

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 909 425**

51 Int. Cl.:

G07D 7/12 (2006.01)

G07D 7/20 (2006.01)

G07D 7/00 (2006.01)

G07D 7/005 (2006.01)

G06K 19/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2008** **E 13171144 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.01.2022** **EP 2637145**

54 Título: **Método para marcación e identificación de un documento o artículo que tiene partículas de polarización circular**

30 Prioridad:

24.04.2007 WO PCT/EP2007/003588

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

06.05.2022

73 Titular/es:

SICPA HOLDING SA (100.0%)
Avenue de Florissant 41
1008 Prilly, CH

72 Inventor/es:

CALLEGARI, ANDREA y
DECOUX, ERIC

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 909 425 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

Método para marcación e identificación de un documento o artículo que tiene partículas de polarización circular

5 La invención está en el campo de marcar e identificar un documento o artículo. Se refiere a un método para proporcionar un documento o un artículo con una marca única individual; un método y un dispositivo para identificar el documento o artículo marcado; así como el uso de partículas de polarización circular para producir una marca única individual.

10 En el campo de la certificación de documentos de valor o control de identidad, frecuentemente se requiere el reconocimiento de un documento o artículo individual entre una gran cantidad de artículos similares, es decir, la identificación del artículo. La identificación es reconocer algo o a alguien como un individuo específico. Otras veces, solo se requiere una certificación de la autenticidad del objeto, es decir, la autenticación. La autenticación es establecer o confirmar que algo o alguien pertenece a una cierta clase. Se señala que, si se determina la identidad, el artículo es auténtico. Lo contrario no es cierto.

15 Varias soluciones diferentes para identificar o autenticar documentos o artículos se han propuesto en la técnica. De particular interés son los métodos que explotan una característica aleatoria del documento o artículo como el elemento de individualización. La característica aleatoria en la presente puede estar presente de manera natural sobre o en, o introducida deliberadamente en el documento o artículo.

20 Las patentes US 4.661.983; WO 94/29817A1; US 4.677.435; FR 2765014B1; WO 96/03714A1; US 6.584.214 describen el uso de una característica aleatoria naturalmente presente para la identificación de un documento o artículo individual. La característica se usa como una firma que se puede almacenar externamente y se usa para autenticar el documento o artículo, ya sea visualmente o de manera electrónica.

25 Las patentes US 4.661.983; US 3.636.318; US 4.218.674; US 4.150.781; DE 2829778; EP 0 161 181; US 5.018.830; US 5.325.167; US 5.602.381; FR 2765014; WO 99/38128; WO 02/50790; WO 04/070667; WO 05/104008; WO 2005/008294; WO 2006/078220 describen el uso de una distribución aleatoria de partículas para autenticar o identificar un artículo individual. Las partículas, por ejemplo, partículas de pigmento, fibras, etc., en la presente pueden ser ya sea una parte intrínseca del material del artículo o de manera alternativa, se pueden agregar a propósito al artículo, por ejemplo, mediante una tinta impresa.

30 WO 05/104008 divulga un método para verificar la autenticidad o identidad de un artículo. Implica producir una representación de un patrón de distribución de partículas de identificador distribuidas aleatoriamente en el artículo, y producir una señal de coincidencia cuando la representación coincide al menos parcialmente con una representación pre-registrada del patrón de distribución del identificador distribuido aleatoriamente en el artículo.

35 Las patentes US 3.636.318, US 4.218.674, US 5.602.381, FR 2765014B1 describen el uso de una distribución aleatoria de partículas magnéticas para autenticar o identificar un artículo individual.

40 US 3.636.318 divulga un documento de identidad que comprende un patrón aleatorio de material ferromagnético finamente dividido. La autenticación o identificación de este documento se realiza al comparar su firma magnética característica con la firma previamente registrada por la autoridad emisora y almacenada en una base de datos.

45 US 4.218.674 divulga un método y un sistema para verificar la autenticidad o identidad de un objeto que tiene imperfecciones aleatorias, preferentemente una distribución de partículas magnéticas tal como fibras magnéticas. En la presente, estas imperfecciones aleatorias se escanean a lo largo de una pista de medición predeterminada sobre la superficie de este objeto, y la señal resultante se almacena en la forma de un código binario. Para la autenticación o identificación, el código binario almacenado se compara con el resultado de otro escaneo a lo largo de la pista de medición.

50 US 5.602.381 divulga objetos marcados, así como un método y un aparato para verificar si estos objetos son auténticos o no. Un gran número de elementos de polímero magnético se incorporan en una región del objeto durante el proceso de fabricación. La autenticación o identificación se realiza al escanear magnéticamente esta región, y la señal obtenida de este modo es específica para el objeto individual. Esta señal varía de acuerdo con la densidad, tamaños, profundidad incorporada, longitud y orientación de los elementos de polímero magnético.

55 FR2765014B1 divulga un método para autenticar o identificar un documento impreso que comprende una tinta magnética que tiene una distribución aleatoria de partículas magnéticas. La distribución de partículas en el documento se determina, se asocia a este documento y se registra en una base de datos. En un paso de control posterior para verificar la autenticidad del documento, la distribución de partículas se determina nuevamente y se compara con la distribución pre-registrada. El documento se considera auténtico si la comparación coincide.

60 Como es obvio para aquellos expertos en la técnica, la autenticación de una distribución de partículas magnéticas tal como se divulga en US 3.636.318; US 4.218.674; US 5.602.381; FR 2765014B1 necesita un contacto cercano entre el dispositivo de autenticación y el artículo que se va a autenticar. Sin embargo, este contacto entre el artículo y el dispositivo de autenticación puede conducir fácilmente a un atasco del artículo, en particular si el artículo que se va a autenticar está

elaborado de papel y está en una mala forma. Esta es una desventaja particular en el caso de ATM de aceptación de billetes (cajeros automáticos) o AVM (máquinas expendedoras automatizadas) debido a que se puede requerir una intervención de múltiples servicios.

La patente US 5.325.167 describe el uso de una distribución aleatoria de partículas de tóner para autenticar o identificar un documento o artículo individual. Un "sitio de sellado de grano" de este documento o artículo, en una ubicación predeterminada, se escanea en un primer momento, y los datos obtenidos se registran en una base de datos. Para autenticar el documento o artículo en un momento posterior, se realiza una comparación entre los datos obtenidos de un nuevo escaneo del "sitio de sellado de grano" y los datos de referencia previamente almacenados.

El tamaño de una partícula de tóner es muy pequeño, del orden de 10 micrómetros. En un documento impreso con láser, se pueden ver partículas de tóner individuales aleatoriamente dispersas bajo un microscopio óptico fuera de las áreas impresas. La distribución de estas partículas de tóner, que representan un arreglo aleatorio y que son únicas para cada artículo impreso, se puede usar para identificar el artículo. Sin embargo, la implementación práctica de esta identificación, que requiere un microscopio y un posicionamiento muy preciso, puede no ser factible fuera de un laboratorio. Tampoco es evidente cómo se puede lograr una velocidad de autenticación útil bajo condiciones industriales, debido a que el área microscópica que contiene el arreglo único de pequeñas partículas de tóner que identifican el artículo se debe encontrar y colocar correctamente. Esta área se elige necesariamente pequeña, a fin de evitar el manejo de una gran cantidad de datos de posición de partículas, que ralentizaría la comparación con los datos de referencia y por lo tanto, toda la operación de identificación.

Las patentes US 4.527.051; WO 02/50790; DE 2829778 describen el uso de una distribución aleatoria de partículas luminiscentes para autenticar un artículo individual.

US 4.527.051 divulga un documento de seguridad tal como tarjeta de identificación o de crédito, que tiene una línea impresa formada por una distribución aleatoria de partículas de pigmento luminiscentes de grano grueso. La ubicación de la línea fluorescente está en la línea de firma de la tarjeta. La línea de firma y el nombre firmado en sí no son luminiscentes. En la irradiación de la tarjeta con radiación excitante, las partículas luminiscentes individuales emiten su radiación de respuesta característica. Las ubicaciones de las partículas luminiscentes a lo largo de la línea, así como la interrupción de la luminiscencia en los puntos de intersección con la firma del titular de la tarjeta, dan por resultado un patrón de señal único, que se puede leer por una máquina y almacenar como prueba de autenticidad de la tarjeta.

De acuerdo con la enseñanza de US 4.527.051, las partículas de pigmento luminiscentes deben ser de grano grueso de tal forma que cada partícula proporcione una señal de luminiscencia clara y brillante, útil para la determinación de la distribución de partículas. Estas partículas luminiscentes, que tienen una forma aproximadamente esférica, no se pueden usar en los procesos de impresión más comunes, tal como impresión offset, heliografía y flexografía debido a su tamaño tridimensional excesivo. Esta es una primera deficiencia de la técnica anterior con base en una distribución de partículas luminiscentes.

Además, la luz de excitación debe ser de alta intensidad, a fin de generar una respuesta de luminiscencia suficientemente fuerte a fin de reducir el tiempo que se tarda en adquirir una imagen clara de la distribución de partículas luminiscentes. Las señales de luminiscencia son en general débiles, debido a la baja eficiencia intrínseca del proceso de conversión de energía de luminiscencia, que es un obstáculo significativo para la autenticación de alta velocidad, tal como se requiere frecuentemente en el procesamiento de billetes. Por lo tanto, el método y medios divulgados en US 4.527.051 se restringen para operar a una velocidad de autenticación de baja a moderada, que es otra deficiencia de esta técnica anterior.

WO 02/50790 divulga un método de fabricación de etiqueta de seguridad; la etiqueta de seguridad que contiene partículas aleatoriamente distribuidas, estas partículas incluyen capas reflectantes y/o refractivas. De acuerdo con WO 02/50790, no solo se explota la presencia de partículas reflectantes y/o refractivas en posiciones particulares, sino también la orientación de cada partícula reflectante individual. Las partículas reflectantes son pequeñas y el patrón aleatorio óptico resultante es extremadamente complejo, proporcionando un sistema que es altamente robusto contra la reconstrucción física. Este patrón entonces se usa para generar información de identidad única para cada objeto.

Una desventaja del método de autenticación/identificación de WO 02/50790 es el gran número de partículas presentes en la zona de identificación del artículo etiquetado, que requiere que se efectúe algún tipo de selección en los datos sin procesar antes de que la distribución de partículas se pueda comparar con los datos de referencia almacenados (por ejemplo, procesamiento de mejora de imagen de acuerdo con la figura 2 del documento citado). También, la determinación de la orientación de los copos requiere equipo de lectura complejo; además, esta orientación de los copos en el revestimiento puede cambiar con el tiempo, bajo influencias mecánicas o químicas (arrugamiento, humectación, etc.).

La solicitud de patente japonesa JP 2003073600 A describe una capa de impresión anti-falsificación que comprende copos de polímero de cristal líquido colestérico que reflejan luz polarizada circular. Los copos de polímero de cristal líquido colestérico tienen un tamaño entre 5 μm y 5 mm y un espesor entre 1 y 100 μm , preferentemente entre 5 μm y 50 μm . Los copos de polímero de cristal líquido colestérico no son distinguibles en la capa de impresión anti-falsificación descrita en la misma.

La solicitud de patente europea EP 0911758 A2 describe un sistema para identificar la autenticidad de un artículo al reconocer ópticamente un medio de identificación fijado a este artículo, en donde el medio de identificación comprende un alto material de cristal líquido de colestérico polimérico que refleja una longitud de onda individual o una pluralidad de longitudes de onda.

A pesar de los muchos métodos, marcaciones, equipos de autenticación y sistemas divulgados en la técnica anterior, que hacen uso de una distribución de partículas aleatoria como un medio de identificación para documentos o artículos, ninguno de ellos ha dado por resultado una aplicación a gran escala. Las razones para esto son una o más de las siguientes:

- a) El contacto requerido del dispositivo de lectura con el documento o artículo en caso de partículas magnéticas de marcación, que conduce potencialmente a atasco;
- b) El área de detección pequeña, que es difícil de encontrar y de enfocar correctamente en el documento o artículo;
- c) El uso requerido de partículas de grano grueso, difícilmente compatibles con técnicas de impresión comunes en el caso de marcadores luminiscentes;
- d) La gran o incluso excesiva cantidad de información de posición y orientación de las partículas que se van a manipular; que requiere una base de datos importante y algoritmos de búsqueda muy eficaces, o una preselección de una parte de las partículas de marcación que se van a realizar;
- e) Las operaciones de procesamiento que consumen mucho tiempo originadas por la presencia de uno o más de los puntos anteriores;
- f) La baja resistencia de la marcación a daños mecánicos o químicos;

Idealmente, una característica aleatoria deliberadamente introducida, incorporada por una marcación que tiene una distribución aleatoria de partículas, y los correspondientes medios de autenticación deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) sin contacto mecánico entre el documento o artículo y el dispositivo de lectura;
- b) área de detección suficientemente grande, para permitir fácil ubicación y enfoque;
- c) fuerte respuesta de señal de la marcación;
- d) compatibilidad con una gran variedad de técnicas de aplicación;
- e) pequeño tamaño de los registros de datos de información de posición generados;
- f) partículas fáciles de encontrar;
- g) capaz de alta velocidad de operación;
- h) alta durabilidad/estabilidad de la marcación;

La presente invención supera las deficiencias de la técnica anterior y proporciona una marcación para autenticar y/o identificar un documento o artículo, en donde la marcación se basa en una distribución aleatoria de copos de polímero de cristal líquido colestérico fácilmente reconocibles, "CLCP", que reflejan luz polarizada circular, los copos de CLCP que tienen un tamaño de entre 20 a 100 micrómetros, un espesor de aproximadamente 1 a 10 micrómetros y la marcación que se caracteriza por una densidad de copos no mayor de 35 copos, más preferentemente no mayor de 7 copos por milímetro cuadrado; estos copos de polímero de cristal líquido colestérico que se aplican al documento o artículo mediante tinta impresa o una composición de revestimiento.

En particular, se hace uso de la marcación de copos de polímero de cristal líquido colestérico que tienen la propiedad de reflejar luz polarizada circular, en conjunto con el correspondiente equipo de autenticación. Esto permite una fácil distinción de la marcación en casi todos los fondos, incluso si este último es de color y/o reflectante. La marcación de acuerdo con la invención es practicable en la mayoría de los materiales y sustratos, tal como papel, plásticos, metal, vidrio, artículos impresos, etc.

El uso de partículas de polarización circular permite evaluar considerablemente la marcación bajo más de una condición de polarización, seleccionada de las condiciones polarizadas, no polarizadas, polarizadas de manera circular a la izquierda y polarizadas de manera circular a la derecha, en donde la selección de condición de polarización se puede aplicar ya sea entre la fuente de luz y la marcación, o entre la marcación y el dispositivo observador o de observación, o ambos. Al menos dos imágenes de la marcación bajo diferentes condiciones de polarización se restan convenientemente entre sí, formando una imagen de diferencia de polarización, que ya no comprende contribuciones del fondo, sino que representa una imagen clara de la marcación. Una ventaja proporcionada por la marcación de acuerdo con la presente invención es que permite formar la diferencia de cada una de una imagen tomada bajo condiciones de polarización circular a la izquierda y circular a la derecha, que es posible debido a la existencia de un coeficiente de reflexión diferente de las partículas de marcación para la luz polarizada circular a la izquierda y derecha, es decir, la luz reflejada de las partículas de marcación bajo iluminación no polarizada tiene al menos un componente polarizado circular.

Los copos de polímero de cristal líquido colestérico de marcación elegidos son copos planos, que, por un lado, tienen un tamaño bidimensional significativo (habitualmente 50 micrómetros o más), y por lo tanto permiten una detección fácil y al mismo tiempo, no se pierden fácilmente debido a la fricción, desgaste o arrugamiento del documento o artículo que porta la marcación y que, por otro lado, tienen un pequeño espesor (de manera habitualmente aproximada 5 micrómetros), lo que los hace compatibles con los procesos de impresión comunes.

Las partículas de marcación se aplican a baja densidad de superficie, es decir, para dar por resultado un número moderado de partículas presentes sobre el área de marcación, a fin de limitar el conjunto de datos que representa la marcación a un tamaño que se puede tratar y almacenar fácilmente en el equipo de procesamiento existente y a una velocidad suficiente.

En otro aspecto de la invención, el área de marcación tiene un tamaño suficientemente grande, no microscópico, para facilitar su ubicación y escaneo en el documento o artículo.

También se describe en la presente un método para autenticar o identificar un artículo con la ayuda de una distribución aleatoria de partículas de polarización circular, colocadas en la superficie del documento o artículo, y que constituyen una marcación.

Un objeto de la invención es proporcionar un documento de seguridad o artículo marcado con la marcación reivindicada y descrita en la presente, que se puede autenticar ópticamente, de una manera sin contacto.

También se describe un dispositivo de lectura que tiene la capacidad de autenticar/identificar la marcación reivindicada en este documento o artículo.

También se describe una composición de revestimiento o tinta que comprende copos de polímero de cristal líquido colestérico para realizar la marcación reivindicada en la presente, un producto laminado o película extruida que comprende una concentración apropiada de partículas de polarización circular, así como un documento o artículo impreso o revestido con esta composición de revestimiento o tinta, o que porta este producto laminado o película extruida.

La marcación de acuerdo con la invención contiene copos de polímero de cristal líquido colestérico (CLCP). Estos polímeros reflejan un componente de luz polarizada circular; eso significa que dentro de un intervalo de longitud de onda determinado, la luz que tiene un estado determinado de polarización circular (izquierda o derecha, dependiendo del polímero) se refleja predominantemente.

Los polímeros de cristal líquido colestérico tienen un orden molecular en la forma de pilas moleculares helicoidalmente arregladas. Este orden está en el origen de una modulación espacial periódica del índice de refracción del material, que a su vez da por resultado una transmisión/reflexión selectiva de longitudes de onda determinadas y polarizaciones de luz. La situación particular del arreglo molecular helicoidal en los CLCP provoca que la luz reflejada se polarice de manera circular, a la izquierda o a la derecha, dependiendo del sentido de rotación de la pila helicoidal molecular.

Una marcación como se reivindica y se describe en la presente se puede aplicar a un documento o artículo mediante una composición de revestimiento que comprende copos de CLCP y por lo tanto, proporciona este documento o artículo con una firma óptica única, detectable y distinguible a través de su reflexión específica de luz polarizada circular. Estas partículas, que están presentes aleatoriamente en la tinta, también aparecen en posiciones y orientaciones aleatorias en el documento o artículo impreso. La marcación, que es casi transparente, pero distinguible del fondo a través de su efecto de polarización, se puede usar en todo tipo de aplicaciones de autenticación, identificación, seguimiento y rastreo, para todo tipo de documentos o mercancías.

Descripción detallada

El método para marcar e identificar o autenticar un artículo marcado con la marcación reivindicada en la presente comprende los pasos de a) proporcionar un artículo, tal como billete, un vale, un documento de ID, una tarjeta de plástico, un sello, una etiqueta, un envase, una mercancía, etc., con una marcación que comprende copos de polímero de cristal líquido colestérico aleatoriamente distribuido, "CLCP", que reflejan luz polarizada circular para su identificación o autenticación, los copos de CLCP que tienen un tamaño de entre 20 a 100 micrómetros, un espesor de aproximadamente 1 a 10 micrómetros y la marcación que tiene una densidad de copos no mayor de 35 copos, más preferentemente no mayor de 7 copos por milímetro cuadrado; b) registrar y almacenar, en un primer momento, datos representativos de esta distribución aleatoria de copos, usando un dispositivo de lectura que comprende medios de iluminación y medios de detección óptica; c) identificar o autenticar el artículo marcado en un momento posterior usando un dispositivo de lectura en el paso b) y estos datos almacenados representativos de esta distribución aleatoria de copos. Los dispositivos de lectura de los pasos b) y c) no necesitan ser los mismos, ni del mismo tipo.

El término "dispositivo de lectura" designa un dispositivo que es capaz de identificar o autenticar un documento o artículo marcado como se describe en la presente. Además de esto, el dispositivo de lectura puede tener otras capacidades, como la de leer códigos de barras, tomar imágenes, etc. El dispositivo de lectura puede ser, en particular, un lector de código de barras modificado, un teléfono móvil con cámara, un escáner óptico, etc.

Este método se caracteriza en que este copo de CLCP refleja un componente de luz polarizada circular, preferentemente en al menos un área espectral elegida del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo, es decir, entre 300 nm y 2500 nm de longitud de onda, y en que este dispositivo de lectura explota la polarización circular para discriminar los copos del fondo al formar una imagen de diferencia de polarización circular.

Esta explotación de polarización circular puede presentarse como se describe en WO 2004/11273 A2. Cada una de las imágenes se registra por la presente a través de un filtro de polarización circular izquierdo y un filtro de polarización circular derecho, respectivamente, de la distribución aleatoria de partículas, y la imagen de diferencia entre las imágenes obtenidas de este modo “derecha” e “izquierda” se forma en una base de píxel por píxel. Esto significa que se eliminan todos los componentes de imagen que no reflejan luz polarizada circular.

Con referencia a la tabla 1, la intensidad de luz detectada de un copo de polarización a la derecha que tiene el coeficiente de reflexión F_R , en un fondo totalmente absorbente, para una longitud de onda dada, se puede cuantificar como sigue:

a) Iluminación con luz polarizada a la izquierda de intensidad I_L :

Filtro: L	Filtro: R	Sin filtro	Intensidad R-L
O	O	O	O

b) Iluminación con luz polarizada a la derecha de intensidad I_R :

Filtro: L	Filtro: R	Sin filtro	Intensidad R-L
O	$I_R \cdot F_R$	$I_R \cdot F_R$	$I_R \cdot F_R$

c) Iluminación con luz no polarizada de intensidad I :

Filtro: L	Filtro: R	Sin filtro	Intensidad R-L
O	$I \cdot F_R / 2$	$I \cdot F_R / 2$	$I \cdot F_R / 2$

Para la situación donde el fondo no refleja totalmente, las intensidades se dan en la tabla 1.

Si un copo de CLCP se ubica en un fondo que refleja igualmente componentes de luz polarizada circular derecho e izquierdo, la contribución de fondo se resta cuando se forma la intensidad R-L y por lo tanto, se elimina de los pasos de procesamiento de señal posteriores, que pueden concentrarse de este modo, en las simples partículas de marcación.

Para restar las imágenes de izquierda y derecha entre sí de una manera que tenga sentido, estas imágenes se necesitan poner primero a escala y alinearse entre sí. Esto significa que los respectivos píxeles de los correspondientes elementos de imagen tienen que coincidir. Esta puede ser una tarea más o menos engorrosa, dependiendo de las respectivas distorsiones de imagen que están presentes. El caso ideal es claramente que tanto las imágenes izquierdas como derechas se registran a la misma distancia, bajo el mismo ángulo y a través de la misma cámara y componentes ópticos. En este caso, una modificación de escala o alineación de imágenes es notablemente superflua.

Como es obvio para el experto, las imágenes requeridas de la marcación bajo polarización circular a la izquierda y circular a la derecha se pueden obtener de diferentes maneras, en cada una de ellas, sin embargo, el dispositivo de lectura debe tener al menos un filtro de polarización circular. Preferentemente, el dispositivo de lectura tiene un filtro de polarización circular derecha e izquierda:

a) usando dos cámaras, equipadas con un filtro de polarización circular izquierdo y derecho, respectivamente; a fin de obtener dos imágenes “paralelas” tomadas a la misma distancia y bajo el mismo ángulo de visión, se puede usar un componente óptico individual combinado con un divisor de haz;

b) usar una cámara individual que tiene medios de selección de polarización de haz izquierda y derecha, que produce una imagen dividida que corresponde a la vista polarizada izquierda y derecha del artículo; esta opción es particularmente útil para equipos de bajo costo;

c) usar una cámara individual en combinación con un filtro electroóptico, tal como se divulga en DE 102 11 310, que permite la selección alternativa de polarización circular derecha e izquierda;

d) usar medios de iluminación polarizados circulares izquierdo y derecho.

En la opción c), las imágenes izquierdas y derechas se adquieren secuencialmente, que toma el doble del tiempo de adquisición que para las opciones a) o b); sin embargo, tiene la ventaja de que los píxeles de las imágenes polarizadas circulares derechas e izquierdas ya son exactamente coincidentes, evitando que se lleven a cabo algoritmos de coincidencia de imágenes que consumen mucho tiempo. El uso de una cámara individual hace que esta opción también sea útil para equipos de bajo costo.

En la opción d), se usa una cámara sin filtro de polarización circular, y la marcación se ilumina secuencialmente con luz polarizada circular izquierda y derecha, y los correspondientes datos de imagen izquierda y derecha se registran secuencialmente. Como es el caso de la opción c), el dispositivo de lectura de la opción d) también tiene la ventaja de que los píxeles de las imágenes polarizadas circulares izquierda y derecha ya son exactamente coincidentes, evitando que se lleven a cabo algoritmos de coincidencia de imágenes que consumen mucho tiempo. El uso de una cámara individual hace que esta opción también sea útil para equipos de bajo costo.

La iluminación secuencial por luz polarizada circular derecha e izquierda también se puede combinar con las opciones a) a c) dadas anteriormente.

La luz polarizada circular izquierda y derecha se puede obtener de dos maneras, ya sea por dos fuentes de luz secuencialmente iluminadas, equipadas con un filtro de polarización circular izquierdo y derecho, respectivamente, o por una fuente de luz individual, equipada con un filtro electroóptico para la selección alternativa de polarización circular izquierda y derecha.

Las fuentes de luz pueden ser además fuentes de luz espectralmente selectivas, tal como diodos emisores de luz (LED) o diodos láser (LD). El filtro de polarización circular también se puede combinar con filtros de color.

El dispositivo de sensor de imagen usado para la adquisición de imagen puede ser ya sea un sensor de imagen monocromo o de color, ya sea del tipo CMOS o CCD, como lo conoce el experto. Los sensores de imagen monocromáticos basados en silicio son sensibles en un intervalo de longitud de onda que excede el dominio visible, que se extiende de menos de 350 nm a aproximadamente 1.100 nm. Además de su utilidad en el rango visible (400 nm a 700 nm), estos sensores de imagen se pueden usar para adquirir una imagen en el intervalo cercano a ultravioleta (UV) (longitudes de onda por debajo de 400 nm), así como en el intervalo cercano a infrarrojo (IR) (longitudes de onda por arriba de 700 nm). Los sensores de imagen de otros semiconductores, tal como germanio (Ge) o arseniuro de indio-galio (InGaAs), permiten obtener imágenes en el intervalo infrarrojo óptico más lejano, de hasta 2.500 nm de longitud de onda.

La cámara o sensor de imagen que adquiere la imagen, así como la fuente de luz, se pueden equipar además con filtros ópticos (en lo sucesivo llamados 'filtros de color'), para seleccionar un intervalo espectral donde la marcación refleja la radiación polarizada circular. El dispositivo de autenticación puede tener al menos un filtro de color, que puede ser un vidrio de color o un filtro de interferencia, del tipo de paso de banda, paso largo o paso corto; la región de paso es la región de longitud de onda donde el filtro es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética.

Los copos de polímero de cristal líquido colestérico (CLCP) tienen al menos una banda de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta (por debajo de 400 nm), visible (400 nm a 700 nm) o infrarrojo (700 nm a 2500 nm). La banda de reflexión espectral puede ser del tipo de banda estrecha (medio ancho por debajo de 50 nm) o del tipo de banda ancha (medio ancho de 50 nm o más). La luz reflejada por el copo de CLCP dentro de la banda de reflexión espectral es predominantemente circular polarizada, es decir, ya sea circular polarizada a la izquierda o a la derecha.

La polarización circular es un modo de propagación de radiación electromagnética, tal como luz, en donde el vector de campo eléctrico describe un círculo a medida que avanza el tiempo. El vector eléctrico, de esta manera, describe una hélice a lo largo de la dirección de propagación de ondas. La polarización circular se puede referir como izquierda o derecha, de acuerdo con el sentido de rotación del vector de campo eléctrico.

En una realización preferida adicional, el copo de CLCP tiene al menos dos bandas de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo. Los copos que tienen esta propiedad tienen una estructura multicapa y se describen en la solicitud co-pendiente EP06116141.0 del mismo solicitante, que se incluye en la presente por referencia. En particular, se pueden hacer copos en los que cada banda de reflexión espectral se polariza individualmente de manera circular a la izquierda o a la derecha. A modo de ejemplo, un copo de CLCP que tiene dos bandas de reflexión espectral estrechas a 450 nm y a 650 nm, tiene uno de cuatro posibles 'sabores de polarización' diferentes, que cabe destacar 450(derecha)-650(derecha), 450(derecha)-650(izquierda), 450(izquierda)- 650(derecha), 450(izquierda)-650(izquierda). Además de la reflexión espectral y la polarización de la luz reflejada, el copo también se puede hacer que tenga propiedades adicionales, tal como luminiscencia, propiedades magnéticas, etc.

El área de detección, es decir, el área en la que se aprovecha la marcación para identificar o autenticar el artículo, puede ser de menor tamaño que la marcación en sí. La distribución aleatoria de partículas de polarización circular fácilmente reconocibles se aprovecha preferentemente en un área de detección de al menos 1 mm², preferentemente al menos 25 mm², más preferentemente al menos 100 mm². La elección de un área de detección macroscópica simplifica la localización y lectura de la marcación en una aplicación industrial donde la velocidad es crucial.

Sin embargo, el área de detección puede ser tan pequeña como un milímetro cuadrado o menos, siempre que esa área se pueda identificar fácilmente (por ejemplo, por medio de otros elementos gráficos presentes en la marcación). Asimismo, el área de detección puede ser tan grande como toda la superficie visible del objeto. Los dos problemas técnicos que se deben resolver con respecto al área de detección son a) encontrar de manera rápida y delimitar de forma inequívoca el área relevante, y b) leer de manera confiable sus contenidos. El primer problema se puede abordar, por ejemplo, confiando en otro rasgo visible o detectable, que indica y delimita el área de detección; el segundo problema se aborda mediante el uso de partículas de marcación de polarización circular de acuerdo con la presente invención.

Incluso donde solo hay unos pocos copos de CLCP aleatorios presentes en una marcación, las posibilidades de que las posiciones de los copos en una primera marcación coincidan con las posiciones de los copos en la segunda marcación son extremadamente bajas. Tan solo unos veinte copos de CLCP son suficientes para producir una firma única que es prácticamente irreplicable, mientras que al mismo tiempo es muy compacto para almacenar. Tomando el caso de un área de detección digitalizada en 32 x 32 campos, es decir, un total de 1024 campos. Cada partícula se atribuye a (puede

ocupar) uno de estos campos, y por lo tanto se puede representar como una letra de un alfabeto de $1024 = 10^3$ caracteres; que tiene 20 partículas, el número de combinación posible es por lo tanto del orden de 10^{23} . Por otra parte, también es claro para el experto en la técnica que se puede utilizar un número mucho mayor de campos de digitalización y un número mucho mayor de copos para mejorar la resistencia de la marcación si la capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos disponible lo permite.

Alternativamente, el área de 32×32 campos se puede representar como una matriz de 32 números digitales de 32 bits cada uno. Si un campo está ocupado por al menos un copo, entonces el bit correspondiente del número correspondiente es 1; de lo contrario, 0.

Esta distribución aleatoria comprende preferentemente entre 3 y 1000 copos ubicados dentro del área de detección, preferentemente entre 10 y 300 copos, más preferentemente entre 30 y 100 copos. El número adecuado de copos por área se puede establecer fácilmente para un proceso de aplicación dado mediante la adopción de concentraciones adecuadas de copos en el material aplicado. Si la marcación se aplica por serigrafía, una concentración de copos del orden del 1% en la tinta de serigrafía usualmente es adecuada para producir el número requerido de copos por área en el documento impreso.

Preferentemente, la distribución aleatoria de partículas se produce en una superficie exterior de un artículo terminado, al aplicar una composición de revestimiento o al fijar una lámina al artículo. El revestimiento puede ser, por ejemplo, un barniz de protección que comprende la cantidad requerida de copos de CLCP como ingrediente adicional. Dada la alta transparencia de los copos de CLCP, esta marcación es casi invisible para el ojo sin ayuda, pero se puede evidenciar usando el efecto de polarización específico exhibido por los copos de CLCP, si es necesario en combinación con un filtro de color óptico.

Sin embargo, los copos de CLCP se pueden aplicar por cualquier técnica de aplicación, ya sea por i) revestimiento o impresión del artículo o parte de éste con una composición de revestimiento líquida, con una composición de revestimiento pastosa o con un sólido, en particular una composición de revestimiento en polvo termofundible (por ejemplo, tóneres usados para impresoras y fotocopiadoras láser) o por "bronceado"; o por ii) fijación al artículo de una etiqueta, un producto laminado, una película, una lámina de transferencia o cualquier objeto transferible tratado previamente como bajo i) anterior. Por lo tanto, el artículo puede comprender o ser en sí mismo una etiqueta, un producto laminado, una película, una lámina de transferencia o cualquier objeto transferible que comprende una distribución aleatoria de copos de CLCP.

Sin embargo, se debe garantizar que los copos sobrevivan en el documento o artículo impreso, a fin de permitir su posterior autenticación/identificación. En caso de un paso final de barnizado excesivo o laminado excesivo (como en los billetes, tarjetas o documentos de identificación), las partículas se pueden considerar como sólidamente fijadas al documento o artículo, independientemente de cómo se aplicaron a él.

Las partículas preferidas son copos del tipo descrito en EP06116141.0 y documentos relacionados. Los pigmentos de CLCP útiles para llevar a cabo la presente invención se describen en EP 1 213 338 B1; EP 0 685 749 B1; DE 199 22 158 A1; EP 0 601 483 A1; DE 44 18 490 A1; EP 0 887 398 B1, y W02006/063926. También se hace referencia a US 5,211,877, a US 5,362,315 y a US 6,423,246. Estas partículas tienen un espesor del orden de 1 a 10 micrómetros y un tamaño de copo del orden de 10 a 100 micrómetros, y se obtienen mediante trituración de una película precursora de polímero de cristal líquido correspondiente. Los copos preferidos para uso en la presente invención tienen un espesor en el intervalo de 1 a 10 micrómetros, y un tamaño de copo promedio en el intervalo de 20 a 100 micrómetros.

Los copos se aplican preferentemente al documento o artículo mediante una composición de revestimiento. Esto implica que se mezcla una cantidad apropiada de copos en una composición de revestimiento que comprende al menos un aglutinante como un componente adicional. La concentración apropiada de copos en el aglutinante está en el intervalo de entre 0,01% y 1% en peso; preferentemente entre 0,1% y 1% en peso; más preferentemente es una concentración en el intervalo de entre 0,2% y 1% en peso. El aglutinante puede comprender componentes adicionales, en particular agentes de relleno y aditivos, así como agentes colorantes y otros elementos de seguridad de tinta.

La densidad de copos de la marcación no es superior a 35 copos por milímetro cuadrado; lo más preferentemente no es superior a 7 copos por milímetro cuadrado.

La marcación puede consistir además en diferentes tipos de partículas. Aún es posible ocultar una marcación, representada por los copos de polarización circular determinada a esa densidad, dentro de una cantidad mucho mayor de otras partículas de pigmento; esta última es de la misma o una naturaleza diferente, y tiene el mismo o un color diferente. En particular, una marcación representada por un pequeño número de copos de pigmento de cristal líquido colestérico de una polarización circular, se puede ocultar en un gran número de copos de pigmento de cristal líquido colestérico de la polarización circular opuesta.

Por lo tanto, las tintas de impresión o composiciones de revestimiento adecuadas para la realización de la presente invención deben comprender al menos el componente de barniz (aglutinante) y los copos de marcación (CLCP). Opcionalmente, pueden estar presentes pigmentos, colorantes, extensores, aditivos, fotoiniciadores, etc.

- El sustrato sobre el cual se aplican los copos de CLCP puede ser de cualquier material compatible con la tinta de impresión o barniz; preferentemente el sustrato es un papel, un cartón, un plástico o un metal. También se pueden revestir materiales tejidos y fieltros. Adicionalmente, el sustrato puede ser negro, blanco, de color y/o reflectante. En tanto que un sustrato negro proporciona el mejor contraste para percibir la reflexión de copos de CLCP, las propiedades de polarización de los copos permiten la discriminación de las hojuelas del fondo incluso si este último no es negro. El sustrato también puede contener indicios tal como un texto o un código de barra o matriz.
- Como es obvio para el experto en la técnica, el revestimiento que comprende los copos de CLCP se puede sobreimprimir o revestir con indicios, tal como un texto o un código de barra o matriz, previsto que al menos una fracción de los copos permanece detectable para autenticación.
- El método de revestimiento se elige preferentemente entre las técnicas de impresión de área grande comunes, tal como impresión por huecogrado, impresión flexográfica e impresión serigráfica. El endurecimiento del aglutinante después del revestimiento asegura que las partículas de marcación se fijen en su lugar y permanezcan ahí sólidamente ancladas. Esto es importante en vista del uso de la distribución aleatoria de partículas individuales como un medio de marcación e identificación, para proporcionar un identificador robusto, duradero y estable en las condiciones normales de uso del artículo.
- En el caso donde la marcación se aplica por "impresión por huecogrado", el patrón preconfigurado de las copas de la placa de impresión de "huecogrado" puede servir como una matriz digital "natural" de sitios de deposición de gotas de tinta. Cada gota de este tipo puede contener al menos un copo, en cuyo caso el valor digital del elemento de matriz se asignaría como "1", o ningún copo en absoluto, en cuyo caso el valor digital del elemento de matriz se asignaría como "0". Esta digitalización "natural" de la información de posición de los copos puede ser útil en la lectura de la marcación, a fin de colocar correctamente la máscara de lectura de una manera directa y rápida. La probabilidad de tener un elemento de matriz ocupado por uno o más copos de pigmento es una función de la concentración de copos en la tinta de impresión. Se pueden usar procesos de impresión diferentes de "impresión por huecogrado" para el mismo efecto de depositar gotas de tinta en un patrón preconfigurado, impresión por flexo- o por inyección de tinta notable.
- Una marcación de este tipo es altamente resistente a la influencia de su ambiente, debido a que, una vez fijadas, es poco probable que las partículas cambien sus posiciones. Si son suficientemente grandes, también es poco probable que se pierdan debido a la fricción o al desgaste.
- La presente invención comprende además un documento o artículo que lleva una marcación de acuerdo con lo que se describe anteriormente. En particular:
- Un documento o artículo marcado en al menos un área con una marcación como se reivindica en este documento.
- Un documento o artículo marcado como se menciona anteriormente, en donde estos copos de CLCP tienen al menos una banda de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo.
- Un documento o artículo marcado como se menciona anteriormente, en donde estos copos de CLCP tienen al menos dos bandas de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo.
- Un documento o artículo marcado como se menciona anteriormente, en donde cada banda de reflexión espectral se polariza individualmente de manera circular a la izquierda o a la derecha.
- Un documento o artículo marcado como se menciona anteriormente, en donde esta distribución aleatoria se produce en un área de al menos 1 mm² preferentemente al menos 25 mm², más preferentemente al menos 100 mm².
- Un documento o artículo marcado como se menciona anteriormente, en donde esta distribución aleatoria de copos de CLCP se aplica sobre indicios preexistentes.
- Un documento o artículo marcado como se menciona anteriormente, en donde la distribución aleatoria comprende entre 3 y 1000 copos, preferentemente entre 10 y 300 copos, más preferentemente entre 30 y 100 copos.
- Además de esto, en la presente se describe el uso de copos de pigmento de cristal líquido colestérico (CLCP) para marcar un documento o artículo con una distribución aleatoria de partículas para la autenticación/identificación con un dispositivo de autenticación, caracterizado en que los copos de CLCP están reflejando un componente de luz polarizada circular, y en que el dispositivo de autenticación aprovecha la polarización circular para discriminar los copos de la marcación del fondo al formar una imagen de diferencia de polarización circular.
- Estos copos de CLCP tienen al menos una banda de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo.
- Alternativamente, este copo de CLCP tiene al menos dos bandas de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo.

Estos copos de CLCP pueden además tener cada banda de reflexión espectral individualmente polarizada de manera circular a la izquierda o a la derecha.

También se describe en la presente el uso de copos de CLCP como se describió anteriormente, en donde esta distribución aleatoria se produce o se aprovecha en un área de detección de al menos 1 mm² preferentemente al menos 25 mm², más preferentemente al menos 100 mm².

Un aspecto adicional de la invención es el uso de copos de CLCP como se describe anteriormente, en donde la distribución aleatoria comprende entre 3 y 1000 copos, preferentemente entre 10 y 300 copos, más preferentemente entre 30 y 100 copos.

La concentración de copos de CLCP en la composición de revestimiento para autenticar un artículo de acuerdo con la presente invención es preferentemente entre 0,01 a 1% en peso, más preferentemente 0,1% a 1% en peso; más preferentemente 0,2% a 1% en peso.

En la presente también se describe un dispositivo para identificar o autenticar un artículo que tiene la marcación reivindicada y descrita en la presente, el dispositivo que comprende medios de iluminación y medios de detección óptica, caracterizados por medios para detectar y analizar luz polarizada circular y medios para formar una imagen de diferencia de polarización circular.

El dispositivo descrito en la presente puede tener al menos un filtro de polarización circular, preferentemente cada uno de un filtro de polarización circular derecha e izquierda.

El dispositivo descrito en la presente puede tener además al menos un filtro de color.

Este dispositivo comprende al menos un sensor de imagen electrónico, seleccionado del grupo que consiste de los sensores de imagen monocromáticos y los sensores de imagen en color; este sensor de imagen se puede elegir además del grupo que consiste de los sensores de imagen CMOS y CCD. Este dispositivo se puede integrar en un dispositivo que realiza otras funciones, por ejemplo, se incorpora como un teléfono móvil con cámara. Este dispositivo puede comprender además un prisma de división de imagen y dos filtros de polarización circular.

Los medios de detección óptica preferidos comprenden un prisma compacto y pequeño (1) de acuerdo con la figura 4. El prisma se incorpora para que se pueda montar fácilmente en un dispositivo de formación de imágenes existente (por ejemplo, una cámara o un teléfono móvil) (2) sin necesidad de modificaciones importantes de este último (figura 5).

Este prisma (1,1') puede comprender medios de fijación reversible (3) que se pueden incorporar como una fijación magnética, un tornillo, etc., para permitir que el prisma se fije frente a la lente del dispositivo de formación de imágenes.

El prisma (1), con referencia a la figura 4a, figura 4b, es preferentemente un prisma isósceles, que tiene un ángulo de techo (Φ) en el intervalo de 140° a 170°. El prisma puede ser de una sola pieza de un material ópticamente adecuado (vidrio, plástico) que tiene un índice de refracción n en el intervalo de 1,3 a 1,9. De manera alternativa, el prisma puede comprender dos medios prismas rectangulares (1,1'), unidos entre sí para formar un único prisma (figuras 4b, 4c).

El dispositivo de lectura comprende el prisma (1) combinado con una lente (3, figura 4a) y un sensor de imagen electrónico. La lente puede ser la que ya está presente en la cámara, teléfono móvil, etc. La función del prisma es duplicar la imagen de la marcación (I) en dos imágenes idénticas (I1, I2, figura 4a), que se obtienen por la lente (3) en el chip de sensor de imagen (2). El chip de sensor de imagen (2), que puede ser un CCD o un dispositivo CMOS, suministra simultáneamente dos imágenes correspondientes a cada una de ambas polarizaciones, respectivamente, de la marcación (I).

Para lograr esto, el prisma (1) comprende dos filtros de polarización (4,4') que transmiten luz polarizada circular izquierda (4) y derecha respectivamente. Los filtros de polarización se pueden colocar en ambas caras de la parte superior (parte de techo) del prisma (figura 4b). De manera alternativa, los filtros (4,4') se pueden colocar en la parte inferior (parte base) del prisma (figura 4c).

Adicionalmente, estos filtros de polarización (4, 4') se pueden combinar con filtros de color, para la transmisión selectiva de intervalos de longitud de onda específicos.

Otros tipos de prismas y otros métodos y dispositivos para analizar estados de polarización circular en imágenes se conocen por los expertos en la técnica y se pueden reemplazar el prisma y filtros descritos anteriormente en las funciones requeridas de acuerdo con la presente invención.

En particular, las funciones respectivas del prisma y de la lente se pueden integrar conjuntamente en un solo dispositivo (figuras 4d, 4e), para formar una lente doble o una lente doble de Fresnel; las partes individuales de la lente doble se pueden proporcionar con filtros de polarización circular derecha e izquierda.

La realización que comprende una lente doble de Fresnel proporcionado con filtros de polarización circular derecha e

izquierda se prefiere particularmente, debido a que es económico y se puede construir como una lámina plana individual de material plástico.

Los datos de imagen también se pueden grabar con la ayuda de una cámara digital equipada con un objetivo macro y el elemento óptico de división de imagen. Se puede usar ventajosamente un domo blanco de difusión de luz de acuerdo con la figura 8, que proporciona acceso visual a la muestra a través de un orificio y que comprende medios de iluminación omnidireccional.

Un medio de iluminación preferido que se va a usar con este dispositivo de lectura comprende una fuente de luz anular que se puede incorporar como un anillo de LED blancos o de color, y que se usa para iluminar este domo blanco. El domo, a su vez, difunde la luz sobre la muestra, proporcionando la condición de que esencialmente todos los copos de CLCP presentes en la marcación sean visibles en la imagen de la cámara. Las fuentes de iluminación difusa se conocen por la persona experta y están disponibles comercialmente de varios fabricantes (Siemens, Advanced illumination, CCS, etc.). En una realización alternativa, la iluminación de color se puede usar ventajosamente para mejorar el contraste entre las partículas de CLCP y el fondo.

De manera alternativa, los medios de iluminación del dispositivo de lectura pueden no ser completamente difusos. El uso de iluminación al menos parcialmente direccional permite la selección de solo la fracción de partículas que satisfacen la condición de reflexión específica para la combinación elegida de ángulos de iluminación y detección.

Una configuración de iluminación y detección ortogonal simple, con respecto al plano del sustrato (luz recta, vista ortogonal), permite detectar (es decir, seleccionar) solo aquellos copos de CLCP que tienen su plano orientado dentro de 20° o menos en el plano del sustrato.

En una realización correspondiente, la captura de datos de imagen de una marcación en un documento o artículo se realiza con una cámara simple equipada con un objetivo macro y un prisma cuyas dos caras de techo tienen cada una un filtro de polarización izquierda y derecha. La iluminación se realiza por una fuente de luz desde la dirección de la cámara, por ejemplo, una luz flash. En este caso, solo parte de los copos de CLCP reflejan la luz hacia la cámara y aparecen en la imagen. Por lo tanto, se realiza una selección de copos de CLCP mediante los medios de iluminación direccional del dispositivo de lectura.

También se puede usar una serie ($k=1 \dots N$) de fuentes de luz direccionales, una de ellas encendida a la vez, para tomar una correspondiente serie ($k=1 \dots N$) de imágenes del mismo arreglo de partículas. Las imágenes se pueden combinar posteriormente en una sola imagen tomando para la intensidad de cada pixel I_{ij} : $I_{ij} = \text{Max}(I_{1ij}, I_{2ij}, \dots, I_{Nij})$. También se puede encender más de una fuente de luz direccional a la vez en cada paso de la secuencia.

Este dispositivo puede comprender además medios de iluminación para iluminación del documento o artículo mediante luz polarizada circular. El medio de iluminación puede ser una fuente de luz separada para la luz polarizada circular derecha e izquierda; las fuentes de luz se encienden y apagan alternativamente. De manera alternativa, el medio de iluminación puede ser una fuente de luz única que tiene un filtro electroóptico, tal como se divulga en DE 102 11 310, que permite la selección alternativa de polarización circular derecha e izquierda. También se puede proporcionar una fuente de luz única y una conmutación mecánica de filtros de polarización circulares izquierdo y derecho.

Este dispositivo puede comprender además hardware y software que le permita realizar operaciones de procesamiento de datos, así como transferencia de información mediante enlaces de datos inalámbricos o enlazados por cable o mediante Internet. El procesamiento de datos se requiere para la adquisición (captura) de la imagen, para la modificación de escala, alineación y resta de las imágenes izquierda y derecha entre sí (coincidencia y procesamiento de imágenes), así como para la interpretación del resultado (autenticación o identificación de la marcación). En el caso de un enlace de datos, algunas de estas operaciones se pueden realizar por un ordenador remoto.

También se describe en la presente un proceso de fabricación de un dispositivo de autenticación para autenticar un artículo que tiene una distribución aleatoria de copos de CLCP, caracterizado porque un elemento óptico de división de imagen que tiene cada uno un filtro de polarización circular izquierda y derecha se ensambla con un teléfono móvil con cámara.

También se describe en la presente el uso del dispositivo de autenticación, que comprende un elemento óptico de división de imagen que tiene cada uno un filtro de polarización circular izquierda y derecha ensamblado con un teléfono móvil con cámara, para autenticar un artículo que tiene una distribución aleatoria de copos de CLCP.

Este dispositivo puede comprender además un filtro de color. Como es obvio para aquellos expertos en la técnica, se puede usar una variedad de filtros en combinación con los filtros de polarización para mejorar la calidad de imagen. La respuesta espectral de un sensor en blanco y negro, tal como un CCD electrónico o un chip de sensor de imagen CMOS, puede ser modificada por filtros de color apropiados. Se pueden usar filtros de vidrio de colores o filtros de interferencia para mejorar el contraste de imagen, aprovechando que el reflejo de la partícula se encuentra en regiones de longitud de onda determinadas del espectro electromagnético.

En un método para autenticar o identificar y con referencia a la figura 4, una distribución aleatoria de copos de CLCP comprendidos en o sobre un área determinada en un documento o artículo, este documento o artículo se coloca frente al dispositivo de lectura que comprende este medio óptico, es decir, una división de imagen, prisma de polarización y un sensor de imagen, para obtener una imagen del sensor de imagen. Si se requiere, se usan medios de iluminación dedicados.

En caso de que el elemento óptico de división de imagen sea un prisma, cada una de las caras inclinadas del prisma puede comprender un filtro de polarización izquierdo y derecho respectivamente, produciendo de este modo una imagen separada en dos partes separadas del dispositivo de sensor de imagen, correspondiente a la marca (I) como se ve bajo luz polarizada circular izquierda y derecha, respectivamente.

Ambas imágenes (I1, I2) de la marca (I) ahora se mapean entre sí, aplicando, si se requiere, operaciones de traducción y modificación de escala, y las imágenes (I1, I2) se restan entre sí, para producir una imagen de diferencia (I1-I2), que ya no contiene contribuciones de fondo de no polarización.

A partir de la imagen de diferencia, se determinan las posiciones de las partículas de marcación (copos) y el documento o artículo se autentica o identifica al comparar los datos de posición de las partículas de marcación con la información pre-registrada recuperada de una base de datos. La base de datos, o parte de ella, se puede incrustar en el dispositivo de lectura, lo que permite la identificación independiente. De manera alternativa, la base de datos, o parte de ella, está alojada en un servidor externo (ordenador) que requiere interrogación remota para determinar la autenticidad o identidad del elemento.

En general, la imagen de diferencia (I1-I2) se obtiene mediante el uso de dos imágenes de la misma marca, tomadas a través de filtros de polarización izquierda y derecha, respectivamente; entonces se requiere una comparación punto por punto de los puntos correspondientes de las dos imágenes para determinar si en un punto dado está presente o no un copo de pigmento de polarización, y si el copo de pigmento de polarización refleja un componente de luz izquierda o derecha. La correspondencia de los puntos en las imágenes izquierda y derecha se debe identificar antes de que se realice cualquier operación de resta. Esto se puede lograr por un algoritmo de coincidencia de imágenes, que se está orientando a sí mismo en un diseño gráfico o similar presente en la zona de la marcación, dando una indicación de los elementos de imagen locales. Estos algoritmos de coincidencia de imágenes se conocen por los expertos en la técnica y se encuentran disponibles.

En una primera realización preferida de la marcación de acuerdo con la presente invención, el copo de marcación de CLCP refleja un componente de luz de una única polarización circular dentro de un intervalo de longitud de onda en el espectro visible. En consecuencia, la presencia o ausencia de ese copo se puede determinar a partir de la diferencia en la reflectividad para la luz polarizada circular izquierda y derecha en ese intervalo del espectro.

En una realización adicional, el copo de CLCP refleja luz en más de un intervalo del espectro visible; en cada uno de ellos, se puede hacer que refleje independientemente un componente de luz izquierdo y derecho. Los copos de polarización circular de doble lado (izquierda y derecha) son detectables con la ayuda de una combinación de filtros de polarización y color, de manera única.

Una ventaja importante de los copos de CLCP es su tamaño de copo bastante grande de entre 20 a 100 micrómetros y su espesor bastante reducido de aproximadamente 1 a 10 micrómetros (habitualmente 3 micrómetros). El espesor moderado de los copos de CLCP permite que se incorporen a las tintas de impresión comunes (por ejemplo, en un barniz de sobreimpresión) y se impriman con el equipo de impresión común, a pesar del tamaño de copo bastante grande, sobre todo debido a que los copos de CLCP son hasta cierto grado materiales flexibles.

El gran tamaño de los copos de CLCP utilizados como las partículas de marcación en la presente invención permite su fácil detección en un documento o artículo. Dado el gran tamaño de los copos, el área de marcación también se puede elegir grande, para ser fácilmente localizada. Los copos de CLCP transparentes se pueden aplicar sobre los indicios existentes. Los copos de CLCP que contienen el recubrimiento sellan por la presente los indicios; se puede determinar que los indicios no se han alterado.

Aproximadamente 20 a 50 copos son suficientes para identificar inequívocamente un gran número de documentos o artículos; limitando de este modo la cantidad de datos que se deben tratar y pre-registrar en la base de datos de referencia.

Dependiendo del documento o artículo a identificar, la zona donde se aplica la marca se puede extender sobre la zona de identificación efectivamente utilizada; en el caso extremo, todo el documento o artículo puede ser el objetivo de la marcación.

Los efectos adversos de dañar y ensuciar el documento o artículo marcado se reducen debido a que la identificación de acuerdo con la presente invención no necesita una coincidencia completa entre el patrón de copo realmente recuperado y el patrón pre-registrado en la base de datos de referencia. De hecho, la autenticidad de un documento o artículo se puede asegurar si solo se encuentra una parte de las posiciones de copos pre-registradas en la base de datos en el documento o artículo en cuestión. Por otra parte, si hay copos presentes en el documento o artículo que no se encuentran

en la base de datos de referencia pre-registrada, el documento o artículo en cuestión se va a considerar como que es falso. Estas ventajas superan conjuntamente muchos de los problemas de la técnica anterior como la pobre velocidad de autenticación, atasco, suciedad del documento, etc.

5 El área de la marcación comprende el área utilizada para la detección (lectura) de la marcación, pero puede ser mucho mayor que esta última. El tamaño preferido del área de detección es de un cm cuadrado, pero, dependiendo de la aplicación, también se puede elegir un tamaño más pequeño o más grande. El área de detección también puede ser tan grande como toda la muestra. Cuando el área de detección es grande, el posicionamiento del dispositivo de lectura es más fácil; la autenticación y la identificación serán más rápidas. En todos los casos, el área capturada por el dispositivo de lectura debe ser mayor que el área real de la marcación a autenticar, a fin de permitir la compensación de pequeños errores de posicionamiento del documento o artículo que lleva la marcación. La autenticación de la marcación necesariamente comprende el paso de su ubicación exacta en el documento o artículo.

15 El tamaño de los datos de una firma, es decir, de un conjunto de datos que refleja la presencia de partículas de marcación en posiciones específicas, es un punto sensible. Como se conoce por el experto en la técnica, la identificación de registros de datos extensos requiere una búsqueda prolongada en la base de datos de referencia, y para reducir el tiempo de búsqueda en la base de datos, es necesario limitar el tamaño de la firma en sí. Se pueden usar varios parámetros para definir la firma de un artículo, tal como las posiciones de los copos, las orientaciones, sus colores, sus dobles polarizaciones donde corresponda, etc. Se puede lograr una reducción importante del tamaño de la firma al restringir la firma para que represente únicamente posiciones de copos.

25 Para reducir aún más el tamaño del conjunto de datos a tratar, los datos recuperados de píxeles vecinos en el área de detección se pueden combinar para reducir el ruido y para obtener una firma inequívoca del artículo. Por ejemplo, los datos de un cuadrado de cuatro, nueve o dieciséis, etc. píxeles vecinos se pueden combinar para representar el valor de un "macropíxel". Esto significa que solo se usan copos grandes y brillantes o grupos de copos, que se extienden sobre más de un píxel, en el conjunto de datos final ("algoritmo de macropíxeles"). También se pueden aplicar otros medios estadísticos de reducción de ruido, tal como medios de deslizamiento o filtrado espectral en el dominio de Fourier, para reducir el tamaño del conjunto de datos a tratar.

30 La autenticación de un artículo se puede realizar solo en unos pocos parámetros, preferentemente la ubicación en el área determinada elegida para determinar la autenticidad del artículo. De manera alternativa, se pueden incluir otros parámetros de los copos, tal como la orientación, el color, el cambio de color con ángulo de observación, etc. en el conjunto de datos que se almacena como referencia de autenticidad en la base de datos.

35 El uso de una distribución aleatoria de copos de CLCP genera una identidad única del artículo. Esta distribución tiene varios "grados de aleatoriedad" que un falsificador tendría que igualar para hacer una copia exacta. Estos grados son: la posición de cada copo de CLCP, la libertad de orientaciones de esos copos en los tres ejes; su diámetro; su color y cambio de color; su polarización (izquierda, derecha o ambas); su profundidad en el barniz; el color de la primera capa del artículo. Las posibilidades totales de duplicar de manera exitosa la marca son extremadamente pequeñas debido a que muchos copos deben coincidir con la referencia al mismo tiempo.

45 Al aumentar la cantidad de copos de CLCP, el riesgo de falsificación se reduce debido a la dificultad de reproducir la marcación. La fabricación de los copos de CLCP en sí no es fácil y se puede hacer una gran variedad de diferentes tipos de copos de CLCP. La falta de disponibilidad del material correcto es un primer obstáculo importante para el falsificador. El segundo obstáculo es la dificultad de reconstruir la distribución de copos en el área de firma y coincidir con todos los grados de aleatoriedad.

50 Un documento o artículo se autentica o identifica mediante la comparación de los datos recuperados sobre las posiciones de copos, orientaciones, color, cambio de color, etc. en el área de marcación del documento o artículo con la "firma" del documento o artículo original, que se ha almacenado previamente en una base de datos. Se puede usar una base de datos indexada o sin procesar. Las bases de datos indexadas tienen la ventaja de permitir una búsqueda y un acceso rápidos y basados en el contenido de la información.

55 Si se encuentran ubicaciones de copos en el documento o artículo que no correspondan a la información originalmente almacenada, el documento o artículo se considera falso. Si la información originalmente almacenada contiene ubicaciones de copos que no están presentes en el documento o artículo, el documento o artículo se considera auténtico. Se podrá exigir la presencia de un porcentaje mínimo de los copos originales para que la marcación se pueda aceptar como auténtico. Por ejemplo, una firma se puede considerar auténtica cuando 85% de las ubicaciones de los copos de CLCP aleatorios coinciden con la firma original pre-registrada en la base de datos. La comparación también se puede restringir a una parte solamente de la "firma" del documento o artículo, con el fin de ahorrar tiempo. Sin embargo, se debe comparar un número suficiente de posiciones de copos, a fin de obtener una identificación inequívoca.

65 La marcación de la presente invención, que es una firma individual de cada documento o artículo, puede servir para seguir o rastrear el documento o artículo. La distribución aleatoria de los copos de CLCP en el área de marcación, o de al menos una selección de estos copos, se pre-registra en una base de datos. En un momento posterior, el documento se puede verificar mediante un dispositivo de lectura adecuado (que puede ser un teléfono móvil con cámara correspondiente

modificado o un dispositivo de exploración comercial modificado tal como un escáner de plataforma comercial, pero que es preferentemente un dispositivo de lectura dedicado), y la "firma" recuperada, correspondiente a las posiciones de copos, se puede identificar en esa base de datos, es decir, se puede determinar la identidad del documento.

5 La invención ahora se ilustra adicionalmente con la ayuda de figuras y realizaciones de ejemplo.

Figura 1: representa esquemáticamente un método y un sistema de marcación e identificación como se describe en la presente

10 Figura 2: representa esquemáticamente una marcación de acuerdo con la presente invención.

Figura 3: representa esquemáticamente un dispositivo de lectura como se describe en la presente, que puede contener:

- 15 A) dos cámaras que tienen un filtro de polarización circular izquierda y derecha, respectivamente;
- B) una cámara individual que tiene un prisma de división de imagen que comprende un filtro de polarización circular izquierda y derecha;
- C) una cámara individual que tiene un interruptor electroóptico para la selección secuencial de polarización circular izquierda y derecha;
- 20 D) una cámara individual, que tiene un filtro de polarización, iluminación polarizada izquierda y derecha secuencial, respectivamente;

- B) una cámara individual que tiene un prisma de división de imagen que comprende un filtro de polarización circular izquierda y derecha;
- 25 C) una cámara individual que tiene un interruptor electroóptico para la selección secuencial de polarización circular izquierda y derecha;
- D) una cámara individual, que tiene una iluminación polarizada izquierda y derecha secuencial.

Figura 4:

- 30 a) ilustra la función de un prisma de división de imagen de polarización montado en una cámara;
- b) representa esquemáticamente una primera realización del prisma de división de imagen de polarización;
- c) representa esquemáticamente una segunda realización del prisma de división de imagen de polarización;
- d) representa esquemáticamente una lente doble con filtros de polarización;
- 35 e) representa esquemáticamente una lente de Fresnel doble con filtros de polarización;

Figura 5: Realización de un teléfono móvil con cámara que comprende un prisma de división de imagen de polarización

Figura 6: muestra una marcación en un papel cuadriculado (espaciado de rejilla mm), de acuerdo con la presente invención: a) realizada con una tinta que comprende 1% en peso de copos de CLCP; b) realizada con una tinta que comprende 0,2% en peso de copos de CLCP.

Figura 7: muestra la imagen de una marcación de acuerdo con la presente invención, realizada sobre un código de matriz de datos: a) tomada a través de un filtro de polarización circular derecha; b) tomada a través de un filtro de polarización circular izquierdo; c) diferencia de imagen a) e imagen b).

Figura 8: muestra medios de iluminación preferidos que comprenden un anillo de LED blancos ubicados dentro de una esfera de difusión blanca.

Realizaciones de ejemplo

50 La Figura 1 muestra una realización de ejemplo del método descrito en la presente para marcar e identificar un documento o artículo con la ayuda de partículas de polarización circular, usando un dispositivo para autenticar/identificar el documento marcado, en conjunto con hardware y software adicionales para incorporar un sistema para operaciones de seguimiento y rastreo.

55 Un documento o artículo, tal como una etiqueta (1), se marca usando una tinta que comprende copos de CLCP de polarización circular (2) a una concentración adecuada. La marcación resultante (3) se registra usando una cámara (4), que tiene un componente óptico de formación de imágenes apropiado (5) y un filtro de polarización circular (6). Se entiende que, en el esquema, el filtro de polarización circular (5) representa tanto un filtro de polarización circular izquierda como derecha, o un filtro electroóptico. Los medios de iluminación (7) también están presentes. Los datos de imagen obtenidos de esa marcación usando luz polarizada circular izquierda y derecha se tratan en un primer ordenador (8), que tiene el software correspondiente, y una firma (S) se deriva de la marcación y se almacena en una base de datos (9).

65 El artículo (1) se utiliza luego en un producto (Producto) que se va a seguir o rastrear. Para identificar el producto, se registran los datos de imagen de la marcación (3), utilizando un dispositivo de lectura (12). El dispositivo de lectura (12) puede enviar los datos de imagen grabados a través de un enlace inalámbrico (L) a una estación base (11) enlazada a un

segundo ordenador (10). El segundo ordenador (10) que tiene el software correspondiente, deriva una firma de los datos de imagen recibidos y la compara con la biblioteca de firmas almacenadas en la base de datos (9). La firma se encuentra en la base de datos (9), y el producto se identifica en cuanto a su origen y registro de seguimiento; de lo contrario, el producto se considera no genuino.

La Figura 2 muestra un sello SICPA marcado que tiene el tamaño preferido de un centímetro cuadrado. El área de detección comprende todo el sello. Este sello se ha sobreimpreso con un barniz que comprende 1% en peso de copos de CLCP de polarización circular a la derecha. La imagen se registró utilizando un filtro de polarización circular derecha, combinado con un filtro de paso bajo de 570 nm, transparente para luz con longitud de onda superior a 570 nm y que bloquea la luz con longitud de onda inferior a 570 nm. Los copos son claramente visibles en las zonas oscuras del sello.

La Figura 3 representa esquemáticamente cuatro tipos diferentes de configuraciones para leer la marcación: El dispositivo de lectura de acuerdo con la realización A) comprende dos sensores de imagen electrónicos separados (C1, C2), que tienen una lente o componente óptico (3) y un filtro de polarización circular izquierdo o derecho (L, R), respectivamente. La marcación (I) se forma en imagen por un primer sensor de imagen (C1) para producir una primera imagen (I1) a través del filtro de polarización izquierda (L), y se forma en imagen por un segundo sensor de imagen (C2) para producir una segunda imagen (I2) a través del filtro de polarización derecha (R).

El dispositivo de lectura de acuerdo con la realización B) comprende un sensor de imagen individual (C1) que tiene una lente o componente óptico (3) y un prisma de división de imagen (prisma) con un filtro de polarización circular izquierdo y derecho (L, R) colocados en las dos superficies del techo del prisma, respectivamente. Ambas imágenes polarizadas (I1, I2) de la marcación (I) se obtienen simultáneamente en el mismo sensor de imagen (C1).

El dispositivo de lectura de acuerdo con la realización C) comprende un sensor de imagen individual (C1) que tiene una lente o componente óptico (3), y un filtro electroóptico (EO), alternativamente conmutado para seleccionar la polarización circular derecha o izquierda. Ambas imágenes polarizadas (I1, I2) de la marcación (I) se obtienen secuencialmente en el mismo sensor de imagen (C1).

El dispositivo de lectura de acuerdo con la realización D) comprende un sensor de imagen individual (C1) que tiene una lente o componente óptico, y dos fuentes de luz (LS1, LS2), que tienen un filtro de polarización circular izquierdo y derecho (L, R), colocados frente a ellos, respectivamente. Las fuentes de luz se encienden y apagan alternativamente, proporcionando la marcación (I) con una iluminación polarizada circular alternativa derecha e izquierda. El sensor de imagen toma imágenes de la marcación (I) bajo la iluminación polarizada circular derecha e izquierda. Ambas imágenes polarizadas (I1, I2) de la marcación (I) se obtienen secuencialmente en el mismo sensor de imagen (C1).

En una variante adicional de la opción D) (no se muestra), se puede usar una fuente de luz individual, que tiene un filtro electroóptico para la selección de la polarización.

La Figura 4a representa esquemáticamente la función de un medio óptico como se describe en la presente, lo que permite registrar simultáneamente una imagen de polarización izquierda y derecha de una marcación (I) usando un sensor individual de imagen electrónico (2). La imagen de la marcación (I) se divide por la presente en dos imágenes (I1, I2) por las dos caras de un prisma compacto (1), colocado frente a la lente o componente óptico (3) del sensor de imagen (2). Se dispone un filtro de polarización izquierda y derecha (4, 4'), respectivamente, frente a las dos caras del prisma compacto (1), a fin de seleccionar la polarización de cada imagen.

Un filtro de polarización circular izquierda es predominantemente transparente para la luz polarizada izquierda, tal como el componente de luz reflejado por un copo de polarización circular izquierda de la marcación en el artículo. La luz polarizada circular derecha no pasará por el filtro izquierdo y los objetos que reflejan la luz polarizada circular derecha aparecerán en negro en la imagen, es decir, no serán visibles en absoluto; lo mismo ocurre en el sentido opuesto, para un filtro de polarización derecha.

La figura 4b proporciona una vista detallada de una sección a través del prisma de la figura 4a: El prisma (1) puede ser un cuerpo único, pero también puede estar compuesto por dos semiprismas rectangulares (1, 1'). El ángulo de techo (Φ) del prisma está comprendido en el intervalo de 140° a 170°. Los ángulos de techo más bajos dan como resultado una transmisión significativamente más baja a través del prisma y una aberración de imagen importante, y los ángulos de techo más altos dan como resultado una separación demasiado pequeña de las dos imágenes (I1, I2). Los filtros de polarización izquierda y derecha (4, 4') se colocan frente a las dos superficies de techo del prisma. Los medios de fijación (3) se colocan en la base del prisma (1, 1'), a fin de permitir su unión reversible a un dispositivo de sensor de imagen.

La figura 4c muestra una realización alternativa del prisma, donde los filtros de polarización izquierda y derecha (4, 4') están dispuestos en el lado izquierdo y derecho de la base del prisma, respectivamente.

La figura 4d muestra un elemento óptico de división de imagen que comprende una lente doble con filtros de polarización; cada parte de la lente produce una imagen separada del objeto en un dispositivo de sensor de imagen común.

La figura 4e muestra un elemento óptico de división de imagen que comprende una lente de Fresnel doble con filtros de

polarización, que incorpora la misma funcionalidad que la figura 4d.

La figura 5 muestra el prisma unido a un teléfono móvil con cámara; este último sirve como dispositivo de lectura.

- 5 En una primera realización de ejemplo de la marcación, de acuerdo con la figura 6, se determinó la concentración óptima de los copos de CLCP en la tinta. Con este fin, se prepararon tintas de serigrafía de la siguiente fórmula genérica:

Fórmula base		Tinta 0,2%	Tinta 1%
Oligómeros	50%		
Monómeros	30%		
Aerosil 200	3%		
Vehículo de tinta: total		83%	83%
Fotoiniciador: total		10%	10%
Aditivos: total		6,8%	6%
Copos de CLCP	0,2% a 1%		
Pigmentos: total		0,2%	1%
Total		100%	100%

- 10 La viscosidad de la tinta se ajustó a un valor en el intervalo de 0,5 a 1 Pa.seg, por medios conocidos por los expertos en la técnica.

El objetivo de este ejemplo fue mostrar el número de copos de CLCP por superficie obtenidos después de la impresión y curación de las tintas. Las tintas se imprimieron en papel milimétrico usando la técnica de impresión serigráfica con una pantalla 77T. Las tintas impresas se secaron con UV.

- 15 La figura 6a muestra una imagen obtenida de la tinta impresa y curada que comprende 1% en peso de copos de CLCP. El uso de un filtro de paso bajo de 570 nm facilitó la detección de los copos de CLCP. Este filtro es transparente para luz con longitud de onda superior a 570 nm y bloquea la luz con longitud de onda inferior a 570 nm. Como se puede ver en la figura 6a, aproximadamente 35 copos están presentes por milímetro cuadrado.

- 20 La figura 6b muestra el caso de una tinta que comprende 0,2% en peso de copos de CLCP, impresos usando las mismas condiciones. La imagen, tomada bajo las mismas condiciones, muestra aproximadamente 7 copos presentes por milímetro cuadrado.

- 25 En una realización de ejemplo adicional de una marcación de acuerdo con la presente invención, y con referencia a la figura 7, se sobreimprimió un código de matriz con una tinta de serigrafía que comprende 1% en peso de copos de CLCP. Esta marcación se imprimió usando la técnica de impresión serigráfica con una pantalla 77T. La marcación impresa se secó con UV.

- 30 La figura 7a muestra una imagen negativa (invertida) de la marcación así obtenida, tomada a través de un filtro de polarización circular izquierda. Los copos de CLCP son visibles como manchas oscuras en las manchas blancas más grandes del código de matriz. En las áreas oscuras (originalmente blancas) del código de matriz, los copos son apenas visibles.

- 35 La figura 7b muestra la misma región que la figura 7a, pero tomada a través de un filtro de polarización circular derecha. Ya no hay copos visibles. Las pocas manchas oscuras en la imagen se deben a imperfecciones de impresión.

- 40 La figura 7c muestra la imagen de diferencia, obtenida al restar la imagen de la figura 7b de la imagen de la figura 7a. Los copos de pigmento de CLCP son visibles como manchas oscuras, dondequiera que estén presentes; el código de la matriz de fondo está casi completamente suprimido.

- 45 La figura 8 muestra un medio de iluminación, que comprende un anillo de 16 LED blancos dentro de un domo de difusión blanco (media esfera). Este medio de iluminación permite iluminar un documento o artículo de manera omnidireccional, de modo que se hagan visibles prácticamente todos los copos de CLCP de la marcación, independientemente de su orientación real dentro del revestimiento que constituye la marcación. El dispositivo de formación de imágenes se inserta a través de un orificio en la parte superior del domo de difusión blanco.

Tabla 1

Escenarios para diferentes esquemas de iluminación-detección en diferentes fondos:
La iluminación se asume perfectamente difundida.
Se supone que los copos reflejan la luz polarizada R con eficiencia F_R y transmiten la luz polarizada L. (El resultado para los copos de polarización L se obtiene intercambiando los índices de L y R en las tablas).

Iluminación:

- L: Polarizado a la izquierda; I_L : intensidad de la luz polarizada a la izquierda ($I_R=0$)
- R: Polarizado a la derecha; I_R : intensidad de la luz polarizada a la derecha ($I_L=0$)
- U: No polarizado; I : intensidad de la luz no polarizada ($I_R = I_L=I/2$)

Detección:

- L: Polarizado a la izquierda
- R: Polarizado a la derecha
- U: Sin polarizar

Fondo:
Coeficiente de reflexión η ($0 < \eta < 1$). En la reflexión, la información de polarización se pierde.

Iluminación	Detección			
	L		R	U
	L	$\eta I_L(2-\eta F_R)$	$\eta I_L(1-F_R)/(2-\eta F_R)$	$\eta I_L(2-F_R)/(2-\eta F_R)$
	R	$\eta I_R(1-F_R)/(2-\eta F_R)$	$I_R F_R + \eta I_R(1-F_R)^2/(2-\eta F_R)$	$I_R F_R + \eta I_R(1-F_R)/(2-\eta F_R)$
U	$\eta I(2-F_R)/(2-\eta F_R)/2$		$I F_R/2 + \eta I(1-F_R)(2-F_R)/(2-\eta F_R)/2$	$I F_R/2 + \eta I(2-F_R)^2/(2-\eta F_R)/2$
	$I F_R/2$		$I F_R/2$	$I F_R/2$

REIVINDICACIONES

1. Marcación que comprende copos de polímero de cristal líquido colestérico aleatoriamente distribuidos, "CLCP", que reflejan luz polarizada circular para su identificación o autenticación, los copos de CLCP que tienen un tamaño entre 20 a 100 micrómetros y un espesor de aproximadamente 1 a 10 micrómetros;
5 **caracterizada porque**
la marcación tiene una densidad de copos no superior a 35 copos por milímetro cuadrado.
2. Marcación de acuerdo con la reivindicación 1, donde la marcación tiene una densidad de copos no mayor de 7 copos por milímetro cuadrado.
10
3. Marcación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, donde el copo de CLCP tiene al menos una banda de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo.
4. Marcación de acuerdo con la reivindicación 3, donde el copo de CLCP tiene al menos dos bandas de reflexión espectral en al menos uno del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo.
15
5. Marcación de acuerdo con la reivindicación 3, donde cada banda de reflexión espectral se polariza individualmente de manera circular a la izquierda o a la derecha.
20
6. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, donde esta distribución aleatoria se produce en un área de al menos 1 mm².
7. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, donde esta distribución aleatoria se produce en un área de al menos 25 mm².
25
8. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, donde esta distribución aleatoria se produce en un área de al menos 100 mm².
9. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, donde esta distribución aleatoria de copos de CLCP se aplica sobre indicios preexistentes y comprende entre 3 y 1000 copos.
30
10. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, donde esta distribución aleatoria de copos de CLCP se aplica sobre indicios preexistentes y comprende entre 10 y 300 copos.
35
11. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, donde esta distribución aleatoria de copos de CLCP se aplica sobre indicios preexistentes y comprende entre 30 y 100 copos.
12. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende una distribución aleatoria de copos de CLCP, proporcionada a través de una técnica de revestimiento seleccionada de revestimiento o impresión con una composición de revestimiento líquida, revestimiento o impresión con una composición de revestimiento pastosa, revestimiento o impresión con un sólido, en particular una composición de revestimiento en polvo termofundible y "bronceado".
40
13. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, donde esta distribución aleatoria de copos de CLCP se sobreimprime o reviste con indicios.
45
14. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, donde esta distribución aleatoria de copos de CLCP es el resultado de una técnica de impresión que aplica un patrón preconfigurado de gotas de tinta.
50
15. Marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, que es una etiqueta, un producto laminado, una película, una lámina de transferencia o cualquier objeto transferible que comprenda una distribución aleatoria de copos de CLCP.
16. Artículo marcado con la marcación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15.
55



Fig.2

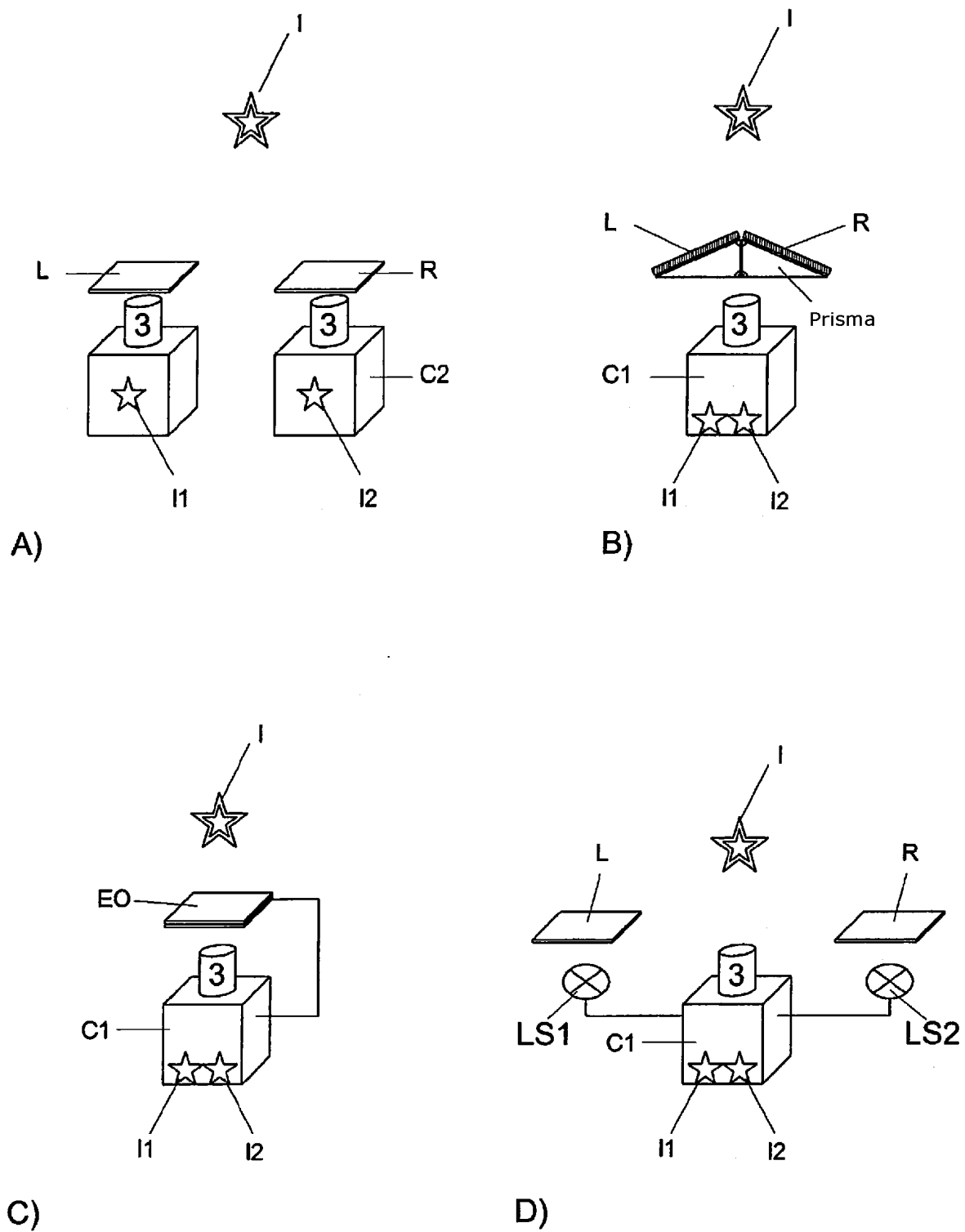


Fig.3

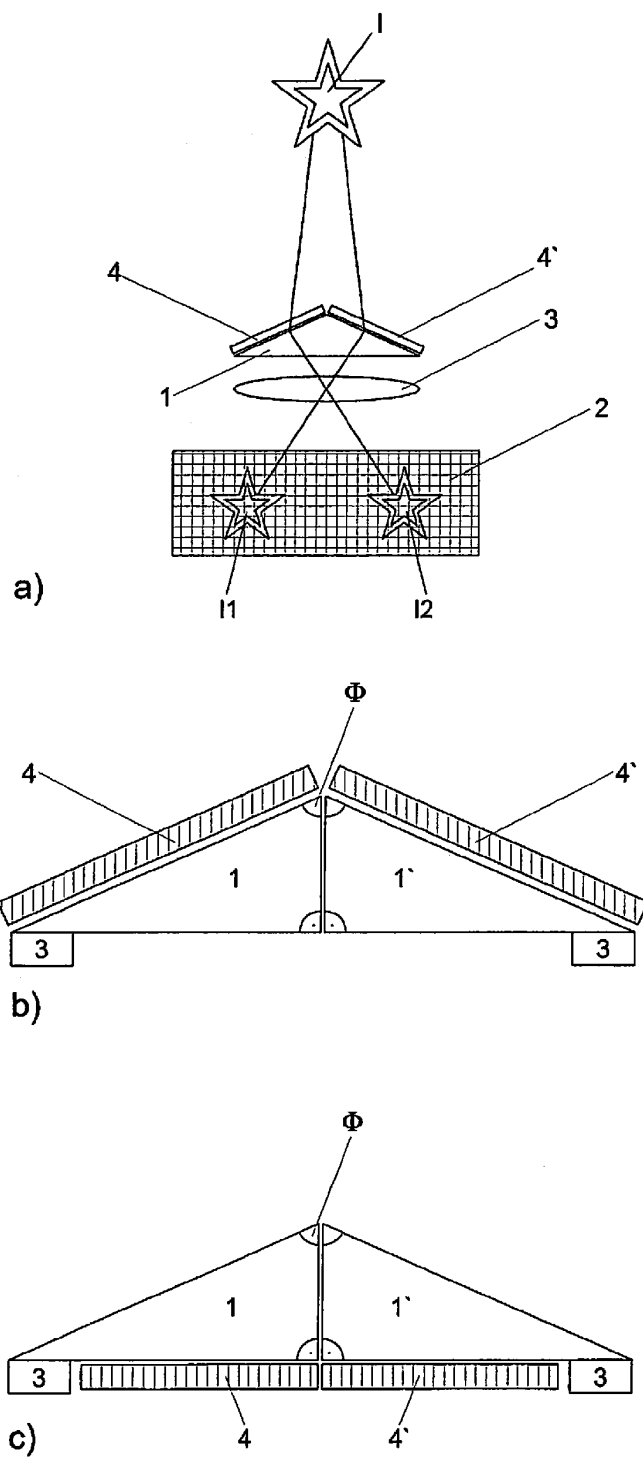


Fig.4

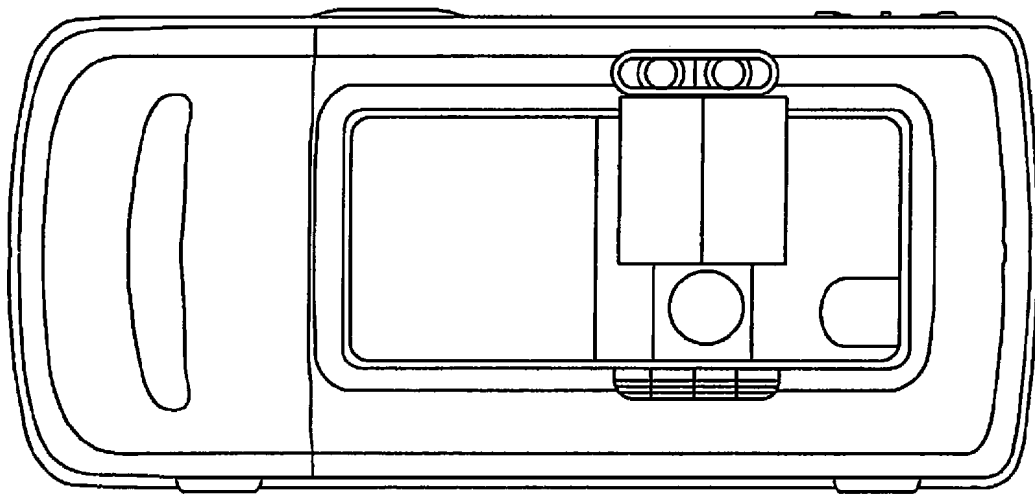
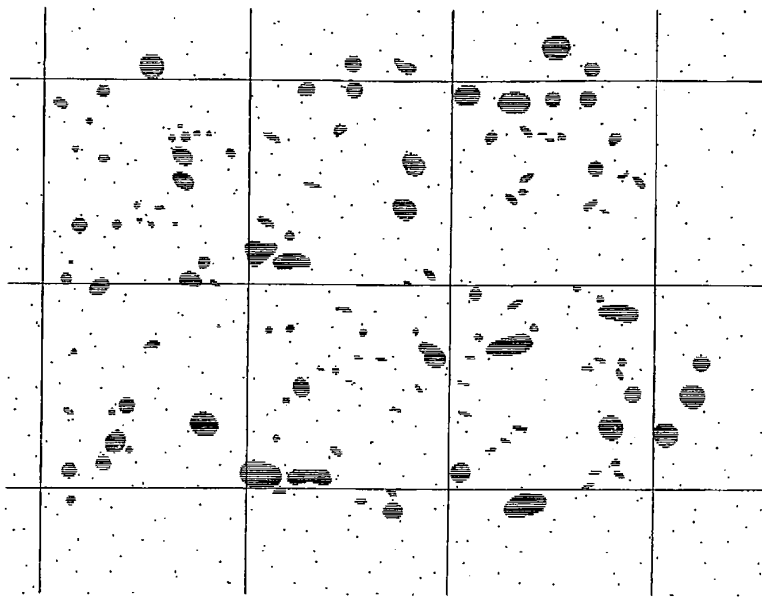
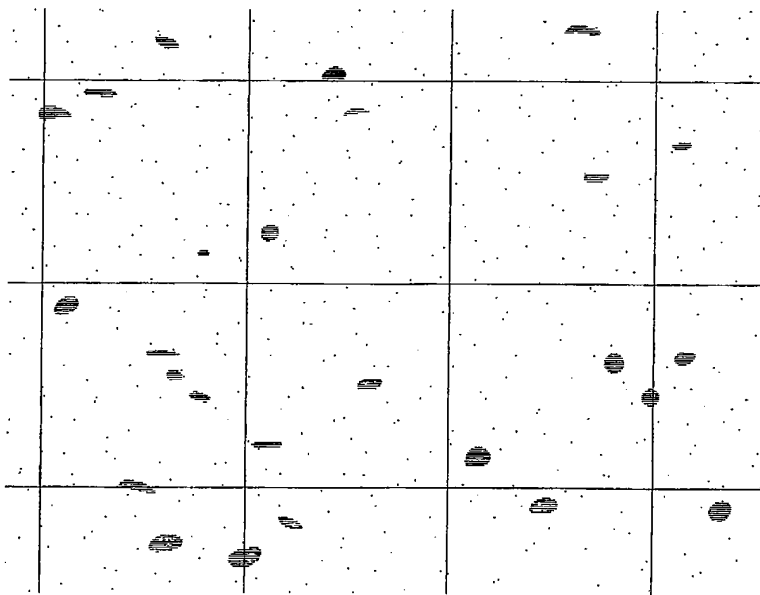


Fig.5

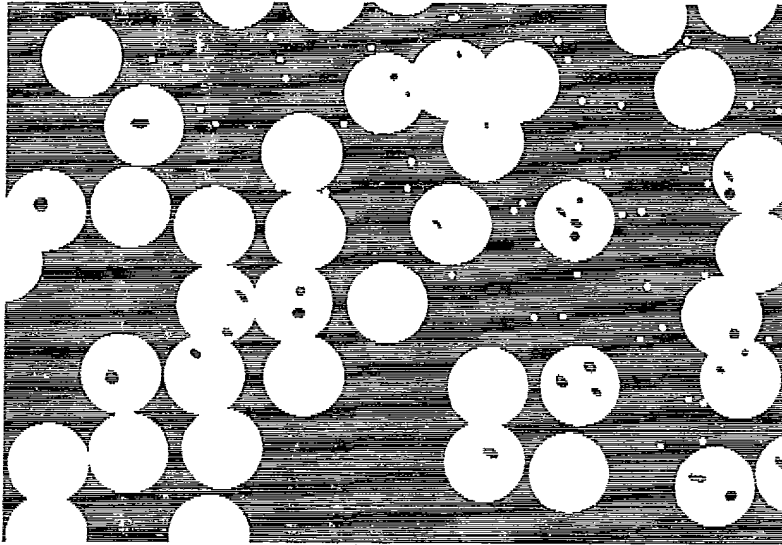


a)

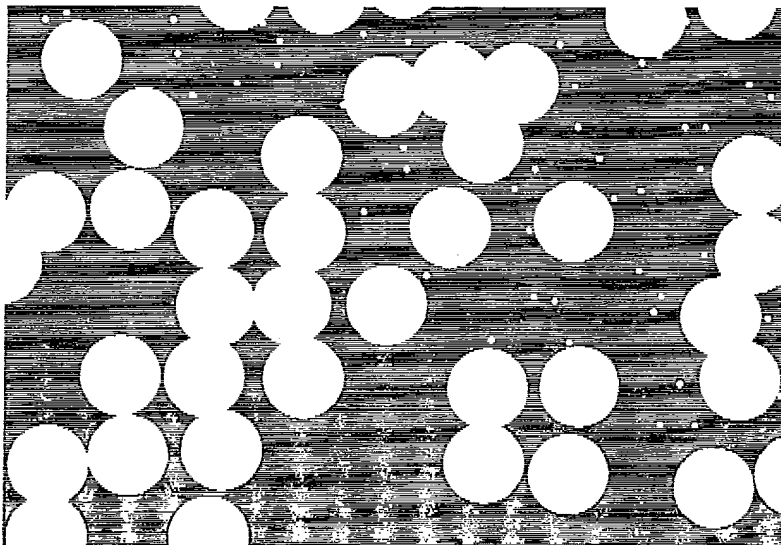


b)

Fig.6



a)



b)

Fig.7



Fig.7

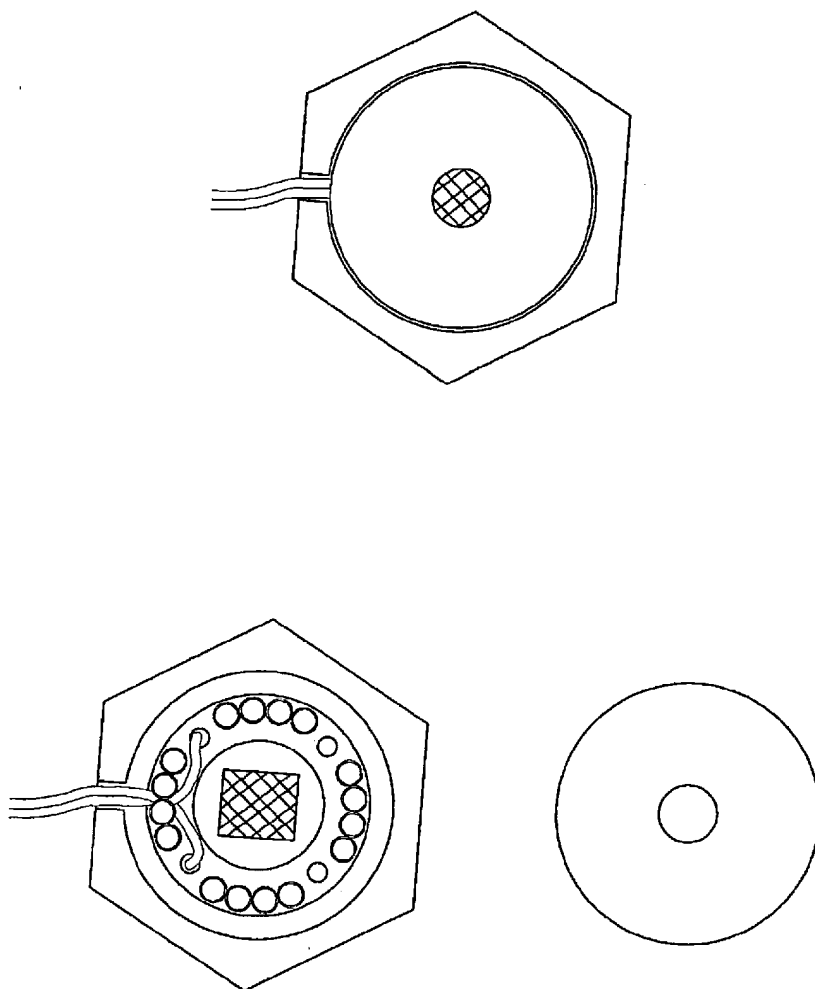


Fig.8