

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 862**

51 Int. Cl.:

G06F 18/25 (2013.01)

G06V 10/143 (2012.01)

G06V 10/80 (2012.01)

G06V 20/80 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2017 PCT/EP2017/061694**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2017 WO17198648**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2017 E 17723700 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2023 EP 3625724**

54 Título: **Un método para autenticar un sustrato utilizando patrones de granularidad y un dispositivo para realizar el método**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.11.2023

73 Titular/es:

**COLOP DIGITAL GMBH (100.0%)
Dr.-Arming-Strasse 5
4600 Wels, AT**

72 Inventor/es:

BERGQVIST, JOHAN

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 952 862 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

Un método para autenticar un sustrato utilizando patrones de granularidad y un dispositivo para realizar el método

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método y un dispositivo para autenticar un sustrato sobre la base de una microestructura única inherente a una zona de interés de una superficie de sustrato del sustrato. A continuación, los productos o documentos que han de ser autenticados se denominan sustrato o sustrato de autenticación.

10

Antecedentes de la invención

Las metodologías de autenticación se han utilizado y aplicado principalmente en el campo de la autenticación biométrica. La necesidad de autenticar a los humanos existe desde hace mucho tiempo. Los eventos que desencadenan dicha necesidad varían desde transacciones financieras hasta la entrada en un país extranjero, votar, realizar un examen, poner en marcha una empresa, etc. Los métodos de autenticación biométrica utilizan las características inherentes y únicas de las personas. Afortunadamente, los seres humanos consisten en sistemas orgánicos complejos que tienen altos grados de singularidad. La característica orgánica más común utilizada con fines de autenticación han sido las huellas dactilares. Los métodos más avanzados pueden utilizar el iris de los ojos humanos, patrones de vasos sanguíneos ocultos bajo la piel de la mano y la cara. Otros métodos implican el uso de la voz. La mayoría de estos métodos se basan en el procesamiento y reconocimiento de imágenes. Éstos son posibles debido a la gran diversidad de características en el cuerpo humano.

25

Sin embargo, en un documento simple o en un paquete común no existe tanta diversidad. De hecho, dos documentos o dos paquetes del mismo tamaño parecen completamente idénticos entre sí a primera vista. A simple vista, no existe una alternativa obvia para diferenciar dos documentos idénticos si no hay marcas específicas impresas o escritas en ellos.

30

Sin embargo, existe una alternativa menos obvia aunque extremadamente robusta para diferenciar no solo hojas de papel o paquetes aparentemente idénticos, sino también pequeñas áreas específicas dentro de la misma hoja de papel o el mismo paquete.

35

A través de varios estudios de investigación y a través de las invenciones existentes en el mismo campo, se sabe que la microestructura inherente de la pulpa de papel o cualquier producto basado en sustrato natural es tan única que un par de centímetros cuadrados tienen suficientes detalles para poder crear una metodología de autenticación muy robusta. Las Solicitudes de Patente Suiza 101805/14 y 00189/15 del mismo solicitante son ejemplos de ello. El documento US8781153 describe un método que usa un patrón de granularidad extraído de una parte marcada de un papel.

40

El documento US7853792 describe un método y un aparato para determinar una firma digital de un artículo hecho de papel, cartón, plástico o muchos otros tipos de materiales. Una fuente de luz coherente dirige un haz para iluminar el artículo y una disposición de detector recopila puntos de datos de la luz dispersada desde muchas partes diferentes del artículo para recopilar una gran cantidad de puntos de datos independientes, normalmente 500 o más. Al recopilar una gran cantidad de contribuciones de señales independientes específicas de muchas partes diferentes del artículo, se puede calcular una firma digital que es única para el área del artículo que se ha escaneado. Los componentes ópticos principales son una fuente de láser para generar un haz de láser coherente.

50

El documento US20100007930 describe un sistema para obtener una firma de un área de escaneo en la superficie de un artículo, que comprende un generador de firma que genera la firma a partir de radiación coherente dispersa detectada desde una pluralidad de puntos en la superficie e incluye una cabeza de escaneo que comprende una fuente de radiación coherente y fotodetectores, una cámara para capturar una imagen de la superficie, un comparador que compara la imagen capturada con una imagen de referencia para determinar la ubicación y la orientación del área de escaneo, y un conjunto de accionamiento que posiciona la cabeza de escaneo apropiadamente para generar una firma desde el área de escaneo en respuesta a la determinación de la ubicación y orientación del área de escaneo.

60

El documento US7806322 describe un método de autenticación generalmente relacionado con la esteganografía y la marca de agua digital. El método incluye recibir un objeto que incluye un objeto anfitrión y datos auxiliares integrados esteganográficamente dentro del objeto anfitrión; determinar las características geométricas del objeto anfitrión en relación con las características geométricas esperadas del objeto anfitrión; y detectar los datos auxiliares del objeto anfitrión. El método puede incluir además la realineación o corrección de las características geométricas del objeto basándose en un resultado del

65

acto de determinación antes del acto de detección. Este método no utiliza la textura de la superficie del papel.

5 El documento WO2014163014A1 describe un sistema de adquisición/identificación de información provisto de un medio de almacenamiento de características de imagen, un medio de extracción, un medio de adquisición y un medio de identificación. El medio de almacenamiento de características de imagen almacena características de imagen de patrones de textura formados en componentes o productos. El medio de extracción extrae una imagen de etiqueta de información y una imagen de patrón de textura a partir de una imagen tomada que contiene al menos lo siguiente: una etiqueta de información que muestra información sobre un componente, un producto, o un producto que comprende dicho componente; y un patrón de textura formado sobre dicho componente o producto. El medio de adquisición adquiere, a partir de la imagen de etiqueta de información extraída, la información anteriormente mencionada relativa al componente o producto. El medio de identificación identifica el componente, producto, o producto que comprende el componente haciendo coincidir las características de imagen de la imagen de patrón de textura extraída con las características de imagen almacenadas por el medio de almacenamiento de características de imagen. Esta invención necesita que las imágenes se almacenen en una base de datos para su comparación.

20 Un método descrito por Sharma et al. ("PaperSpeckle: Microscopic Fingerprinting of Paper", Computer and Communications Security, 17-10-2001, pp. 99-110, DOI: 10.1145/2046707.2046721) usa luz coherente (LÁSER) o parcialmente coherente (LED) para que sea reflejada desde la superficie de sustrato que tiene una microestructura única inherente en una zona de interés dada. La imagen registrada por la luz reflejada desde la zona de interés representa un patrón de granularidad que es exclusivo de la zona de interés de la superficie de sustrato analizada.

25 Haist et al. ("Optical detection of random features for high security applications", Optics Communications, vol. 147, 1998, pp. 173-179) describe un método de autenticación basado en fibras de papel usando luz visible de una lámpara halógena y una cámara CCD.

30 Cheun Ngen Chong et al. ("Anti Counterfeiting with a Random Pattern", The Second International Conference on Emerging Security Information, Systems and Technologies, DOI 10.1109/SECURWARE.2008.18) describe un sistema antifalsificación que aplica una función física no clonable (PUF, por sus siglas en inglés) como identificador físico usando un patrón aleatorio formado por la dispersión de partículas como PUF. La dispersión de partículas de fósforo se utiliza como identificador físico, donde la fosforescencia proporciona un brillo sostenido después de la exposición a la luz ultravioleta.

Compendio de la invención

40 Un objeto de la invención consiste en proporcionar un método alternativo de autenticación más seguro para sustratos.

45 Esto se logra mediante un método según la reivindicación 1 y un dispositivo según la reivindicación 7. Por lo tanto, el método para autenticar un sustrato basado en una microestructura única inherente a una zona de interés de una superficie de sustrato del sustrato, que comprende las etapas: (a) emitir fotones desde una fuente de luz hacia la zona de interés; (b) emitir ondas de ultrasonido desde una fuente de ultrasonido sobre la zona de interés; (c) capturar al menos una imagen de la zona de interés capturando una imagen de luz en presencia de ultrasonido para obtener al menos una imagen capturada con un patrón de granularidad fotoacústico de la zona de interés; y (d) comparar la al menos una imagen capturada y su patrón de granularidad fotoacústico con al menos una referencia para determinar la autenticidad del sustrato.

55 En otras palabras, la invención combina las ondas de luz y las ondas de ultrasonido para generar una imagen de luz de la zona de interés con un patrón de granularidad inherente con fines de autenticación.

En algunas realizaciones, la al menos una imagen capturada se compara con al menos una imagen de referencia tomada previamente de la misma zona de interés y almacenada en una base de datos.

60 En algunas realizaciones, el método comprende además las siguientes etapas:

(a) extraer una pluralidad de características específicas de la al menos una imagen capturada;

(b) identificar la ubicación de cada característica específica; y (c) comparar las ubicaciones identificadas con ubicaciones de referencia identificadas a partir de al menos una imagen de referencia tomada previamente de la misma zona de interés y almacenada en una base de datos.

En algunas realizaciones, el método comprende además las siguientes etapas:

(a) extraer una pluralidad de características específicas de la al menos una imagen capturada;

5 (b) identificar la ubicación de cada característica específica;

(c) generar un mapa de bits de la ubicación identificada sobre la base de las características específicas; y (d) comparar el mapa de bits con una marca de autenticación de referencia que representa el mapa de bits o que incluye el mapa de bits en forma codificada impresa en o cerca de la zona de interés.

10

En todas las realizaciones, la fuente de luz puede ser una fuente de luz monocromática.

En todas las realizaciones, la fuente de luz puede ser una fuente de luz coherente o parcialmente coherente.

15

La invención incluye además un dispositivo para la autenticación de un sustrato que realiza el método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el dispositivo: una fuente de luz coherente o parcialmente coherente para emitir fotones sobre la zona de interés del sustrato que ha de ser autenticado; un transductor ultrasónico para emitir ondas ultrasónicas sobre la zona de interés del sustrato que ha de ser autenticado, por ejemplo transductores ultrasónicos micromecanizados Capacitivos o Transductores Ultrasónicos Micromecanizados Piezoeléctricos; un sensor de luz, por ejemplo un sensor CMOS o un QIS (Quanta Image Sensor), capaz de capturar una imagen de luz con un patrón de granularidad fotoacústico de la zona de interés; y un microprocesador para operar la fuente de luz, el transductor ultrasónico y el detector de luz para capturar la al menos una imagen de la zona seleccionada de una imagen de luz en presencia del ultrasonido emitido, y para comparar el patrón de granularidad fotoacústico de la al menos una imagen capturada con al menos una referencia para determinar la autenticidad del sustrato.

20

25

En algunas realizaciones, la fuente de luz es conmutable entre luz visible de una longitud de onda predeterminada e IR o IR cercana de una longitud de onda predeterminada.

30

En algunas realizaciones, la fuente de luz incluye una fuente de luz LED visible y una fuente de luz LED IR o IR cercana.

35 Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras características de realizaciones resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada de realizaciones leída conjuntamente con los dibujos adjuntos. En los dibujos, los números similares se refieren a elementos similares.

40

La **FIG. 1** ilustra un dispositivo para autenticar la superficie de sustrato utilizando fotones y señales acústicas, según la invención.

La **FIG. 2** ilustra un método para capturar la imagen CMOS para el proceso de autenticación utilizando fotones y señales acústicas, según la invención.

45

La **FIG. 3** ilustra el método para capturar la imagen de ultrasonido para el proceso de autenticación usando fotones y señales acústicas.

50

La **FIG. 4** ilustra el método para autenticar la superficie de sustrato utilizando fotones y señales acústicas.

La **FIG. 5a** muestra la imagen de cámara CMOS sin señal acústica.

La **FIG. 5b** muestra la imagen de cámara CMOS con señal acústica.

55

La **FIG. 6a** muestra la imagen de eco de ultrasonido sin señal acústica.

La **FIG. 6b** muestra la imagen de eco de ultrasonido con señal acústica.

60

Descripción detallada de la invención

Ahora se hará referencia en detalle a la descripción de la presente materia, uno o más ejemplos de la cual se muestran en las figuras. Cada ejemplo se proporciona para explicar la materia y no como una limitación.

65

La presente invención proporciona un dispositivo y un método para autenticar un sustrato a través de su microestructura inherente en la superficie de sustrato usando fotones (ondas de luz) y señales acústicas (ondas de sonido). El método incluye las etapas consistentes en emitir los fotones usando, por ejemplo, una luz LED visible, una luz LED IR o UV y generar señales acústicas de ultrasonido usando un transductor ultrasónico. Las ondas de luz y las ondas de sonido de una o más longitudes de onda se dirigen a una zona de interés especificada de la superficie de sustrato.

Después de la emisión se captura al menos una imagen de la zona de interés especificada de la superficie de sustrato del objeto usando ondas emitidas de fotones y señales acústicas para capturar una imagen CMOS (imagen de luz). Se propone que al mismo tiempo también se pueda capturar una imagen de eco de ultrasonido. Esto hace posible generar una puntuación tanto para la imagen CMOS como para la imagen de ultrasonido comparando su imagen de referencia respectiva en la base de datos. Una vez que se han generado las puntuaciones para ambas imágenes, el dispositivo compara las puntuaciones de fusión con las puntuaciones de fusión de referencia en la base de datos para posibilitar el proceso de autenticación. La autenticación del objeto se determina en función de los valores de puntuación. Por ejemplo, si el promedio de los dos valores de puntuación anteriores es superior al 80 %, entonces el objeto es auténtico, el nivel de autenticación disminuye a medida que baja la puntuación.

La **FIG. 1** ilustra un dispositivo para autenticar una superficie de sustrato utilizando fotones y señales acústicas, según la invención. El dispositivo (100) comprende un alojamiento (101) con una abertura (102) en un lado. El alojamiento (101) incluye una fuente de luz (103) coherente o parcialmente coherente, una cámara (104) de Semiconductor de Óxido de Metal Complementario (CMOS, por sus siglas en inglés), un transductor ultrasónico (106), una óptica (107) de flexión de luz y una lente (108). En la realización inventiva, durante la formación de imágenes CMOS, la fuente de luz (103) y el transductor ultrasónico (106) están encendidos. La fuente de luz (103) emite los fotones y el transductor ultrasónico (106) produce las señales acústicas. Se libera una señal acústica de alta frecuencia desde el transductor ultrasónico (106) a la zona de interés especificada en la superficie de sustrato. Las longitudes de onda visibles de fotones se liberan en la zona de interés especificada en la superficie de sustrato a través de la lente (108), en donde la lente (108) se ajusta en la abertura (102). La zona de interés especificada en la superficie de sustrato tiene la microestructura inherente, que es única para cada zona de interés en cualquier sustrato. La microestructura de la superficie es visible cuando la luz o las ondas de fotones inciden sobre la superficie de sustrato en un ángulo a través de la óptica (107) de flexión de luz. Una vez que los fotones y las señales acústicas de longitudes de onda conocidas se liberan en la zona de interés especificada de la superficie de sustrato, la cámara (104) CMOS captura una imagen de la zona de interés. Cuando se captura una imagen en presencia de una señal acústica de ultrasonido aparece un patrón de granularidad fotoacústico.

La zona de interés puede ser cualquier zona en la superficie del sustrato, por ejemplo papel, para la cual se puede generar una marca de autenticación o una imagen de referencia e imprimir sobre el sustrato o almacenar en una base de datos, respectivamente. El dispositivo (100) extrae características específicas de la zona de interés especificada de la superficie de sustrato. Las características específicas se basan en las curvas de colinas y valles formadas en la imagen de granularidad fotoacústica capturada (CMOS o imagen de luz). Para una zona de interés particular se identifican varios lugares en función de la curvatura de las colinas y los valles de la microestructura superficial del sustrato a partir de la imagen capturada. El dispositivo (100) compara además la imagen capturada con una imagen de referencia en una base de datos para el proceso de autenticación.

Se presenta una realización relacionada con la formación de imágenes por ultrasonido únicamente con fines ilustrativos, sin embargo, esta realización no es conforme a la invención. En esta realización, el dispositivo también comprende un micrófono (105), y se propone que la fuente de luz (103), el micrófono (105) y el transductor ultrasónico (106) estén encendidos. La fuente de luz (103) y el transductor ultrasónico (106) emiten los fotones y las señales acústicas a la zona de interés especificada en la superficie de sustrato. Se libera una señal acústica de alta frecuencia desde el transductor a la zona de interés especificada en la superficie de sustrato. Las longitudes de onda conocidas de los fotones, preferiblemente luz IR o IR cercana, se liberan en la zona especificada de la superficie de sustrato a través de la lente (108), en donde la lente (108) se ajusta en la abertura (102). Cuando una fuente de luz interactúa con la estructura de fibra de la superficie de sustrato debido a la expansión térmica aparece un patrón acústico. Una vez que los fotones y las señales acústicas de diferentes longitudes de onda se liberan en la zona de interés especificada en la superficie de sustrato, el micrófono (105) calcula y captura una imagen de eco de ultrasonido con las señales acústicas generadas por el transductor ultrasónico y el patrón acústico generado por la fuente coherente de luz (103). En la realización preferida, el micrófono (105) calcula particularmente la imagen de eco de ultrasonido que se refleja en las curvas de colinas y valles de la zona especificada de la superficie de sustrato y también calcula el patrón acústico causado por la expansión térmica de las fibras en presencia de la fuente de luz (103). El cálculo incluye el período de tiempo requerido para que las ondas de las señales acústicas se reflejen desde las colinas y los valles de la zona especificada de la superficie de sustrato y el período de tiempo requerido para que las ondas

del patrón acústico por expansión térmica de las fibras alcancen el micrófono. La imagen de eco de ultrasonido capturada se compara con una imagen de referencia en una base de datos para el proceso de autenticación.

- 5 En otra realización, el dispositivo (100) extrae el conjunto predeterminado de características tanto de la imagen CMOS capturada como de la imagen de eco de ultrasonido. El dispositivo (100) genera una puntuación tanto para la imagen CMOS como para la imagen de ultrasonido comparando las imágenes de referencia respectivas en la base de datos. Una vez que se han generado las puntuaciones para ambas imágenes, el dispositivo (100) compara las puntuaciones de fusión con las puntuaciones de fusión de referencia en la base de datos para posibilitar el proceso de autenticación.

La comparación de las puntuaciones de fusión generadas con respecto a la puntuación de fusión de referencia capturada de la zona de interés especificada de la superficie de sustrato proporciona una puntuación como un porcentaje de coincidencia de características. La autenticación del objeto se determina en función de los valores de puntuación. Por ejemplo, si el promedio de los dos valores de puntuación anteriores es superior al 80 %, entonces el objeto es auténtico, el nivel de autenticación disminuye a medida que baja la puntuación. Los umbrales reales para determinar la autenticidad se obtienen mediante el procesamiento estadístico de un gran número de muestras conocidas.

- 20 La fuente de luz (103) está configurada para cambiar entre diferentes frecuencias de luz, por ejemplo visible e IR o IR cercana, como y cuando sea necesario.

La **FIG. 2** ilustra un método para capturar la imagen CMOS (imagen de luz) para el proceso de autenticación utilizando fotones y señales acústicas, según una realización de la invención. El método (200) incluye la etapa (201) consistente en emitir los fotones y generar señales acústicas de diferentes longitudes de onda a una zona de interés especificada en la superficie de sustrato a través de la lente usando luz LED visible y el transductor ultrasónico. Después de la emisión, en la etapa (202), la zona especificada del sustrato del objeto se escanea usando ondas de fotones emitidos y señales acústicas para capturar la imagen CMOS de la zona de interés. Después del escaneo, en la etapa (203) se extraen las características específicas de la imagen CMOS capturada. Finalmente, en la etapa (204), las características específicas de la imagen CMOS capturada se comparan con la imagen de referencia en la base de datos para el proceso de autenticación. Las imágenes de referencia fueron capturadas previamente de la misma manera para la misma zona de interés y almacenadas en la base de datos.

La **FIG. 3** ilustra el método para capturar la imagen de eco de ultrasonido para el proceso de autenticación usando fotones y señales acústicas. Como se ha mencionado anteriormente, esta realización no es conforme a la invención y se presenta únicamente con fines ilustrativos. El método incluye la etapa (205) consistente en emitir los fotones y generar señales acústicas de diferentes longitudes de onda a una zona de interés especificada en la superficie de sustrato a través de la lente usando la fuente de luz, el micrófono y el transductor ultrasónico. Después de la emisión, en la etapa (206), la zona de interés especificada de la superficie de sustrato del objeto se escanea usando ondas de fotones y señales acústicas emitidas para capturar la imagen de eco de ultrasonido de la zona de interés. Después del escaneo, en la etapa (207), la imagen de eco de ultrasonido se calcula a partir de las dos fuentes. La primera fuente procede de la reflexión en las curvas de las colinas y los valles de la zona especificada de la superficie de sustrato y la segunda fuente procede de las señales de ruido de ultrasonido causadas por la expansión térmica de las fibras en el sustrato cuando son liberadas por la fuente de luz. El cálculo incluye el período de tiempo requerido para que las ondas de señales acústicas se reflejen desde las colinas y los valles de la zona especificada de la superficie de sustrato y también incluye un patrón de granularidad. Finalmente, en la etapa (208), las características específicas de la imagen de ultrasonido capturada se comparan con la imagen de referencia en la base de datos para el proceso de autenticación. Las imágenes de referencia fueron capturadas previamente de la misma manera para la misma zona de interés y almacenadas en la base de datos.

La **FIG. 4** ilustra el método para autenticar la superficie de sustrato utilizando fotones y señales acústicas, en donde se combinan ambos métodos de captura de imágenes arriba descritos. El método incluye la etapa (209) consistente en extraer el conjunto de características específicas tanto de la imagen CMOS capturada como de la imagen de eco de ultrasonido. Después de la extracción, en la etapa (210) se genera una puntuación tanto para la imagen CMOS como para la imagen de ultrasonido comparando las imágenes de referencia en la base de datos. Después de la generación, en la etapa (211), las puntuaciones de fusión de ambas imágenes se comparan con las puntuaciones de fusión de referencia en la base de datos para posibilitar el proceso de autenticación. Finalmente, en la etapa (212) se imprime un código de barras o una marca de autenticación en o cerca de la zona de interés. El código de barras o la marca pueden incluir información sobre el producto o un mapa de bits de la ubicación de las características específicas o cualquier clave de cifrado o descifrado requerida para que el dispositivo de codificación lea una marca de autenticación impresa en el sustrato.

La **FIG. 5a** muestra la imagen de cámara CMOS sin señal acústica.

La **FIG. 5b** muestra la imagen de cámara CMOS con señales acústicas, según la invención.

5 La **FIG. 6a** muestra la imagen de eco de ultrasonido sin señal acústica.

La **FIG. 6b** muestra la imagen de eco de ultrasonido con señales acústicas.

La presente invención ayuda en gran medida a comprobar la falsificación.

10

REIVINDICACIONES

1. Método para autenticar un sustrato basado en una microestructura única inherente a una zona de interés de una superficie de sustrato del sustrato, que comprende las siguientes etapas:
5
a. emitir fotones desde una fuente de luz sobre la zona de interés;
b. emitir ondas de ultrasonido desde una fuente de ultrasonido sobre la zona de interés;
10
c. capturar al menos una imagen de la zona de interés capturando una imagen de luz en presencia de ultrasonido para obtener al menos una imagen capturada con un patrón de granularidad fotoacústico de la zona de interés; y
15
d. comparar la al menos una imagen capturada y su patrón de granularidad fotoacústico con al menos una referencia para determinar la autenticidad del sustrato.
2. Método según la reivindicación 1, en donde la al menos una imagen capturada se compara con al menos una imagen de referencia tomada previamente de la misma zona de interés y almacenada en una base de datos.
20
3. Método según la reivindicación 1, en donde el procedimiento comprende además las siguientes etapas:
a. extraer una pluralidad de características específicas de la al menos una imagen capturada;
25
b. identificar la ubicación de cada característica específica; y
c. comparar las ubicaciones identificadas con ubicaciones de referencia identificadas a partir de al menos una imagen de referencia tomada previamente de la misma zona de interés y almacenada en una base de datos.
30
4. Método según la reivindicación 1, en donde el procedimiento comprende además las siguientes etapas:
a. extraer una pluralidad de características específicas de la al menos una imagen capturada;
35
b. identificar la ubicación de cada característica específica;
c. generar un mapa de bits de la ubicación identificada sobre la base de las características específicas;
y
40
d. comparar el mapa de bits con una marca de autenticación de referencia que representa el mapa de bits o incluir el mapa de bits en forma codificada impresa en o cerca de la zona de interés.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la fuente de luz es una fuente de luz monocromática.
45
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la fuente de luz es una fuente de luz coherente o parcialmente coherente.
50
7. Dispositivo para la autenticación de un sustrato, que comprende:
una fuente de luz coherente o parcialmente coherente para emitir fotones sobre la zona de interés del sustrato que ha de ser autenticado;
55
un transductor ultrasónico para emitir ondas de ultrasonido sobre la zona de interés del sustrato que ha de ser autenticado;
un sensor de luz capaz de capturar una imagen de luz con un patrón de granularidad fotoacústico de la zona de interés;
60
un microprocesador para operar la fuente de luz, el transductor ultrasónico y el detector de luz con el fin de capturar la al menos una imagen de la zona seleccionada de una imagen de luz en presencia del ultrasonido emitido, y para realizar las etapas de cualquiera de los métodos de las reivindicaciones 1-7.
65
8. Dispositivo según la reivindicación 7, en donde la fuente de luz es conmutable entre luz visible de una longitud de onda predeterminada e IR o IR cercana de una longitud de onda predeterminada.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 8, en donde la fuente de luz incluye una fuente de luz LED visible y una fuente de luz LED IR o IR cercana.

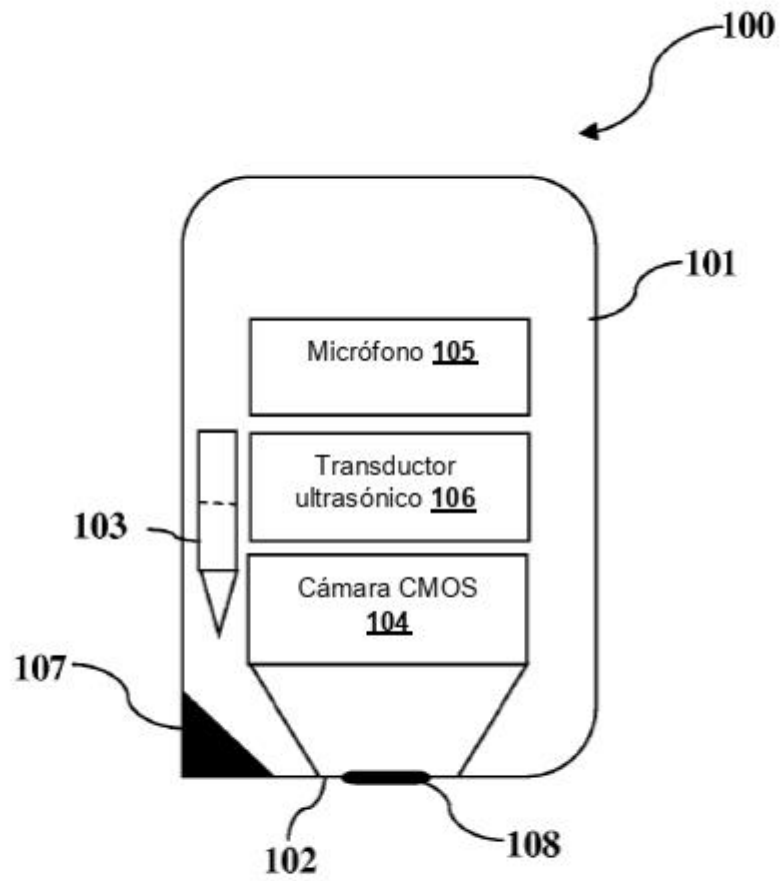


Figura 1

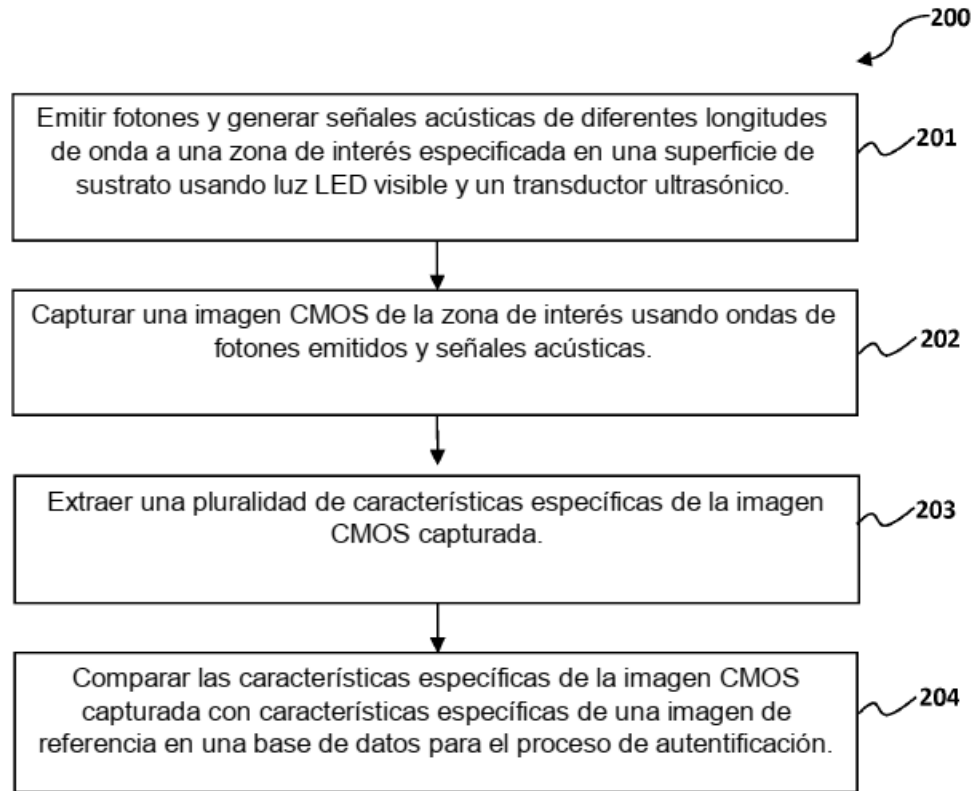


Figura 2

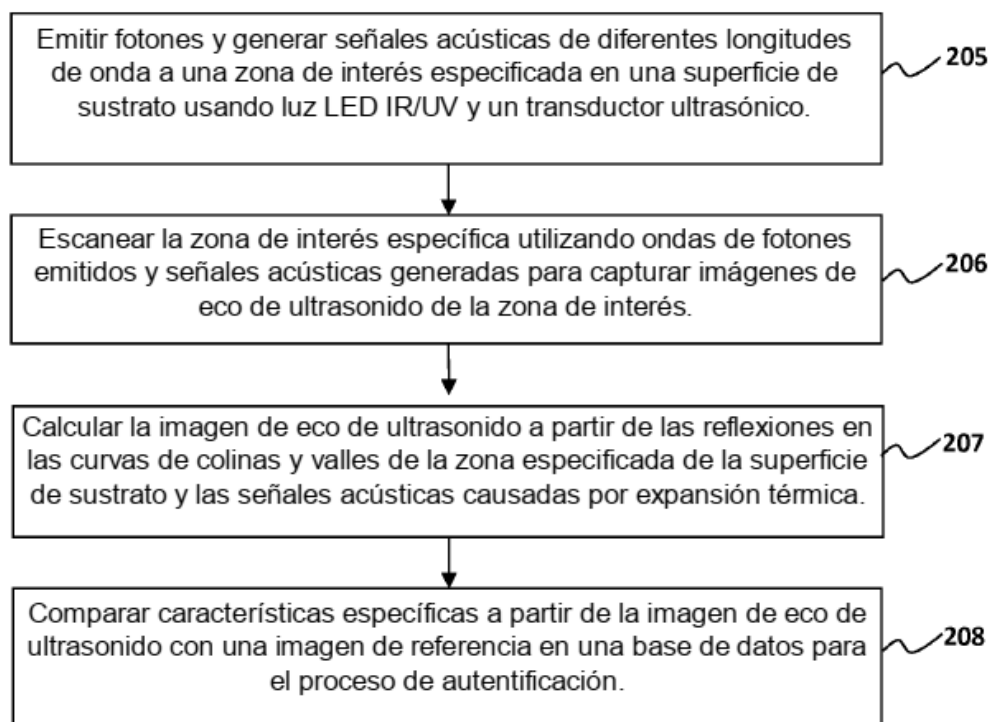


Figura 3

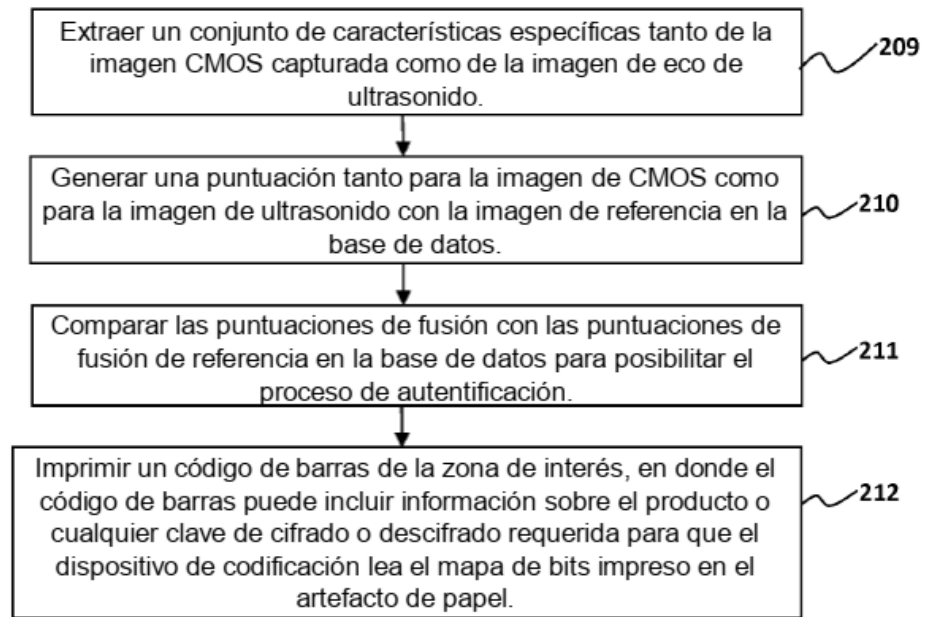


Figura 4

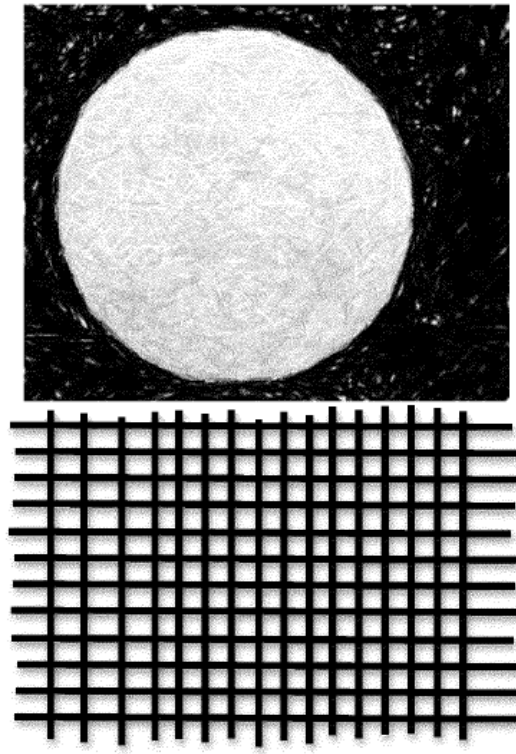


Figura 5a

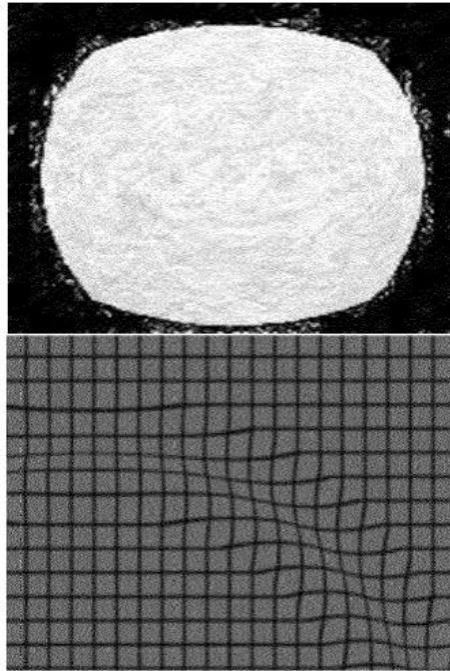


Figura 5b

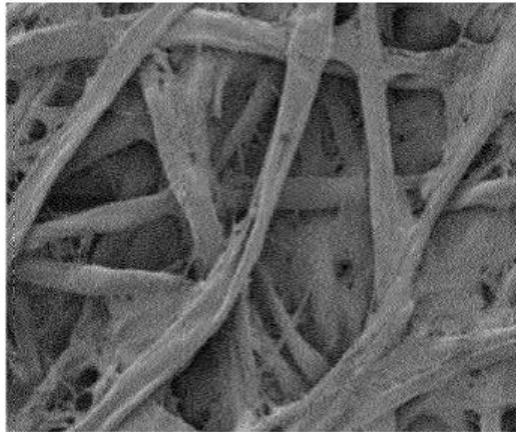


Figura 6a

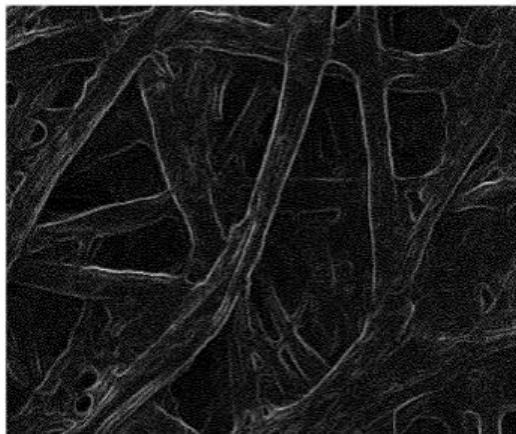


Figura 6b