

**CAPAS DE EFECTO ÓPTICO QUE COMPRENDEN PARTÍCULAS DE
PIGMENTO MAGNÉTICAS O MAGNETIZABLES Y MÉTODOS PARA
PRODUCIR DICHAS CAPAS DE EFECTO ÓPTICO**

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de las capas de efecto óptico (OEL) que comprenden partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, orientadas magnéticamente. En particular, la presente invención proporciona documentos de seguridad y artículos decorativos que comprenden una o más
10 capas de efecto óptico (OEL) y métodos para producir dichas OEL y el uso de dichas OEL como medios antifalsificación en documentos de seguridad o artículos de seguridad, así como con fines decorativos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la técnica, se conoce el uso de tintas, composiciones, recubrimientos
15 o capas que contienen partículas de pigmento orientadas, magnéticas o magnetizables, en particular, también partículas de pigmento ópticamente variables, magnéticas o magnetizables, para la producción de elementos de seguridad, por ejemplo, en el campo de los documentos de seguridad. Se desvelan recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmento,
20 magnéticas o magnetizables, orientadas, por ejemplo, en los documentos US 2.570.856; US 3.676.273; US 3.791.864; US 5.630.877 y US 5.364.689. Los recubrimientos o las capas que comprenden partículas magnéticas orientadas de pigmento que cambia de color, que producen efectos ópticos particularmente atractivos, útiles para la protección de los documentos de
25 seguridad, se han desvelado en los documentos WO 2002/090002 A2 y WO 2005/002866 A1.

Las características de seguridad, por ejemplo, para documentos de seguridad, se pueden clasificar, en general, por un lado, en características de seguridad "encubiertas", y por otro lado, en características de seguridad "no
30 encubiertas". La protección proporcionada por las características de seguridad encubiertas se basa en el principio de que dichas características son difíciles de detectar, ya que, normalmente, se requiere un equipo especializado y conocimientos para su detección, mientras que las características de seguridad "no encubiertas" se basan en el concepto de ser fácilmente detectables por los
35 sentidos humanos sin ayuda, por ejemplo, dichas características pueden ser

visibles y/o detectables a través del sentido del tacto, aunque siguen siendo difíciles de producir y/o copiar. Sin embargo, la eficacia de las características de seguridad no encubiertas depende en gran medida de su fácil reconocimiento como una característica de seguridad.

- 5 Las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, en las tintas o recubrimientos de impresión permiten la producción de imágenes, diseños y/o patrones inducidos magnéticamente mediante la aplicación de un campo magnético correspondientemente estructurado, que induce una orientación local de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, en el
- 10 recubrimiento todavía no endurecido/curado (es decir, húmedo), seguido por el endurecimiento del mismo. El resultado es una imagen, diseño o patrón fijos y estables inducidos magnéticamente. Los materiales y las tecnologías para la orientación de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, en las composiciones de recubrimiento se han desvelado en los documentos US
- 15 2.418.479; US 2.570.856; US 3.791.864, DE 2006848-A, US 3.676.273, US 5.364.689, US 6.103.361, EP 0 406 667 B1; US 2002/0160194; US 2004/0009309; EP 0 710 508 A1; WO 2002/09002 A2; WO 2003/000801 A2; WO 2005/002866 A1; WO 2006/061301 A1. De tal manera, pueden producirse patrones inducidos magnéticamente que son muy resistentes a su falsificación.
- 20 Los elementos de seguridad en cuestión solo pueden producirse teniendo acceso tanto a las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, o la tinta correspondiente, y la tecnología empleada en particular para imprimir dicha tinta y orientar dicho pigmento en la tinta impresa.

Según el patrón de orientación magnética de las partículas de pigmento

25 magnéticas o magnetizables, una capa de efecto óptico (OEL) y en la dirección de observación, dicha OEL puede mostrar áreas brillantes y oscuras. Las propiedades ópticas de zonas específicas de la OEL dependen directamente de la orientación de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, en la capa de recubrimiento que forma dicha OEL.

30 El documento EP 2 024 451 B2 desvela composiciones de recubrimiento que consisten en componentes volátiles (S) y componentes no volátiles, incluyendo en particular compuestos curables UV, el último consiste en un vehículo de tinta (I) y pigmento de interferencia ópticamente variable orientable magnéticamente (P), caracterizado por que la relación entre el volumen del

35 vehículo de tinta (V(I)) y el volumen del pigmento (V(P)) es superior a 5,0 para

producir imágenes inducidas magnéticamente (es decir, capas de efecto óptico). El documento EP 2 024 451 B2 desvela además que la capa de efecto óptico es más gruesa que $d_{50}/3$, en donde d_{50} es el diámetro medio del pigmento de interferencia ópticamente variable orientable magnéticamente. En particular, el documento EP 2 024 451 B2 desvela un método mejorado que utiliza la relación específica del volumen del vehículo de tinta ($V(I)$) al volumen del pigmento ($V(P)$) y la relación específica del espesor con respecto al valor d_{50} para producir capas de efecto óptico en comparación con las composiciones basadas en disolventes convencionales que se han considerado no adecuadas debido a la contracción vertical de la capa de tinta impresa durante la etapa de secado.

Los documentos EP 1 819 525 B1 y US 8.025.952 desvelan partículas de capas de efecto óptico orientadas magnéticamente de acuerdo con un patrón conocido como persiana veneciana. Las capas de efecto óptico descritas comprenden al menos una zona de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente que son coparalelas. Las partículas de pigmento orientadas magnéticamente tienen sus ejes magnéticos paralelos entre sí y paralelos a un plano, en donde dicho plano no es paralelo al sustrato sobre el que se aplican dichas partículas y tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación de al menos 30° con respecto al plano del sustrato.

El documento WO 2020/173693 A1 desvela métodos de autenticación con un dispositivo portátil de capas de efectos ópticos como los desvelados en los documentos EP 1 819 525 B1 y US 8.025.952.

Las capas de efecto óptico desveladas en el documento EP 1 819 525 B1, US 8.025.952 y WO 2020/173693 A1 se producen típicamente usando las composiciones de recubrimiento desveladas en el documento EP 2 024 451 B1.

Sigue existiendo la necesidad de métodos mejorados para producir capas de efecto óptico (OEL) que comprendan partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente sobre sustratos en términos de eficiencia y libertad para elegir dispositivos generadores de campo magnético para orientar partículas en capas de recubrimiento para que tengan una o más áreas con partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas

magnéticamente próximas que sean sustancialmente paralelas entre sí.

SUMARIO DE LA INVENCION

Por consiguiente, es un objeto de la presente invención subsanar las deficiencias del estado de la técnica.

- 5 Esto se logra mediante la provisión de métodos para producir las capas de efecto óptico (OEL) descritas en el presente documento y las capas de efecto óptico (OEL) obtenidas de los mismos.

En el presente documento se describen métodos para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x20) que tiene una superficie
10 bidimensional, comprendiendo dicho método las etapas de:

a) aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta que tienen un eje principal X y un valor d50, estando dicha composición de recubrimiento curable por
15 radiación en un primer estado líquido para formar una capa de recubrimiento (x10);

b) exponer la capa de recubrimiento (x10) a un campo magnético de un dispositivo generador de campo magnético (x30) en una o más áreas (A, A', A'') de dicho campo magnético para orientar al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta,
20 en donde el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) se proporciona en dicha una o más áreas (A, A', A'') y en donde un ángulo α formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las partículas y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro de la una o más áreas (A, A', A'') es mayor o igual a 12° y menor o igual a aproximadamente 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$);

c) de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa b), una etapa de curar al menos parcialmente la capa de recubrimiento (x10) con una
30 unidad de curado (x50) para fijar la posición y orientación de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento (x10) para producir una capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T,
en donde el espesor T de la capa de recubrimiento (x40) al menos
35 parcialmente curada es menor que el valor d50 de las partículas de pigmento,

magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, y en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en una o más regiones (x40-a, x40-b) de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada.

También se describen en el presente documento capas de efecto óptico (OEL) que comprenden una capa (x40) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T y hecha de una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente que tienen un eje principal X y que tienen un valor d50, en donde el espesor T de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada es menor que el valor d50 de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, y en donde, en una o más regiones (x40-a, x40-b) de dicha capa (x40) al menos parcialmente curada, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí.

Contrariamente a lo que se desvela en el documento EP 2 024 451 B2, se ha demostrado que el uso de la relación específica reivindicada entre el espesor de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada (es decir, el espesor de la capa de efecto óptico) descrita en el presente documento y el valor d50 de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta ($T < d50$) así como los valores de ángulo α específicos reivindicados, y preferentemente la relación entre el espesor y los valores de ángulo α ($T < d50 * (\sin \alpha)$) para los métodos reivindicados permite elegir libremente el dispositivo generador de campo magnético independientemente de su homogeneidad/inhomogeneidad de campo magnético para producir dichas capas de efecto óptico que comprenden una o más regiones (x40-a, x40-b) de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí. Por otra parte, la presente invención permite ventajosamente producir capas de efecto óptico (OEL) con una orientación de pigmento uniforme de superficie ancha.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los documentos o artículos de seguridad que comprenden la una o más capas de efecto óptico (OEL) descritos en el presente documento y los métodos descritos en el presente documento para producir dichos OEL en sustratos (x20) se describen ahora con más detalle con referencia a los dibujos y realizaciones particulares, en donde

la **figura 1** ilustra esquemáticamente una partícula de pigmento, magnética o magnetizable, con forma de plaqueta con su eje principal X y su eje principal Y. Las **figuras 2A-2H** ilustran secciones transversales de una OEL que comprenden una o más capas de recubrimiento al menos parcialmente curadas (240, 241) que tienen un espesor T, T' y que comprenden partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en las mismas.

La **figura 2A** ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una única capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T y que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, en donde sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en una o más regiones tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y en donde las partículas tienen un valor d50 mayor que T.

La **figura 2B** ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una única capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en una o más primeras regiones (240-a) y partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta o partículas de pigmento magnetizables en una o más segundas regiones (240-b), en donde sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la una o más primeras regiones (240-a) tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la una o más segundas regiones (240-b) tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o siendo no coplanares y en donde las partículas tienen un valor d50 mayor que T.

La **figura 2C** ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T y que comprende primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, superponiéndose dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada al menos parcialmente a la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de segunda plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o no siendo coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T y las segundas partículas de pigmento en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T' .

La **figura 2D** ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, superponiéndose dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada completamente a la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en

la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen

5 sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o siendo no coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T y las segundas partículas en la segunda capa de recubrimiento (241) al

10 menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T'.

Las **figuras 2E-F** ilustran esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas

15 magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, estando dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada adyacente

20 (figura 2E) a la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada o estando separada (figura 2F) de la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente

25 curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la al menos segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y

30 ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o no siendo coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T y las segundas partículas en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T'.

35 Las **figuras 2G-H** ilustran esquemáticamente una sección transversal de una

OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, superponiéndose dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada al menos parcialmente (figura 2G) o completamente (figura 2H) a la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o no siendo coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T y las segundas partículas en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T' .

Las **figuras 3A-B y 3D** ilustran esquemáticamente una sección transversal de un dispositivo generador de campo magnético (330) adecuado para orientar partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en una capa de recubrimiento (310) sobre un sustrato (320), consistiendo dicho dispositivo (330) en un imán de barra dipolar, en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se exponen al campo magnético (las líneas de campo magnético se muestran como líneas con flechas que apuntan desde el Polo Norte al Polo Sur) del campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (330) en dos áreas en donde el campo magnético es sustancialmente no homogéneo (mostrado como A y A').

La **figura 3C** ilustra esquemáticamente una sección transversal de un dispositivo generador de campo magnético (330) adecuado para orientar partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en

una única capa de recubrimiento discontinua (310) que tiene dos regiones (310-a y 310-b) o dos capas de recubrimiento (310-a y 310-b) sobre un sustrato (320), consistiendo dicho dispositivo (330) en un imán de barra dipolar, en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de

5 plaqueta de las dos regiones (310-a y 310-b) se exponen al campo magnético (las líneas de campo magnético se muestran como líneas con flechas que apuntan desde el Polo Norte al Polo Sur) del campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (330), cada uno en un área en donde el campo magnético es sustancialmente no homogéneo (mostrado como A y A').

10 La **figura 4** ilustra esquemáticamente un dispositivo generador de campo magnético (430) adecuado para orientar partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en una capa de recubrimiento (410) sobre un sustrato (420), dicho dispositivo (430) consiste en dos imanes de barra dipolares (M1, M2) que tienen la misma dirección magnética y un yugo de

15 hierro (Y), en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se exponen al campo magnético (las líneas de campo magnético se muestran como líneas con flechas que apuntan desde el Polo Norte al Polo Sur) del campo magnético del imán de barra dipolar (430) en un área en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo (mostrado

20 como un rectángulo punteado A) y en donde el sustrato (420) que porta la capa de recubrimiento (410) se proporciona en dicha área A en el ángulo específico α .

Las **figuras 5A-B** ilustran la variación del ángulo de elevación y de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en una capa de recubrimiento al menos parcialmente curada (Ejemplos E1-E2 y Ejemplos comparativos C1-C2) que habiendo sido orientada magnéticamente con el

25 campo magnético del dispositivo generador de campo magnético que se muestra en la figura 3A, en donde el eje x (en mm) corresponde a la distancia desde el borde de la capa (x40) al menos parcialmente curada, el valor de

30 15 mm correspondiente al centro del dispositivo generador de campo magnético que se muestra en la figura 3A y el centro de la capa (x40) al menos parcialmente curada.

La **figura 6** ilustra esquemáticamente un dispositivo generador de campo magnético (630) descrito en la solicitud en trámite EP 20194060.8, en donde

35 dicho dispositivo se usa para orientar partículas de pigmento, magnéticas o

magnetizables, con forma de plaqueta en una capa de recubrimiento (610) sobre un sustrato (620), consistiendo dicho dispositivo (630) en un imán de barra dipolar, en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se exponen al campo magnético (las

5 líneas de campo magnético se muestran como líneas con flechas que apuntan desde el Polo Norte al Polo Sur) del campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (630) en un área en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo (mostrado como B), en donde el sustrato (620) que porta la capa de recubrimiento (610) se proporciona en

10 dicha área B en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo con un ángulo α formado por la capa de recubrimiento (610) y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro del área B en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo, siendo de aproximadamente 30° .

15 Las líneas de campo magnético (que se muestran como líneas con flechas que apuntan desde el Polo Norte al Polo Sur) del campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) que se muestran en las figuras con fines ilustrativos se han obtenido mediante simulación, dichas simulaciones de campo magnético se han realizado con el software Vizimag

20 3.19.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Definiciones

Las siguientes definiciones han de usarse para interpretar el significado de los términos analizados en la descripción y citados en las reivindicaciones.

25 Tal como se usa en el presente documento, la expresión "al menos uno" tiene por objeto definir uno o más de uno, por ejemplo, uno o dos o tres.

Tal como se usa en el presente documento, los términos "aproximadamente" y "sustancialmente" significan que la cantidad o el valor en cuestión puede ser el valor específico designado o algún otro valor próximo. En

30 general, los términos "aproximadamente" y "sustancialmente" indican que un determinado valor tiene como objeto indicar un intervalo dentro del $\pm 5\%$ del valor. Como ejemplo, la expresión "aproximadamente 100" indica un intervalo de 100 ± 5 , es decir, el intervalo de 95 a 105. En general, cuando se usa el término "aproximadamente", cabe esperar que puedan obtenerse resultados o

35 efectos similares de acuerdo con la invención dentro de un intervalo del $\pm 5\%$

del valor indicado.

Los términos "sustancialmente paralelos" se refieren a una desviación de no más de 2° como promedio en una superficie de capa de recubrimiento de al menos 1 mm², o en al menos aproximadamente 100 partículas de alineación paralela.

Tal como se usa en el presente documento, el término "y/o" significa que pueden estar presentes todos o solo uno de los elementos de dicho grupo. Por ejemplo, la expresión "A y/o B" significará "solo A o solo B o ambos, A y B". En el caso de "solo A", la expresión también abarca la posibilidad de que B esté ausente, es decir, "solo A, pero no B".

La expresión "que comprende", como se utiliza en el presente documento, está destinada a ser no excluyente y abierta. Por tanto, por ejemplo, una composición de recubrimiento que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, la expresión "que comprende" también abarca, como realización particular de la misma, los significados más restrictivos de "que consiste esencialmente en" y "que consiste en", de modo que, por ejemplo, "una mezcla que comprende A, B y opcionalmente C" también puede consistir (esencialmente) en A y B, o consistir (esencialmente) en A, B y C.

La expresión "capa de efecto óptico (OEL)", como se usa en el presente documento, denota un recubrimiento o una capa que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, orientadas, en donde dichas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, están orientadas por un campo magnético y en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, orientadas se fijan/congelan en su orientación y posición (es decir, después del curado) para formar una imagen inducida magnéticamente.

La expresión "composición de recubrimiento" se refiere a cualquier composición que sea capaz de formar una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato sólido y que pueda aplicarse preferentemente, pero no exclusivamente mediante un método de impresión. La composición de recubrimiento comprende las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento y el aglutinante descrito en el presente documento.

Tal como se usa en el presente documento, el término "húmeda" se refiere a una capa de recubrimiento que todavía no está al menos parcialmente

curada, por ejemplo, un recubrimiento en el que las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta todavía pueden cambiar sus posiciones y orientaciones bajo la influencia de fuerzas externas que actúan sobre ellas.

5 La expresión "documento de seguridad" se refiere a un documento que por lo general se protege contra la falsificación o el fraude mediante al menos una característica de seguridad. Los ejemplos de documentos de seguridad incluyen, sin limitación, documentos de valor y artículos comerciales de valor.

10 El término "característica de seguridad" se usa para denotar una imagen, un patrón o un elemento gráfico que puede usarse con fines de autenticación.

 Cuando la presente descripción se refiere a realizaciones/características "preferidas", las combinaciones de estas realizaciones/características "preferidas" también se considerarán desveladas siempre que esta combinación de realizaciones/características "preferidas" sea técnicamente
15 significativa.

 La presente invención proporciona métodos para producir una o más capas de efecto óptico (OEL) y las capas de efecto óptico (OEL) obtenidas de los mismos, dichas OEL que comprenden partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta sobre un sustrato (x20) que tiene una
20 superficie bidimensional, en donde dichas OEL se basan en partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en una capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada.

 La presente invención proporciona además OEL que comprenden la
25 capa (x40) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T y hecha de la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente que tienen un eje principal X y que tienen un valor d50 como se describe en el presente documento, en donde el espesor T de la capa de
30 recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada es menor que el valor d50 de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, y en donde, en una o más regiones (x40-a, x40-b) de dicha capa (x40) al menos parcialmente curada, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas
35 tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí.

La presente invención proporciona además documentos de seguridad y artículos decorativos que comprenden el sustrato (x20) y la una o más capas de efecto óptico (OEL) sobre dicho sustrato (x20) descrito en el presente documento.

5 Los ejemplos típicos de artículos decorativos incluyen, entre otros, artículos de lujo, envases de cosméticos, piezas de automóviles, aparatos electrónicos/eléctricos, muebles y artículos para uñas. De manera alternativa, la una o más OEL descritas en el presente documento pueden incluirse en un sustrato auxiliar como, por ejemplo, una etiqueta y, en consecuencia,
10 transferirse a un artículo decorativo en una etapa separada.

Los documentos de seguridad incluyen, sin limitación, documentos de valor y artículos comerciales de valor. Los ejemplos típicos de documentos de valor incluyen, sin limitación, billetes de banco, escrituras, billetes, cheques, recibos, sellos fiscales y etiquetas de impuestos, acuerdos y similares,
15 documentos de identidad, tales como pasaportes, carnés de identidad, visados, permisos de conducir, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacciones, documentos o tarjetas de acceso, billetes de acceso, billetes de transporte público, diploma académico o títulos y similares, preferentemente billetes de banco, documentos de identidad, documentos que confieren
20 derechos, permisos de conducir y tarjetas de crédito. La expresión "mercancía comercial de valor" se refiere a materiales de envasado, en particular, para artículos cosméticos, artículos nutracéuticos, artículos farmacéuticos, alcoholes, artículos de tabaco, bebidas o productos alimenticios, artículos eléctricos/electrónicos, tejidos o joyas, es decir, artículos que estarán
25 protegidos contra la falsificación y/o la reproducción ilegal con el fin de garantizar el contenido del envase, como, por ejemplo, fármacos auténticos. Los ejemplos de estos materiales de envasado incluyen, sin limitación, etiquetas, tales como etiquetas de marca de autenticación, etiquetas y sellos a prueba de manipulaciones. Se señala que los sustratos, los documentos de
30 seguridad y los artículos decorativos desvelados se proporcionan exclusivamente a modo de ejemplo, sin restringir el alcance de la invención. De manera alternativa, la una o más OEL descritas en el presente documento pueden incluirse en un sustrato auxiliar como, por ejemplo, un hilo de seguridad, una tira de seguridad, una lámina, una calcomanía, una ventana o
35 una etiqueta, y, en consecuencia, puede transferirse a un documento de

seguridad en una etapa separada.

La forma de la una o más OEL descritas en el presente documento puede ser continua o discontinua. De acuerdo con una realización, la forma de la una o más OEL representan independientemente uno o más indicios, puntos y/o líneas. Para las realizaciones en donde los documentos de seguridad y los artículos decorativos comprenden más de una, es decir, dos, tres, etc., OEL, dichas OEL pueden ser adyacentes entre sí, separadas unas de otras, o superpuestas parcial o totalmente entre sí.

Las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta están comprendidas en la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento, así como la capa de recubrimiento (x10) así como la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada. Como se menciona en el presente documento, los métodos descritos en el presente documento comprenden la etapa c) de curar al menos parcialmente la capa de recubrimiento (x10) a un segundo estado, donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se fijan en sus posiciones y orientaciones actuales, y ya no pueden moverse ni girar dentro de dicha capa. Tal como se usa en el presente documento, por "curar al menos parcialmente la capa de recubrimiento (x10)", se entiende que las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se fijan/congelan en sus posiciones y orientaciones adoptadas y ya no pueden moverse ni girar (también denominado en la técnica como "fijación" de las partículas).

Tal como se menciona en el presente documento, la una o más OEL descritas en el presente documento comprenden las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada. Preferentemente, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento están presentes en una cantidad de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 40 % en peso, más preferentemente de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, estando basados los porcentajes en peso en el peso total de la capa de recubrimiento al menos parcialmente curada. Preferentemente, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento

están presentes en una cantidad de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 40 % en peso, más preferentemente de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, estando basados los porcentajes en peso en el peso total de la capa de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento.

Las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta que se describen en el presente documento se definen como que tienen, debido a su forma no esférica, reflectividad no isotrópica con respecto a una radiación electromagnética incidente para la que el material aglutinante curado es al menos parcialmente transparente. Tal como se usa en el presente documento, la expresión "reflectividad no isotrópica" indica que la proporción de radiación incidente desde un primer ángulo que es reflejada por una partícula en una determinada dirección (de visión/observación) (un segundo ángulo) depende de la orientación de las partículas, es decir, que un cambio de la orientación de la partícula con respecto al primer ángulo puede conducir a una magnitud diferente de la reflexión a la dirección de visión/observación. Preferentemente, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, no esféricas que se describen en el presente documento tienen una reflectividad no isotrópica con respecto a la radiación electromagnética incidente en algunas partes o en el intervalo completo de longitudes de onda de aproximadamente 200 a aproximadamente 2500 nm, más preferentemente de aproximadamente 400 a aproximadamente 700 nm, de manera que un cambio de la orientación de la partícula da como resultado un cambio de reflexión por esa partícula en una dirección determinada. Como sabe el experto en la materia, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, que se describen en el presente documento son diferentes de los pigmentos convencionales, en cuanto a que dichas partículas de pigmento convencionales presentan el mismo color y reflectividad, independiente de la orientación de las partículas, considerando que las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, descritas en el presente documento presentan un reflejo o un color, o ambos, que dependen de la orientación de las partículas. A diferencia de las partículas de pigmento en forma de aguja que pueden considerarse partículas unidimensionales, las partículas de pigmento con forma de plaqueta tienen un eje X y un eje Y que definen un plano de extensión predominante de las partículas (figura 1). En otras palabras, y tal como se muestra en la figura 1, las partículas de pigmento

con forma de plaqueta pueden considerarse partículas bidimensionales debido a la gran relación de aspecto de sus dimensiones, en donde las dimensiones X e Y son sustancialmente mayores que la dimensión Z. Las partículas de pigmento con forma de plaqueta también se denominan en la técnica partículas oblatas o escamas. Dichas partículas de pigmento pueden describirse con un eje principal X correspondiente a su dimensión más larga que atraviesa la partícula de pigmento, y un segundo eje principal Y perpendicular a X que también se encuentra dentro de dichas partículas de pigmento.

Las OEL descritas en el presente documento comprenden partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta u orientadas magnéticamente en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada descrita en el presente documento, en donde la orientación de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta está definida por un vector de plaquetas que es el vector paralelo al eje principal X de la partícula, en donde los vectores de plaquetas de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas son sustancialmente paralelas entre sí (véase, por ejemplo, la figura 2A), y en donde los vectores de plaquetas de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta están en ángulo con respecto a la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las partículas por el ángulo de elevación y descrito en el presente documento.

Las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada se orientan como se describe en el presente documento con el ángulo de elevación y descrito en el presente documento. En otras palabras, el ángulo de elevación está formado por el eje principal X de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y la superficie bidimensional del sustrato (x20).

Para realizaciones en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta están orientadas monoaxialmente, la orientación de las partículas de pigmento con forma de plaqueta está definida por el vector de plaquetas, que es el vector paralelo al eje principal X de la partícula, en donde los vectores de plaquetas de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas son sustancialmente paralelos entre sí; es decir, solo los ejes principales X de las

partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas son sustancialmente paralelas entre sí (en otras palabras, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ).

- 5 Para realizaciones en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta están orientadas biaxialmente, la orientación de las partículas de pigmento con forma de plaqueta está definida por el vector de plaquetas, que es el vector paralelo al eje principal X de la partícula, en donde los vectores de plaquetas de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas son paralelos entre sí y están definidos además por un segundo vector de plaquetas que es el vector paralelo al segundo eje Y de la partícula, en donde los vectores de plaquetas de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas son paralelos entre sí y los segundos vectores de plaquetas de dichas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas son paralelos entre sí.

Los ejemplos adecuados de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento incluyen, sin limitación, partículas de pigmento que comprenden un metal magnético seleccionado del grupo que consiste en cobalto (Co), hierro (Fe) y níquel (Ni); una aleación magnética de hierro, manganeso, cobalto, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos; un óxido magnético de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos; o una mezcla de dos o más de los mismos. El término "magnético" en referencia a los metales, aleaciones y óxidos se dirige a metales, aleaciones y óxidos ferromagnéticos o ferrimagnéticos. Los óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos pueden ser óxidos puros o mixtos. Los ejemplos de óxidos magnéticos incluyen, sin limitación, óxidos de hierro tales como hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), dióxido de cromo (CrO_2), ferritas magnéticas (MFe_2O_4), espinelas magnéticas (MR_2O_4), hexaferritas magnéticas ($\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$), ortoferritas magnéticas (RFeO_3), granates magnéticos $\text{M}_3\text{R}_2(\text{AO}_4)_3$, en donde M significa metal de dos valencias, R significa metal de tres valencias y A significa metal de cuatro valencias.

- 35 Los ejemplos de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables,

con forma de plaqueta descritas en el presente documento incluyen, sin limitación, partículas de pigmento que comprenden una capa magnética M hecha de uno o más de un metal magnético tal como cobalto (Co), hierro (Fe) o níquel (Ni); y una aleación magnética de hierro, cobalto o níquel, en donde

5 dichas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, pueden ser estructuras multicapa que comprenden una o más capas adicionales. Preferentemente, la una o más capas adicionales son capas A hechas independientemente de uno o más seleccionados del grupo que consiste en fluoruros metálicos tales como fluoruro de magnesio (MgF_2), óxido de silicio

10 (SiO), dióxido de silicio (SiO_2), óxido de titanio (TiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3), más preferentemente dióxido de silicio (SiO_2); o capas B hechas independientemente de uno o más seleccionados del grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, preferentemente seleccionados entre el grupo que consiste en metales reflectantes y aleaciones metálicas reflectantes, y más

15 preferentemente seleccionados entre el grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr) y níquel (Ni), y todavía más preferentemente aluminio (Al); o una combinación de una o más capas A tales como las descritas anteriormente y una o más capas B tales como las descritas anteriormente. Los ejemplos típicos de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma

20 de plaqueta que son estructuras multicapa descritas anteriormente en el presente documento incluyen, sin limitación, estructuras multicapa A/M, estructuras multicapa A/M/A, estructuras multicapa A/M/B, estructuras multicapa A/B/M/A, estructuras multicapa A/B/M/B, estructuras multicapa A/B/M/B/A, estructuras multicapa B/M, estructuras multicapa B/M/B, estructuras multicapa B/A/M/A, estructuras multicapa B/A/M/B, estructuras multicapa B/A/M/B/A, estructuras multicapa B/A/B/M/B/A/B en donde las capas A, las capas magnéticas M y las capas B se eligen entre las descritas anteriormente en el presente documento.

De acuerdo con una realización, al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta preferidas está

30 constituida por partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, ópticamente variables con forma de plaqueta. Los pigmentos ópticamente variables se refieren a pigmentos que presentan un cambio de luminosidad o una combinación de un cambio de luminosidad y un cambio de tonalidad con

35 un ángulo de visión cambiante. De acuerdo con una realización, al menos una

parte de las partículas magnéticas o magnetizables con forma de plaquetas está constituida por partículas que presentan un color metálico, más preferentemente un color plateado o un color dorado.

Además de la seguridad no encubierta proporcionada por la propiedad
5 de cambio de color de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, ópticamente variables, que permite detectar fácilmente, reconocer y/o discriminar un artículo o documento de seguridad que lleve una tinta, composición de recubrimiento o capa de recubrimiento que comprende las
10 partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, ópticamente variables descritas en el presente documento a partir de sus posibles falsificaciones usando los sentidos humanos sin ayuda, las propiedades ópticas de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, ópticamente variables también pueden usarse como una herramienta legible por una máquina para el reconocimiento de la OEL. Por tanto, las propiedades ópticas de las partículas
15 de pigmento, magnéticas o magnetizables, ópticamente variables pueden usarse simultáneamente como una característica de seguridad encubierta o semicubierta en un proceso de autenticación en donde se analicen las propiedades ópticas (por ejemplo, espectrales) de las partículas de pigmento y por tanto se aumente la resistencia a la falsificación.

20 El uso de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, ópticamente variables con forma de plaqueta en capas de recubrimiento para producir una OEL aumenta la importancia de la OEL como una característica de seguridad en aplicaciones de documentos de seguridad, porque dichos materiales están reservados para la industria de la impresión de documentos
25 de seguridad y no están disponibles en el mercado para el público en general.

Preferentemente, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se seleccionan del grupo que consiste en partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas, partículas magnéticas de pigmento de cristal líquido colestérico, partículas
30 magnéticas de pigmento recubiertas por interferencia y mezclas de dos o más de las mismas.

Los expertos en la materia conocen partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas, y se desvelan, por ejemplo, en los documentos US 4.838.648; WO 2002/073250 A2; EP 0 686 675 B1; WO
35 2003/000801 A2; US 6.838.166; WO 2007/131833 A1; EP 2 402 401 B1; WO

2019/103937 A1; WO 2020/006286 A1 y en los documentos citados en los mismos. Preferentemente, las partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas comprenden partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de cinco capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de seis capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de siete capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa que combina una o más estructuras multicapa Fabry-Perot.

Las estructuras multicapa Fabry-Perot de cinco capas preferidas consisten en estructuras multicapa de capa absorbente/dieléctrica/reflectora/dieléctrica/absorbente, en donde la capa reflectora y/o absorbente también es una capa magnética, preferentemente, la capa reflectora y/o absorbente es una capa magnética que comprende níquel, hierro y/o cobalto, y/o una aleación magnética que comprende níquel, hierro y/o cobalto y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co). También las estructuras multicapa de Fabry-Perot de cinco capas preferidas consisten en estructuras multicapa dieléctricas/reflectoras/magnéticas/reflectoras/dieléctricas, en donde la capa magnética comprende preferentemente níquel, hierro y/o cobalto, y/o una aleación magnética que comprende níquel, hierro y/o cobalto y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co).

Las estructuras multicapa Fabry-Perot de seis capas preferidas consisten en estructuras multicapa de capa absorbente/dieléctrica/reflectora/magnética/dieléctrica/absorbente.

Las estructuras multicapa Fabry Perot preferidas de siete capas consisten en estructuras multicapa de capa absorbente/dieléctrica/reflectora/magnética/reflectora/dieléctrica/absorbente, como se desvela en el documento US 4.838.648.

Las partículas de pigmento preferidas que tienen una estructura multicapa que combina una o más estructuras Fabry-Perot son las descritas en el documento WO 2019/103937 A1 y consisten en combinaciones de al menos dos estructuras Fabry-Perot, comprendiendo dichas dos estructuras Fabry-Perot independientemente una capa reflectora, una capa dieléctrica y una capa absorbente, en donde el reflector y/o la capa absorbente pueden comprender cada uno independientemente uno o más materiales magnéticos y/o en donde

una capa magnética está intercalada entre las dos estructuras. Los documentos WO 2020/006/286 A1 y EP 3 587 500 A1 desvelan partículas de pigmento preferidas adicionales que tienen una estructura multicapa.

Preferentemente, las capas reflectoras que se describen en el presente documento están hechas independientemente de uno o más materiales seleccionados entre el grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, preferentemente seleccionados entre el grupo que consiste en metales reflectantes y aleaciones metálicas reflectantes, más preferentemente seleccionados entre el grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), oro (Au), platino (Pt), estaño (Sn), titanio (Ti), paladio (Pd), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones de los mismos, incluso más preferentemente seleccionados entre el grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones de los mismos, y todavía más preferentemente aluminio (Al). Preferentemente, las capas dieléctricas están hechas independientemente de uno o más seleccionados del grupo que consiste en fluoruros metálicos tales como fluoruro de magnesio (MgF_2), fluoruro de aluminio (AlF_3), fluoruro de cerio (CeF_3), fluoruro de lantano (LaF_3), fluoruros de aluminio y sodio (por ejemplo, Na_3AlF_6), fluoruro de neodimio (NdF_3), fluoruro de samario (SmF_3), fluoruro de bario (BaF_2), fluoruro de calcio (CaF_2), fluoruro de litio (LiF) y óxidos metálicos tales como el óxido de silicio (SiO), dióxido de silicio (SiO_2), óxido de titanio (TiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3), más preferentemente seleccionado entre el grupo que consiste en fluoruro de magnesio (MgF_2) y dióxido de silicio (SiO_2) y todavía más preferentemente fluoruro de magnesio (MgF_2). Preferentemente, las capas absorbentes están hechas independientemente de uno o más seleccionados del grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), paladio (Pd), platino (Pt), titanio (Ti), vanadio (V), hierro (Fe), estaño (Sn), tungsteno (W), molibdeno (Mo), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni), óxidos metálicos de los mismos, sulfuros metálicos de los mismos, carburos metálicos de los mismos y aleaciones metálicas de los mismos, más preferentemente seleccionados entre el grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni), óxidos metálicos de los mismos y aleaciones metálicas de los mismos, y todavía más preferentemente seleccionados entre el grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones metálicas de los mismos. Preferentemente, la capa magnética comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o una aleación magnética

que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co). Cuando se prefieren partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas que comprenden una estructura Fabry-Perot de siete capas, se prefiere particularmente que las partículas de pigmento de interferencia de película fina magnéticas comprendan una estructura multicapa de capa absorbente/dieléctrica/reflectora/magnética/reflectora/dieléctrica/absorbente Fabry-Perot de siete capas que consiste en una estructura multicapa de Cr/MgF₂/Al/Ni/Al/MgF₂/Cr.

Las partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas que se describen en el presente documento pueden ser partículas de pigmento multicapa consideradas seguras para la salud humana y el medio ambiente y a base de, por ejemplo, estructuras multicapa Fabry-Perot de cinco capas, estructuras multicapa Fabry-Perot de seis capas y estructuras multicapa Fabry-Perot de siete capas, en donde dichas partículas de pigmento incluyen una o más capas magnéticas que comprenden una aleación magnética que tiene una composición sustancialmente exenta de níquel que incluye de aproximadamente el 40 % en peso a aproximadamente el 90 % en peso de hierro, de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso de cromo y de aproximadamente el 0 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso de aluminio. En el documento EP 2 402 401 B1, cuyo contenido se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad, se pueden encontrar ejemplos típicos de partículas de pigmento multicapa consideradas como seguras para la salud humana y el medio ambiente.

Las partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnéticas adecuadas que presentan características ópticamente variables incluyen, sin limitación, partículas de pigmento de cristal líquido colestérico monocapa magnéticas y partículas de pigmento de cristal líquido colestérico multicapa magnéticas. Dichas partículas de pigmento se desvelan, por ejemplo, en los documentos WO 2006/063926 A1, US 6.582.781 y US 6.531.221. El documento WO 2006/063926 A1 desvela monocapas y partículas de pigmento obtenidas a partir de las mismas con propiedades de alto brillo y cambio de color y con propiedades particulares adicionales tales como capacidad de magnetización. Las monocapas y las partículas de pigmento desveladas, que se obtienen a partir de las mismas triturando dichas monocapas, incluyen una

mezcla de cristal líquido colestérico reticulado tridimensionalmente y nanopartículas magnéticas. Los documentos US 6.582.781 y US 6.410.130 desvelan partículas de pigmento multicapa colestéricas con forma de plaqueta que comprenden la secuencia $A^1/B/A^2$, en donde A^1 y A^2 pueden ser idénticas o
5 diferentes y cada una comprende al menos una capa colestérica, y B es una capa intermedia que absorbe toda o parte de la luz transmitida por las capas A^1 y A^2 y confiere propiedades magnéticas a dicha capa intermedia. El documento US 6.531.221 desvela partículas de pigmento colestérico multicapa que comprenden la secuencia A/B y, opcionalmente, C, en donde A y C son capas
10 absorbentes que comprenden partículas de pigmento que confieren propiedades magnéticas, y B es una capa colestérica.

Las partículas magnéticas de pigmentos recubiertas de interferencia adecuadas comprenden uno o más materiales magnéticos e incluyen, sin limitación, estructuras que consisten en un sustrato seleccionado entre el grupo
15 que consiste en un núcleo recubierto con una o más capas, en donde al menos uno de entre el núcleo o la una o más capas tiene propiedades magnéticas. Por ejemplo, las partículas magnéticas de pigmentos de interferencia recubiertas adecuadas comprenden un núcleo hecho de un material magnético tal como los descritos anteriormente en el presente documento, estando dicho núcleo
20 recubierto con una o más capas hechas de uno o más óxidos metálicos, o que tienen una estructura que consiste en un núcleo hecho de micas sintéticas o naturales, silicatos estratificados (por ejemplo, talco, caolín y sericita), vidrios (por ejemplo, borosilicatos), dióxidos de silicio (SiO_2), óxidos de aluminio (Al_2O_3), óxidos de titanio (TiO_2), grafitos y mezclas de dos o más de los
25 mismos. Por otra parte, pueden estar presentes una o más capas adicionales, tales como capas colorantes.

Las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento pueden tratarse superficialmente para protegerlas contra cualquier deterioro que pueda ocurrir en la composición
30 de recubrimiento y la capa de recubrimiento y/o para facilitar su incorporación en dicha composición de recubrimiento y capa de recubrimiento; normalmente pueden usarse materiales inhibidores de la corrosión y/o agentes humectantes.

Los métodos descritos en el presente documento comprenden la etapa a) de aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) descrita en el presente
35 documento la composición de recubrimiento curable por radiación que

comprende las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento, estando dicha composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado líquido que permite su aplicación como una capa de recubrimiento (x10) y que aún no está en un estado al menos parcialmente curado (es decir, húmeda) en donde las partículas de pigmento pueden moverse y girar dentro de la capa. Dado que la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento debe proporcionarse sobre la superficie de un sustrato (x20), la composición de recubrimiento curable por radiación comprende al menos un material aglutinante y las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, en donde dicha composición de recubrimiento está en una forma que permite su procesamiento en el equipo de impresión o recubrimiento deseado. Preferentemente, dicha etapa a) se lleva a cabo mediante un proceso de impresión, preferentemente seleccionado del grupo que consiste en impresión serigráfica, impresión en huecograbado, impresión flexográfica, más preferentemente seleccionado del grupo que consiste en serigrafía e impresión flexográfica y aún más preferentemente impresión flexográfica.

Dependiendo del proceso de impresión seleccionado para producir la una o más OEL descritas en el presente documento, se utilizan valores de viscosidad adecuados de la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta: las tintas de impresión serigráfica tienen una viscosidad entre aproximadamente 50 mPa·s y aproximadamente 3.000 mPa·s a 25 °C, las tintas de flexografía tienen una viscosidad entre aproximadamente 50 mPa·s y aproximadamente 2000 mPa·s a 25 °C, las tintas de flexografía tienen una viscosidad entre aproximadamente 50 mPa·s y aproximadamente 1000 mPa·s a 25 °C, en donde las mediciones de viscosidad de las tintas de seguridad que tienen un valor de viscosidad entre 100 mPa·s y 3.000 mPa·s se llevan a cabo con un viscosímetro Brookfield (modelo "RVDV-I Prime"), estando la velocidad de husillo y rotación (rpm) adaptada de acuerdo con los siguientes intervalos de viscosidad: husillo 21 a 100 rpm para valores de viscosidad entre 100 y 500 mPa·s; husillo 27 a 100 rpm para valores de viscosidad entre 500 mPa·s y 2500 mPa·s; y husillo 27 a 50 rpm para valores de viscosidad entre 2500 mPa·s y 3.000 mPa·s, y en donde las mediciones de viscosidad de las tintas de seguridad que tienen un valor de viscosidad entre

10 mPa·s y 100 mPa·s se llevan a cabo con un viscosímetro rotativo DHR-2 a través de TA Instruments, que tiene una geometría de plano cónico y un diámetro de 40 mm, a 25 °C y 1000 s⁻¹.

Los métodos descritos en el presente documento comprenden además la etapa b) exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en el presente documento en una o más áreas (A, A', A'') de dicho campo magnético para orientar al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta. Durante la etapa b) descrita en el presente documento, el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) se proporciona en dicha una o más áreas (A, A', A'', correspondiendo i a 2, 3, 4, etc.) y en donde el ángulo α formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las partículas y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro de la una o más áreas es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$).

Además del requisito de que el espesor T de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada sea menor que el valor d50 de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta ($T < d50$), se prefiere que el espesor T de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada sea más pequeño que $d50 \cdot \sin(\alpha)$ ($T < d50 \cdot (\sin \alpha)$).

De acuerdo con una realización, la orientación de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y los ángulos de elevación y de dichas partículas en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada se obtienen sometiendo las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en el presente documento en una o más áreas (mostradas en las figuras 3A-D como áreas A y A') en donde el campo magnético es sustancialmente no homogéneo (es decir, un campo magnético que no tiene una magnitud sustancialmente constante y dirección sobre toda la(s) área(s) de interés (para orientación monoaxial); o un campo magnético que no está sustancialmente confinado a un plano (para orientación biaxial), en donde el ángulo α está formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las partículas y una tangente a las líneas del campo magnético del campo magnético dentro de la

una o más áreas (A, A', A''), en donde dicho ángulo α es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$). Si las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se someten al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) en más de un área (por ejemplo, dos áreas como se muestra en las figuras 3A y 3C), se describen dos ángulos α y α' , en donde el ángulo α' es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha'| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha'| \leq 168^\circ$), siendo α' diferente de α , preferentemente α' y difiriendo α en al menos 30° . De acuerdo con una realización en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta están expuestas al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) en más de un área (por ejemplo, dos áreas como se muestra en las figuras 3A y 3C), el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) está provisto en dichas más de un área con el ángulo α y α' , en donde, cuando el ángulo α es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) entonces el ángulo α' es mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha'| \leq 168^\circ$).

Las OEL obtenidas por la exposición de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la una o más áreas en donde el campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) es sustancialmente no homogéneo comprenden dichas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente que experimentan diferentes ángulos α descritos en el presente documento durante la etapa de orientación (es decir, el ángulo α en el área A es diferente del ángulo α' en el área A'), siempre que esos ángulos tengan un valor dentro del intervalo descrito en el presente documento. Un ejemplo de un dispositivo generador de campo magnético adecuado para orientar el pigmento magnetizable o magnético con forma de plaqueta en donde el campo magnético es sustancialmente no homogéneo en una o más áreas marcadas como A y A' es un imán de barra dipolar que tiene su eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20) como se muestra en la figura 3 y se describe a continuación. Otros ejemplos de un dispositivo generador de campo magnético adecuado para orientar el pigmento magnetizable o magnético con forma de plaqueta en donde el campo magnético es sustancialmente no homogéneo en una o más áreas se desvelan

en las figuras 5A-B, 9B-9E y 10A-B del documento US 7047883 como se describe a continuación. Ventajosamente, la presente invención proporciona métodos para producir OEL con una orientación de pigmento uniforme de superficie ancha aunque la etapa de exposición se lleve a cabo con un campo magnético no homogéneo.

De acuerdo con una realización, la orientación de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y los ángulos de elevación y de dichas partículas en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada se obtienen sometiendo las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en el presente documento en una o más áreas (mostradas en la figura 4 como área A) en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo (es decir, un campo magnético que tiene una magnitud y dirección sustancialmente constantes en toda(s) el(las) área(s) de interés (para orientación monoaxial); o un campo magnético que está sustancialmente confinado a un plano (para orientación biaxial), en donde un ángulo α está formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las partículas y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro de la una o más áreas (A, A', A''), en donde dicho ángulo α es mayor o igual a 12° y menor o igual a aproximadamente 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a aproximadamente 105° y menor o igual a aproximadamente 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$). Las OEL obtenidas por la exposición de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta en la una o más áreas en donde el campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) es sustancialmente homogéneo comprenden dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta orientadas magnéticamente que experimentan sustancialmente el mismo ángulo α descrito en el presente documento durante la etapa de orientación.

La etapa b) descrita en el presente documento se lleva a cabo para orientar monoaxial o biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento. Contrariamente a una orientación monoaxial en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta están orientadas de manera que solo su eje principal está restringido por el

campo magnético, llevar a cabo una orientación biaxial significa que las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se crean para orientarse de manera que sus dos ejes principales X e Y estén restringidos. Es decir, puede considerarse que cada partícula de pigmento, magnética o magnetizable, con forma de plaqueta tiene un eje mayor en el plano de la partícula de pigmento y un eje menor ortogonal en el plano de la partícula de pigmento. Los ejes X e Y de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta se orientan de acuerdo con el campo magnético dinámico. Efectivamente, esto da como resultado que partículas de pigmento magnéticas con forma de plaqueta próximas que están próximas entre sí en el espacio estén esencialmente paralelas entre sí. Dicho de otra manera, la orientación biaxial alinea los planos de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta de manera que los planos de dichas partículas de pigmento se orienten para que estén sustancialmente paralelos con respecto a los planos de partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta próximas (en todas las direcciones).

De acuerdo con una realización, la etapa b) se lleva a cabo para orientar monoaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento. Los dispositivos generadores de campo magnético adecuados para orientar monoaxialmente las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento no están limitados.

De acuerdo con una realización como se muestra en las figuras 3A-D, un dispositivo generador de campo magnético (330) adecuado para orientar monoaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta consiste en un imán de barra dipolar que tiene su eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20). Como se muestra en las figuras 3A-D, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento (310) sobre el sustrato (320) están expuestas al campo magnético (las líneas de campo magnético se muestran como líneas con flechas que apuntan desde el Polo Norte al Polo Sur) del campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (330) descrito en el presente documento en una o más áreas (mostradas como áreas A y A') en donde el

campo magnético es sustancialmente no homogéneo y en donde se proporciona el sustrato (320) que porta la capa de recubrimiento (310) en dicha una o más áreas con el ángulo α descrito en el presente documento.

De acuerdo con una realización que se muestra en la figura 4 y se usa en los Ejemplos a continuación, un dispositivo generador de campo magnético (430) adecuado para orientar monoaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta consiste en un conjunto rectangular que comprende dos imanes de barra dipolares (M1, M2) y dos piezas polares (P1, P2). Las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento (410) sobre el sustrato (420) están expuestas al campo magnético (las líneas de campo magnético se muestran como líneas con flechas que apuntan desde el Polo Norte al Polo Sur) del dispositivo generador de campo magnético (430) en una o más áreas (mostradas como un rectángulo punteado A) en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo y en donde las líneas de campo magnético son sustancialmente paralelas entre sí en dicha área y en donde el sustrato (420) que porta la capa de recubrimiento (410) se proporciona en dicha una o más áreas con el ángulo α descrito en el presente documento. El dispositivo generador de campo magnético (430) que se muestra en la figura 4 comprende dos imanes de barra dipolares (M1, M2) separados que tienen la misma dirección magnética y la misma longitud y dos piezas polares (P1, P2) separadas que tienen la misma longitud dispuestos como un conjunto rectangular, en donde M1 no es adyacente y está frente a M2, P1 no es adyacente a P2 y está frente a P2, y en donde P1 está situado a una distancia correspondiente a la longitud de M1/M2 desde P2.

De acuerdo con otra realización, los dispositivos generadores de campo magnético adecuados (430) para orientar monoaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta como se muestra en las figuras 5A-B, 9B-9E y 10A-10B del documento US 7.047.883, en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento sobre el sustrato están expuestas al campo magnético de los dispositivos generadores de campo magnético en una o más áreas en donde el campo magnético es sustancialmente no homogéneo y en donde el sustrato que porta la capa de

recubrimiento (410) está provisto en dicha una o más áreas con el ángulo α descrito en el presente documento. En particular, el dispositivo generador de campo magnético que se muestra en las figuras 5A-B de US 7.047.883 comprende dos imanes separados 84 colocados sobre una base magnética 62
5 con sus polos norte orientados hacia el sustrato; el dispositivo generador de campo magnético que se muestra en la figura 9B en el documento US 7.047.883 comprende un imán 140 y los artículos de pigmentos se colocan con una posición desplazada con respecto a los ejes del imán; el dispositivo generador de campo magnético que se muestra en la figura 9C en el
10 documento US 7.047.883 comprende dos imanes 142 y un imán 142' que tiene una sección transversal en forma de diamante, en donde los dos imanes 142 tienen su polo norte orientado hacia el sustrato mientras que el imán intermedio 142' tiene su polo sur orientado hacia el sustrato; el dispositivo generador de campo magnético que se muestra en la figura 9D en el documento US
15 7.047.883 comprende dos imanes 144 y un imán 144' que tiene forma de techo, hexagonal, redondeado, trapezoidal u otras secciones transversales, en donde los dos imanes 144 tienen su polo norte orientado hacia el sustrato mientras que el imán intermedio 144' tiene su polo sur orientado hacia el sustrato; y el dispositivo generador de campo magnético que se muestra en la
20 figura 9E del documento US 7.047.883 comprende cinco imanes, siendo el primer imán 142 un imán en forma de diamante con su polo norte orientado hacia el sustrato, siendo el segundo imán 146 un imán rectangular con su polo sur orientado hacia el sustrato, siendo el tercer imán 148 un imán con la parte superior redondeada teniendo su polo norte orientado hacia el sustrato,
25 teniendo el cuarto imán 150 forma de techo y su polo sur orientado hacia el sustrato y teniendo el quinto imán 152 también forma de techo y su polo norte orientado hacia el sustrato.

De acuerdo con otra realización, la etapa b) se lleva a cabo para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o
30 magnetizables, con forma de plaqueta. Para realizaciones en donde el método descrito en el presente documento comprende la etapa de exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en el presente documento para orientar biaxialmente al menos una parte de la partícula de pigmento magnética o magnetizable, la
35 capa de recubrimiento (x10) puede exponerse más de una vez a dicho

dispositivo generador de campo magnético. Los dispositivos generadores de campo magnético adecuados para orientar biaxialmente las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento no están limitados. Como sabe el experto en la materia, la

5 orientación biaxial de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta requiere un campo magnético dinámico (es decir, un campo magnético variable en el tiempo/dependiente del tiempo) que cambia su dirección y/o su fuerza, obligando a las partículas a oscilar hasta que ambos ejes principales, eje X y eje Y, se alineen. En otras palabras, la orientación

10 biaxial requiere un movimiento no concomitante de la capa de recubrimiento (x10) que comprende las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta con respecto al dispositivo generador de campo magnético.

De acuerdo con una realización que se muestra en las figuras 10A-B del

15 documento WO 2018/019594 A1, un dispositivo generador de campo magnético (430) adecuado para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta consiste en una disposición lineal de al menos cuatro, imanes (M1-M4) que se colocan de forma escalonada o en zigzag, siempre que el sustrato que porta la

20 capa de recubrimiento esté provisto en una o más áreas del campo magnético del dispositivo con los valores de ángulo α descritos en el presente documento. El documento EP 2 157 141 A1 desvela un dispositivo generador de campo magnético adecuado similar en la figura 5, en donde el dispositivo generador de campo magnético se puede usar para orientar biaxialmente al menos una

25 parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y consiste en una disposición lineal de al menos tres, preferentemente al menos cuatro, imanes que se colocan de forma escalonada o en zigzag.

De acuerdo con una realización que se muestra en las figuras 8A-B del documento WO 2018/019594 A1, un dispositivo generador de campo

30 magnético (430) adecuado para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta consiste en dos imanes dipolares (M1, M2) que tienen una dirección magnética opuesta, siempre que el sustrato que porta la capa de recubrimiento esté provisto en una o más áreas del campo magnético del dispositivo con los

35 valores de ángulo α descritos en el presente documento.

De acuerdo con una realización que se muestra en las figuras 7A-B del documento WO 2018/019594 A1, un dispositivo generador de campo magnético (430) adecuado para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta

5 consiste en dos imanes dipolares (M1, M2) que tienen la misma dirección magnética, siempre que el sustrato que porta la capa de recubrimiento esté provisto en una o más áreas del campo magnético del dispositivo con los valores de ángulo α descritos en el presente documento.

De acuerdo con una realización que se muestra en la figura 3A del documento WO 2018/019594 A1, un dispositivo generador de campo magnético (430) adecuado para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta

10 consiste en una matriz de Halbach que comprende cinco imanes dipolares (M1-M5), siempre que el sustrato que porta la capa de recubrimiento se proporcione en una o más áreas del campo magnético del dispositivo con los valores de

15 ángulo α descritos en el presente documento.

De acuerdo con una realización que se muestra en la figura 12A del documento WO 2016/083259 A1, un dispositivo generador de campo magnético adecuado para orientar biaxialmente al menos una parte de las

20 partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta consiste en un conjunto de cilindro Halbach que comprende cuatro estructuras, cada uno comprende una barra magnética (M1-M4) rodeada por una bobina de alambre magnético (no se muestra), siempre que el sustrato que porta la capa de recubrimiento esté provisto en una o más áreas del campo magnético del

25 dispositivo con los valores de ángulo α descritos en el presente documento.

De acuerdo con una realización que se muestra en la figura 2A de la solicitud en trámite EP 20176506.2, un dispositivo generador de campo magnético (430) adecuado para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta

30 consiste en un conjunto de ocho imanes de barra dipolares (M1-M8), comprendiendo dicho conjunto un primer conjunto que comprende un primer imán de barra dipolar (M4) y dos segundos imanes de barra dipolares (M1, M6), un segundo conjunto que comprende un primer imán de barra dipolar (M5) y dos segundos imanes de barra dipolares (M3; M8) y un primer par de terceros

35 imanes de barra dipolares (M2, M7), siempre que el sustrato que porta la capa

de recubrimiento esté provisto en una o más áreas del campo magnético del dispositivo con los valores de ángulo α descritos en el presente documento.

De acuerdo con una realización que se muestra en las figuras 5A1-3 de la solicitud en trámite EP 20194060.8, un dispositivo generador de campo magnético adecuado para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta consiste en un conjunto que comprende nueve imanes de barra dipolares (M1-M5) con direcciones magnéticas alternas Norte-Sur y dispuestos en fila, siempre que el sustrato que porta la capa de recubrimiento esté provisto en una o más áreas del campo magnético del dispositivo con los valores de ángulo α descritos en el presente documento.

De acuerdo con una realización, la etapa b) descrita en el presente documento consiste en dos etapas de orientación magnética descritas en el documento WO 2015/086257 A1, consistiendo dichas etapas en i) exponer la capa de recubrimiento (x10) que comprende las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta a un campo magnético dinámico de un primer dispositivo generador de campo magnético como los descritos anteriormente o en el documento WO 2015/086257 A1 para orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y ii) exponer la capa de recubrimiento (x10) a un campo magnético estático de un segundo dispositivo generador de campo magnético como los descritos en el presente documento, reorientando así monoaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, siempre que el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) esté provisto en una o más áreas del segundo campo magnético del segundo dispositivo generador de campo magnético con los valores de ángulo α descritos en el presente documento. Si estas dos etapas i) y ii) se llevan a cabo, al menos la segunda etapa ii) se utiliza para orientar al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta al proporcionar el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) en la una o más áreas descritas en el presente documento con los valores de ángulo α descritos en el presente documento.

Durante la orientación magnética descrita en el presente documento de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables,, el sustrato (x20) que

porta la capa de recubrimiento (x10) puede disponerse sobre una placa de soporte no magnética (x40) que está hecha de uno o más materiales no magnéticos.

Los métodos descritos en el presente documento comprenden además,
5 de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa b), la etapa c) de curar al menos parcialmente la capa de recubrimiento (x10) con la unidad de curado (x50) descrita en el presente documento para fijar la posición y orientación de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento (x10) para producir una capa de
10 recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T. Por "de forma parcialmente simultánea", se entiende que ambas etapas se realizan en parte simultáneamente, es decir, los tiempos de realización de cada una de las etapas se superponen parcialmente. En el contexto que se describe en el presente documento, cuando el curado se realiza de forma parcialmente
15 simultánea con la etapa de orientación b), debe entenderse que el curado se hace efectivo después de la orientación para que las partículas de pigmento tengan tiempo de orientarse antes del curado o endurecimiento completo o parcial de la OEL.

En caso de que la etapa c) se lleve a cabo posteriormente a la etapa b)
20 descrita en el presente documento, el tiempo entre dichas etapas es preferentemente entre aproximadamente 0,1 segundos y aproximadamente 1,5 segundos, más preferentemente entre aproximadamente 0,1 segundos y 0,5 segundos.

Los métodos descritos en el presente documento producen las OEL
25 descritas en el presente documento, en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en una o más regiones (x40-a, x40-b) de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada.

30 Las unidades de curado adecuadas (x50) incluyen equipos para unidades de curado UV-visible que comprenden una lámpara de diodo emisor de luz (LED) de alta potencia o una lámpara de descarga de arco, tal como un arco de mercurio de presión media (MPMA, *Medium-Pressure Mercury Arc*) o una lámpara de arco de vapor de metal, tal como la fuente de la radiación
35 actínica. Las unidades de curado selectivo descritas en el presente documento

pueden comprender una o más fotomáscaras fijas o removibles que incluyen uno o más huecos correspondientes a un patrón que se formará como parte de la capa de recubrimiento. La una o más unidades de curado selectivo pueden ser direccionables, como el rayo láser de exploración descrito en el documento

5 EP 2 468 423 A1, una matriz de diodos emisores de luz (LED) descrita en el documento WO 2017/021504 A1 o una fuente de LED de radiación actínica que comprende una matriz de emisores de radiación actínica direccionables individualmente descrita en el documento WO 2020/148076A1.

Las figuras 2A-2E revelan secciones transversales de OEL descritas en

10 el presente documento, en donde dichas OEL comprenden una o más capas de recubrimiento (240, 241) al menos parcialmente curadas que tienen un espesor (T, T', etc.) y que comprenden partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en las mismas.

De acuerdo con una realización que se muestra, por ejemplo, en la

15 figura 2A, las OEL descritas en el presente documento comprenden una única capa de recubrimiento (210) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, en donde

20 sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la una o más regiones tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación y y en donde las partículas de pigmento tienen un valor d50 mayor que T.

De acuerdo con una realización que se muestra, por ejemplo, en la

25 figura 2B, las OEL descritas en el presente documento comprenden independientemente una única capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T y que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en una o más

30 primeras regiones (240-a) y partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en una o más segundas regiones (240-b), en donde sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la una o más primeras regiones (240-a) tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación y y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de

35 plaqueta en la una o más segundas regiones (240-b) tienen sustancialmente el

mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o siendo no coplanares y en donde las partículas tienen un valor d50 mayor que T.

De acuerdo con una realización que se muestra, por ejemplo, en las
5 figuras 2C-F, las OEL descritas en el presente documento comprenden independientemente una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada con partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, en donde sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o
10 magnetizables, con forma de plaqueta tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y además comprenden una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada con un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, en donde sustancialmente todas
15 las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o no siendo coplanares y en donde las partículas de pigmento en la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor
20 que T y las partículas de pigmento en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T'. La segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada se superpone al menos parcial o totalmente a la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada (véase la figura 2C y 2D), o a la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada es adyacente a la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada (véase la figura 2E), o la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada está separada de la capa de recubrimiento (x10) al menos parcialmente curada (véase la figura 2F).

30 La figura 2C ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T y que comprende primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de
35 recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con

segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, superponiéndose dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada parcialmente a la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o no siendo coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T y las segundas partículas de pigmento en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T' .

La figura 2D ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, superponiéndose dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada completamente a la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o

siendo no coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T y las segundas partículas en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T'.

- 5 La figura 2E ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de
- 10 recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, estando dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada adyacente a la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde
- 15 sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento
- 20 (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o siendo no coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T y las segundas partículas
- 25 en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d50 mayor que T'.

- La figura 2F ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de
- 30 recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, estando dicha
- 35 segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada separada

de la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o siendo no coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T y las segundas partículas en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T'.

La figura 2G ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, superponiéndose dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada parcialmente a la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o siendo no coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T y las segundas partículas en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T'.

La figura 2H ilustra esquemáticamente una sección transversal de una OEL que comprende una primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T con primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma y una segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T' con segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente incorporadas en la misma, superponiéndose dicha segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada completamente a la capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada, en donde sustancialmente todas las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación γ y sustancialmente todas las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen sustancialmente el mismo ángulo de elevación adicional γ' , siendo dicho ángulo de elevación γ y el ángulo de elevación adicional γ' diferentes entre sí y/o siendo no coplanares y en donde las primeras partículas en la primera capa de recubrimiento (240) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T y las segundas partículas en la segunda capa de recubrimiento (241) al menos parcialmente curada tienen un valor d_{50} mayor que T' .

De acuerdo con una realización, el método descrito en el presente documento para producir la una o más OEL descritas en el presente documento hechas de una única capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada (véase, por ejemplo, la figura 2A) comprende las etapas de

- a) aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) descrita en el presente documento la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento, estando dicha composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado líquido para formar una capa de recubrimiento (x10),
- b) exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en el presente documento con el

sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) descrita en el presente documento estando provista en la una o más áreas (A, A', A'') descritas en el presente documento y con el ángulo α mayor o igual a 12° y menor o igual a aproximadamente 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$) descrito en el presente documento,

5 de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa b), la etapa c) de curar al menos parcialmente la capa de recubrimiento (x10) con la unidad de curado (x50) para fijar al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta en sus posiciones y orientaciones

10 adoptadas para producir la única capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada que tiene un espesor T, siendo dicho espesor T menor que el valor d50 de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta.

De acuerdo con otra realización, el método descrito en el presente

15 documento para producir la una o más OEL descritas en el presente documento hechas de forma independiente de una única capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada y que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en dicha única capa de recubrimiento (x40) al menos

20 parcialmente curada, comprendiendo dicha única capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada una o más primeras regiones (x40-a) y una o más segundas regiones (x40-b) (véase, por ejemplo, la figura 2B), comprende las etapas de

a) aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) descrita en el presente

25 documento la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento, estando dicha composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado líquido para formar una capa de recubrimiento (x10) que comprende una o más primeras regiones

30 (x10-a) y una o más segundas regiones (x10-b),

b) exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30-a) descrito en el presente documento con el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) descrita en el presente documento estando provista en la una o más áreas (A, A', A'')

35 descritas en el presente documento y con el ángulo α mayor o igual a 12° y

- menor o igual a aproximadamente 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$) descrito en el presente documento, de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa b), la etapa c) de curar selectivamente al menos parcialmente la una o más primeras
- 5 regiones (x10a) de la única capa de recubrimiento (x10) con la unidad de curado (x50) para fijar al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta en sus posiciones y orientaciones adoptadas,
- d) exponer la única capa de recubrimiento (x10) al campo magnético de un
- 10 segundo dispositivo generador de campo magnético (x30-b) para orientar al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la una o más segundas regiones (x10b), en donde el sustrato (x20) se proporciona en dicha una o más áreas (A, A', A'') y en donde un ángulo α' formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las
- 15 posiciones de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y una tangente a las líneas de campo magnético del segundo campo magnético dentro de la una o más áreas (A, A', A'') es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha'| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha'| \leq 168^\circ$), en donde el segundo dispositivo
- 20 generador de campo magnético (x30-b) es el mismo o diferente del dispositivo generador de campo magnético (x30-a) de la etapa b), siendo α' diferente de α , preferentemente α' y difiriendo α en al menos 30° ; y
- de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa d), la etapa e) de curar al menos parcialmente la única capa de recubrimiento (x10) con la
- 25 unidad de curado (x50) descrita en el presente documento para formar la única capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada, en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en la una o más primeras regiones (x40-a) de
- 30 la única capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada, y las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en la una o más segundas regiones (x40-b) de la única capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada.
- 35 De acuerdo con otra realización, el método descrito en el presente

documento para producir la una o más OEL descritas en el presente documento y que comprende primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en una primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada y que

5 comprende segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en una segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada, en donde la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada se superpone al menos parcial o totalmente a la primera capa de recubrimiento (x40) al menos

10 parcialmente curada (véanse, por ejemplo, las figuras 2C-D y figuras 2G-H) comprende las etapas de:

a) aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) descrita en el presente documento una primera composición de recubrimiento curable por radiación que comprende primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables,

15 con forma de plaqueta descritas en el presente documento, estando dicha primera composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado líquido para formar una primera capa de recubrimiento (x10);

b) exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30-a) descrito en el presente documento con

20 el sustrato (x20) que porta la primera capa de recubrimiento (x10) descrita en el presente documento estando provista en la una o más áreas (A, A', A'') descritas en el presente documento y con el ángulo α mayor o igual a 12° y menor o igual a aproximadamente 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$) descrito en el presente documento,

25 de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa b), la etapa c) de curar al menos parcialmente la primera capa de recubrimiento (x10) con una unidad de curado (x50) para fijar al menos una parte de las primeras partículas, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en sus posiciones y orientaciones adoptadas para formar la primera capa de

30 recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada,

posteriormente a la etapa c), una etapa d) de aplicar ya sea parcialmente (figura 2C o figura 2G) o completamente (figura 2D o figura 2H) sobre la primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada una segunda composición de recubrimiento curable por radiación que comprende

35 las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma

de plaqueta, estando dicha segunda composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado líquido para formar una segunda capa de recubrimiento (x11), en donde dicha segunda composición de recubrimiento curable por radiación es igual o diferente de la composición de recubrimiento curable por radiación de la etapa a);

5 una etapa e) de exponer la segunda capa de recubrimiento (x11) a un segundo campo magnético de un segundo dispositivo generador de campo magnético (x30-b) en una o más áreas (A, A', A'') de dicho segundo campo magnético para orientar al menos una parte de las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, en donde el sustrato (x20) que porta la segunda capa de recubrimiento (x41) se proporciona en dicha una o más áreas (A, A', A'') y en donde un ángulo α' formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y una
10 tangente a las líneas de campo magnético del segundo campo magnético dentro de la una o más áreas (A, A', A'') es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha'| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha'| \leq 168^\circ$), en donde el segundo dispositivo generador de campo magnético (x30-b) es el mismo o es diferente del dispositivo generador de campo magnético de la etapa b), siendo α' diferente de α , preferentemente α' y difiriendo α en al menos 30° ; y

f) de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa e) de exponer la segunda capa de recubrimiento (x11) al segundo campo magnético, una etapa de curar al menos parcialmente la segunda capa de recubrimiento (x11) con la unidad de curado (x50) para fijar al menos parcialmente la posición y orientación de las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (x11) para formar la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada,

30 en donde las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en la primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada y las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente

paralelo entre sí en donde las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada, las partículas magnéticamente primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada que tienen un ángulo de elevación diferente que las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada.

De acuerdo con otra realización, el método descrito en el presente documento para producir la una o más OEL descritas en el presente documento y que comprende las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en una primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada y que comprende segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en una segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada, en donde la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada es adyacente a la primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada (véase por ejemplo la figura 2E) o la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada está separada de la primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada (figura 2F) comprende las etapas de

a) aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) descrita en el presente documento una primera composición de recubrimiento curable por radiación que comprende primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento, estando dicha composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado líquido para formar una primera capa de recubrimiento (x10),

b) exponer la primera capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en el presente documento con el sustrato (x20) que porta la primera capa de recubrimiento (x10) descrita en el presente documento estando provista en la una o más áreas (A, A', A'') descritas en el presente documento y con el ángulo α mayor o igual a 12° y menor o igual a aproximadamente 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o

igual a 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$) descrito en el presente documento,

de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa b), la etapa c) de curar al menos parcialmente la primera capa de recubrimiento (x10) con la unidad de curado (x50) para fijar al menos una parte de las primeras partículas magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta en sus posiciones y orientaciones adoptadas para formar la primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada,

posteriormente a la etapa c), una etapa d) de aplicar una segunda composición de recubrimiento curable por radiación que comprende segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, estando dicha segunda composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado líquido para formar una segunda capa de recubrimiento (x11), en donde dicha segunda capa de recubrimiento (x11) está adyacente a (figura 2E) o separada (figura 2F) de la capa de recubrimiento (x40) y en donde dicha segunda composición de recubrimiento curable por radiación es igual o diferente de la composición de recubrimiento curable por radiación de la etapa a);

una etapa e) de exponer la segunda capa de recubrimiento (x11) a un segundo campo magnético de un segundo dispositivo generador de campo magnético en una o más áreas (A, A', A'') de dicho segundo campo magnético para orientar al menos una parte de las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, en donde el sustrato (x20) que porta la segunda capa de recubrimiento (x41) se proporciona en dicha una o más áreas (A, A', A'') y en donde un ángulo α' formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y una tangente a las líneas de campo magnético del segundo campo magnético dentro de la una o más áreas (A, A', A'') es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha'| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a aproximadamente 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha'| \leq 168^\circ$), en donde el segundo dispositivo generador de campo magnético (x30-b) es el mismo o es diferente del dispositivo generador de campo magnético de la etapa b), siendo α' diferente de α , preferentemente α' y difiriendo α en al menos 30° ; y

f) de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a la etapa e) de

exponer la segunda capa de recubrimiento (x11) al segundo campo magnético, una etapa de curar al menos parcialmente la segunda capa de recubrimiento (x11) con la unidad de curado (x50) para fijar al menos parcialmente la posición y orientación de las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta en la segunda capa de recubrimiento (x11) para formar la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada,

5 en donde las primeras partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en la primera capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada y las segundas partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas tienen al menos su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos

10 parcialmente curada, teniendo las partículas orientadas magnéticamente en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada un ángulo de elevación diferente al de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada.

15 Las OEL descritas en el presente documento comprenden las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente descritas en el presente documento en la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada y en la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada, según sea el caso, en

20 donde el espesor T de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada (véanse, por ejemplo, las figuras 2A-E) es menor que el valor d50 de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta y en donde el espesor T' de la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada (véanse, por ejemplo, las figuras 2C-E) es menor que el

25 valor d50 de la partícula de pigmento, magnética o magnetizable, con forma de plaqueta. Típicamente, las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta descritas en el presente documento tienen un tamaño d50 entre aproximadamente 5 μm y aproximadamente 30 μm (según se mide por granulometría óptica directa) y la capa de recubrimiento

30 (x40) al menos parcialmente curada tiene un espesor entre aproximadamente 3

35

μm y aproximadamente 30 μm (en particular, un espesor entre aproximadamente 6 μm y aproximadamente 30 μm para capas aplicadas por impresión serigráfica, un espesor entre aproximadamente 3 μm y aproximadamente 20 μm para capas aplicadas por impresión en huecograbado y un espesor entre aproximadamente 3 μm y aproximadamente 20 μm para capas aplicadas por impresión flexográfica), siempre que dicho espesor sea menor que el valor d50 de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta. El espesor (T, T', etc.) de la capa de recubrimiento (x40, x41, etc.) al menos parcialmente curada impacta directamente el ángulo de elevación y de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta durante la exposición al campo magnético de un dispositivo generador de campo magnético forzando a las partículas a adoptar un ángulo de elevación y máximo como resultado de dicho espesor y el valor d50 de las partículas. Esto permite ventajosamente elegir libremente el dispositivo generador de campo magnético independientemente de su homogeneidad/inhomogeneidad de campo magnético para producir las OEL como se ha descrito anteriormente.

Tal como se describe en el presente documento, las OEL comprenden las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente en capas de recubrimiento al menos parcialmente curadas sobre el sustrato. El sustrato (x20) descrito en el presente documento se selecciona preferentemente del grupo que consiste en papeles u otros materiales fibrosos (incluyendo materiales fibrosos tejidos y no tejidos), tales como celulosa, materiales que contienen papel, vidrios, metales, cerámicas, plásticos y polímeros, plásticos o polímeros metalizados, materiales compuestos y mezclas o combinaciones de dos o más de los mismos. El papel típico, los materiales de tipo papel o fibrosos de otro tipo están hechos de una diversidad de fibras, incluyendo, sin limitación, cáñamo de Manila, algodón, lino, pasta de madera y mezclas de los mismos. Como saben bien los expertos en la materia, se prefieren mezclas de algodón y algodón/lino para billetes de banco, mientras que se usa habitualmente pasta de madera en documentos de seguridad distintos de billetes de banco. De acuerdo con otra realización, el sustrato (x20) descrito en el presente documento es a base de plásticos y polímeros, plásticos o polímeros metalizados, materiales compuestos y mezclas o combinaciones de dos o más de los mismos. Los ejemplos típicos de

plásticos y polímeros incluyen poliolefinas, tales como polietileno (PE) y polipropileno (PP), incluyendo polipropileno orientado biaxialmente (BOPP), poliamidas, poliésteres, tales como poli(etilentereftalato) (PET), poli(1,4-butilentereftalato) (PBT), poli(2,6-naftoato de etileno) (PEN) y polivinilcloruros (PVC). Las fibras de olefina hiladas, tales como aquellas comercializadas con la marca registrada Tyvek®, también se pueden usar como sustrato. Los ejemplos típicos de plásticos o polímeros metalizados incluyen los materiales de plástico o polímero descritos anteriormente en el presente documento que tienen un metal dispuesto de manera continua o discontinua sobre su superficie. Los ejemplos típicos de metales incluyen, sin limitación, aluminio (Al), cromo (Cr), cobre (Cu), oro (Au), plata (Ag), aleaciones de los mismos y combinaciones de dos o más de los metales mencionados anteriormente. La metalización de los materiales de plástico o polímero descritos anteriormente en el presente documento se puede realizar mediante un proceso de electrodeposición, un proceso de recubrimiento de alto vacío o mediante un proceso de pulverización catódica. Los ejemplos típicos de materiales compuestos incluyen, sin limitación, estructuras o laminados de múltiples capas de papel y al menos un material de plástico o polímero, tal como aquellos descritos anteriormente en el presente documento, así como fibras de plástico y/o polímero incorporadas en un material de tipo papel o fibroso, tal como aquellos descritos anteriormente en el presente documento. Por supuesto, el sustrato puede comprender aditivos adicionales que son conocidos por el experto en la materia, tales como materiales de relleno, agentes de apresto, blanqueadores, adyuvantes de procesamiento, agentes de refuerzo o de resistencia en húmedo, etc. Cuando las OEL descritas en el presente documento se utilizan con fines decorativos o cosméticos, incluyendo, por ejemplo, lacas para uñas, dichas OEL se pueden producir en otro tipo de sustratos, incluyendo uñas, uñas artificiales u otras partes de un animal o ser humano. Los sustratos (X20) descritos en el presente documento pueden estar en forma de redes, láminas, carretes de hilo, carretes de película, etiquetas del rollo o material de etiquetas.

Si la una o más OEL descritas en el presente documento están en un documento de seguridad, y tienen el objetivo de aumentar todavía más el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y la reproducción ilegal de dicho documento de seguridad, el sustrato puede comprender indicios

impresos, recubiertos, marcados con láser o perforados con láser, marcas de agua, hilos de seguridad, fibras, planchetas, compuestos luminiscentes, ventanas, hojas, calcomanías y combinaciones de dos o más de los mismos. Con el mismo objetivo de aumentar adicionalmente el nivel de seguridad y la

5 resistencia contra la falsificación y la reproducción ilegal de documentos de seguridad, el sustrato puede comprender una o más sustancias marcadoras o marcadores y/o sustancias legibles mediante una máquina (por ejemplo, sustancias luminiscentes, sustancias absorbentes de UV/visible/IR, sustancias magnéticas y combinaciones de las mismas).

10 De acuerdo con una realización, los documentos de seguridad y artículos decorativos que comprenden el sustrato (x20) y la una o más OEL descritas en el presente documento comprenden además una o más capas de imprimación, en donde dichas una o más capas de imprimación están presentes entre el sustrato (x20) y la una o más OEL. Esto puede mejorar la

15 calidad de la una o más OEL descritas en el presente documento o potenciar la adhesión. Se pueden encontrar ejemplos de dichas capas de imprimación en el documento WO 2010/058026 A2. De acuerdo con una realización, la una o más OEL descritas en el presente documento pueden comprender además uno o más indicios impresos que están presentes entre el sustrato (x20) y la capa

20 de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada (o en otras palabras, la una o más OEL se superponen al menos parcialmente al uno o más indicios). Preferentemente, cada una de la una o más OEL descritas en el presente documento y uno o más indicios descritos en el presente documento tienen independientemente la forma de un indicio. Tal como se usa en el presente

25 documento, el término "indicio" e "indicios" significará capa(s) continua(s) y discontinua(s) que consiste(n) en marcas, signos o patrones distintivos. Preferentemente, los indicios descritos en el presente documento se seleccionan del grupo que consiste en códigos, símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, patrones geométricos (por ejemplo, círculos, triángulos

30 y polígonos regulares o irregulares), letras, palabras, números, logotipos, dibujos, retratos y combinaciones de los mismos. Los ejemplos de códigos incluyen marcas codificadas, como datos alfanuméricos codificados, un código de barras unidimensional, un código de barras bidimensional, un código QR, Datamatrix y códigos de lectura IR. El uno o más indicios descritos en el

35 presente documento pueden ser indicios sólidos y/o indicios de trama.

La presente invención proporciona métodos para producir la una o más OEL descritas en el presente documento y el uno o más indicios impresos que están presentes entre el sustrato (x20) y la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada, comprendiendo dichos métodos una etapa de aplicar una composición en la forma del uno o más indicios descritos en el presente documento, dicha etapa ocurre antes de la etapa a) descrita en el presente documento y comprende además una etapa de curar o endurecer al menos parcialmente dicha composición. La etapa de aplicar la composición en forma del uno o más indicios descritos en el presente documento puede llevarse a cabo mediante un proceso de microdispensación de fluidos sin contacto, tal como recubrimiento de cortina, recubrimiento por pulverización, impresión por chorro de aerosol, impresión electrohidrodinámica e impresión por chorro de tinta o puede llevarse a cabo mediante un proceso de impresión seleccionado del grupo que consiste en offset, impresión serigráfica, impresión en huecograbado, impresión flexográfica, impresión intaglio (también conocida en la técnica como impresión en plancha de cobre grabada, troquel de acero grabado). La presente invención proporciona métodos para producir la una o más OEL descritas en el presente documento y el uno o más indicios impresos que están presentes entre el sustrato (x20) y la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada, así como entre el sustrato (x20) y comprendiendo la segunda capa de recubrimiento (x41) al menos parcialmente curada para OEL dos capas de recubrimiento al menos parcialmente curadas (x40, x41) mostradas, por ejemplo, en la figura 2E, comprendiendo dichos métodos una etapa de aplicar una composición en forma del uno o más indicios descritos en el presente documento, dicha etapa ocurre antes de la etapa a) descrita en el presente documento y comprende además una etapa de curar o endurecer al menos parcialmente dicha composición.

Con el fin de aumentar la durabilidad a través de la suciedad o la resistencia química y la limpieza y, por lo tanto, la vida útil en circulación de los documentos de seguridad o artículos decorativos que comprenden la una o más OEL descritas en el presente documento, o con el objetivo de modificar su apariencia estética (por ejemplo, brillo óptico), se pueden aplicar una o más capas protectoras sobre la una o más OEL. Cuando está presente, la una o más capas protectoras normalmente están hechas de barnices protectores. Los barnices protectores pueden ser composiciones curables por radiación,

composiciones de secado térmico o cualquier combinación de las mismas. Preferentemente, la una o más capas protectoras son composiciones curables por radiación, más preferentemente, composiciones curables por UV-Vis. Las capas protectoras normalmente se aplican después de la formación de la OEL.

5 Las OEL que se describen en el presente documento pueden proporcionarse directamente sobre el sustrato (x20) sobre el cual permanecerán permanentemente (tal como para aplicaciones de billetes de banco o aplicaciones de etiquetas). De manera alternativa, las OEL también pueden proporcionarse sobre un sustrato temporal con fines de producción, del
10 que posteriormente se retiran las OEL.

De manera alternativa, una o más capas adhesivas pueden estar presentes en la una o más OEL o pueden estar presentes en el sustrato (x20), estando dicha una o más capas adhesivas en el lado del sustrato opuesto al lado donde se proporcionan la una o más OEL y/o en el mismo lado que la una
15 o más OEL y encima de la una o más OEL. Por lo tanto, se pueden aplicar una o más capas adhesivas a la una o más OEL o al sustrato, aplicándose dichas una o más capas adhesivas después de que se haya completado la etapa de curado. Puede adherirse un objeto de este tipo a todo tipo de documentos u otros artículos o productos sin impresión u otros procesos que impliquen
20 maquinaria y un esfuerzo bastante alto. De manera alternativa, el sustrato que se describe en el presente documento que comprende la una o más OEL que se describen en el presente documento pueden estar en forma de una lámina de transferencia, que puede aplicarse a un documento o a un artículo en una etapa de transferencia separada. Para este fin, el sustrato está provisto de un
25 recubrimiento de liberación, en donde se producen la una o más OEL.

EJEMPLOS

Los Ejemplos y Ejemplos Comparativos se han llevado a cabo usando la tinta de impresión flexográfica curable UV-Vis de la fórmula dada en la Tabla 1 y el primer y segundo montaje magnético descritos a continuación.

30 **Tabla 1**

Ingredientes	
Poliéster clorado (Allnex)	15 % en peso
Monómero de triacrilato de trimetilolpropano (Allnex)	64 % en peso
Speedcure TPO-L (Lambson)	3,5 % en peso
Genocure® ITX (Rahn)	2,5 % en peso

partículas de pigmento magnéticas (*)	15,0 % en peso
viscosidad (**)	300 mPas

(*) Partículas de pigmento magnéticas con forma de plaqueta de 5 capas que presentan un color plateado metálico en forma de escamas de diámetro d_{50} de aproximadamente 20 μm y un espesor de aproximadamente 1 μm , obtenidas en VIAVI Solutions, Santa Rosa, California.

- 5 (**) la viscosidad de la tinta de impresión flexográfica curable UV-Vis estaba a 25 °C en un viscosímetro Brookfield (modelo "DV-I Prime", husillo S21 a 100 rpm).

Para cada muestra, se utilizó el siguiente método para preparar los ejemplos E1-E3 y los ejemplos comparativos C1-C3:

- 10 a) la tinta curable UV-Vis proporcionada en la Tabla 1 se aplicó sobre el sustrato (x20) como se ha descrito anteriormente para formar una capa de recubrimiento (x10),
- b) la capa de recubrimiento (x10) se expuso al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito anteriormente en una o dos
- 15 áreas (mostradas como A/A' en las figuras 3A y 4) para orientarse en al menos una parte de las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta, y
- c) de forma parcialmente simultánea con o posteriormente a (véase Tabla 2) la exposición al campo magnético, la capa de recubrimiento (x10) se curó
- 20 formando así una capa de efecto óptico (OEL) (x40) que comprende partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente que tienen ángulos de elevación y proporcionados en la Tabla 2.

- La **figura 3A y figura 4** ilustran esquemáticamente diferentes ejemplos
- 25 de un sustrato (x20) que porta una capa de recubrimiento (x10) que comprende partículas de pigmento que se exponen al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30) en una o más áreas en una o más áreas (mostradas como A, A') de dicho campo magnético en donde el campo magnético es un campo magnético no homogéneo (figura 3A) o
- 30 sustancialmente homogéneo (véase la figura 4) y en donde el ángulo α formado por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las partículas y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro de las dos áreas A y A' de la figura 3A o el área A de la figura

4 es mayor o igual a 12° y menor o igual a 75° ($12^\circ \leq |\alpha| \leq 75^\circ$) o mayor o igual a aproximadamente 105° y menor o igual a 168° ($105^\circ \leq |\alpha| \leq 168^\circ$).

Tabla 2

	Espesor T de la capa de recubrimiento curada (x40) [μm]	Dispositivo x30 mostrado en	Etapas de curado c)	Ángulo de elevación y (variación o valor)
E1	8	Figura 3A	De forma parcialmente simultánea con la etapa b)	Figura 5A
C1	24	Figura 3A	De forma parcialmente simultánea con la etapa b)	Figura 5A
E2	8	Figura 3A	Posteriormente a la etapa b)	Figura 5B
C2	24	Figura 3A	Posteriormente a la etapa b)	Figura 5B
E3	8	Figura 4	De forma parcialmente simultánea con la etapa b)	$14^\circ \pm 1^\circ$
C3	24	Figura 4	De forma parcialmente simultánea con la etapa b)	$28^\circ \pm 1^\circ$

5 La variación del ángulo de elevación y de las partículas de pigmento en la capa (x40) al menos parcialmente curada se muestra en las figuras 5A y 5B, en donde el eje x (en mm) corresponde a la distancia desde el borde de la capa (x40) al menos parcialmente curada, el valor de 15 mm correspondiente al centro del dispositivo generador de campo magnético que se muestra en la figura 3A y el centro de la capa (x40) al menos parcialmente curada. Los ángulos y correspondientes de 0 mm a 2 mm y de 28 mm a 30 mm no pudieron medirse mediante dispersometría conoscópica como se ve en los ejemplos que se muestran en las figuras 5A-B.

15 Para el dispositivo generador de campo magnético ilustrado en la figura 3A, los ángulos α formados por la superficie bidimensional del sustrato (x20) en las posiciones de las partículas y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro de la una o más áreas se han calculado con el software Vizimag 3.19 y se proporcionan en la Tabla 3.

Tabla 3

E1-E2	Distancia desde el borde de la capa (x40) al menos parcialmente curada/mm	Ángulo α calculado
A	3	54,6°
	5	41,6°
	10	17,4 °
	11*	13,6
C	12	10°
	13	6°
	17	174°
	18	170,0°
A'	19*	166,5°
	20	162,7°
	25	140,3°
	27	130,0°

* último punto antes de la inflexión, es decir, el último punto del área A, A', respectivamente

Etapas a)

- 5 La tinta curable UV-Vis descrita en la Tabla 1 se aplicó sobre una pieza de PET (película OHP para impresora y copiadora láser a color BG71 de Folex de 100 micrómetros de espesor, 45 mm x 30 mm) (x20) para formar la capa de recubrimiento (45 mm x 30 mm) (x10), en donde dicha etapa de aplicación se llevó a cabo con una recubridora de laboratorio semiautomática (K101 Control
- 10 Coater, RK Print) utilizando una barra de recubrimiento N.º 4 (espesor nominal de la capa de recubrimiento de 36 μm ; espesor medido de la capa de recubrimiento de la capa de recubrimiento curada de 24 μm) para C1-C3, o una barra de recubrimiento N.º 2 (espesor nominal de la capa de recubrimiento de 12 μm ; espesor medido de la capa de recubrimiento de la capa de recubrimiento curada de 8 μm) para E1-E3.
- 15

Las tintas utilizadas para los ejemplos E1-E3 y los ejemplos comparativos C1-C3 tenían una viscosidad que las hacía adecuadas para la impresión flexográfica y, por lo tanto, el método de aplicación utilizado imitaba un proceso flexográfico.

20 **Etapas b)**

Dispositivo generador de campo magnético para orientación dentro de un

campo magnético no homogéneo (figura 3A)

El dispositivo generador de campo magnético (330) que se muestra en la figura 3A (no se muestra a escala real para la claridad del dibujo) se usó para orientar las partículas de pigmento. El dispositivo generador de campo magnético (330) era un imán de barra dipolar (M1) hecho de NdFeB N42 y que tenía las siguientes dimensiones: 30 mm (L1) x 30 mm (L2) x 6 mm (L3). La distancia entre la superficie del dispositivo generador de campo magnético (330) frente al sustrato (320) y la capa de recubrimiento (310) fue de 6 mm.

Dispositivo generador de campo magnético para orientación dentro de un campo magnético homogéneo (figura 4)

El dispositivo generador de campo magnético (430) que se muestra en la figura 4 (no se muestra a escala real para la claridad del dibujo) se usó para orientar las partículas de pigmento. El dispositivo generador de campo magnético (430) constaba de dos imanes de barra dipolares (M1, M2) y dos piezas polares (P1, P2).

Cada uno de los dos imanes de barra dipolares (M1, M2) estaba hecho de NdFeB N42 y tenía las siguientes dimensiones: 40 mm (L1) x 40 mm (L2) x 10 mm (L3).

Los dos imanes de barra dipolares (M1, M2) se colocaron a una distancia (d_1) de unos 40 mm entre sí. El eje magnético de cada uno de los dos imanes de barra dipolares (M1, M2) era sustancialmente paralelo a la longitud (L1) de dichos imanes, la dirección magnética de dichos dos imanes de barra dipolares (M1, M2) apuntando en la misma dirección.

Cada una de las dos piezas polares (P1, P2) tenía las siguientes dimensiones: 60 mm (L4) x 40 mm (L5) x 3 mm (L6). Las dos piezas polares (P1, P2) fueron de hierro (ARMCO®).

Los dos imanes de barra dipolares (M1, M2) y las dos piezas polares (P1, P2) se dispusieron para formar un paralelepípedo rectangular con un vacío cuboide rectangular centrado, consistiendo dicho vacío en el área A en donde el campo magnético era sustancialmente homogéneo y en donde las líneas de campo magnético eran sustancialmente paralelas entre sí, de modo que la distancia (d_2) entre las dos piezas polares (P1, P2) fuera de unos 40 mm, es decir, la distancia (d_2) entre las dos piezas polares (P1, P2) era la longitud (L1) de los dos imanes de barra dipolares (M1, M2) y la distancia entre los dos imanes de barra dipolares (M1, M2) era de 40 mm

El sustrato (420) y la capa de recubrimiento (410) se dispusieron en el centro del vacío del dispositivo generador de campo magnético-magnético (430) como se ilustra en la figura 4 mientras se adopta un ángulo α , el ángulo α formado por la superficie bidimensional del sustrato (420) en las posiciones de las partículas y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro del área A en donde el campo magnético era homogéneo, teniendo un valor de aproximadamente 30°.

Etapas c)

De forma parcialmente simultánea con o posteriormente (véase la Tabla 2) la exposición al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x30), la capa de recubrimiento (x10) se curó tras la exposición durante aproximadamente 0,5 segundos a una lámpara UV-LED de Phoseon (Tipo FireFlex 50 x 75 mm, 395 nm, 8 W/cm²) formando así capas de efecto óptico (OEL) que comprenden partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente que tienen ángulos de elevación y proporcionados en la Tabla 2.

Para el ejemplo E2 y el ejemplo comparativo C2, la lámpara UV-LED se colocó a una distancia de 10 cm del borde del dispositivo generador de campo magnético (330), es decir, el sustrato (320) se alejó del dispositivo generador de campo magnético (330) para ser expuesto a la lámpara UV-LED, siendo la distancia entre la lámpara UV-LED y la capa de recubrimiento (320) de aproximadamente 1 cm, y siendo el tiempo de exposición de aproximadamente 0,5 segundos.

Para el ejemplo E3 y el ejemplo comparativo C3, después de aproximadamente 1 segundo, la capa de recubrimiento (610) se curó al menos parcialmente con una unidad de curado (450) (lámpara UV LED (FireFly 395 nm, 4 W/cm², de Phoseon) como se ilustra en la figura 4.

Mediciones de ángulos de elevación por dispersometría conoscópica

Las mediciones del dispersómetro conoscópico se han realizado utilizando un dispersómetro conoscópico como se describe en el documento WO 2019/038371 A1, figura 4A (obtenida de Eckhardt Optics LLC, 5430 Jefferson Ct, White Bear Lake, MN 55110; <http://eckop.ej.com>). Los ángulos de elevación y se midieron en una superficie de capa de recubrimiento de aproximadamente 1 mm², es decir, los valores informados se promediaron en aproximadamente mil partículas de pigmento. El espesor de la capa de

recubrimiento curado medido proporcionado en la Tabla 2 se determinó midiendo la diferencia de peso del sustrato revestido y no revestido y dividiendo la diferencia de peso por la superficie de la capa de recubrimiento y la densidad de la composición de recubrimiento.

5 Como se muestra en las figuras 5A-B, las capas de efecto óptico (OEL) hechas a partir de las muestras E1-E2 de acuerdo con la presente invención presentaron una variación del ángulo de elevación y de las partículas de pigmento siguiendo una curva que alcanza un valor de meseta (regiones A y A'). Las capas de efecto óptico (OEL) así obtenidas comprendían partículas de
10 pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente próximas que tenían su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en una primera región (correspondiente al área A del campo magnético) de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada y partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta
15 orientadas magnéticamente próximas que tienen su eje principal X sustancialmente paralelo entre sí en una segunda región (correspondiente al área A' del campo magnético) de la capa de recubrimiento (x40) al menos parcialmente curada, teniendo las partículas de pigmento, magnéticas o magnetizables, con forma de plaqueta orientadas magnéticamente un ángulo
20 de elevación diferente en dichas regiones primera y segunda.

A diferencia de las capas de efecto óptico (OEL) fabricadas a partir de las muestras E1-E2 de acuerdo con la presente invención, las capas de efecto óptico (OEL) hechas a partir de las muestras comparativas C1-C2 presentaron una variación del ángulo de elevación y de las partículas de pigmento siguiendo
25 una línea en constante aumento sin valor absoluto de meseta.

Las capas de efecto óptico (OEL) hechas a partir de las muestras E3 de acuerdo con la presente invención presentaron un ángulo de elevación constante y sobre toda la superficie del OEL como resultado de una exposición de la capa de recubrimiento (410) al campo magnético del dispositivo
30 generador de campo magnético (x40) en un área (mostrada como A) en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo. El ángulo de elevación y era mucho más pequeño que el ángulo α como resultado del espesor de la capa (siendo 8 micrómetros más pequeño que el valor d50 de las partículas de pigmento (20 micrómetros), es decir, parte de la invención).

35 La capa de efecto óptico (OEL) hecha a partir de la muestra comparativa

C3 presentó un ángulo de elevación constante y sobre toda la superficie de la OEL como resultado de una exposición de la capa de recubrimiento (410) al campo magnético del dispositivo generador de campo magnético (x40) en un área (mostrada como A) en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo. Sin embargo, el ángulo de elevación α era similar al ángulo α como resultado del espesor de la capa (siendo 24 micrómetros mayor que el d50 de las partículas de pigmento (20 micrómetros, es decir, no forma parte de la invención).

Con fines de comparación, la figura 6 desvela un ejemplo de acuerdo con la solicitud en trámite EP 20194060.8, en donde una capa de recubrimiento (510) que comprende partículas de pigmento se expone al campo magnético de un dispositivo generador de campo magnético (530) en un área (mostrada como B) en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo y en donde el sustrato (520) que porta la capa de recubrimiento (510) se proporciona en dicha área en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo con un ángulo α formado por la capa de recubrimiento (510) y una tangente a las líneas de campo magnético del campo magnético dentro del área B en donde el campo magnético es sustancialmente homogéneo, siendo mayor de 0° y menor de 30° ($0^\circ < \alpha < 30^\circ$) o mayor de 150° y menor de 180° ($150^\circ < \alpha < 180^\circ$), es decir, ángulos significativamente diferentes de los utilizados en la presente invención.