

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 459**

51 Int. Cl.:

A61B 1/24 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2011 PCT/GB2011/051339**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2012 WO12007769**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2011 E 11758542 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2592993**

54 Título: **Dispositivo de detección**

30 Prioridad:

15.07.2010 GB 201011913

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

18.03.2019

73 Titular/es:

**CALCIVIS LIMITED (100.0%)
9 Edinburgh Bioquarter, Little France, Edinburgh
Midlothian EH16 4UX, GB**

72 Inventor/es:

**PERFECT, EMMA;
LONGBOTTOM, CHRIS y
HAUGHEY, ANNE-MARIE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 704 459 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 detección

La invención se refiere a un dispositivo de detección adecuado para detectar niveles bajos de luminiscencia y/o fluorescencia.

5 La detección de bajos niveles de luminiscencia y/o fluorescencia es útil en varias aplicaciones, en particular, cuando un ensayo utiliza emisiones luminiscentes o fluorescentes para indicar la presencia de una enfermedad o afección en particular. La luz detectada utilizando dichos ensayos puede usarse para la formación de imágenes de la piel y/o intraorales. Sin embargo, las señales luminiscentes y fluorescentes tienden a ser débiles y, por lo tanto, pueden ser difíciles de detectar. Esto es particularmente difícil en presencia de luz ambiental que puede abrumar la señal.

10 Un ejemplo de un ensayo que emplea las emisiones luminiscentes para indicar que ciertos síntomas están presentes se ha desarrollado recientemente. Este procedimiento utiliza fotoproteínas u otras sustancias que emiten luz para la detección de superficies dentales desmineralizantes. Las fotoproteínas emiten una señal luminiscente en presencia de los iones de los átomos liberados durante la desmineralización, y esta información se puede utilizar como un biomarcador de la caries dental (caries) o la erosión. También se pueden usar otros marcadores luminiscentes o
15 fluorescentes que responden de esta manera a otros biomarcadores de la enfermedad para examinar la presencia de condiciones en la placa, la piel o genitourinarias para las cuales hay un biomarcador asociado. La señal luminosa generada en estos ensayos es relativamente baja, y una gran cantidad de luz ambiental está presente en las ubicaciones asociadas de la boca y la piel.

20 El documento US2010/034750 divulga una composición que comprende fotoproteínas para la detección de desmineralización dental. Los dispositivos han sido diseñados para detectar la luz en espacios cerrados o confinados (pero a la vez expuestos a la luz ambiental) necesarios para la evaluación de afecciones intraorales, genitourinarias o de la piel. Estos dispositivos de la técnica anterior tienden a ser relativamente insensibles a niveles bajos de luminiscencia, particularmente en presencia de luz ambiental. Además, se encuentran problemas adicionales donde es necesario producir una imagen a partir de la luz detectada; los dispositivos de la técnica anterior tienden a tener una forma similar a una pluma, que se mantiene en la cavidad por el operador. Al ser
25 móviles y manuales, los dispositivos tienden a ser insuficientemente estables para producir una imagen clara sobre los tiempos de exposición prolongados requeridos para detectar los bajos niveles de luz. Los documentos US2005/003323, US2008/082000 y US 2008/160477 divulgan ejemplos de un aparato de detección intraoral.

30 Es un objeto de la invención proporcionar un dispositivo de detección para detectar bajos niveles de emisiones luminiscentes o fluorescentes. Esto incluye aquellas regiones o superficies que están expuestas a la luz ambiental.

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes.

35 En un primer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de detección que comprende un extremo proximal y una porción de transmisión de luz, en el que el extremo proximal comprende unos medios de detección de luz y la porción de transmisión de luz comprende medios para transmitir luz a lo largo de una trayectoria desde una superficie de interés hasta los medios de detección de luz, caracterizado por que la porción de transmisión de luz está optimizada para su uso en la detección de una señal de luz baja generada por fluorescencia o luminiscencia en condiciones de luz ambiental; y en el que el dispositivo está adaptado para detectar la presencia de una sustancia reveladora que se ha aplicado a una superficie de interés. Esta combinación de características permite
40 detectar niveles bajos de luminiscencia y/o fluorescencia mientras protege el detector de la luz ambiente. En otras palabras, los medios para reducir la luz ambiental evitan que la señal de la superficie de interés, que puede ser indicativa de un estado de enfermedad, se mezcle con la luz ambiente, creando un resultado de falso positivo y garantizando que cualquier señal generada no sea superada por la luz ambiental.

45 Preferiblemente, la porción de transmisión de luz se coloca adyacente y se adapta para ajustarse alrededor de la superficie de interés. Ventajosamente, la porción de transmisión de luz se mantendrá segura en posición mientras se detecta la luz emitida desde la misma. Esto puede ser de ayuda en situaciones en las que un operador desea producir una imagen a partir de la luz detectada.

50 En el contexto de la presente invención, el extremo proximal se refiere al extremo del dispositivo proximal al usuario del dispositivo de detección, en contraste con el extremo del dispositivo que es proximal a un paciente cuando el dispositivo está en uso en ese paciente. En una realización, el dispositivo puede ser manual, de modo que el extremo proximal del dispositivo corresponda al extremo que es sujetado por un operador durante el uso. Ventajosamente, el extremo proximal puede comprender un asa u otros medios de agarre.

55 En una realización, la totalidad de la porción de transmisión de luz se coloca adyacente y se adapta para encajar alrededor de la superficie de interés. Sin embargo, en una realización alternativa, solamente parte de la porción de transmisión de luz está posicionada adyacente y adaptada para encajar alrededor de la superficie de interés. Convenientemente, solo la parte de la porción de transmisión de luz que está optimizada para usarse en la detección de una señal de luz baja generada por fluorescencia o luminiscencia en condiciones de luz ambiental se coloca adyacente y se adapta para ajustarse alrededor de la superficie de interés.

Preferiblemente, la sustancia aplicada a la superficie de interés puede comprender un marcador óptico.

Ventajosamente, un operador podrá, por lo tanto, detectar la señal luminiscente y/o fluorescente tan pronto como la sustancia reveladora se haya aplicado a la superficie de interés. Típicamente, la superficie de interés es la superficie de un diente.

5 Preferiblemente, se detecta la señal de baja luz en estrecha sucesión a la aplicación de la sustancia reveladora a la superficie de interés. Por lo tanto, el operador puede detectar la señal sin ninguna pérdida de luminiscencia y/o intensidad de fluorescencia en el tiempo entre la aplicación de la sustancia reveladora y la detección de la señal, tiempo que se perdería si fuera necesario utilizar instrumentos separados para las etapas de aplicación y de detección. Esto es importante si la señal se genera de forma rápida y transitoria.

10 Típicamente, el dispositivo comprende un elemento alargado. Preferiblemente, el elemento alargado ayuda con la inserción del dispositivo en la boca de un paciente.

15 Preferiblemente, el extremo proximal del dispositivo comprende además una lente. Preferiblemente, la lente está situada en una posición a lo largo de la trayectoria para transmitir luz desde una superficie de interés a los medios de detección de luz. Esta característica permitirá al operador no solo detectar la luminiscencia total y/o la fluorescencia emitida, sino también producir una imagen resuelta de la superficie. En una realización, una segunda lente puede colocarse aguas abajo de la primera lente para ampliar la imagen que llega al detector.

20 Preferiblemente, los medios de transmisión de la luz son un prisma o una superficie reflectante. En una realización, el dispositivo comprende un espejo. El espejo sería útil cuando el dispositivo se use para imágenes intraorales porque el odontólogo podría ubicar el área correcta y colocar el dispositivo de formación de imágenes correctamente en la boca antes de aplicar la sustancia reveladora. El espejo también podría usarse para verificar que la sustancia reveladora se haya aplicado correctamente a la superficie de interés. Sin embargo, el experto en la materia entendería que cualquier otro componente óptico diseñado para transmitir, reflejar o refractar la luz puede usarse de acuerdo con la presente invención.

25 Preferiblemente, el prisma o la superficie reflectante se recubre con un material de paso de banda, de filtro de polarización o dicróico. La provisión de estos filtros puede eliminar longitudes de onda y/o polaridades de luz no deseadas para mejorar la relación señal/ruido. Preferiblemente, el prisma o la superficie reflectante está recubierta con un material que reflejará, absorberá, transmitirá o refractará ciertas longitudes de onda de la luz. En aquellas realizaciones en las que se conoce la longitud de onda de la señal, el material permitirá que una señal que tiene una longitud de onda de interés, o la señal luminiscente y/o fluorescente, se transmita sin la presencia de ruido de fondo.

30 Típicamente, el prisma o la superficie reflectante está colocada aguas arriba de los medios de detección de luz. Ventajosamente, el posicionamiento del prisma o la superficie reflectante ayudará con la transmisión, reflexión o refracción de la luz. Por "aguas arriba" se entiende que el prisma o la superficie reflectante se coloca en una ubicación a lo largo de la trayectoria de la luz entre los medios de transmisión de luz y los medios de detección de luz.

35 Preferiblemente, un material transmisor de luz está conectado a la porción de transmisión de luz y actúa como un 'tubo de luz'. Esto actúa para reducir el tamaño de la capa de aire entre la superficie y el dispositivo, lo que ayuda a enfocar y producir una imagen resuelta, y comprende gel, vidrio, fibra óptica u otro material cristalino que transfiere la luz de manera efectiva.

40 Preferiblemente, la porción de transmisión de luz está dispuesta en un ángulo que permite recibir luz desde un área específica de la superficie de interés. Por ejemplo, en el contexto de las imágenes intraorales, la porción de transmisión de luz se puede disponer de tal manera que la luz se pueda transmitir desde uno, dos, tres o más dientes o incluso un arco superior o inferior completo de los dientes, de modo que se realice un análisis se puede realizar en un área más grande mientras se usa un dispositivo con un diámetro pequeño que puede caber en espacios pequeños, tal como la boca.

45 Preferiblemente, el dispositivo comprende además un faldón que rodea un extremo de la porción de transmisión de luz. Preferiblemente, el faldón se proporciona para ayudar a posicionar la porción de transmisión de luz adyacente a la superficie de interés. Típicamente, el faldón comprende una junta delgada proporcionada dentro de un compartimento para retener una sustancia reveladora y en el que la compresión del faldón contra la superficie de interés rompe la junta y libera la sustancia reveladora de la misma. Ventajosamente, el faldón actúa como un escudo para reducir la interferencia de la luz ambiental durante la detección de la señal.

50 En una realización, el faldón puede comprender un material flexible de modo que puede ser 'moldeado' a las superficies orales del paciente individual. Alternativamente, el faldón puede fabricarse para una persona y, por lo tanto, premoldeado y ajustado en la forma correcta. En este último caso, el faldón tendría una forma fija, una vez moldeado.

55 La formación de imágenes de luz luminiscente y fluorescente son difíciles de realizar, ya que la señal luminiscente y/o fluorescente puede ser relativamente débil. Esto es particularmente cierto para la formación de imágenes intraorales o de la piel. Preferiblemente, los medios de detección de luz son suficientemente sensibles para detectar la luz emitida a una velocidad de $9,63 \times 10^6$ fotones s^{-1} . Preferiblemente, los medios de detección de luz se

5 seleccionan del grupo que consiste en un luminómetro, fluorómetro, espectrofotómetro, cámara, dispositivo de carga acoplada (CCD), semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS), dispositivo de inyección cargado (CID), fotodiodo de avalancha (APD), detector de fotón único, cámara digital, cámara intensificada, película fotográfica, detector fotométrico, tubos fotomultiplicadores (PMT), sistema microelectromecánico (MEMS), un ojo humano o una combinación de los mismos. Normalmente, el APD puede incluir el modo Geiger de fotodiodos de avalancha de fotón único (SPADS),

10 Preferiblemente, la porción de transmisión de luz comprende al menos una fuente de luz seleccionada del grupo que consiste en un LED, láser, lámpara o un orificio cortado en el dispositivo para permitir que la luz ambiente entre en el mismo, permitiendo de esta manera la transmitancia de la luz sobre la superficie a evaluar. Además, la porción de transmisión de luz puede incluir una fibra óptica o una varilla de vidrio conectada a una de estas fuentes de luz.

15 Preferiblemente, la fuente de luz es un LED. Esta fuente de luz le permite al usuario iluminar y tomar una imagen del área antes de la detección y el análisis de luz luminiscente y/o fluorescente. Preferiblemente, el LED tiene una configuración de "apagado" para permitir al usuario apagar la iluminación mientras produce la imagen de luminiscencia y/o fluorescencia. La imagen de luminiscencia y/o fluorescencia se puede comparar con la imagen iluminada para determinar exactamente qué áreas emiten luz. Esto podría ser particularmente útil, por ejemplo, cuando la luminiscencia y/o la fluorescencia está siendo emitidas por una fotoproteína que ha estado en contacto con iones libres que son liberados por la superficie de un diente debido a la desmineralización. Esto permitiría al usuario determinar la ubicación de la desmineralización en el diente.

20 Preferiblemente, el extremo proximal del dispositivo es reutilizable y la porción de transmisión de luz es desechable. Es probable que la porción de transmisión de luz entre en contacto con los tejidos corporales, tal como superficies intraorales o de la piel. Como resultado, se plantearán problemas de control de la infección. Puede ser particularmente engorroso, particularmente en una práctica médica o dental ocupada, desinfectar continuamente un dispositivo entre usos. Sería mucho más fácil, rápido y conveniente desechar y reemplazar la porción de transmisión de luz.

25 Preferiblemente, todo el dispositivo o parte del dispositivo es autoclavable. Aunque es poco probable que el extremo proximal entre en contacto con los tejidos corporales, es deseable que un dispositivo médico sea adecuado para la esterilización, química o de otro tipo. Además, el dispositivo puede ser desechable. Estas propiedades del dispositivo reducen el riesgo de contaminación y la posibilidad de infección cruzada de un paciente que usa el dispositivo.

30 Preferiblemente, el dispositivo está unido operativamente a un ordenador. Típicamente, el dispositivo está conectado a un ordenador a través de medios inalámbricos. Las ventajas de esto son numerosas. El usuario podría, utilizando programas de software instalados en el ordenador, producir imágenes, manipular o analizar los datos y guardar los datos producidos por el dispositivo. Preferiblemente, el dispositivo está conectado al ordenador a través de medios inalámbricos. Esto garantizaría que el usuario no se preocupe por los cables que se arrastran alrededor del laboratorio o clínica, lo que podría ser un inconveniente o un peligro de tropiezo. Además, puede ser difícil producir una imagen clara de una señal de luminiscencia y/o fluorescencia débil, especialmente si una cámara se está moviendo. Si se conectaran cables al dispositivo, esto podría hacer que el dispositivo se "arrastre" debido al peso de los cables, lo que evitará que la cámara se quede quieta.

40 Preferiblemente, la porción de transmisión de luz comprende más medios para estabilizar el dispositivo en una cavidad intraoral de un paciente. Preferiblemente, los medios para estabilizar el dispositivo comprenden un bloque de mordida posicionado para extenderse desde el dispositivo hacia y a través de los dientes de un paciente. Ventajosamente, los medios para estabilizar el dispositivo pueden usarse para mantener el detector en posición, de modo que se pueda producir una imagen estable. Los medios para estabilizar el dispositivo también podrían proporcionarse como una pinza adaptada para "encajar" sobre un diente.

45 Preferiblemente, una sustancia reveladora se puede aplicar a una superficie de interés utilizando un dispositivo inyector o pistola. En una realización, la pistola es una pistola de pulverización. Por lo tanto, la sustancia se inyectaría de manera conveniente directamente sobre la superficie de la que se tomará la imagen, de modo que la imagen se pueda tomar tan pronto como se emita la señal luminiscente y/o fluorescente. Esto es ventajoso en situaciones en las que la sustancia reveladora emite una señal muy rápidamente después de la aplicación, ya que evita la necesidad de retirar el dispositivo inyector después de la inyección y, posteriormente, colocar el dispositivo detector correctamente a tiempo para "capturar" la señal. Preferiblemente, el inyector o pistola comprende una boquilla que permite que la formulación reveladora se pulverice en una pulverización fina sobre la superficie de interés.

En otra realización, el dispositivo comprende además una cámara.

55 De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención proporciona un equipo que comprende un dispositivo de detección de acuerdo con el primer aspecto de la invención y que comprende además un protector bucal.

En una realización, el protector bucal puede formar parte del dispositivo. Alternativamente, el protector bucal se puede suministrar en un equipo de acuerdo con el segundo aspecto. El protector bucal podría colocarse en o

alrededor de la boca y el dispositivo, para excluir aún más que la luz ambiental entre en el área en la que se va a tomar la imagen.

De acuerdo con un tercer aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para detectar una señal de luz de baja generada por fluorescencia o luminiscencia en condiciones de luz ambiente, utilizando un dispositivo de detección de acuerdo con el primer aspecto, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 5 a. colocar la porción de transmisión de luz del dispositivo adyacente a una superficie de interés;
- b. aplicar una sustancia reveladora a la superficie de interés; y
- c. detectar la luz emitida desde la superficie de interés.

Preferiblemente, la sustancia reveladora se libera del dispositivo de detección y se aplica a la superficie de interés. Al aplicar la sustancia reveladora con el mismo dispositivo que se usa para detectar la luz emitida desde la superficie, el procedimiento es menos complicado que los procedimientos que utilizan dispositivos aplicadores y detectores separados. En particular, esto es útil si la sustancia reveladora actúa de manera muy rápida y transitoria, en cuyo caso no habrá tiempo suficiente para colocar correctamente un dispositivo de detección separado después de la aplicación de la sustancia reveladora con un dispositivo de aplicación separado. La aplicación puede ser por inyección o pulverización, y la sustancia reveladora puede ser un polvo, un líquido o un gel.

Preferiblemente, la sustancia reveladora se retiene dentro de un compartimento del faldón mediante una junta delgada y se libera sobre la superficie cuando se presiona el faldón sobre la superficie de interés resultando en que la junta se rompa. Esto proporciona un procedimiento conveniente para aplicar la sustancia reveladora, que no requiere ningún dispositivo inyector adicional. Esto reduciría la complejidad y el coste de fabricación, y también el peso y el volumen del dispositivo.

Preferiblemente, el procedimiento comprende además la etapa de producir una imagen de la superficie de interés enfocando la luz emitida desde la misma a través de una lente proporcionada en el dispositivo. Esto ayudaría a un médico u odontólogo a determinar el alcance de la luminiscencia y/o la fluorescencia y el área precisa desde donde se emite la luz.

Preferiblemente, el procedimiento comprende además la etapa de producir una imagen de la superficie de interés antes de la aplicación de la sustancia reveladora. Esto permitiría a un operador poder superponer la imagen de la luminiscencia y/o la fluorescencia con la imagen normal, el tratamiento previo, la luz ambiental o artificial, con el fin de ubicar con precisión dónde se emiten la luminiscencia y/o la fluorescencia y, por lo tanto, dónde puede desarrollarse un área de caries.

En una realización, la sustancia reveladora comprende un polvo que se disuelve en presencia de saliva. Esto sería de particular uso cuando la superficie a fotografiar es una superficie intraoral. Otra ventaja de esta característica es que la sustancia reveladora está activa en solución y, por lo tanto, el polvo podría almacenarse en una forma inactiva estable durante largos períodos de tiempo.

Alternativamente, la sustancia reveladora puede ser un gel y puede llenar parte de, o todo el espacio entre un diente y los medios para transmitir luz. Esto ayudaría a garantizar que se obtenga una imagen resuelta y enfocada y aumente la eficiencia de la transferencia de luz, mejorando así la sensibilidad del dispositivo. Típicamente, la viscosidad de la sustancia reveladora puede afectar a la velocidad de detección y a la magnitud de la señal. Un aumento en la viscosidad de un gel se correlaciona con una disminución en la intensidad de la señal. Por lo tanto, cuanto mayor sea la viscosidad del gel, mayor será el tiempo de detección requerido para obtener una imagen útil. Sin embargo, diferentes geles de viscosidad pueden ser ventajosos en diferentes partes de la cavidad oral. Por ejemplo, más geles de viscosa pueden ser ventajosos para su uso en ciertas superficies, por ejemplo, las superficies lisas en algunos de los premolares. En estas superficies, se puede requerir un gel más viscoso para reducir la velocidad del movimiento del gel en la superficie y así permitir la captura de una señal localizada. Los geles menos viscosos pueden proporcionar una mejor opción para las superficies oclusales de los molares permanentes, ya que las fisuras ayudan a mantenerlos acumulado, y si el gel es demasiado viscoso, puede que no entre en el fondo de las fisuras para proporcionar una imagen completa de la superficie. Se podrían usar geles de diferente viscosidad de forma independiente o en combinación para producir una imagen completa de una superficie, un diente o toda la cavidad bucal.

Preferiblemente, la sustancia reveladora se aplica a la superficie de interés mediante la aplicación de presión a la misma. La sustancia reveladora puede estar contenida dentro de un compartimento proporcionado dentro del faldón y liberarse cuando el faldón se presiona sobre la superficie de interés. Una junta delgada puede actuar como una barrera para evitar que la formulación reveladora se aplique a la superficie de interés hasta que se aplique presión, por ejemplo, presionando el faldón sobre la superficie.

Preferiblemente, un punto de referencia se puede aplicar a la superficie de interés antes de la aplicación de la sustancia reveladora. El punto de referencia se puede usar para alinear imágenes que se han tomado en diferentes momentos. También se puede usar para alinear imágenes tomadas con diferentes equipos, o para alinear el propio equipo. El punto de referencia podría usarse para estandarizar la salida de luz entre imágenes. El punto de referencia puede ser una mancha de material que contenga iones u otra marca distintiva. Se puede grabar una regla

en el dispositivo, por ejemplo, en una placa de fibra óptica para fines de medición y calibración.

A continuación, se describirá el dispositivo a modo de ejemplo y con referencia a las siguientes figuras, en las que:

La figura 1 muestra una realización de las porciones de detección de luz, proximal y de formación de imágenes del dispositivo, donde el dispositivo es cuadrado o cuboidal en sección transversal;

5 La figura 2 muestra una realización de las porciones de detección de luz, proximal y de formación de imágenes del dispositivo, donde el dispositivo es circular en sección transversal;

La figura 3 muestra una realización de un dispositivo in situ;

La figura 4 muestra la intensidad de la luz emitida desde un diente recién extraído con una lesión de caries activa;

10 La figura 5 muestra la intensidad de la luz emitida desde un G2 y un G3 Glowell®;

La figura 6 es un gráfico que compara las intensidades de luz promedio de un área luminiscente del diente recién extraído y las unidades G2 y G3 Glowell®;

La figura 7 muestra una imagen de luminiscencia de las unidades Glowell® obtenidas en la oscuridad;

15 La figura 8 muestra una imagen de luminiscencia de las unidades Glowell® obtenidas en luz ambiental utilizando un faldón;

Las figuras 9 y 10 muestran la colocación del filtro;

La figura 11 muestra una imagen de luminiscencia de las unidades Glowell® obtenidas en luz ambiental utilizando un filtro;

20 La figura 12 muestra una imagen de luminiscencia de unidades Glowell® obtenidas en luz ambiental utilizando un filtro y un faldón en combinación;

Las figuras 13a y 13b muestran una foto de un dispositivo de detección de luminiscencia y un esquema del mismo dispositivo (que comprende un prisma, una lente y un CCD), cuyo dispositivo se ha utilizado para capturar imágenes de las superficies oclusales y lisas libres de los dientes;

25 La figura 14a muestra una imagen de luminiscencia de las unidades Glowell® obtenidas en luz ambiental utilizando una realización con faldón del dispositivo, como se muestra en la figura 14b; y

La figura 15 muestra imágenes de luminiscencia de dos dientes recién extraídos capturados con una realización con faldón del dispositivo, como se muestra en la figura 14b;

La figura 16 muestra la influencia sobre la viscosidad del gel en la velocidad y magnitud de la señal de luz generada;

30 La figura 17 muestra la posibilidad de combinar imágenes recopiladas en un período de tiempo corto para generar una señal más alta y una imagen más clara.

Una realización del dispositivo de detección de acuerdo con la invención se muestra en las figuras 1 y 2 y comprende un prisma, un espejo o reflector 2, una lente o un filtro 3, un detector 6, un emisor 8 cableado o inalambrico, un faldón 10, un inyector o pistola 12 pulverizadora y un faldón 14 móvil. El dispositivo tiene forma
35 alargada y rectangular o cilíndrica con un extremo proximal o mango 16 y una porción 18 distal o transmisora de luz. El extremo 16 proximal y la porción 18 de transmisión de luz están alineados preferiblemente a lo largo de un plano, de modo que el dispositivo sea adecuado para encajar en la boca de un paciente, y puede comprender dos elementos separados unidos entre sí, o un solo elemento, como se ilustra en la figura 1. En situaciones en las que el dispositivo se usa para imágenes intraorales, la porción 18 de transmisión de luz se inserta en la boca de un
40 paciente, mientras que el extremo 16 proximal generalmente se ubica fuera de la boca del paciente y lo sujeta un operador, como se muestra en la figura 3. La señal luminiscente es reflejada o refractada desde un prisma, espejo o reflector 2, o un filtro dicroico ubicado en la porción 18 de transmisión de luz para que pueda reflejarse hacia el detector 6, en el que el detector 6 está ubicado en el extremo 16 proximal. La porción 18 de transmisión de luz puede ser desechable, para evitar la transmisión de infecciones entre pacientes. De acuerdo con una realización de
45 la presente invención, cuando se usa un dispositivo que comprende solo la lente 3, la luz total puede detectarse desde la superficie de interés. A través de la adición de la lente 4 como se ilustra en la figura 1, sería posible crear una imagen de las regiones en la superficie que emiten luz en el detector 6. La lente 3, 4 puede ser una lente biconvexa, planoconvexa o de menisco positivo.

50 La luz transmitida desde la superficie de interés puede entrar a través de un orificio previsto en el extremo transmisor de la luz del dispositivo, siendo el orificio preferiblemente cuadrado o rectangular. Esta luz puede entrar en un prisma

2 y refractarse de manera que pueda desplazarse hacia un detector 6, o la luz puede reflejarse desde una superficie reflectante, tal como un espejo 2. El prisma, el espejo o el reflector 2 pueden recubrirse con un material de paso de banda, un material dicróico u otro material adecuado, para alterar las longitudes de onda transmitidas. Para mejorar la resolución, la luz puede desplazarse a través de un colimador desde el prisma, espejo o reflector 2 hacia el detector 6. Alternativamente, se puede proporcionar una varilla de vidrio, o varillas o lentes, o un haz de fibra óptica, a través del cual la luz puede desplazarse desde el prisma o la superficie 2 reflectante y hacia la lente o el detector 6 (figura 1).

Como se describió previamente, el dispositivo según la presente invención comprende características que están diseñadas para reducir la luz ambiental. En una realización, el cuerpo de la porción 18 de transmisión de luz y el extremo 16 proximal comprenden un material opaco. Se puede proporcionar un faldón 10 para evitar que la luz ambiental entre en la porción 18 de transmisión de luz o que llegue al detector 6. El faldón 10 comprende preferiblemente al menos un material absorbente de luz. En una realización, se pueden usar filtros de paso de banda o filtros dicróicos, que permiten que solo las longitudes de onda de luz deseadas alcancen el detector 6. Finalmente, se puede usar un detector 6 que es sensible solo a longitudes de onda específicas de la luz, tal como las emitidas desde la superficie de interés. En otra realización, la porción 18 de transmisión de luz es desechable. Preferiblemente, la porción 18 de transmisión de luz comprende un tipo de material plástico que es deformable por adición de una solución desinfectante. En situaciones en las que el material plástico se deforma con la exposición a una solución desinfectante, la porción de transmisión de luz no puede reutilizarse. Como resultado, el operador deberá comprar una nueva porción de transmisión de luz para el tratamiento o examen de cada paciente individual. Por lo tanto, la rentabilidad del dispositivo se mejorará para el fabricante.

En una realización, un filtro 3 de paso de banda puede ser utilizado (ver la figura 1) para bloquear cualquier longitud de onda de la luz que no sea atribuibles a la señal de luminiscencia de interés. Cuando se utiliza aequorina u obelina para la detección de iones libres en una superficie intraoral, se pueden usar filtros de paso de banda con bandas estrechas centradas alrededor de 465 o 485 nm, respectivamente, para la detección de la señal luminiscente. Estos filtros pueden colocarse aguas arriba del dispositivo de detección, a lo largo de la trayectoria de transmisión de luz, de modo que la luz se filtre antes de llegar al detector 6 ubicado en el extremo proximal del dispositivo de detección.

El detector 6 puede proporcionar información con respecto a la cantidad de luz recogida para proporcionar información sobre la intensidad, espectros, la velocidad de generación de señales, o puede generar una imagen que ilustra espacialmente donde se genera la luz. En una realización, se puede usar un detector de CCD. Tales detectores tienen la ventaja de ser sensibles a determinadas longitudes de onda de la luz. En la realización en la que se detecta una señal luminiscente de aequorina u obelina, se puede usar un CCD que es sensible a la luz azul en una región estrecha, típicamente alrededor de 465 o 485 nm, respectivamente, para detectar luz en un ensayo luminiscente, y un CCD sensible al rojo o al verde podría usarse para obtener una imagen visible de la superficie del diente.

Las cámaras intraorales han visto altos niveles de adopción por los dentistas durante la última década. Estas cámaras pueden producir imágenes claramente definidas que muestran detalles que pueden pasarse por alto en los exámenes con espejo estándar, además de proporcionar una excelente herramienta educativa y de comunicación, ya que le permiten al paciente ver dentro de su propia boca durante un examen. Las cámaras a menudo incorporan un CCD y se prestan, pero solo pueden tomar imágenes en condiciones de trabajo brillantes (generalmente logradas con LED). A pesar de que se está probando un número para su uso con material revelador, no han demostrado ser adecuados para obtener imágenes de las bajas cantidades de luz producidas por el marcador luminiscente utilizado aquí.

El dispositivo de la presente invención se puede utilizar en: detectar la presencia de lesiones de caries, incluyendo lesiones de caries activas, después de la aplicación de un marcador de luminiscencia sensible a iones o un marcador de fluorescencia; determinar la susceptibilidad a la erosión de un diente después de desafío con ácido y la aplicación de un marcador de luminiscencia sensible a iones o un marcador de fluorescencia; determinar el sitio de hipersensibilidad de la dentina radicular después de una prueba específica de alimentos/líquidos y la aplicación de un marcador de luminiscencia sensible a iones o un marcador de fluorescencia; determinar la localización del producto de remineralización, el sellador y los infiltrantes después del desafío ácido de un diente de un paciente y la aplicación de un marcador de luminiscencia sensible a iones o un marcador de fluorescencia; o determinar la localización o área de interés de investigación de áreas precancerosas o cancerosas en la mucosa oral, el tracto genitourinario o la piel después de la adición de un biomarcador de la enfermedad marcado con un marcador óptico.

En algunas realizaciones de la invención, se proporciona un faldón 10 y se coloca alrededor del dispositivo. Ventajosamente, el faldón 10 puede fijar el dispositivo en posición para evitar el desenfoque de la imagen y aumentar la comodidad del usuario. El faldón 10 también puede ayudar a proteger el dispositivo de la saliva u otros líquidos que pueden interferir con una señal generada por un marcador. El faldón 10 puede ser rígido o flexible para permitir que el faldón 10 se amolde a la superficie y evitar que la luz ambiental ingrese al dispositivo. Preferiblemente, el faldón 10 comprende un material de caucho negro. El faldón 10 se puede usar para ayudar a estabilizar la porción de transmisión de luz 18 del dispositivo dentro de la boca de un paciente. En una realización, el faldón 10 comprende piezas individuales que pueden retirarse, de modo que es posible usar el dispositivo para ver las superficies bucales, linguales, palaciales y labiales de los dientes y las superficies de la mucosa, si se desea. Por lo

tanto, todas las superficies intraorales, con la excepción de las superficies aproximadas, se pueden visualizar utilizando el dispositivo de la presente invención.

Las paredes de todas las partes del dispositivo comprenden preferiblemente un material rígido que tiene un color negro, para ayudar en la reducción de la luz ambiente tanto como sea posible. Las paredes del dispositivo pueden comprender varios materiales, tal como vidrio, plástico, papel, cartón o metal. Poliestireno, cloruro de polivinilo (PVC), poliacrílico o polipropileno son particularmente adecuados para este propósito. Si el material es polipropileno, el dispositivo podría ser autoclavable. Alternativamente, se puede colocar una funda desechable y estéril sobre el dispositivo para proteger el dispositivo y a los pacientes de la contaminación, o el dispositivo puede esterilizarse utilizando etanol o desinfectante químico antes de su uso.

Un protector bucal puede ser utilizado con o añadido al dispositivo para mejorar la detección de señal de baja luz en condiciones de luz ambiental. Este protector puede ser opaco para bloquear la luz de todas las longitudes de onda, o coloreado para bloquear la luz que tiene una longitud de onda particular, para reducir el ruido de fondo y mejorar la calidad de la señal. En una realización, el protector puede bloquear la luz de aquellas longitudes de onda que corresponden a las que se espera que sean emitidas desde la superficie de interés, de modo que cualquier señal detectada pueda atribuirse a una señal de interés en lugar de a la luz de fondo. Un protector bucal de color puede permitir que un dentista o médico vea objetos dentro de la boca, pero evita que la luz de las longitudes de onda interferentes entre en la boca.

El prisma o superficie 2 reflectante puede estar montado en un soporte flexible o un soporte en ángulo, de tal manera que se puede ajustar para detectar una señal luminiscente y/o fluorescente desde áreas de diferentes tamaños, si es necesario. Por ejemplo, cuando el dispositivo se usa por vía intraoral, los medios de transmisión o reflexión pueden estar inclinados para permitir que la luz de un área más grande (por ejemplo, tres superficies oclusales) se recoja en un solo paso y se reduzca de tamaño mediante el posicionamiento apropiado. Colocar el prisma o el reflector 2 en un ángulo mayor con respecto al plano del elemento principal del dispositivo tiene la ventaja de que la luz de un área más pequeña sería detectable. Si el prisma o el reflector 2 estuvieran colocados en un ángulo menor desde el plano del elemento principal del dispositivo, se puede detectar un área más grande.

El uso de un dispositivo en ángulo puede tener beneficios de costes, ya que es posible que un CCD con un área superficial más pequeña podría ser utilizado. En las realizaciones en las que el dispositivo se usa para imágenes intraorales, colocando los medios de transmisión o reflexión en un ángulo específico, cuyo ángulo puede ajustarse, el tiempo necesario para una evaluación dental podría reducirse, ya que se pueden evaluar simultáneamente más superficies sin necesidad de mover el dispositivo. Esto se demuestra en la figura 2, que comprende un prisma, espejo o reflector 2, una lente o filtro 3, un detector 6, un emisor 8 cableado o inalámbrico, un faldón 10, un inyector o pistola 12 de pulverización y un faldón 14 móvil. El experto entendería que, cuando se usa intraoralmente, el dispositivo será adaptable para la investigación de lo siguiente: ambos arcos simultáneamente; arco superior e inferior por separado; cuadrantes del arco por separado; dientes solos y los tejidos blandos, por ejemplo, la encía, la lengua, la mucosa oral y la faringe.

El dispositivo puede, en algunas realizaciones, ser capaz tanto de transmitir la luz y detectar la luz. El dispositivo puede comprender una fuente de luz de excitación si se requiere para su uso en ensayos de fluorescencia. Para permitir que se produzcan imágenes de la región de interés, el dispositivo puede comprender además una fuente de luz. En realizaciones en las que el dispositivo comprende haces de fibra óptica, algunas fibras transmitirán luz y algunas recibirán la señal emitida. Alternativamente, se puede colocar una fuente de luz, tal como un LED, un láser o una lámpara, en el dispositivo en una posición adyacente a la superficie de la imagen que se está fotografiando. En las realizaciones en las que las imágenes de las superficies de los dientes deben ser visualizadas, la luz puede transmitirse a través de los dientes de un paciente, para permitir la obtención de imágenes. La fuente de luz se puede proporcionar como un anillo de LED alrededor de la abertura, de modo que el dispositivo se puede usar para obtener imágenes claras y de buena calidad de los dientes. Alternativamente, la fuente de luz puede proporcionarse como un anillo de LED alrededor de la lente. Los LED pueden tener una configuración de "apagado" para que solo la señal de luminiscencia y/o fluorescencia sea detectable cuando se desee. De acuerdo con la presente invención, también se proporciona un procedimiento para controlar la entrada de luz en el dispositivo.

De acuerdo con la presente invención, el dispositivo puede comprender medios para aplicar una sustancia reveladora, los medios para aplicar la sustancia reveladora pueden ser un inyector incorporado en el dispositivo de manera que cuando se pulsa un botón, una sustancia reveladora, por ejemplo, para la detección de placa, caries activas o regiones cancerosas, se aplica sobre la superficie de interés. La detección de la luz emitida desde la superficie de interés puede producirse simultáneamente a la aplicación de la sustancia reveladora. En una realización, la sustancia reveladora, por ejemplo, para la detección de placa, caries activas o regiones cancerosas, puede liberarse sobre la superficie mediante la aplicación de presión, calor o contacto con saliva. La sustancia reveladora puede ser un gel, una solución o un sólido.

Preferiblemente, la presente invención se realiza en condiciones de luz incidente ambiente, en el que las características del filtro y del faldón del dispositivo ayudan en la detección de la señal, protegiendo el dispositivo de la luz ambiente. Los experimentos detallados a continuación demuestran que el filtro y el faldón combinados mejoran la reducción de la luz ambiental de la imagen capturada y permiten obtener imágenes de la fuente luminiscente y/o

fluorescente en luz ambiental brillante. Las fuentes de luz utilizadas en los siguientes experimentos son unidades Glowell® azules (GLO-002 s/n 2090643 LUX Innovate) con una longitud de onda de emisión de 450 nm y salidas de luz de aproximadamente 75×10^6 (G1), $7,3 \times 10^6$ (G2) y $0,6 \times 10^6$ (G3) fotones s^{-1} .

5 Esto muestra que la salida de luz de G2 es similar a la salida de luz liberada de la solución de revelado que se aplica a un diente extraído con una lesión de caries activa.

Experimento 1: Demostración de que la luz de un G2 Glowell® es comparable a la de una lesión activa de caries de un diente recientemente extraído.

10 La figura 4 muestra un diente extraído que ha sido fotografiado con la cámara CCD (SXVF-H9 Starlight Express Ltd) con un tiempo de exposición de 60 s y discretización de 2x2 después de la adición de 250 μ L de 1 mg cm^{-3} de Aequorin en 1 % de Akucell Gel compuesto con EDTA 1 mM a la superficie del diente. La figura 5 muestra las unidades G2 y G3 Glowell® que se han fotografiado utilizando la cámara CCD con un tiempo de exposición de 60 s y discretización de 2x2. La intensidad de luz promedio (en unidades de escala de grises) se midió para una región de luminiscencia en el diente extraído y para las unidades G2 y G3 Glowell®; esto se muestra en el gráfico de la figura 6. La figura 6 muestra que los valores de salida de luz promedio para las áreas luminiscentes del diente extraído y las unidades G2 y G3 Glowell® fueron de 30, 38 y 10 respectivamente. La salida de luz del G2 Glowell® es, por lo tanto, comparable a la liberada de un diente con caries activa al agregar la solución reveladora, lo que indica que las unidades Glowell® son un buen modelo para realizar pruebas.

Experimento 2: El uso de un faldón para imágenes en luz ambiental.

20 Se fijó un endoscopio (Olympus) directamente a la cámara CCD mediante un endoscopio - adaptador de cámara (Pro Vision PVCC37 Camera Coupler Dart Systems). El endoscopio se ha modificado utilizando un prisma para que el ángulo de visión sea de 90 grados en lugar de 0 grados y, por lo tanto, esté en un formato adecuado para uso intraoral. Tres unidades Glowell® se colocaron directamente frente a la abertura de entrada del endoscopio. Estas fueron unidades azules con una longitud de onda de emisión de 450 nm y salidas de luz de aproximadamente 75×10^6 (G1), $7,3 \times 10^6$ (G2) y $0,6 \times 10^6$ (G3) fotones s^{-1} . Para capturar imágenes en la oscuridad cercana (sin luz ambiental) y así proporcionar un control, la cámara, el endoscopio y la mesa que soportan las unidades Glowell® se cubrieron con una pieza de material negro. El experimento se realizó en una habitación oscura, con todas las luces apagadas y la puerta cerrada. Se tomó una exposición de 20 s con la cámara configurada en discretización de 4x4 (figura 7). El faldón luego se unió al extremo distal del endoscopio donde se aloja el prisma y la orientación de la cámara - endoscopio se alteró a horizontal en lugar de vertical. Se capturó una exposición de 20 s y se usó discretización de 4x4 con las luces encendidas para representar la luz ambiente (figura 8). El nivel de luz en el endoscopio se midió en 450 lux usando un medidor de luz (Precision Gold), y se determinó que la luz ambiental promedio de siete médicos dentales era de 400 lux. Luego se quitó el faldón y se capturó una exposición de 20 s con discretización de 4x4. La imagen resultante estaba saturada y no se pudo resolver ninguna imagen. Las figuras 7 y 8 demuestran que la presencia del faldón permite que las imágenes se capturen en luz ambiental utilizando el sistema de cámara-endoscopio, mientras que sin el faldón no es posible.

Experimento 3: El uso de un filtro con cámara CCD y endoscopio para obtener imágenes en luz ambiental.

40 La misma cámara, endoscopio y configuración se utilizaron como para el Experimento 2. Se capturó una imagen en luz ambiente (450 lux) sin el faldón, utilizando un tiempo de exposición de 5 s y una discretización 2x2. Se insertó un filtro (serie Semrock Brightline FF01-465/30) en el adaptador del endoscopio de la cámara como se muestra en las figuras 9 y 10. El filtro es un filtro de paso de banda y tiene un ancho de banda de 30 nm, centrado en 465 nm. Por lo tanto, no transmite luz con una longitud de onda inferior a 450 nm y superior a 480 nm. La colocación del filtro significó que toda la luz que llegaba al CCD de la cámara había pasado a través del filtro. Se capturó una imagen con el filtro en su lugar utilizando un tiempo de exposición de 5 s y una discretización de 2x2 (figura 11). Cuando no se utilizó ningún filtro, el CCD de la cámara se saturó y se perdió la resolución de la imagen. En la figura 11 hubo algo de saturación, pero la resolución de la imagen fue posible. Esto demuestra que la presencia del filtro mejora las imágenes capturadas en luz ambiente.

Experimento 4: El uso del filtro y del faldón con la cámara CCD y el endoscopio para obtener imágenes en luz ambiente.

50 El filtro se dejó en posición después de experimento 3 y el faldón se volvió a unir al extremo distal del endoscopio. Se capturó una imagen con un tiempo de exposición de 20 s con la discretización configurada a 4x4 en luz ambiente (figura 12). En la figura 12, la luz desde las unidades G1 y G2 Glowell® es visible. En la figura 7 hubo cierta interferencia de la luz que entra por debajo del faldón (a la izquierda del Glowell® más brillante); este problema se redujo mucho cuando el faldón y el filtro se usaron en combinación, ver la figura 12. Debido a que para uso intraoral, el ajuste no siempre puede estar completamente ajustado, entonces puede ingresar algo de luz ambiental en el dispositivo y el uso de un filtro ayuda a minimizar cualquier interferencia. La figura 11 indica que un filtro por sí solo no fue suficiente para reducir la luz ambiental a un nivel en el que la imagen no esté saturada y, por lo tanto, se pierde algo de resolución. Por lo tanto, la figura 12 muestra que hay una ventaja en el uso de ambos, el filtro y el faldón en combinación cuando se toman imágenes en condiciones de luz ambiental. El filtro solo no es suficiente

para reducir la luz ambiental y el filtro y el faldón combinados son mejores para reducir la interferencia de la luz ambiente que cuando se usa solo el faldón.

Experimento 5: El uso de un sistema de formación de imágenes que comprende un tubo de metal hueco que contiene prisma, lente, faldón y CCD.

- 5 Se capturó una imagen que muestra la luminiscencia emitida desde el G2 Glowell® (posición de la fuente de luz mostrada con una flecha) en luz ambiental, utilizando un faldón, consultar las figuras 14a y 14b.

10 El dispositivo de formación de imágenes que se muestra en la figura 14b se usó para capturar una imagen de luminiscencia (figura 15) de la actividad de caries en dientes humanos recién extraídos. 250 µl de Glowdent™, se colocó sobre la superficie del diente una formulación que es luminiscente en presencia de iones de calcio. Las imágenes de luminiscencia se obtuvieron después de 10 s, utilizando una discretización de 2x2. Después de la captura, la imagen se mejoró en contraste mediante el uso de software propietario. Se observaron distintos patrones de luminiscencia (en blanco).

Experimento 6: Investigación de la influencia de la viscosidad del gel en la velocidad y la magnitud de la señal de luz generada.

15 Se inyectaron 100 µL de gel Akucell® con una concentración del 0,3 al 0,7 % y que contenía 10 µg/ml de proteína en los pocillos de una placa de micropocillos en los que se habían secado 10 µL de acetato de calcio 10 mM. Se utilizó una cámara (SXVF-H9 Starlight Express Ltd) que se había colocado en una caja oscura para capturar imágenes; se realizaron capturas de 1 minuto durante un período de 10 minutos. La representación gráfica de los resultados se muestra en la figura 16 y muestra claramente que cuanto mayor es la viscosidad del gel, más baja y más lenta es la señal. El gel de viscosa puede ayudar a obtener imágenes de los dientes al garantizar que toda la superficie del diente esté cubierta y, por lo tanto, con imágenes, y puede evitar que el gel se deslice rápidamente por el diente, lo que puede distorsionar la imagen. Sin embargo, está claro que se logra una mayor señal con geles de menor viscosidad, lo que garantiza que las imágenes del marcador se capturen, y que los geles con menos viscosa también pueden ser más adecuados para garantizar que el gel alcance las fisuras de las superficies dentales oclusales.

20

25 Experimento 7: investigación de la posibilidad de acortar los tiempos de captura de imágenes mediante la fusión de imágenes sucesivas.

Las imágenes de un G1 Glowell (azul) se capturaron usando el mismo dispositivo que se describe en el Experimento 5. Las imágenes capturadas fueron: Imagen de 3 s bajo condiciones iluminadas; una sola imagen de 1 segundo; diez imágenes de 1 segundo capturadas secuencialmente; y una sola captura de 10 segundos, figura 17A. Las diez imágenes secuenciales se combinaron mediante el uso de la función de adición aritmética en PaintShop Pro, no se realizaron cambios en el contraste.

30

La superficie oclusal de un diente extraído fue fotografiada después de la adición de 40 uL de Glowdent™, una formulación que luminiscencia en presencia de iones de calcio. Se obtuvieron tres capturas de 3 segundos, utilizando una discretización de 2X2. Después de la captura, las imágenes se fusionaron (utilizando un software de imágenes propietario), se mejoró el contraste (al mismo nivel en todas las imágenes), se detectaron colores falsos y se anotaron datos sobre la intensidad de la luz (registrados como valores en escala de grises), figura 17B. Se observaron distintos patrones de luminiscencia (en blanco), con buena resolución observada incluso en imágenes fusionadas.

35

Las imágenes en la figura 17 muestran que la fusión de las imágenes capturadas durante un período más corto puede ayudar a mejorar la señal de luz, al tiempo que minimiza el potencial de pérdida de resolución de imagen de la cámara 'sacudida' en duraciones más prolongadas.

40

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de detección que comprende un extremo (16) proximal y una porción (18) de transmisión de luz, en el que el extremo (16) proximal comprende unos medios (6) de detección de luz, comprendiendo la porción (18) de transmisión de luz medios para transmitir luz a lo largo de una trayectoria desde la superficie de un diente hasta los
5 medios (6) de detección de luz, **caracterizado porque** los medios de detección de luz están adaptados para detectar una señal de luz baja generada por luminiscencia en condiciones de luz ambiental, en el que el dispositivo comprende además un inyector o pistola (12) configurado para aplicar una sustancia reveladora que comprende fotoproteínas a la superficie de un diente, en el que el inyector o pistola comprende una boquilla, en el que la porción
10 de transmisión de luz comprende además una fuente de luz LED configurada para iluminar la superficie de un diente, en el que el dispositivo está configurado para tomar una imagen iluminada antes de la detección y para el análisis de la señal con luz baja generada por luminiscencia, en el que la fuente de luz LED tiene un ajuste de apagado, en el que, en uso, el dispositivo está configurado para permitir que un usuario apague la iluminación por la fuente de luz LED para producir una imagen de luminiscencia utilizando la señal de luz baja generada por luminiscencia, en el que la señal de luz baja generada por luminiscencia es luz luminiscente emitida por la
15 fotoproteína en la sustancia reveladora que han entrado en contacto con iones libres que son liberados por la superficie de un diente debido a la desmineralización, en el que la señal de baja luz generada por la luminiscencia se detecta en sucesión cercana a la aplicación de la sustancia reveladora a la superficie de un diente, en el que el dispositivo está configurado para comparar la imagen de luminiscencia con la imagen iluminada para determinar la ubicación de la desmineralización en la superficie de un diente.
- 20 2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la porción (18) de transmisión de luz está colocada adyacente a, y está adaptada para ajustarse alrededor de la superficie de un diente.
3. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el extremo (16) proximal comprende además una lente (3), en el que la lente (3) está situada en una posición a lo largo de la trayectoria para transmitir luz desde una superficie de un diente a los medios (6) de detección de luz.
- 25 4. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios para transmitir luz son un prisma o una superficie (2) reflectante.
5. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el prisma o la superficie (2) reflectante está recubierta con un material de filtro de paso de banda, polarizador o dicróico.
- 30 6. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el prisma o la superficie (2) reflectante está situada aguas arriba de los medios (6) de detección de luz.
7. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la porción (18) de transmisión de luz está dispuesta en un ángulo que permite recibir luz desde un área específica de la superficie de un diente.
- 35 8. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo comprende además un faldón (10) que rodea un extremo de la porción (18) de transmisión de luz.
9. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (6) de detección de luz son sensibles a un límite de detección inferior de una velocidad de $9,63 \times 10^6$ fotones s^{-1} .
- 40 10. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (6) de detección de luz se seleccionan de un grupo que consiste en un luminómetro, fluorómetro, espectrofotómetro, cámara, dispositivo de carga acoplada (CCD), semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS), dispositivo de inyección cargado (CID), fotodiodo de avalancha (APD), detector de fotón único, cámara digital, cámara intensificada, película fotográfica, detector fotométrico, tubos fotomultiplicadores (PMT), sistema microelectromecánico (MEMS), un ojo humano o una combinación de los mismos.
- 45 11. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la porción (18) de transmisión de luz comprende al menos una fuente de luz seleccionada del grupo que consiste en un LED, láser, lámpara o un orificio cortado en el dispositivo para permitir que la luz ambiente entre en el mismo, permitiendo de esta manera la transmitancia de la luz sobre la superficie a evaluar.
12. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo también comprende una cámara.
- 50 13. Un kit que comprende un dispositivo de detección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
14. Un procedimiento de detección de una señal de luz baja generada por luminiscencia a partir de una sustancia reveladora que comprende una fotoproteína que se ha aplicado a una superficie de un diente, en el que la sustancia reveladora produce una señal luminiscente en presencia de iones libres, en el que la detección se realiza usando un

dispositivo de detección según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- a. colocar la porción (18) de transmisión de luz del dispositivo, adyacente a la superficie del diente;
 - b. tomar una imagen utilizando una fuente de luz LED y a continuación apagar la fuente de luz LED;
 - 5 c. aplicar la sustancia reveladora a la superficie de un diente, en el que la sustancia reveladora se libera del dispositivo de detección y se aplica a la superficie del diente como una pulverización fina utilizando un inyector o pistola (12) del dispositivo que comprende una boquilla;
 - d. detectar la luminiscencia emitida desde la superficie del diente; y
 - e. determinar la ubicación de la desmineralización en la superficie del diente.
- 10 15. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además la etapa de producir una imagen de la superficie de un diente enfocando la luz emitida a través de una lente (3) proporcionada en el dispositivo.
16. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, que comprende además la etapa de producir una imagen de la superficie de un diente antes de la aplicación de la sustancia reveladora.
- 15 17. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en el que la sustancia reveladora comprende un polvo que se disuelve en presencia de saliva.
18. Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 14 a 17, en el que la señal de luz baja se detecta en una sucesión cercana a la aplicación de la sustancia reveladora a la superficie de un diente.

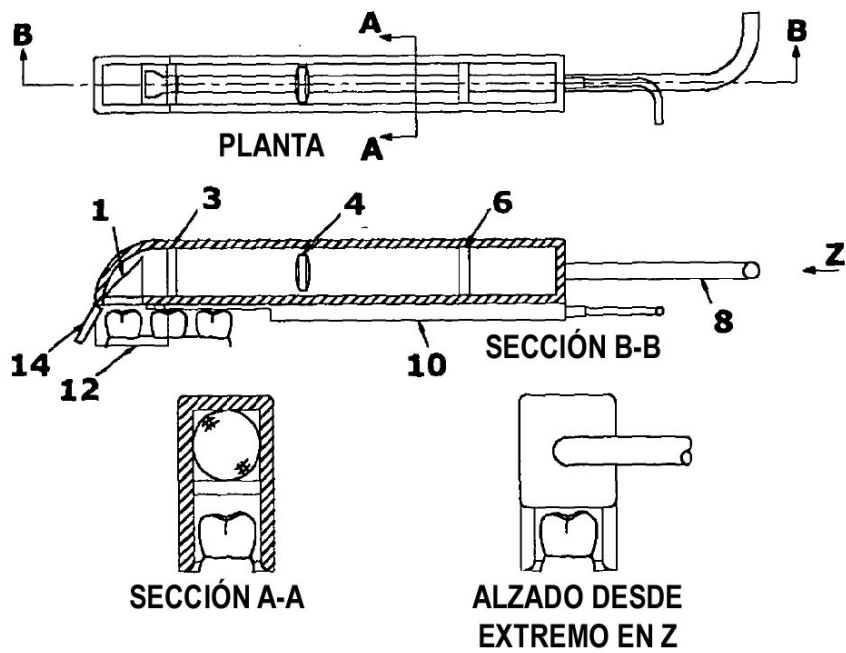
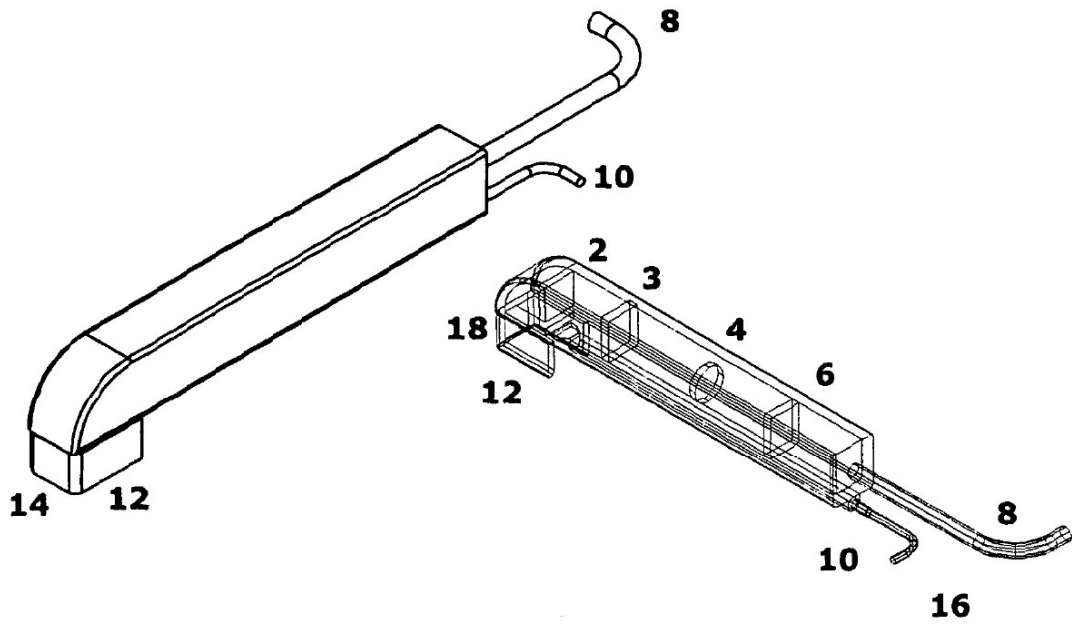
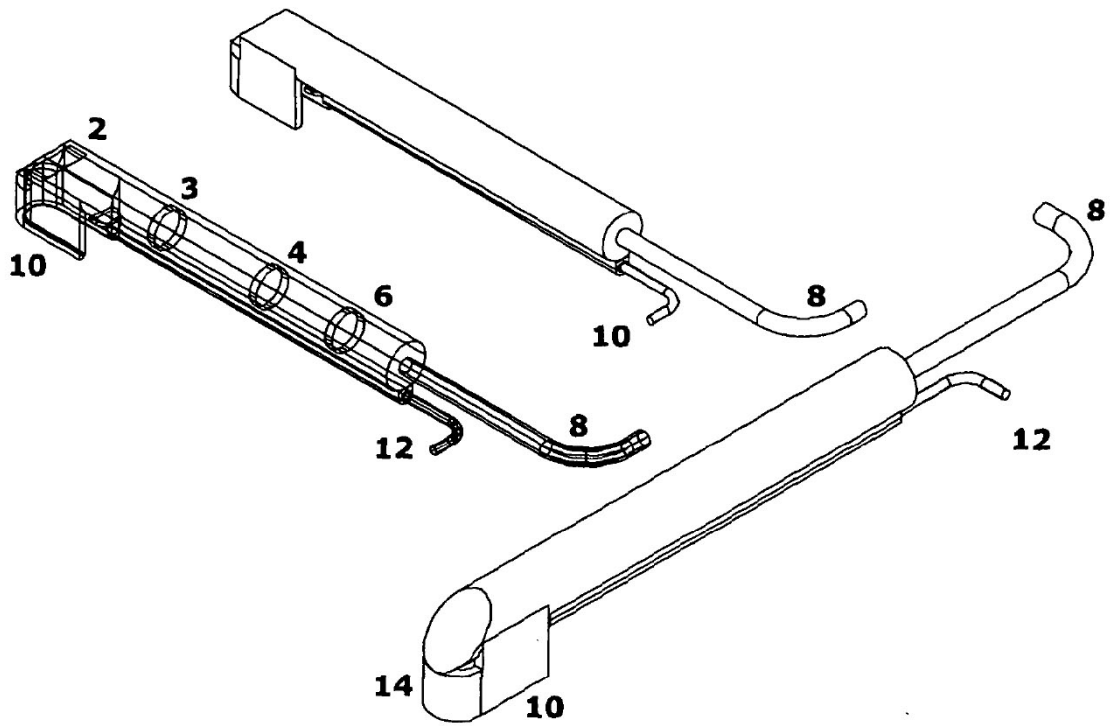
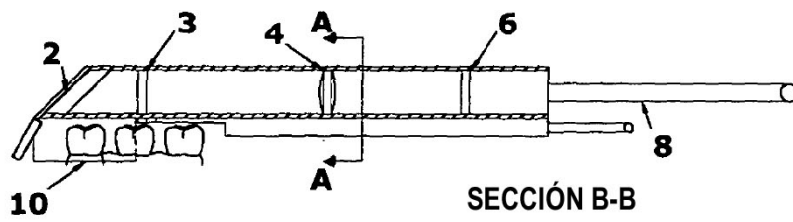
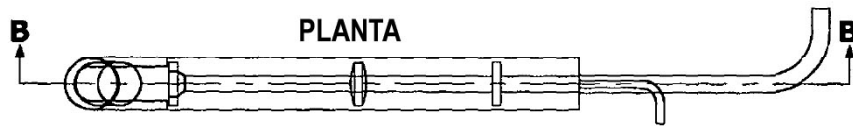


FIG 1



OPCIÓN 2



SECCIÓN A-A

FIG 2



FIG 3



FIG 4

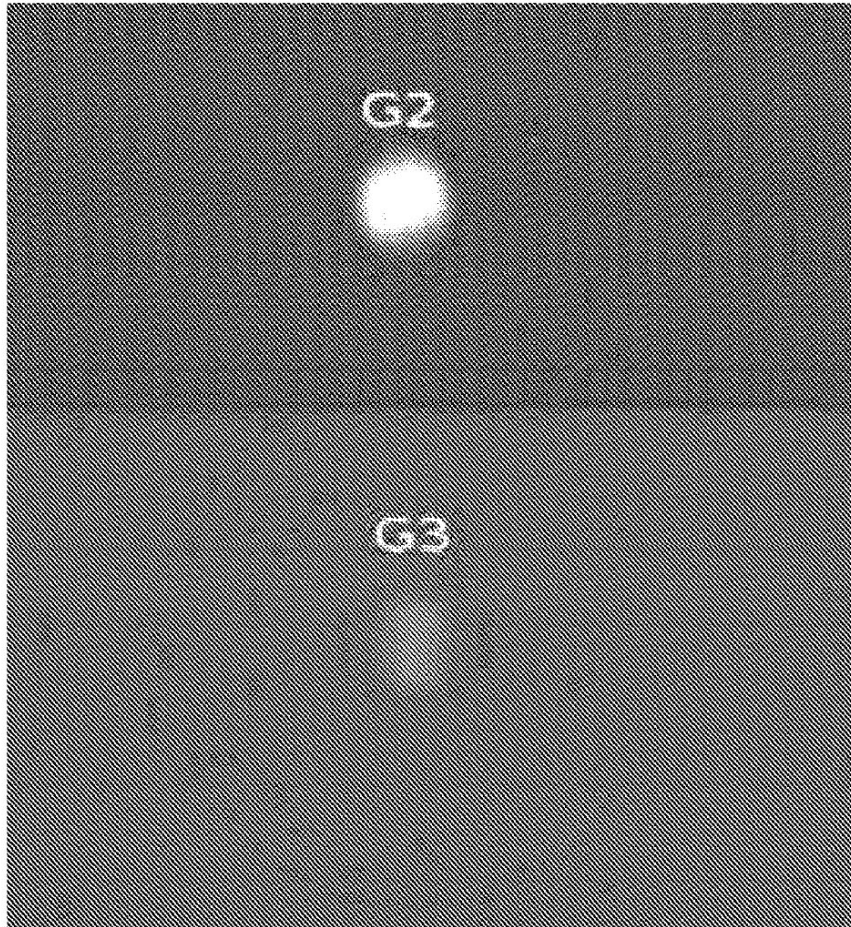


FIG 5

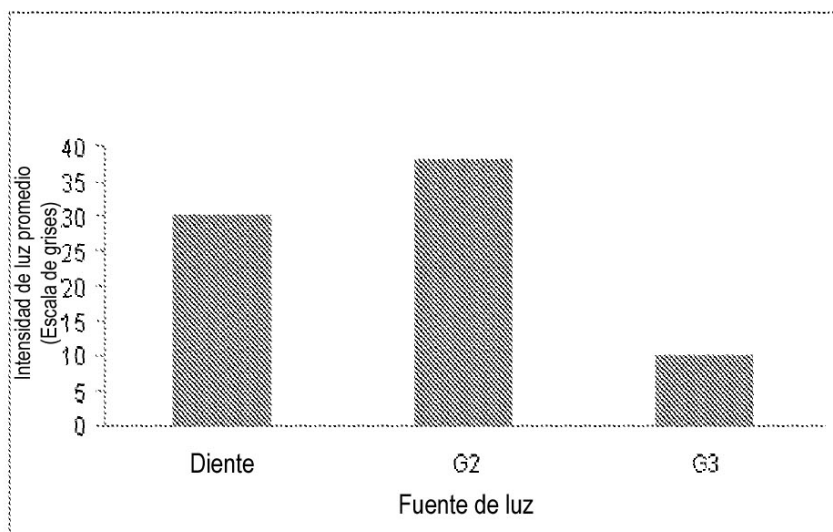


FIG 6

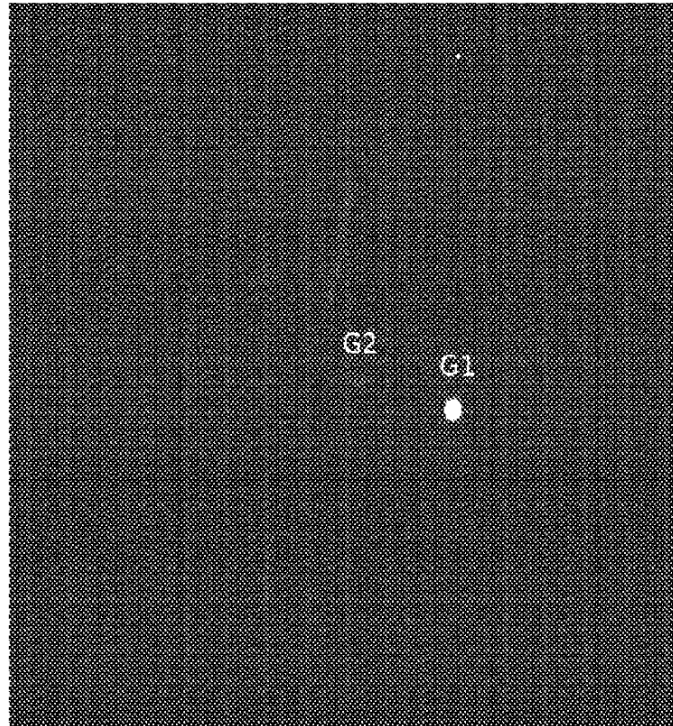


FIG. 7

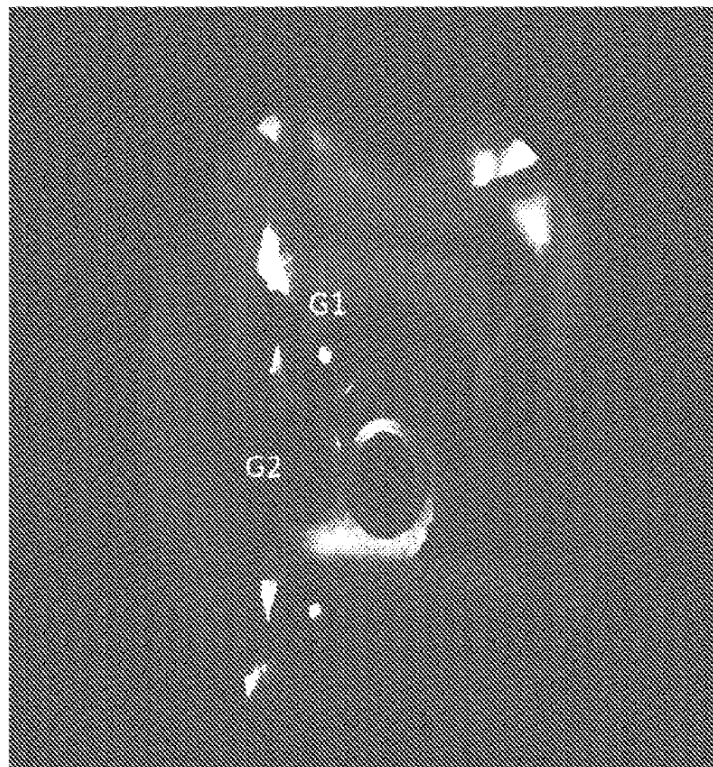


FIG. 8

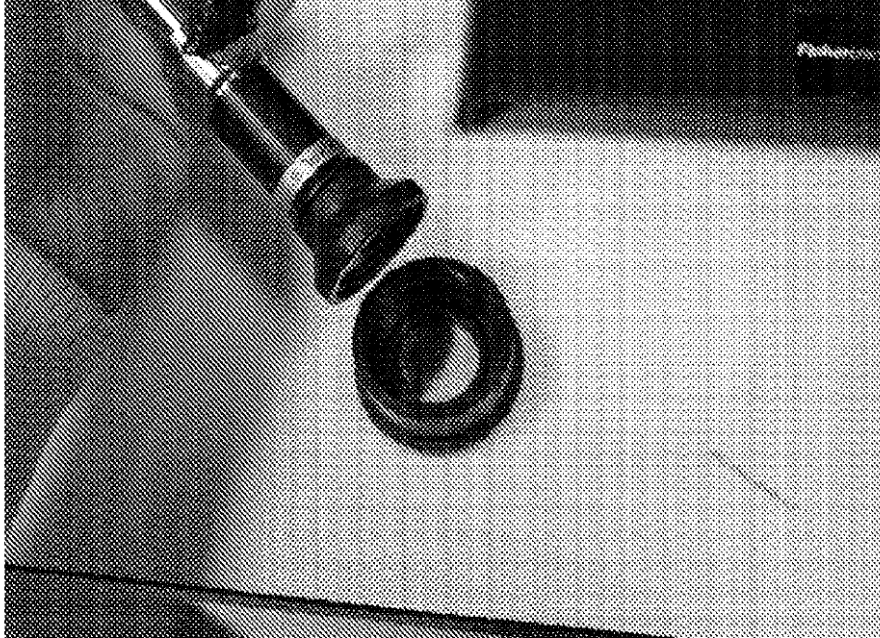


FIG. 9

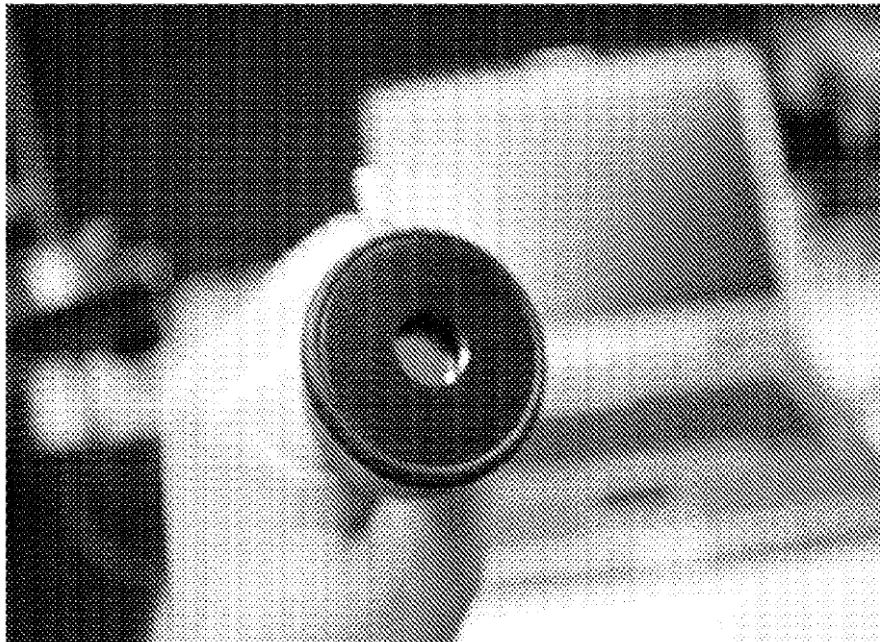


FIG. 10

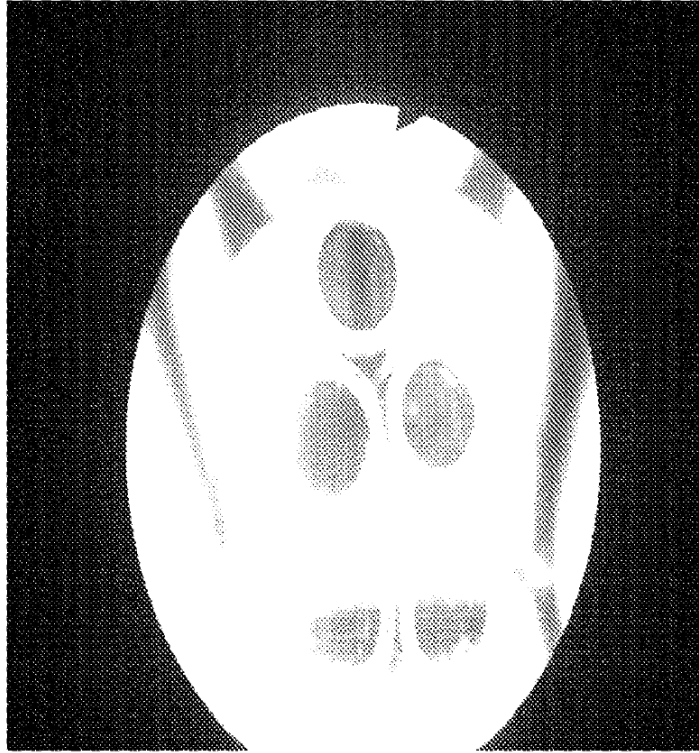


FIG. 11

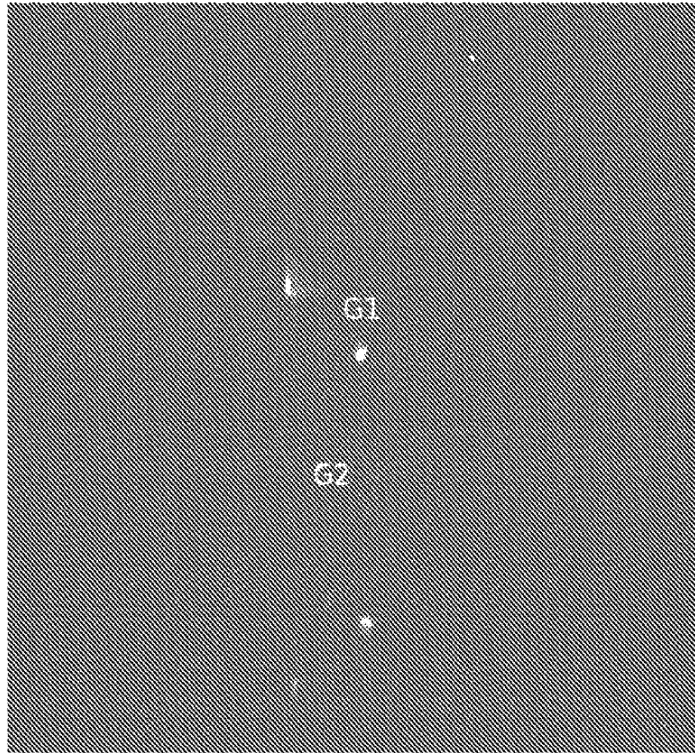


FIG. 12

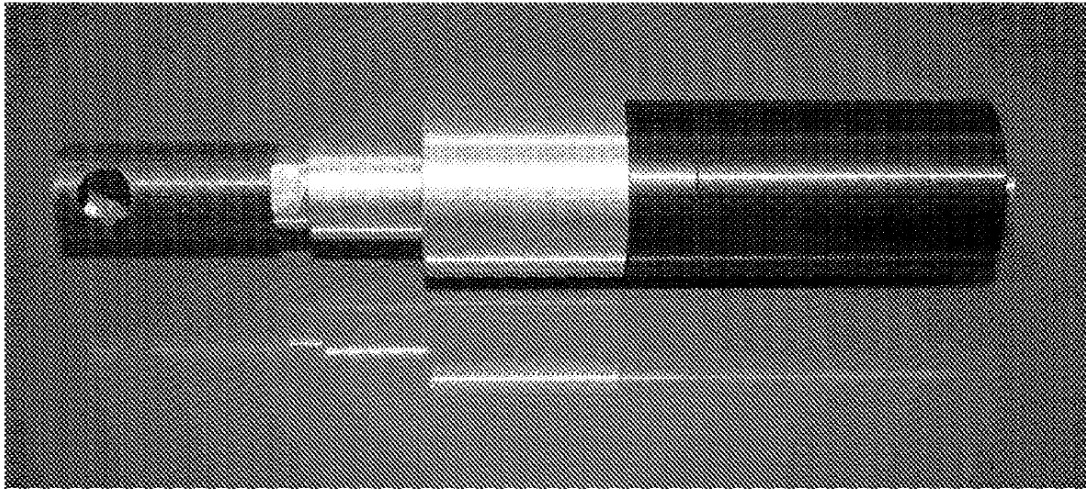


FIG. 13a

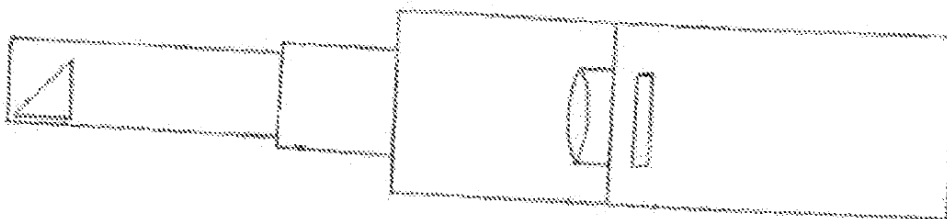


FIG. 13b

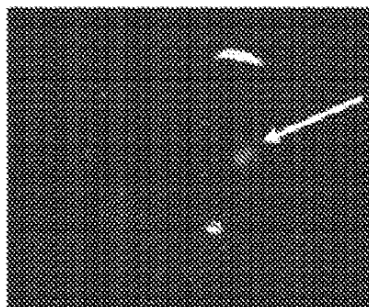


FIG. 14a

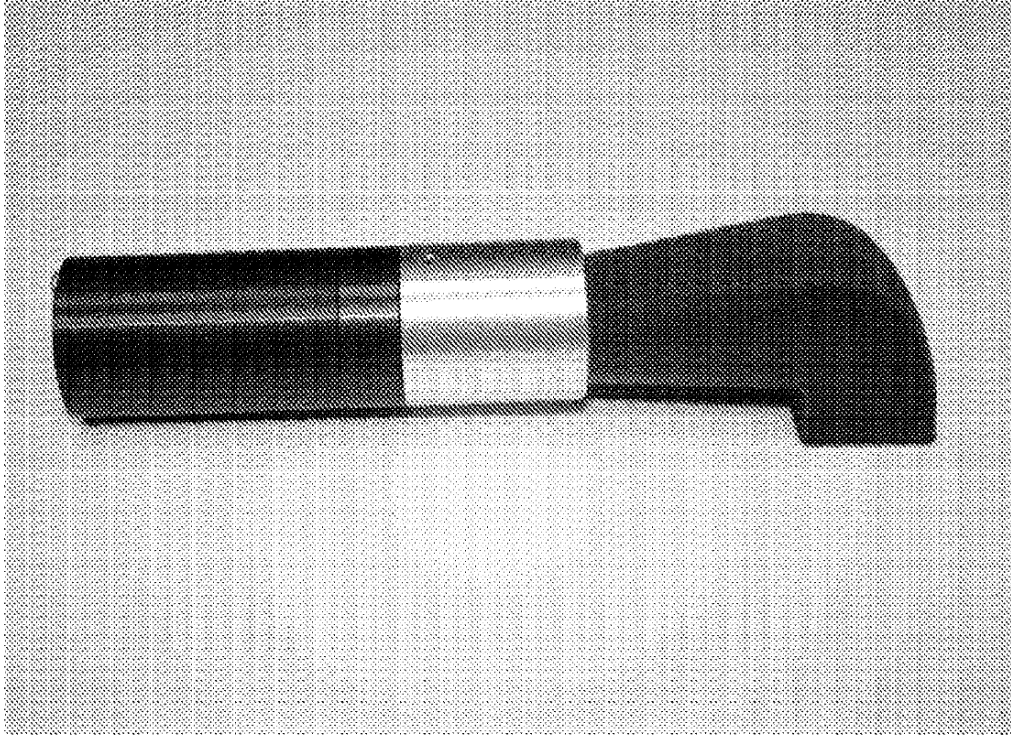


FIG. 14b

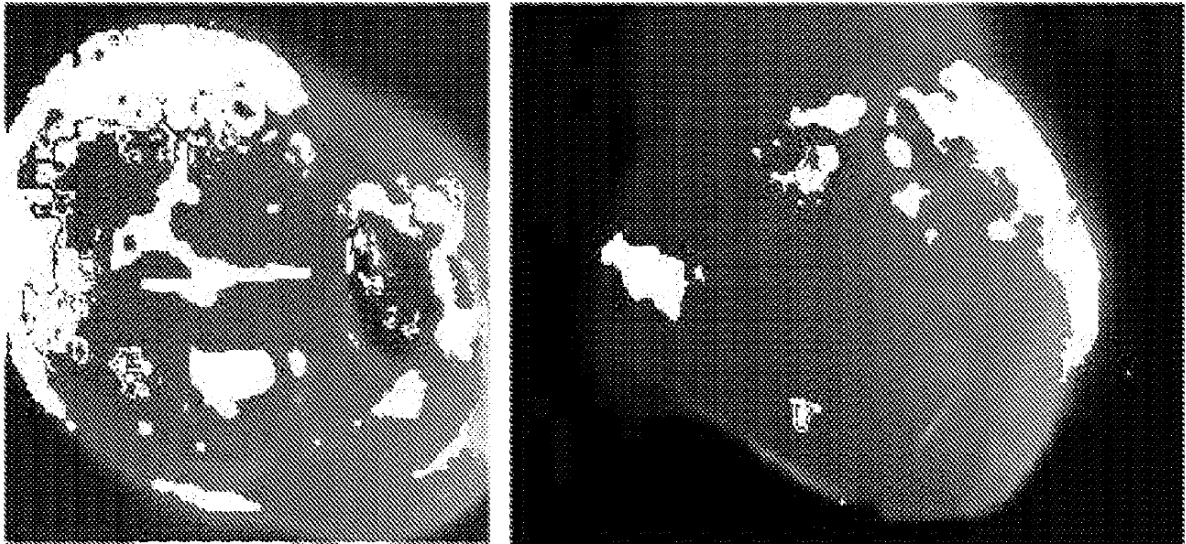


FIG. 15

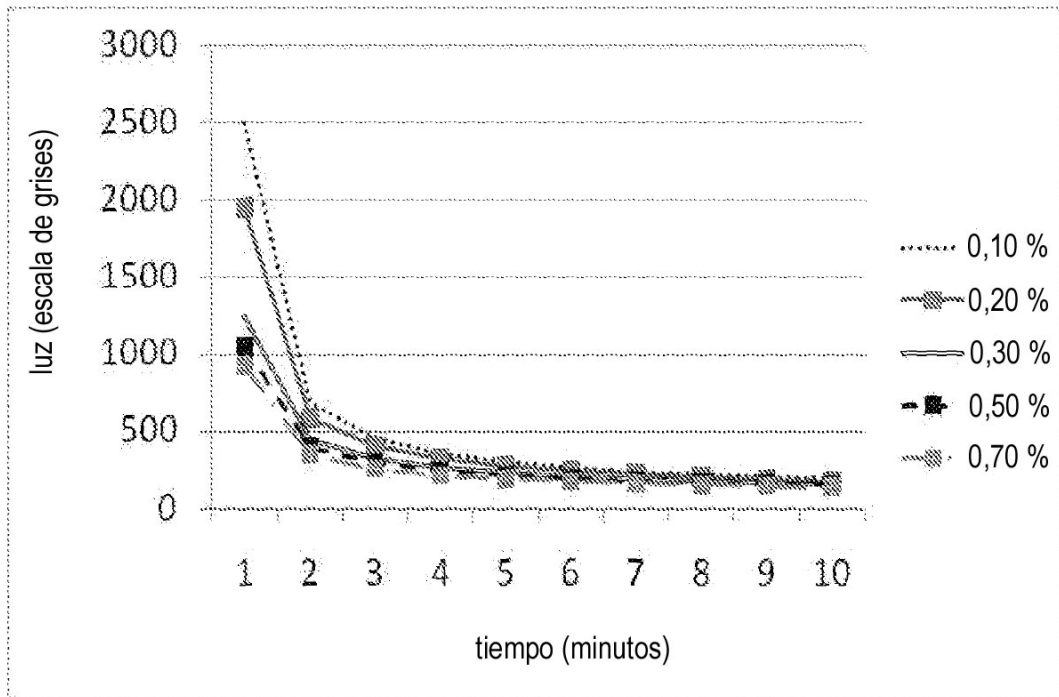


FIG. 16

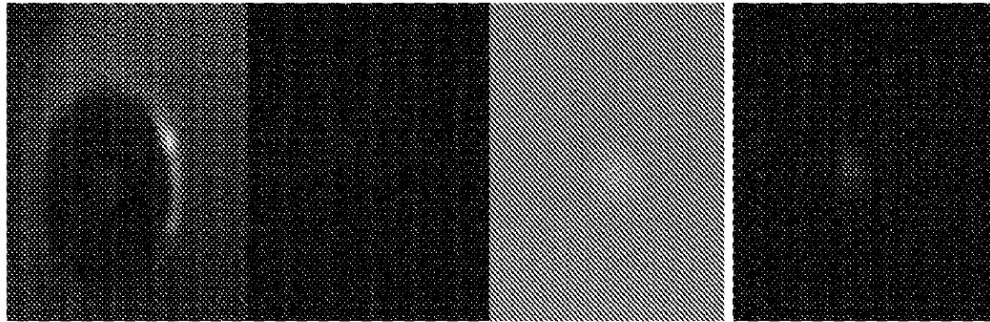


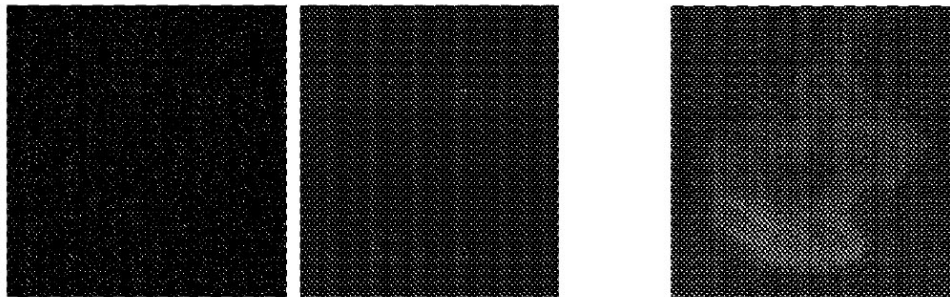
Imagen tomada con
Glowell(R) bajo
iluminación

Una captura
de 1 segundo

Fusión de diez capturas
de 1 segundo

Captura de
10 segundos

FIG. 17A



Captura de
3 segundos

Fusión de dos capturas
de 3 segundos

Fusión de tres capturas
de 3 segundos

*promedio: 12 unidades de
escala de grises
máx: 200 unidades de
escala de grises*

*promedio: 24 unidades de
escala de grises
máx: 418 unidades de
escala de grises*

*promedio: 36 unidades de
escala de grises
máx: 618 unidades de
escala de grises*

FIG. 17B