que también luz de lectura 20 dispersa llegue al fotodetector 36, tanto el reflector 34 como una ventana de entrada del fotodetector 36 pueden estar dotados de un material de filtro dicróico que bloquea o absorbe la luz de lectura 20 y es permeable a la luz fluorescente 22.

20 Para controlar el proceso de lectura, el dispositivo de escaneo 10 comprende una unidad de control 38 y una unidad de evaluación 40 con una memoria de corrección 42, que se muestran aquí como parte de una electrónica de dispositivos integrados 44, pero también pueden estar implementados como software de control en un PC separado. Para la operación, la unidad de control 38 y la unidad de evaluación 40 están conectadas a una unidad de visualización y mando 46, con la que pueden ser fijados los parámetros de trabajo y puede ser mostrada la imagen 48 leída de la placa radiográfica 12.

El dispositivo de escaneo 10 funciona como sigue:

25 Por basculación del microespejo controlable 24 en torno a los dos ejes de basculación 30, 32, la placa radiográfica 12 es explorada secuencialmente punto a punto con el rayo de luz de lectura 20. Así, la intensidad de la luz fluorescente 22 emitida es detectada con ayuda del fotodetector 36 y de la unidad de evaluación 40 y procesada para su visualización.

30 La unidad de control 38 controla el microespejo 24 de tal modo que realiza oscilaciones en torno a sus dos ejes de basculación 30, 32. Debido a la superposición de las dos oscilaciones, el rayo de luz de lectura 20 explora la placa radiográfica 12 a lo largo de una figura de Lissajous 50 como patrón de exploración. Por las dos frecuencias de oscilación y su relación entre sí es determinada la forma de la figura de Lissajous 50, de modo que por otras frecuencias son generadas otras figuras de Lissajous 50. En el ejemplo de realización de la figura 1, la figura de Lissajous 50 presenta 4 oscilaciones en la dirección longitudinal y tres oscilaciones en la dirección perpendicular antes de que se repita el patrón de exploración.

35 Para la sincronización de la unidad de evaluación 40 con el movimiento del rayo de luz de lectura 20 pueden estar dispuestos uno o varios fotodiodos 51 en la superficie de soporte 14 junto a la placa radiográfica 14. Si el rayo de luz de lectura 20 pasa por estos fotodiodos 51, cuya ubicación es conocida, la unidad de evaluación 40 recibe las señales de sincronización correspondientes.

40 A fin de lograr una alta eficiencia de lectura, el microespejo 24 es accionado con frecuencias de oscilación que están cerca de las frecuencias propias en torno a los dos ejes 30, 32. Las frecuencias propias son determinadas, entre otras cosas, por la masa del microespejo 24 y las constantes de resorte angular de la suspensión de articulación de cardán 28 de cuerpo sólido.

45 Para explorar todas las zonas de la placa radiográfica 12, por un lado se pueden seleccionar relaciones de frecuencia muy grandes, como por ejemplo 200:1, de modo que la exploración, como se indica en la figura 3, se corresponda aproximadamente con una exploración línea por línea, en la que a lo largo de una dirección se realiza un movimiento lento del rayo de luz de lectura 20, mientras que en la otra dirección se suceden rápidamente varios giros. En este caso, el microespejo 24 controlable puede ser accionado con una amplitud de oscilación en la que el rayo de luz de lectura 20 discurre sobre los bordes de la placa radiográfica 12. Por tanto, las zonas de los puntos de inversión en las que el rayo de luz de lectura 20 se mantiene un tiempo relativamente largo, se desplazan hacia zonas fuera de la placa radiográfica 12, dando como resultado un patrón de exploración incluso más uniforme sobre la placa radiográfica 12.

55 Sin embargo, las relaciones de frecuencias de las dos oscilaciones también pueden ser fácilmente desintonizadas una de otra, por ejemplo en la relación 3: 4,05, de modo que las líneas de la figura de Lissajous 50 se desplazan ligeramente con cada paso de la figura y así se genera una figura de Lissajous 50 movida, que paulatinamente explora todas las zonas de la placa radiográfica 12. Este procedimiento está indicado en la figura 4, en la que con 52, 54 y 56 se indican, respectivamente, las zonas de comienzo del primer, segundo y tercer paso de la figura de Lissajous 50.

Dado que en este procedimiento la placa radiográfica 12 es explorada varias veces en algunos puntos, por ejemplo en los puntos de intersección de la figura de Lissajous 50, y asimismo los centros de imagen excitados que posiblemente aún queden emiten adicionalmente luz fluorescente 22, la unidad de evaluación 40 debe tener esto en consideración de forma correspondiente durante la evaluación de la señal del fotodetector y la formación de la imagen.

5 Para ello se puede usar para la calibración una placa radiográfica 12 expuesta completamente uniforme, que es explorada con la figura de Lissajous 50 prevista para su lectura. En este caso, las señales recibidas por el fotodetector 36 se suman, resultando intensidades más claras acumuladas a la imagen de calibración 48 debido a la exploración repetida de los puntos de intersección. La imagen de calibración 48 así obtenida es convertida en valores de corrección que se almacenan en la memoria de corrección 42 de la unidad de evaluación 40. Si, posteriormente, es leída una
10 placa radiográfica 12 que contiene la información real de la imagen, se corrigen las intensidades determinadas en correspondencia con los valores de corrección contenidos en la memoria de corrección 42.

Para fines de calibración también se pueden concebir métodos matemáticos en los que es modelizada la ruta de exploración de la figura de Lissajous 50 y se tiene en cuenta correspondientemente al sumar la señal del fotodetector. También los efectos de la exploración repetida o las diferentes velocidades de movimiento a lo largo del patrón de
15 exploración pueden ser compensadas y determinados valores de corrección, que son almacenados en la memoria de corrección 42. Sin embargo, con estos métodos puramente matemáticos, las propiedades especiales de la placa, por ejemplo qué porcentaje de los centros de imagen excitados permanece después de un primer proceso de lectura, solo se tienen en cuenta si el tipo de placa radiográfica es especificado por el operario o por un reconocimiento automático.

La figura 5 muestra un dispositivo de escaneo 110 de acuerdo con otro ejemplo de realización, en el que componentes estructuralmente similares llevan números de referencia incrementados en 100.

En el ejemplo de realización de la figura 5, en lugar del microespejo 24 está prevista una matriz de microespejos 124 en la unidad de desviación 126, en la que los microespejos individuales 125 pueden ser conmutados de forma binaria entre dos posiciones de inclinación.

Las matrices de microespejos 124 de este tipo se utilizan en el campo de la electrónica de entretenimiento en los proyectores DLP para la generación de imágenes de proyección y están disponibles en el mercado en grandes cantidades a buen precio.

Para iluminar toda la matriz de microespejos 124 el rayo de luz de lectura 120 emitido por el láser 118 es expandido mediante una óptica de expansión 160. Por conmutación de los microespejos 125 individuales pueden ser dirigidos rayos parciales 121 del rayo de luz de lectura 120 o bien sobre la placa radiográfica 112 o bien sobre un absorbedor de rayos 162 que absorbe los rayos parciales 121. Para ello el absorbedor de rayos 162 debe estar realizado fuertemente absorbente.

El dispositivo de escaneo 110 funciona de manera que en cada caso solo uno de los microespejos 125 de la matriz de microespejos 124 está en posición de activación, es decir, que su rayo parcial 121 respectivo está dirigido a un punto asociado a él sobre la placa radiográfica 112. Todos los otros microespejos 125 están en posición desactivada en este momento, es decir, sus rayos parciales 121 son dirigidos sobre el absorbedor de rayos 162. Por tanto, la placa radiográfica 112 puede ser explorada punto por punto activando y desactivando punto por punto el microespejo 125.

En una variante, el microespejo 24 puede ser basculado solo en torno a un eje de basculación 30. En este caso, la superficie de soporte 14, como se indica en la figura 1 por la flecha doble A, puede ser movida a lo largo de una dirección, con preferencia axialmente a lo largo de la forma cilíndrica de la superficie de soporte 14, para mover la placa radiográfica 12 en la línea de lectura formada por el rayo de luz de lectura 20 que bascula. Sin embargo, la superficie de soporte 14 también se puede mover utilizando el microespejo 24 biaxial, en caso de que deban poder ser leídas placas radiográficas 12 de superficie particularmente grande.

En otra variante, el microespejo 24 puede también ser controlado gradualmente, de manera que el microespejo 24 puede permanecer en posiciones de inclinación intermedias individuales, que permitan una lectura pixel a pixel en una matriz. Como resultado, el rayo de lectura puede permanecer un tiempo de lectura deseado en cada punto de la placa radiográfica 12, de modo que también cada punto puede ser leído durante el mismo tiempo. Esto hace que cada punto de la imagen capturada presente la misma relación señal/ruido.

2. Segundo grupo de ejemplos de realización

50 Las figuras 6 a 9 muestran ejemplos de realización con disposiciones alternativas de la unidad de detector y diferentes posibilidades para borrar la placa radiográfica después de haberla leído. Los componentes estructuralmente similares en este caso llevan números de referencia incrementados en 200, 300, 400 o 500, respectivamente. Para simplificar las figuras 6 a 9 no se muestra en estas la electrónica de dispositivos 44.

La figura 6 muestra un dispositivo de escaneo 210, con el que puede ser leída una placa radiográfica 212 transparente a la luz fluorescente.

- Para este propósito, el dispositivo de escaneo 210 comprende un fotodetector 236, cuya ventana de entrada está formada por una placa de filtro 237 que bloquea la luz de lectura 220 pero deja que pase la luz fluorescente 222. El fotodetector 236 está dispuesto además de manera que la superficie de la placa de filtro 237 orientada hacia fuera sirva al mismo tiempo como superficie de soporte 214 contra la cual se ajusta la placa radiográfica 212. Por tanto, la placa radiográfica 212 está dispuesta directamente delante de la ventana de entrada del fotodetector 236.
- 5 Durante el proceso de lectura, la luz de lectura 220 incide por un lado sobre la placa radiográfica 212. La luz fluorescente 222 activada sale entonces por el otro lado de la placa radiográfica 212 para desde allí llegar al fotodetector 236 a través de la placa de filtro 237 y generar allí una señal. La acción de filtrado de la placa de filtro 237 evita que también la luz de lectura 220 genere una señal en el fotodetector 236.
- 10 Para borrar completamente una placa radiográfica 212 ya leída están previstas en el dispositivo de escaneo 210 como dispositivo de borrado una lente de condensador 266 desplazable, una fuente de luz de borrado 268 y un elemento de alimentación 270. Con el elemento de alimentación 270 tanto la luz de lectura 220 del láser 218 como la luz de borrado 267 de la fuente de luz de borrado 268 pueden ser alimentadas a la trayectoria del rayo que conduce a la unidad de desviación 226.
- 15 Para borrar la placa radiográfica 212, la lente de condensador 266 es desplazada de manera que se aumenta el punto de impacto de la luz de lectura 220 o de la luz de borrado 267 sobre la placa radiográfica 212. A continuación la placa radiográfica 212 es explorada hasta que se pueda suponer un borrado lo suficientemente completo de los centros de imagen excitados que aún queden.
- 20 El uso de luz de borrado 267 de banda mas ancha no es estrictamente necesario. Así, bajo ciertas circunstancias puede ser suficiente aumentar la intensidad de la luz de lectura 220 emitida por el láser 218 con ayuda de la unidad de control de intensidad 269 y llevar a cabo con esta el borrado. En este caso se puede prescindir de la fuente de luz de borrado 268 y del elemento de alimentación 270.
- La figura 7 muestra un dispositivo de escaneo 310 en el que está prevista igualmente una fuente de luz de borrado separada 368. Sin embargo, la fuente de luz de borrado 368 no es alimentada en la misma trayectoria del rayo que la luz de lectura 320, sino que es dirigida con un ángulo diferente al de la luz de lectura 320 sobre el microespejo 324 de la unidad de desviación 326.
- 25 Para el borrado el microespejo 324 es controlado por la unidad de control 344, teniendo en cuenta un ángulo de desplazamiento correspondiente, de modo que la luz de borrado 367, que incide sobre el microespejo 324 desde una dirección diferente a la de la luz de lectura 320, es dirigida a pesar de ello sobre la placa radiográfica 312.
- 30 Además, el dispositivo de escaneo 310 tiene una unidad de detector 336 que presenta una ventana de entrada rectangular, cuyo tamaño y forma se corresponden aproximadamente con los de la placa radiográfica 312.
- El ejemplo de realización de la figura 8 muestra un dispositivo de escaneo 410, en el que la placa de filtro 437 tiene una superficie de soporte 414 curvada cilíndricamente a la que se aplica la placa radiográfica 412 con ayuda de un elemento de sujeción 439. El radio de curvatura de la superficie de soporte 414 corresponde en este caso a su distancia al microespejo 424, de modo que la luz de lectura 420 en la dirección perpendicular al eje del cilindro independientemente del ángulo de desviación incide siempre perpendicularmente sobre la placa radiográfica 412.
- 35 En la dirección axial de la superficie de soporte 414 puede ser generada una incidencia perpendicular sobre la placa radiográfica 412 a través de una óptica f-theta de acción uniaxial. Sin embargo, si se suponen deterioros de la calidad de la lectura en la dirección axial que se producen por incidencia con diferente inclinación, entonces se puede prescindir completamente de una lente f-theta.
- 40 Para el borrado completo de la placa radiográfica 412 está prevista en este ejemplo de realización una banda LED 472 con LEDs de luz de borrado 474 como dispositivo de borrado, la cual está dispuesta periféricamente por encima de la placa de filtro 437, de tal manera que los LED de luz de borrado 474 uniformemente espaciados puedan dirigir su luz de borrado 467 sobre la placa radiográfica 412.
- 45 Finalmente, la figura 9 muestra un ejemplo de realización de un dispositivo de escaneo 510, en el que está previsto un marco de soporte 576 curvado cilíndricamente para una placa radiográfica transparente 512. Con el marco de soporte 576 coopera un marco de sujeción 578, de modo que la placa radiográfica 512 introducida entre el marco de soporte 576 y el marco de sujeción 578 se mantiene curvada cilíndricamente.
- 50 Para mantener lo más compacto posible el dispositivo de escaneo 510, este comprende además un espejo reflector 580, que aquí está realizado curvado y que está dispuesto con respecto al marco de soporte 576 en el lado opuesto al microespejo 524. El espejo reflector 580 y el fotodetector 536 están además dispuestos uno en relación con el otro, de tal manera que la luz fluorescente 522 que sale del lado posterior de la placa radiográfica 512 después de la reflexión en el espejo reflector 580 incida sobre la ventana de entrada del fotodetector 536. Debido al espejo reflector 580, la posición del fotodetector 536 puede ser elegida más libremente, lo que permite una forma de construcción más compacta del dispositivo de escaneo 510. Además, puede utilizarse un fotodetector 536 con una ventana de entrada más pequeña si el espejo reflector 580 tiene un efecto de enfoque.
- 55

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10; 110; 210; 310; 410; 510) para la lectura de una placa radiográfica expuesta (12; 112; 212; 312; 412; 512), que comprende
- 5 a) una fuente de luz (18; 118; 218; 318; 418 ; 518), con la que puede ser generada luz de lectura (20; 120, 121; 220; 320; 420; 520),
- 10 b) una unidad de desviación (26; 126; 226; 326; 426; 526), con la que la luz de lectura (20 ; 120, 121; 220; 320; 420; 520) puede ser dirigida de forma secuencial sobre la placa radiográfica (12; 112; 212; 312; 412; 512) para la exploración de la placa radiográfica (12; 112; 212; 312; 412; 512), comprendiendo la unidad de desviación (26; 126; 226; 326; 426; 526) un espejo controlable (24; 124, 125; 224; 324; 424; 524) para desviar la luz de lectura (20; 120, 121; 220; 320; 420; 520),
- c) una unidad de detector (36; 136; 236; 336; 436; 536) para luz fluorescente (22; 122; 222; 322; 422; 522) que es emitida por la placa radiográfica (12; 112; 212; 312; 412; 512) durante la exploración con la luz de lectura (20; 120, 121; 220; 320; 420; 520),
- en el que
- 15 d) el espejo controlable (24; 124, 125; 224; 324; 424; 524) es un microespejo, caracterizado por que
- e) el espejo (24; 124, 125; 224; 324; 424; 524) puede adoptar diferentes posiciones angulares en torno a un primer eje de basculación (30) y a un segundo eje de basculación (32) diferente del primero, de modo que
- 20 f) está prevista una unidad de control (38; 138) que controla el espejo (24; 224; 324; 424; 524) de forma que el espejo oscila en torno a los dos ejes de basculación (30, 32) con diferentes frecuencias, y que
- g) a la unidad de detector (36; 236; 336; 436; 536) está conectada una unidad de evaluación (40) que durante la evaluación tiene en cuenta que por el movimiento de oscilación del espejo (24; 224; 324; 424; 524) distintos puntos de la placa radiográfica (12; 212; 312; 412; 512) pueden ser explorados más o menos frecuentemente y/o durante más o menos tiempo.
- 25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que el espejo (24; 224; 324; 424; 524) puede bascular continuamente en torno a los dos ejes de basculación (30, 32), respectivamente, entre dos posiciones finales.
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las frecuencias se diferencian entre sí en más de 250 veces.
- 30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el espejo (24; 224; 324; 424; 524) presenta frecuencias propias diferentes en torno a los dos ejes de basculación (30, 32).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (38) controla el espejo (24; 224; 324; 424; 524), de modo que sobre la placa radiográfica (12; 212; 312; 412; 512) es explorado con la luz de lectura (20; 220; 320; 420; 520) un patrón predeterminado, en particular una figura de Lissajous (50; 250; 350; 450; 550).
- 35 6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que el patrón es elegido de modo que la placa radiográfica (12; 212; 312; 412; 512) sea explorada por completo.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de evaluación (40) durante la evaluación por un factor de corrección específico de la posición tiene en cuenta que por el movimiento de oscilación del espejo (24; 224; 324; 424; 524) son explorados diferentes puntos de la placa radiográfica (12; 212; 312; 412; 512) más o menos frecuentemente y/o durante más o menos tiempo.
- 40 8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por que en el curso de la evaluación la unidad de evaluación (40) recurre a una tabla de corrección (42) que fue creada en virtud de mediciones de calibración.
9. Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que está previsto un detector de sincronización, preferiblemente un fotodiodo (51), con el que puede ser detectada la luz de lectura (20) en un lugar de exploración predeterminado, para sincronizar la unidad de evaluación (40) con el movimiento del espejo (24).
- 45 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está prevista una unidad de control (38) con la que pueden ser generados impulsos periódicos que excitan al espejo (24) para que oscile.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (38; 138) controla el espejo (24; 224; 324; 424; 524), de modo que puntos de inversión de un rayo de luz de lectura (20) que oscila, que es formado por la luz de lectura, se encuentran fuera de la placa radiográfica (12).
- 50

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer eje de basculación (30) y el segundo eje de basculación (32) están en un plano.
13. Dispositivo según la reivindicación 12, caracterizado por que si se utiliza una placa radiográfica rectangular los dos ejes de basculación (30, 32) están dispuestos paralelos a los bordes de la placa radiográfica.
- 5 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está definida una zona de lectura máxima en la que la placa radiográfica (212; 312; 412; 512) puede ser explorada únicamente por desviación de la luz de lectura (220; 320; 420; 520), y por que está previsto un dispositivo de borrado (266, 268, 269, 270; 368; 472, 474; 572, 574) con el que después de la lectura de la placa radiográfica (212; 312; 412; 512) en una zona de borrado puede ser dirigida luz de borrado (267, 367) sobre la placa radiográfica, siendo la zona de borrado sobre la placa radiográfica (212; 312; 412; 512) al menos tan grande como la zona de lectura.
- 10 15. Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado por que el dispositivo de borrado (472, 474; 572; 574) comprende varias fuentes de luz de borrado (474; 574), en particular diodos luminosos, que están dispuestos alrededor de la placa radiográfica (412; 512).
- 15 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que están previstos un marco de soporte (576) y un elemento de sujeción (578), entre los cuales se sujeta la placa radiográfica (512), en el que estos están configurados y dispuestos de modo que se imprime a la placa radiográfica (512) una curvatura cilíndrica.
17. Procedimiento para la lectura de una placa radiográfica (12; 112; 212; 312; 412; 512) con las siguientes etapas:
- a) proporcionar una fuente de luz (18; 118; 218; 318; 418; 518), una unidad de desviación (26; 126; 226; 326; 426; 526) que comprende un microespejo controlable (24; 124; 224; 324; 424; 524), y una unidad de detector (36; 136; 236; 436; 536);
- 20 b) generar una luz de lectura (20; 120, 121; 220; 320; 420; 520) con la fuente de luz (18; 118; 218; 318; 418; 518);
- c) explorar secuencialmente la placa radiográfica (12; 112; 212; 312; 412; 512) con la luz de lectura (20; 120, 121; 220; 320; 420; 520), de modo que el microespejo (24; 124, 125; 224; 324; 424; 524) oscila con diferentes frecuencias en torno a dos ejes de basculación (30, 32) diferentes entre sí;
- 25 d) detectar la luz fluorescente (22; 122; 222; 322; 422; 522) que es emitida por la placa radiográfica en el curso de la exploración con la luz de lectura (20; 120, 121; 220; 320; 420; 520);
- en el que durante la evaluación de señales de detector generadas en la etapa d) se tiene en cuenta que por el movimiento de oscilación del microespejo (24; 224; 324; 424; 524) varios puntos de la placa radiográfica (12; 212; 312; 412; 512) son explorados más o menos frecuentemente y/o durante más o menos tiempo.
- 30 18. Procedimiento según la etapa 17, caracterizado por que puntos de inversión de un rayo de luz de lectura (20) oscilante, que es formado por la luz de lectura, se encuentran fuera de la placa radiográfica (12).

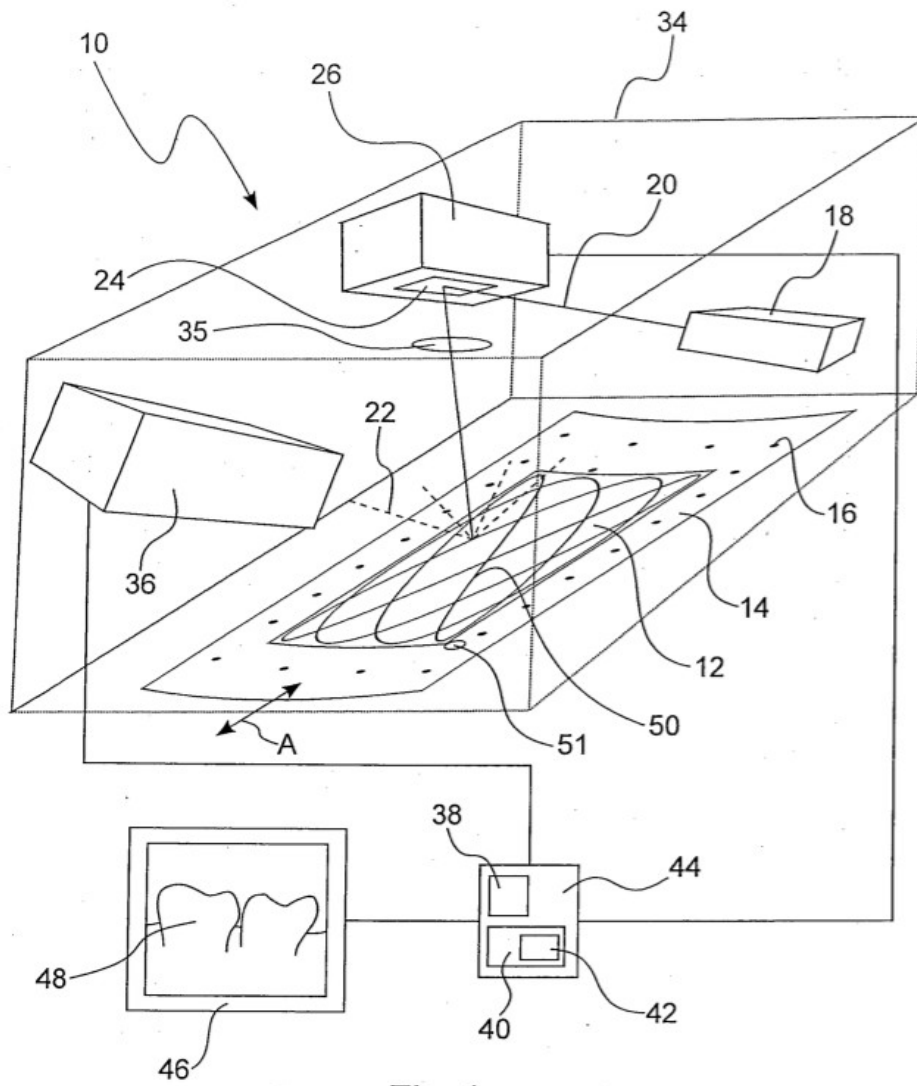
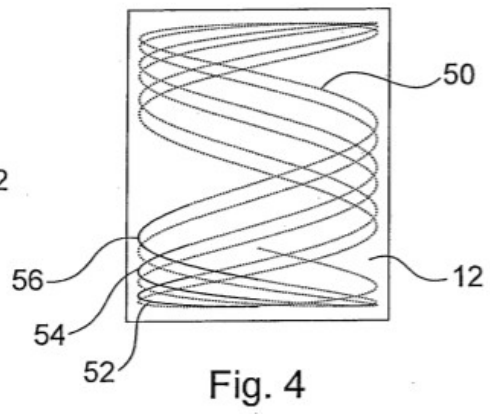
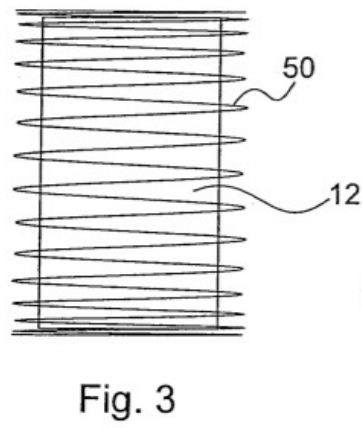
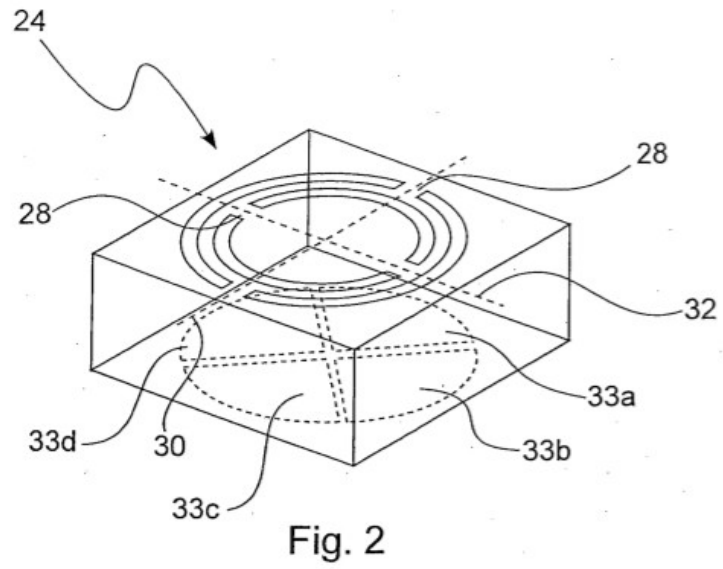
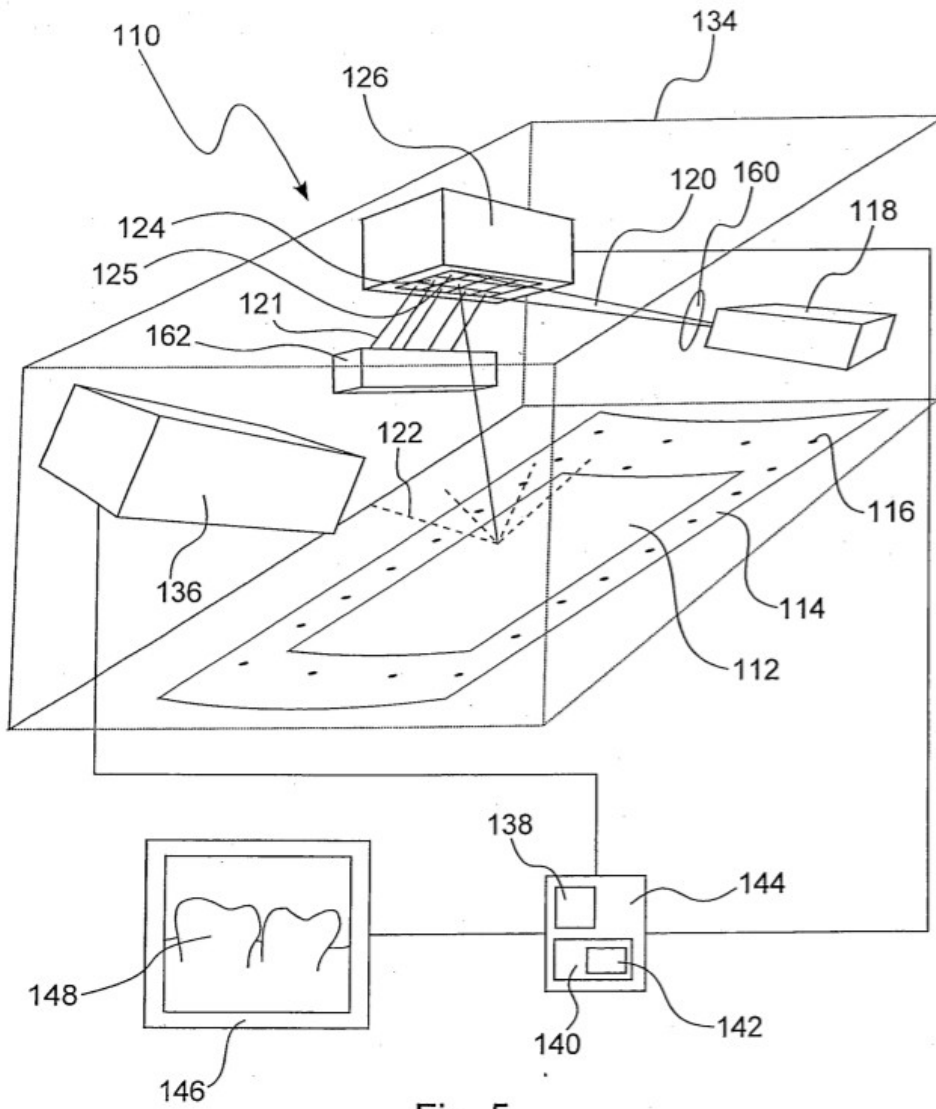


Fig. 1





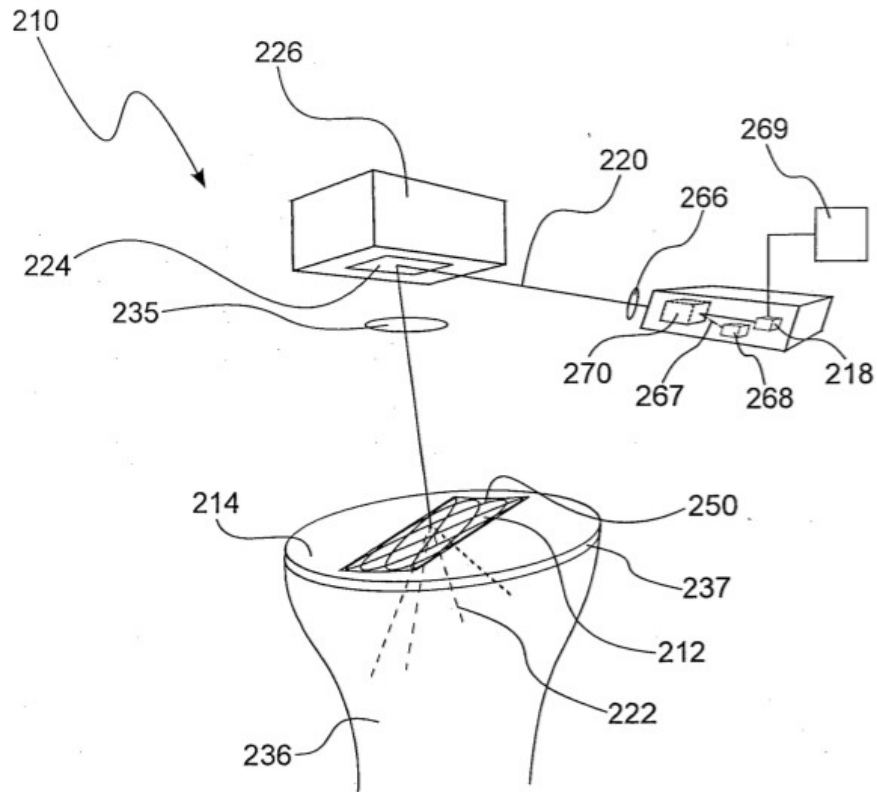


Fig. 6

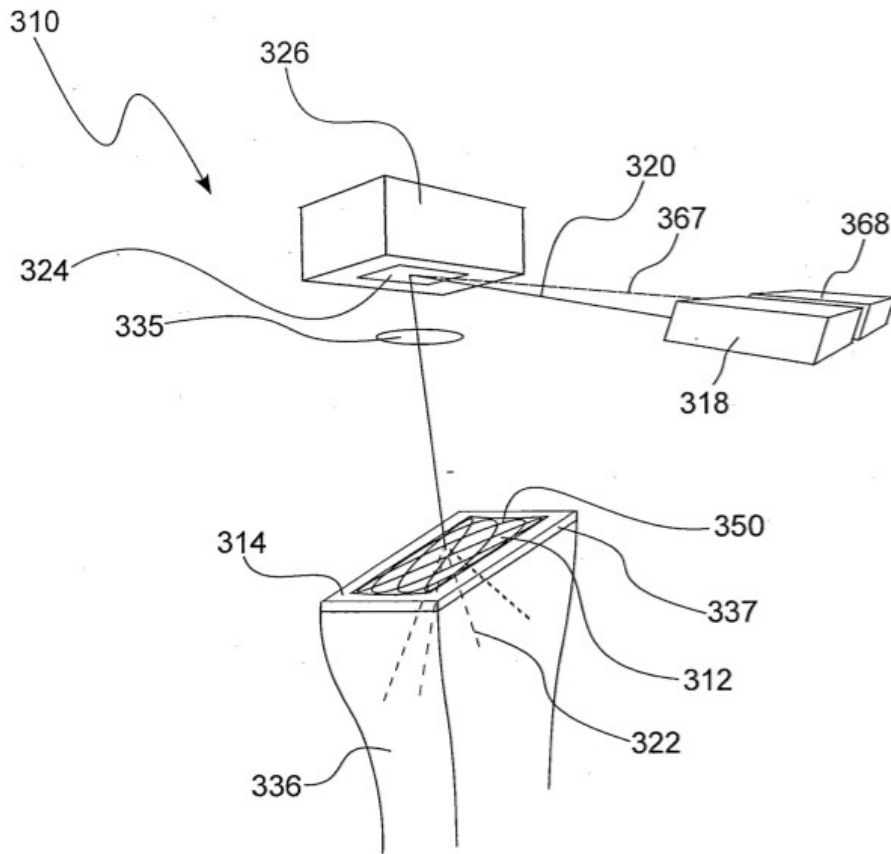


Fig. 7

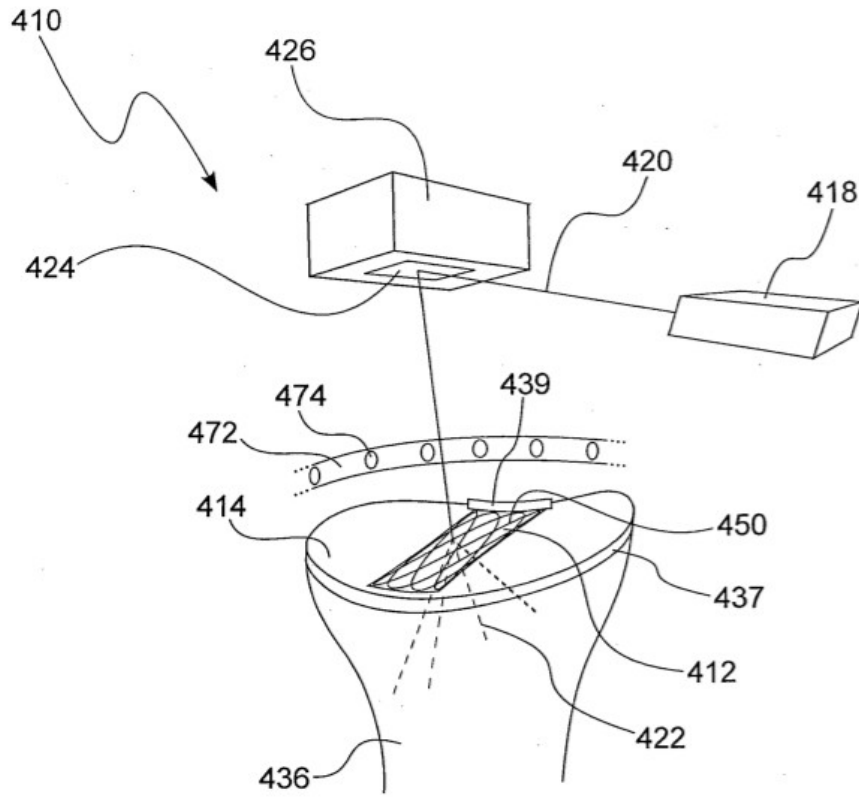


Fig. 8

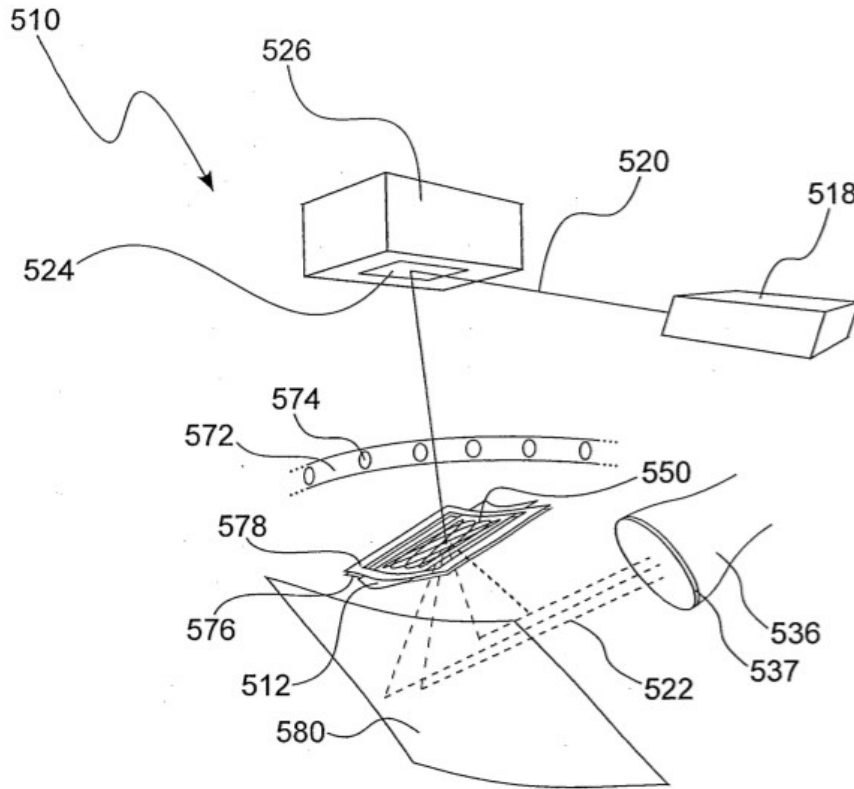


Fig. 9