

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 832**

51 Int. Cl.:

B05D 3/00	(2006.01)
B05D 3/06	(2006.01)
B05D 5/06	(2006.01)
B41M 3/14	(2006.01)
B42D 25/21	(2014.01)
B42D 25/364	(2014.01)
B42D 25/369	(2014.01)
C09C 1/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2016 PCT/EP2016/074323**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17064052**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2016 E 16781102 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3362190**

54 Título: **Ensamblajes magnéticos y procesos para producir capas de efecto óptico que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas**

30 Prioridad:

15.10.2015 EP 15189955

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.07.2020

73 Titular/es:

**SICPA HOLDING SA (100.0%)
Av. de Florissant, 41
1008 Prilly, CH**

72 Inventor/es:

**LOGINOV, EVGENY;
SCHMID, MATHIEU y
DESPLAND, CLAUDE-ALAIN**

74 Agente/Representante:

TORO GORDILLO, Ignacio

ES 2 772 832 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Ensamblajes magnéticos y procesos para producir capas de efecto óptico que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la protección de los documentos de valor y bienes de valor comercial contra la falsificación y reproducción ilegal. En particular, la presente invención se refiere a las capas de efecto óptico (OEL) que muestran un efecto óptico que depende del ángulo de visión, ensamblajes magnéticos y procesos para producir dicha OEL, así como los usos de dichas capas de efecto óptico como medios de antifalsificación de documentos.

10

Antecedentes de la invención

15

El uso de tintas, composiciones de recubrimiento, cubiertas, o capas, que contienen partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, en particular partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas, para la producción de elementos de seguridad y documentos de seguridad es conocido en la técnica.

20

Las características de seguridad, por ejemplo, para documentos de seguridad, se pueden clasificar por sus funciones de seguridad "encubiertas" y "abiertas". La protección proporcionada por las funciones de seguridad encubiertas se basa en el concepto de que dichas características están ocultas, lo que requiere normalmente un equipo especializado y conocimiento para su detección, mientras que las características de seguridad "abierta" son fácilmente detectables con los sentidos del ser humano sin ayuda, por ejemplo, tales características pueden ser visibles y/o detectables por medio del sentido táctil si bien todavía son difíciles de producir y/o copiar. Sin embargo, la efectividad de las características de seguridad depende en gran medida de su fácil reconocimiento como una característica de seguridad, ya que los usuarios solo entonces realizarán realmente un control de seguridad sobre la base de dicha característica de seguridad si son conscientes de su existencia y naturaleza.

25

30

Los recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables orientadas se describen, por ejemplo, en US 2.570.856; US 3.676.273; US 3.791.864; US 5.630.877 y US 5.364.689. Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en recubrimientos permiten la producción de imágenes, diseños y/o patrones magnéticamente inducidos a través de la aplicación de un campo magnético correspondiente, lo que provoca una orientación local de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en el recubrimiento no endurecido, seguido por endurecimiento de este último. Esto produce efectos ópticos específicos, es decir, imágenes, diseños o patrones inducidos magnéticamente fijos que son altamente resistentes a la falsificación. Los elementos de seguridad basados en partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables orientados solo se pueden producir al tener acceso tanto a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables o una tinta correspondiente que comprende dichas partículas o composición de tinta, y la tecnología particular empleada para aplicar dicha tinta o composición y para orientar dichas partículas de pigmento en la tinta o composición aplicada.

35

40

Por ejemplo, US 7.047.883 describe un aparato y un método para producir capas de efecto óptico (OEL), obtenido mediante la orientación de las escamas de pigmento ópticamente variables magnéticas o magnetizables en una composición de recubrimiento; el aparato descrito consiste en disposiciones específicas de imanes permanentes colocados debajo del sustrato que lleva dicha composición de recubrimiento. De acuerdo con US 7.047.883, una primera porción de las escamas de pigmento ópticamente variables magnéticas o magnetizables en la OEL está orientada de modo tal de reflejar la luz en una primera dirección y una segunda porción adyacente a la primera está alineada como para reflejar la luz en una segunda dirección, lo que produce un efecto "flip-flop" visual al inclinar la OEL.

45

50

WO 2006/069218 A2 describe un sustrato que comprende una OEL que comprende escamas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, orientadas de tal manera que una barra parece moverse cuando dicha OEL se inclina ("barra rodante"). De acuerdo con WO 2006/069218 A2, las disposiciones específicas de imanes permanentes bajo el sustrato que lleva las escamas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables sirven para orientar dichas escamas como para imitar una superficie curva.

55

US 7.955.695 se refiere a una OEL en donde las llamadas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables de rejilla se orientan principalmente verticales a la superficie del sustrato, tal como para producir efectos visuales que imitan las alas de una mariposa con colores de interferencia fuertes. También en la presente, las disposiciones particulares de imanes permanentes en el sustrato que lleva la composición de recubrimiento sirve para orientar las partículas de pigmento.

60

EP 1 819 525 B1 describe un elemento de seguridad que tiene una OEL que aparece transparente en ciertos ángulos de vista, por ende proporciona acceso visual a la información subyacente, mientras que permanece opaco en otros ángulos de visión. Para obtener este efecto, conocido como "efecto de persiana veneciana", las

65

disposiciones específicas de imanes permanentes bajo el sustrato orientan las escamas de pigmento magnetizables o magnéticas ópticamente variable en un ángulo predeterminado con relación a la superficie del sustrato.

5 Se han desarrollado efectos de los anillos móviles como elementos de seguridad eficientes. Los efectos de anillo móvil se componen de imágenes ópticamente ilusorias de objetos tales como embudos, conos, boles, círculos, elipses, y hemisferios que parecen moverse en cualquier dirección x-y de acuerdo con el ángulo de inclinación de dicha capa de efecto óptico. Los métodos para producir efectos de anillo móvil se describen por ejemplo en EP 1 710 756 A1, US 8.343.615, EP 2 306 222 A1, EP 2 325 677 A2, y US 2013/084411.

10 WO 2011/092502 A2 describe un aparato para producir imágenes de anillo en movimiento que exhibe un anillo que aparentemente se mueve con el cambio de ángulo de visión. Las imágenes de los anillos móviles descritas se pueden obtener o producir mediante el uso de un dispositivo que permite la orientación de partículas magnéticas o magnetizables con la ayuda de un campo magnético producido por la combinación de una hoja magnetizable suave y un imán esférico que tiene su eje Norte-Sur perpendicular al plano de la capa de recubrimiento y dispuesto por
15 debajo de dicha hoja magnetizable suave.

Las imágenes de anillo móvil de la técnica previa se producen generalmente mediante el alineamiento de las partículas magnéticas o magnetizables de acuerdo con el campo magnético de solo un imán giratorio o estático. Dado que las líneas de campo de un solo imán generalmente se curvan en forma relativamente suave, es decir,
20 tienen una curvatura baja, también el cambio de orientación de las partículas magnéticas o magnetizables es relativamente suave sobre la superficie de la OEL. Además, la intensidad del campo magnético disminuye rápidamente al aumentar la distancia desde el imán cuando solo un único imán se utiliza. Esto hace que sea difícil obtener una característica altamente dinámica y bien definida a través de la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables, y puede producir efectos visuales que presentan bordes del anillo borrosos.

25 WO 2014/108404 A2 describe capas de efecto óptico (OEL) que comprenden una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas magnéticamente, que se dispersan en un recubrimiento. El patrón de orientación magnética específica del OEL descrito proporciona al espectador el efecto óptico o impresión de un cuerpo en forma de bucle que se mueve al inclinar la OEL. Por otra parte, WO 2014/108404 A2 describe las
30 OEL que exhibe además un efecto óptico o impresión de una saliente en el área central del cuerpo en forma de bucle, dicha saliente es causada por una zona de reflexión en la zona central rodeada por el cuerpo en forma de bucle. La saliente descrita proporciona la impresión de un objeto tridimensional, tal como una media esfera, presente en la zona central rodeada por el cuerpo en forma de bucle.

35 WO 2014/108303 A1 describe capas de efecto óptico (OEL) que comprenden una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas magnéticamente, que se dispersan en un recubrimiento. El patrón de orientación magnética específica de la OEL descrita proporciona al espectador el efecto óptico o impresión de una pluralidad de cuerpos en forma de bucle anidados que rodean un área central común, donde dichos cuerpos exhiben un movimiento aparente dependiente de ángulo de visión. Además, WO 2014/108303 A1 describe la OEL
40 que comprende además una saliente que está rodeada por el cuerpo en forma de bucle más interno y en parte llena la zona central definida por las mismas. La saliente descrita proporciona la ilusión de un objeto tridimensional, tal como una media esfera, presente en el área central.

45 Sigue habiendo una necesidad de características de seguridad que presenten un efecto de bucle dinámico llamativo sobre un sustrato de buena calidad, que se pueda verificar fácilmente sin tener en cuenta la orientación del documento de seguridad, que sea difícil de producir en una escala masiva con el equipo disponible para un falsificador, y que se pueda proporcionar en gran número de configuraciones y formas posibles.

50 Sumario de la invención

Por consiguiente, un objeto de la presente invención es superar las deficiencias de la técnica previa como se discutió anteriormente.

55 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato y las capas de efecto óptico (OEL) obtenidas, dicho proceso que comprende las etapas de:

a) aplicar sobre una superficie del sustrato una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas, dicha composición de recubrimiento curable por radiación que está en un primer estado,

60 b) exponer la composición de recubrimiento curable por radiación a un campo magnético de un ensamblaje magnético que comprende

i) un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) que es un imán dipolar en forma de bucle único que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes dipolares dispuestos en una disposición de forma de bucle y que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato, y
65

- ii) un dispositivo generador de campo magnético (x40) que es un imán dipolar de barra única que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes dipolares de barra que tienen un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato,
- 5 de modo de orientar al menos a una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas, y
c) al menos curar parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación de la etapa b) a un segundo estado de modo de fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas,
- 10 en donde la capa de efecto óptico proporciona una impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle que tiene un tamaño que varía después de inclinar la capa de efecto óptico.
- 15 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona una capa de efecto óptico (OEL) preparada por el proceso mencionado anteriormente.
- 20 En un aspecto adicional, se proporciona un uso de la capa de efecto óptico (OEL) para la protección de un documento de seguridad contra la falsificación o fraude o para una aplicación decorativa.
- 25 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un ensamblaje magnético para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente sobre un sustrato tales como las descritas en la presente, dicha OEL que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas en una composición de recubrimiento curable por radiación curada, el ensamblaje magnético comprende:
- 30 a) un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) que es un imán dipolar en forma de bucle único que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes dipolares dispuesta en una disposición de forma de bucle y que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato, y
b) un dispositivo generador de campo magnético (x40) que es un imán dipolar de barra única que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes dipolares de barra que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato.
- 35 El dispositivo generador del campo magnético de forma de bucle (x30) y el dispositivo generador del campo magnético (x40) se pueden disponer uno en la parte superior del otro.
- 40 El campo magnético producido por el dispositivo generador del campo magnético de forma de bucle (x30) y el campo magnético producido por el dispositivo generador del campo magnético (x40) pueden interactuar de modo que el campo magnético resultante del ensamblaje magnético sea capaz de orientar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas en una composición de recubrimiento curable por radiación todavía sin curar sobre el sustrato, que se disponen en el campo magnético del ensamblaje magnético para producir una impresión óptica de la capa de efecto óptico de un cuerpo en forma de bucle que tiene un tamaño que varía al inclinar la capa de efecto óptico.
- 45 La impresión óptica puede ser tal que cuando el sustrato se inclina en una dirección desde un ángulo de visión perpendicular, el cuerpo en forma de bucle parece agrandarse y cuando el sustrato se inclina desde el ángulo de visión perpendicular en una dirección opuesta a la primera dirección, el cuerpo en forma de bucle parece contraerse.
- 50 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un uso del ensamblaje magnético descrito en la presente para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente sobre un sustrato tal como el que se describe en la presente.
- 55 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un ensamblaje que comprende un cilindro magnético giratorio que comprende al menos uno del ensamblaje magnético descrito en la presente o una unidad de impresión de mesa plana que comprende al menos uno del ensamblaje magnético descrito en la presente.
- 60 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un uso del ensamblaje de impresión mencionado en la presente para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente sobre un sustrato tal como el descrito en la presente.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1A ilustra esquemáticamente un ensamblaje magnético que comprende un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (130), en particular un imán dipolar de forma de anillo, y un dispositivo generador de campo magnético (140) adecuado para producir una capa de efecto óptico (110) sobre un sustrato (120).
 La Fig. 1B muestra imágenes de una OEL obtenida mediante el uso de ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 1A, observado en diferentes ángulos de visión.
 La Fig. 2A ilustra esquemáticamente un ensamblaje magnético que comprende el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (230) de la Fig. 1A y el dispositivo generador de campo magnético (240) de la Fig. 1A en otra configuración, dicho ensamblaje magnético es adecuado para producir una capa de efecto óptico (210) sobre un sustrato (220).
 La Fig. 2B muestra imágenes de una OEL obtenida mediante el uso del ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 2A, observado bajo diferentes ángulos de visión.
 La Fig. 3A ilustra esquemáticamente un ensamblaje magnético que comprende un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (330), en particular una combinación de tres imanes dipolares de barra dispuestos en una disposición en forma de bucle triangular, y un dispositivo generador de campo magnético (340) adecuado para producir una capa de efecto óptico (310) sobre un sustrato (320).
 La Fig. 3B muestra imágenes de una OEL obtenida mediante el uso del ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 3A, observado bajo diferentes ángulos de visión.
 La Fig. 4A ilustra esquemáticamente un ensamblaje magnético que comprende un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (430), en combinación particular de cuatro imanes dipolares de barra dispuestos en una disposición en forma de bucle cuadrado, y un dispositivo generador de campo magnético (440) adecuado para producir una capa de efecto óptico (410) sobre un sustrato (420).
 La Fig. 4B muestra imágenes de una OEL obtenida mediante el uso del ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 4A, observado bajo diferentes ángulos de visión.

Descripción detallada

Definiciones

Las siguientes definiciones se usan para interpretar el significado de los términos debatidos en la descripción y mencionados en las reivindicaciones.
 Como se usa en la presente, el artículo indefinido "un" indica uno así como más de uno y no necesariamente limita su sustantivo referente al singular.
 Como se usa en la presente, el término "aproximadamente" significa que la cantidad o el valor en cuestión pueden ser el valor específico designado, o algún otro valor en su vecindad. En general, el término "aproximadamente" que indica un valor está destinado a indicar un rango dentro de $\pm 5\%$ del valor. A modo de ejemplo, la frase "aproximadamente 100" se refiere a un rango de 100 ± 5 , es decir, el rango de 95 a 105. En general, cuando se utiliza el término "aproximadamente", se puede esperar obtener resultados o efectos similares de acuerdo con la invención dentro de un rango de $\pm 5\%$ del valor indicado.
 El término "sustancialmente paralelo" se refiere a la desviación de no más de 10° con respecto a la alineación paralela y el término "sustancialmente perpendicular" se refiere a la desviación de no más de 10° con respecto a la alineación perpendicular.
 Tal como se usa en la presente, el término "y/o" significa que todos o solo uno de los elementos de dicho grupo pueden estar presente. Por ejemplo, "A y/o B" significará "solo A, o solo B, o ambos A y B". En el caso de "solo A", el término también abarca la posibilidad de que B está ausente, es decir, "solo A, pero no B".
 El término "comprende" como se usa en la presente se considera que es no exclusivo y abierto. Así, por ejemplo, una solución fuente que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, el término "que comprende" abarca también, como una forma de realización particular de la misma, los significados más restrictivos de "que consiste esencialmente en" y "que consiste en", de modo que, por ejemplo, "una solución de fuente que comprende A, B y opcionalmente C" también puede consistir (esencialmente) en A y B, o consistir (esencialmente) en, B y C.
 El término "composición de recubrimiento" se refiere a cualquier composición que es capaz de formar una capa de efecto óptico (OEL) de la presente invención sobre un sustrato sólido y que se puede aplicar preferente pero no exclusivamente, por un método de impresión. La composición de recubrimiento comprende al menos una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas y un aglutinante.
 El término "capa de efecto óptico (OEL)" como se usa en la presente indica una capa que comprende al menos una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas magnéticamente y un aglutinante, en

donde la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se fija o congela (fijado/congelado) dentro del aglutinante.

5 El término "curado" se usa para indicar un proceso en el que un aumento de la viscosidad de una composición de recubrimiento en reacción a un estímulo para convertir un material en un estado, es decir, un estado endurecido o sólido, donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas están fijadas/congeladas en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no se pueden mover ni girar.

10 Cuando la presente descripción se refiere a formas de realización/características "preferidas", las combinaciones de estas formas de realización/características "preferidas" también se considerarán como las descritas siempre que esta combinación de formas de realización/características "preferidas" sea técnicamente intencional.

Como se usa en la presente, el término "al menos" significa que uno o más de uno, por ejemplo uno o dos o tres.

15 El término "documento de seguridad" se refiere a un documento que usualmente está protegido contra la falsificación o fraude por al menos una característica de seguridad. Los ejemplos de documentos de seguridad incluyen sin limitación documentos de valor y bienes de valor comercial.

20 El término "característica de seguridad" se usa para indicar una imagen, patrón o elemento de gráfico que se pueden usar para los fines de autenticación.

25 El término "cuerpo en forma de bucle" indica que las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se proporcionan de manera que la OEL confiere al espectador la impresión visual de una recombinación del cuerpo cerrado con sí mismo, formando un cuerpo en forma de bucle cerrado que rodea un área central oscura. El "cuerpo en forma de bucle" puede tener forma redonda, ovalada, elipsoidal, cuadrada, triangular, rectangular o cualquier poligonal. Los ejemplos de las formas de bucle incluyen un anillo o círculo, un rectángulo o cuadrado (con o sin esquinas redondeadas), un triángulo (con o sin esquinas redondeadas), un pentágono (regular o irregular) (con o sin esquinas redondeadas), un hexágono (regular o irregular) (con o sin esquinas redondeadas), un heptágono (regular o irregular) (con o sin esquinas redondeadas), un octágono (regular o irregular) (con o sin esquinas redondeadas), cualquier forma poligonal (con o sin esquinas redondeadas), etc. En la presente invención, la impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle se forma por la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas.

35 La presente invención proporciona métodos para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato y capas de efecto óptico (OELs) obtenidas de este, donde dichos métodos comprenden una etapa de aplicación sobre la superficie del sustrato de una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas, dicha composición de recubrimiento curable por radiación está en un primer estado. Las capas de efecto óptico (OELs) así obtenidas proporcionan al espectador la impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle que tiene un tamaño que varía al inclinar el sustrato que comprende la capa de efecto óptico.

40 La etapa de aplicación a) descrita en la presente se lleva a cabo con preferencia mediante un proceso de impresión con preferencia seleccionado del grupo que consiste en serigrafía, impresión en huecograbado, impresión flexográfica, impresión de inyección de tinta y la impresión calcográfica (también denominado en la técnica como impresión de la placa de cobre grabado e impresión con matriz de acero grabado), con más preferencia seleccionado del grupo que consiste en serigrafía, impresión en huecograbado e impresión flexográfica.

50 Posteriormente a, en forma parcialmente simultánea con o simultáneamente con la aplicación de la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente sobre la superficie del sustrato descrita en la presente, al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan mediante la exposición de la composición de recubrimiento curable por radiación al campo magnético de un ensamblaje magnético, de modo de alinear al menos parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas a lo largo de las líneas de campo magnético generadas por el ensamblaje magnético.

55 Posteriormente o en forma parcialmente simultánea con las etapas de orientación/alineación de al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas mediante la aplicación del campo magnético descrito en la presente, la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas está fija o congelada. La composición de recubrimiento curable por radiación en consecuencia es considerable tener un primer estado, es decir, un estado líquido o de pasta, en donde la composición de recubrimiento curable por radiación es suficientemente húmeda o blanda, de modo que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas dispersadas en la composición de recubrimiento curable por radiación se pueden mover libremente, girar y/u orientar después de la exposición al campo magnético, y un segundo estado curado (por ejemplo, sólido), donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas están fijadas o congeladas en sus respectivas posiciones y orientaciones.

65 Por consiguiente, los métodos para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato descrito en la presente comprende una etapa c) de al menos curar parcialmente la composición de recubrimiento curable por

radiación de la etapa b) a un segundo estado de modo de fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas. La etapa de al menos curar parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación se puede llevar a cabo posteriormente a o en forma parcialmente simultánea con la etapa de orientación/alineamiento de al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas mediante la aplicación del campo magnético descrito en la presente (etapa b)). Con preferencia, la etapa de al menos curar parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación se lleva a cabo en forma parcialmente simultánea con la etapa de orientación/alineamiento al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas mediante la aplicación del campo magnético descrito en la presente (etapa b)). Por "forma parcialmente simultánea", se considera que ambas etapas se llevan a cabo en parte simultáneamente, es decir, se superponen parcialmente los tiempos de realización de cada una de las etapas. En el contexto descrito en la presente, cuando se realiza el curado en forma parcialmente simultánea con la etapa de orientación b), se debe entender que el curado es efectivo después de la orientación de modo que las partículas de pigmento se orientan antes del endurecimiento completo o parcial de la OEL.

El primer y segundo estado de la composición de recubrimiento curable por radiación se proporcionan mediante el uso de un determinado tipo de composición de recubrimiento curable por radiación. Por ejemplo, los componentes de la composición de recubrimiento curable por radiación diferentes de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas pueden adoptar la forma de tinta o composición de recubrimiento curable por radiación tal como los que se usan en aplicaciones de seguridad, por ejemplo, para la impresión de billetes. El primer y segundo estado mencionados anteriormente se proporcionan mediante el uso de un material que muestra un aumento de la viscosidad en reacción a una exposición a una radiación electromagnética. Es decir, cuando el material aglutinante fluidoso se cura o solidifica, dicho material aglutinante se convierte en el segundo estado en el que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas se fijan en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no se pueden mover ni girar dentro del material aglutinante.

Como es conocido por los expertos en la técnica, los ingredientes compuestos en una composición de recubrimiento curable por radiación para aplicar sobre una superficie tal como un sustrato y las propiedades físicas de dicha composición de recubrimiento curable por radiación debe cumplir los requerimientos del proceso usado para transferir la composición de recubrimiento curable por radiación a la superficie del sustrato. En consecuencia, el material aglutinante compuesto en la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente se elige normalmente entre los conocidos en la técnica y depende del recubrimiento o proceso de impresión usado para aplicar la composición de recubrimiento curable por radiación y el proceso de curado de radiación elegido.

En las capas de efecto óptico (OELs) descritas en la presente, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente se dispersan en la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende un material aglutinante curado que fija/congela la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas. El material aglutinante curado es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un rango de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 2500 nm. El material aglutinante en consecuencia, al menos está en su estado curado o sólido (también denominado como segundo estado en la presente), al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un rango de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 2500 nm, es decir, dentro del rango de longitud de onda que es normalmente denominado como el "espectro óptico" y que comprende porciones del infrarrojo, visible y UV del espectro electromagnético, de modo que las partículas contenidas en el material aglutinante en su estado curado o sólido y su reflectividad dependiente de la orientación se pueden percibir a través del material aglutinante. Con preferencia, el material aglutinante curado es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un rango de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 800 nm, con más preferencia comprendida entre 400 nm y 700 nm. En la presente, el término "transparente" indica que la transmisión de radiación electromagnética a través de una capa de 20 μm del material aglutinante curado presente en la OEL (que no incluye las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas, sino todos los otros componentes opcionales de la OEL en caso de que tales componentes estén presentes) es al menos 50%, con más preferencia al menos 60%, incluso con más preferencia al menos 70%, en las longitudes de onda en cuestión. Esto se puede determinar por ejemplo mediante la medición de la transmitancia de una pieza de prueba del material aglutinante curado (no incluye las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas) de acuerdo con los métodos de prueba bien establecidos, por ejemplo, DIN 5036-3 (1979 a 1911). Si la OEL sirve como una característica de seguridad encubierta, entonces, serán necesarios medios técnicos normalmente para detectar el efecto óptico (completo) generado por la OEL bajo las respectivas condiciones de iluminación que comprenden la longitud de onda no visible seleccionada; dicha detección requiere que la longitud de onda de la radiación incidente se seleccione fuera del rango visible, por ejemplo, en el rango UV cercano. En este caso, es preferible que la OEL comprenda partículas de pigmento luminiscentes que muestren luminiscencia en respuesta a la longitud de onda seleccionada fuera del espectro visible contenido en la radiación incidente. Las porciones de infrarrojo, visible y UV del espectro electromagnético corresponden aproximadamente al rango de longitudes de onda entre 700-2500 nm, 400-700 nm, y 200-400 nm respectivamente.

Como se mencionó antes en la presente, la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente depende del proceso de recubrimiento o impresión usado para aplicar dicha composición de recubrimiento

curable por radiación y el proceso de curado elegido. Con preferencia, el curado de la composición de recubrimiento curable por radiación involucra una reacción química que no se reviere con un simple aumento de temperatura (por ejemplo, hasta 80°C) que puede ocurrir durante un uso típico de un artículo que comprende la OEL descrita en la presente. El término "curado" o "curable" se refiere a procesos que incluyen la reacción química, reticulación o polimerización de al menos un componente en la composición de recubrimiento curable por radiación aplicada de manera tal que se convierte en un material polimérico que tiene un mayor peso molecular que las sustancias de partida. El curado por radiación ventajosamente conduce a un aumento instantáneo en la viscosidad de la composición de recubrimiento curable por radiación después de la exposición a la irradiación de curado, de este modo se evita cualquier movimiento adicional de las partículas de pigmento y, en consecuencia, cualquier pérdida de información después de la etapa de orientación magnética. Con preferencia, la etapa de curado (etapa c)) se lleva a cabo mediante curado por radiación incluyendo el curado por radiación de luz UV-visible o por curado por radiación de haz de electrones, con más preferencia por el curado por radiación de luz UV-visible.

Por lo tanto, las composiciones de recubrimiento curables por radiación adecuadas para la presente invención incluyen composiciones curables por radiación que pueden ser curadas por radiación de luz UV-visible (de aquí en adelante denominadas como curable por radiación de UV-Vis) o por radiación de haz de electrones (de aquí en adelante denominadas como EB). Las composiciones curables por radiación son conocidas en la técnica y se pueden encontrar en libros de texto estándar, tales como la serie "Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", Volumen IV, Formulation, by C. Lowe, G. Webster, S. Kessel y I. McDonald, 1996 por John Wiley & Sons en asociación con SITA Technology Limited. De acuerdo con una forma de realización particularmente preferida de la presente invención, la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente es una composición de recubrimiento curable por radiación UV-Vis.

Con preferencia, la composición de recubrimiento curable por radiación UV-Vis comprende uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste en compuestos radicalmente curables y compuestos catiónicamente curables. La composición de recubrimiento curable por radiación UV-Vis descrito en la presente puede ser un sistema híbrido y comprende una mezcla de uno o más compuestos catiónicamente curables y uno o más compuestos radicalmente curables. Los compuestos catiónicamente curables se curan por mecanismos catiónicos que incluyen típicamente la activación por la radiación de uno o más fotoiniciadores que liberan especies catiónicas, tales como ácidos, que a su vez inician el curado con el fin de reaccionar y/o reticular las monómeros y/u oligómeros para curar de esta manera la composición de recubrimiento curable por radiación. Los compuestos radicalmente curables se curan por mecanismos de radicales libres que incluyen típicamente la activación por la radiación de uno o más fotoiniciadores, de este modo se generan radicales que a su vez inician la polimerización con el fin de curar la composición de recubrimiento curable por radiación. De acuerdo con los monómeros, oligómeros o prepolímeros usados para preparar el aglutinante comprendido en las composiciones de recubrimiento curables UV-Vis por radiación descritas en la presente, se pueden usar diferentes fotoiniciadores. Los ejemplos adecuados de fotoiniciadores de radicales libres son conocidos por los expertos en la técnica e incluyen sin limitación, acetofenonas, benzofenonas, bencildimetil cetales, alfa-aminocetonas, alfa-hidroxicetonas, óxidos de fosfina y derivados de óxido de fosfina, así como mezclas de dos o más de ellos. Los ejemplos adecuados de fotoiniciadores catiónicos son conocidos por los expertos en la técnica e incluyen sin limitación sales de onio tales como sales de yodonio orgánicos (por ejemplo de sales de diaril yodonio), oxonio (por ejemplo, sales de triariloxonio) y sales de sulfonio (por ejemplo, sales de triarilsulfonio), así como mezclas de dos o más de ellos. Otros ejemplos de fotoiniciadores útiles se pueden encontrar en libros de texto estándar tales como "Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", Volumen III, "Photoinitiators for Free Radical Cationic y Anionic Polymerization", 2da edición, by J. V. Crivello & K. Dietliker, editado por G. Bradley y publicado en 1998 por John Wiley & Sons en asociación con SITA Technology Limited. También puede ser ventajoso incluir un sensibilizador en conjunción con uno o más fotoiniciadores con el fin de lograr el curado eficiente. Los ejemplos típicos de fotosensibilizadores adecuados incluyen, sin limitación, isopropil-tioxantona (ITX), 1-cloro-2-propoxi-tioxantona (CPTX), 2-cloro-tioxantona (CTX) y 2,4-dietil-tioxantona (DETX) y mezclas de dos o más de ellos. Uno o más fotoiniciadores comprendidos en las composiciones de recubrimiento curables por radiación UV-Vis están presentes con preferencia en una cantidad total de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 20% en peso, con más preferencia aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 15% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de las composiciones de recubrimiento curables por radiación.

La composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente puede comprender además uno o más sustancias marcadoras o identificadores y/o uno o más materiales legibles por máquina seleccionados del grupo que consiste en materiales magnéticos (diferentes de las partículas de pigmento magnético o magnetizable en forma de plaquetas descriptas en la presente), materiales luminiscentes, materiales eléctricamente conductores y materiales de absorción de infrarrojos. Como se usa en la presente, el término "material legible por máquina" se refiere a un material que presenta al menos una propiedad distintiva que no es perceptible a simple vista y que puede estar comprendido en una capa con el fin de conferir una forma de autenticar dicha capa o artículo que comprende dicha capa mediante el uso de un equipo particular para su autenticación.

La composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente puede comprender además uno o más componentes colorantes seleccionados del grupo que consiste en partículas de pigmentos orgánicos, partículas de pigmento inorgánicos, y colorantes orgánicos, y/o uno o más aditivos. Estos últimos incluyen, sin limitación, los

compuestos y materiales que se utilizan para el ajuste de los parámetros físicos, reológicos y químicos de la composición de recubrimiento curable por radiación, tales como la viscosidad (por ejemplo, solventes, espesantes y tensioactivos), la consistencia (por ejemplo, agentes antisedimentación, cargas y plastificantes), las propiedades de formación de espuma (por ejemplo, agentes antiespumantes), las propiedades lubricantes (ceras, aceites), estabilidad UV (fotoestabilizadores), las propiedades de adhesión, las propiedades antiestáticas, la estabilidad de almacenamiento (inhibidores de la polimerización) etc. Los aditivos descritos en la presente pueden estar presentes en la composición de recubrimiento curable por radiación en cantidades y en las formas conocidas en la técnica, entre las cuales se incluyen los denominados nano-materiales en los que al menos una de las dimensiones del aditivo está en el rango de 1 a 1000 nm.

La composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente. Con preferencia, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas están presentes en una cantidad de aproximadamente 2% en peso a aproximadamente 40% en peso, con más preferencia aproximadamente 4% en peso a aproximadamente 30% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende el material aglutinante, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas y otros componentes opcionales de la composición de recubrimiento curable por radiación.

Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente se definen por tener, debido a su forma no esférica, la reflectividad no isotrópica con respecto a una radiación electromagnética incidente para la cual el material aglutinante endurecido es al menos parcialmente transparente. Como se usa en la presente, el término "reflectividad no isotrópica" indica que la proporción de la radiación incidente desde un primer ángulo que es reflejado por una partícula en una dirección determinada (visión) (un segundo ángulo) es una función 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 visualización. Con preferencia, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente tienen una reflectividad no isotrópica con respecto a la radiación electromagnética incidente en algunas partes o en el rango de longitud de onda completo de aproximadamente 200 a aproximadamente 2500 nm, con más preferencia de aproximadamente 400 a aproximadamente 700 nm, de forma que un cambio en la orientación de la partícula produce un cambio de reflexión de esa partícula en una dirección determinada. Como es conocido por el experto en la técnica, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en la presente son diferentes de los pigmentos convencionales, dichas partículas de pigmento convencionales exhiben el mismo color para todos los ángulos de visión, mientras que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en la presente exhiben reflectividad no isotrópica como se describió antes en la presente.

Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas preferentemente son partículas en forma elipsoide alargada o aplanada, en forma de plaqueta o en forma de aguja o una mezcla de dos o más de ellas y más preferentemente partículas en forma de plaqueta.

Los ejemplos adecuados de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente incluyen, sin limitación partículas de pigmento que comprenden un metal magnético seleccionado del grupo que consiste en cobalto (Co), hierro (Fe), gadolinio (Gd) y níquel (Ni); aleaciones magnéticas de hierro, manganeso, cobalto, níquel y mezclas de dos o más de ellos; óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel y mezclas de dos o más de ellos; y mezclas de dos o más de ellos. El término "magnético" en referencia a los metales, aleaciones y óxidos se dirige a los metales, aleaciones y óxidos ferromagnéticos o ferrimagnéticos. Los óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o una mezcla de dos o más de ellos 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 representa un metal de dos valencias, R representa un metal de tres valencias, y A representa un metal de cuatro valencias.

Los ejemplos de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente incluyen, sin limitación partículas de pigmento que comprenden una capa magnética M hecha de uno más de metales magnéticos tales como cobalto (Co), hierro (Fe), gadolinio (Gd) y níquel (Ni); y una aleación magnética de hierro, cobalto o níquel, donde dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas pueden ser estructuras multicapas que comprenden una o más capas adicionales. Con preferencia, una o más capas adicionales son capas A hechas independientemente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en fluoruros metálicos tales como fluoruro de magnesio (MgF_2), óxido de silicio (SiO), dióxido de silicio (SiO_2), óxido de titanio (TiO_2), sulfuro de zinc (ZnS) y óxido de aluminio (Al_2O_3), con más preferencia dióxido de silicio (SiO_2); o capas B hechas independientemente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, con preferencia seleccionadas del grupo que consiste en metales reflectantes y aleaciones metálicas reflectantes, y con más preferencia seleccionados del grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr), y níquel (Ni), y aún con más preferencia aluminio (Al); o una combinación de una o más capas A tal como las descritas anteriormente en la presente y una o más capas B tal como las descritas anteriormente en la presente. Los ejemplos típicos de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas son

5 estructuras multicapas descritas anteriormente en la presente incluyen sin limitación estructuras multicapas A/M, estructuras multicapas A/M/A, estructuras multicapas A/M/B, estructuras multicapas A/B/M/A, estructuras multicapas A/B/M/B, estructuras multicapas A/B/M/B/A, estructuras multicapas B/M, estructuras multicapas B/M/B, estructuras multicapas B/A/M/A, estructuras multicapas B/A/M/B, estructuras multicapas B/A/M/B/A/, donde las capas A, las capas magnéticas M y las capas B se eligen de las descritas anteriormente en la presente.

10 Al menos parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente pueden estar constituidas por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas y/o partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas que no tienen propiedades ópticamente variables. Con preferencia, al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas. Además de la seguridad encubierta provista por la propiedad de cambio de color de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas, que permite detectar, reconocer y/o discriminar fácilmente un artículo o documento de seguridad que lleva una tinta, 15 composición de recubrimiento curable por radiación, cubierta o capa que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas descritas en la presente de sus posibles falsificaciones usado los sentidos humanos naturales, las propiedades ópticas de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables con forma de plaqueta también se pueden usar como una herramienta legible por máquina para el reconocimiento de la OEL. En consecuencia, las propiedades ópticas de las 20 partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas se pueden usar en forma simultánea como una característica de seguridad encubierta o semi-encubierta en un proceso de autenticación donde se analizan las propiedades ópticas (por ejemplo, espectrales) de las partículas de pigmento. El uso de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas en las composiciones de recubrimiento curable por radiación para producir una OEL aumenta la importancia de la OEL como una característica de seguridad en las aplicaciones del documento de seguridad, debido a que tales materiales (es decir, 25 partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas) se reservan para la industria de impresión de documentos de seguridad y no están comercialmente disponibles al público.

30 Además, y debido a sus características magnéticas, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente son legibles por máquina, y en consecuencia las composiciones de recubrimiento curable por radiación que comprenden estas partículas de pigmento se pueden detectar por ejemplo con detectores magnéticos específicos. Las composiciones de recubrimiento curables por radiación que comprenden las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente e consecuencia se pueden usar como un elemento de seguridad encubierto o semi-encubierto (herramienta de autenticación) para los documentos 35 de seguridad.

40 Como se mencionó anteriormente, con preferencia al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas está constituido por las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas. Con más preferencia estos se pueden seleccionar del grupo que consiste en partículas de pigmento de interferencia de película fina no esféricas, partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnéticas no esféricas, las partículas de pigmento recubiertas de interferencia no esféricas que comprenden un material magnético y mezclas de dos o más de ellos.

45 Las partículas de pigmento de interferencia de película fina magnéticas son conocidas por los expertos en la técnica se describen por ejemplo en US 4.838.48; WO 2002/073250 A2; EP 0 686 675 B1; WO 2003/000801 A2; US 6.838.166; WO 2007/131833 A1; EP 2 402 401 A1 y en los documentos citados en la presente. Con preferencia, las partículas de pigmento de interferencia de película fina magnéticas comprenden partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa de Fabry-Perot de cinco capas y/o partículas de pigmento tienen una estructura multicapa de Fabry-Perot de seis capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa de Fabry-Perot de 50 siete capas.

55 Las estructuras multicapas de Fabry-Perot de cinco capas preferidas consisten en estructuras multicapas absorbente/dieléctrico/reflector/dieléctrico/absorbente donde el reflector y/o el absorbente es también una capa magnética, con preferencia el reflector y/o el 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).

60 Las estructuras multicapas de Fabry-Perot de seis capas preferidas consisten en absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/dieléctrico/absorbente estructuras multicapas.

65 Las estructuras multicapas de Fabry-Perot de siete capas preferidas consisten en absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/reflector/dieléctrico/absorbente estructuras multicapas tales como las descritas en US 4.838.648.

Con preferencia, las capas reflectoras descritas en la presente se obtienen de modo independiente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas con preferencia seleccionados

del grupo que consisten en metales reflectantes y aleaciones de metales reflectantes, con más preferencia seleccionados del 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 sus aleaciones, aun con más preferencia seleccionados del grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr), níquel (Ni) y sus aleaciones, y aún con más preferencia aluminio (Al). Con preferencia, las capas dieléctricas se obtienen de modo independiente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consisten en fluoruros metálicos tales como fluoruro de magnesio (MgF₂), fluoruro de aluminio (AlF₃), fluoruro de cerio (CeF₃), fluoruro de lantano (LaF₃), fluoruros de sodio y aluminio (por ejemplo Na₃AlF₆), fluoruro de neodimio (NdF₃), fluoruro de samario (SmF₃), fluoruro de bario (BaF₂), fluoruro de calcio (CaF₂), fluoruro de litio (LiF), y óxidos metálicos tales como óxido de silicio (SiO), dióxido de silicio (SiO₂), óxido de titanio (TiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃), con más preferencia seleccionados del grupo que consiste en fluoruro de magnesio (MgF₂) y dióxido de silicio (SiO₂) y aún con más preferencia fluoruro de magnesio (MgF₂). Con preferencia, las capas de absorbente se obtienen de modo independiente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consisten 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), sus óxidos metálicos, sus sulfuros metálicos, sus carburos metálicos, y sus aleaciones metálicas, con más preferencia seleccionados del grupo que consisten en cromo (Cr), níquel (Ni), sus óxidos metálicos, y sus aleaciones metálicas, y aún con más preferencia seleccionados del grupo que consisten en cromo (Cr), níquel (Ni), y sus aleaciones metálicas. Con preferencia, la capa magnética comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o a aleación magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o a óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co). Cuando se prefieren partículas de pigmento de interferencia de película fina magnéticas que comprende una estructura de Fabry-Perot de siete capas, se prefiere particularmente que las partículas de pigmento de interferencia de película fina magnéticas comprendan una estructura multicapas de Fabry-Perot de siete capas absorbente/ dieléctrico/ reflector/ magnético/ reflector/ dieléctrico/ absorbente que consiste en una estructura multicapas Cr/MgF₂/Al/M/Al/MgF₂/Cr, donde M es una capa magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o a 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).

Las partículas de pigmento de interferencia de película fina magnéticas descritas en la presente pueden ser partículas de pigmento multicapas que se consideran seguras para la salud humana y el ambiente y se basan, por ejemplo en estructuras multicapas de Fabry-Perot de cinco capas, estructuras multicapas de Fabry-Perot de seis capas y estructuras multicapas Fabry-Perot de siete capas, donde dichas partículas de pigmento incluyen una o más capas magnéticas que comprende una aleación magnética que tiene una composición sustancialmente libre de níquel que incluye aproximadamente 40% en peso a aproximadamente 90% en peso hierro, aproximadamente 10% en peso a aproximadamente 50% en peso cromo y aproximadamente 0% en peso a aproximadamente 30% en peso aluminio. Los ejemplos típicos de partículas de pigmento multicapa se consideran seguros para la salud humana y el ambiente se pueden hallar en EP 2 402 401 A1 que se incorpora en la presente por referencia en su totalidad.

Las partículas de pigmento de interferencia de película fina magnética descritas en la presente se fabrican típicamente por una técnica de deposición convencional para las diferentes capas requeridas sobre una banda. Después de la deposición del número deseado de capas, por ejemplo, por deposición física de vapor (PVD), deposición química de vapor (CVD) o deposición electrolítica, la pila de capas se elimina de la banda ya sea por disolución de una capa de liberación en un solvente adecuado, o por extracción de material de la banda. El material obtenido de este modo, luego se descompone en partículas de pigmento en forma de plaquetas que se deben procesar adicionalmente por trituración, molienda (tal como, por ejemplo, para los procesos de molienda a chorro) o cualquier método adecuado a fin de obtener partículas de pigmento del tamaño solicitado. El producto resultante consiste en partículas de pigmento en forma de plaquetas planas con bordes rotos, formas irregulares y diferentes relaciones de aspecto. Para más información sobre la preparación de partículas de pigmento de interferencia de película fina magnética en forma de plaquetas adecuada se puede encontrar, por ejemplo, en EP 1 710 756 A1 y EP 1 666 546 A1, que se incorpora en la presente por referencia.

Las partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnéticas adecuadas que exhiben características ópticamente variables incluyen, sin limitación, las partículas de pigmento magnéticas monocapa de cristal líquido colestérico y partículas de pigmento magnéticas multicapas de cristal líquido colestérico. Tales partículas de pigmento se describen por ejemplo en WO 2006/063926 A1, US 6.582.781 y US 6.531.221. WO 2006/063926 A1 describe las monocapas y partículas de pigmentos obtenidos de los mismos con un alto brillo y propiedades de cambios de color con propiedades particulares adicionales, tales como la capacidad de magnetización. Las monocapas descritas y las partículas de pigmento, que se obtienen de la misma mediante la trituración de dichas monocapas, incluyen una mezcla de cristal líquido colestérico reticulado de forma tridimensional y nanopartículas magnéticas. US 6.582.781 y US 6.410.130 describen partículas de pigmentos colestéricos multicapa, que comprenden la secuencia de A1/B/A2, donde A1 y A2 pueden ser iguales o diferentes y cada una comprende al menos una capa colestérica, y B es una capa intermedia de absorción de la totalidad o parte de la luz transmitida por las capas A1 y A2 y que imparten propiedades magnéticas a dicha capa intermedia. US 6.531.221 describe partículas de pigmento colestérico multicapa en forma de plaquetas que comprenden la secuencia de A/B y opcionalmente C, en la que A y C son capas absorbentes que comprenden partículas de pigmento que imparten propiedades magnéticas, y B es una capa colestérica.

Los pigmentos de interferencia recubiertos adecuados que comprenden uno o más materiales magnéticos incluyen sin limitación estructuras que consisten en un sustrato seleccionado del grupo que consiste en un núcleo recubierto con una o más capas, donde al menos uno del núcleo o la una o más capas tienen propiedades magnéticas. Por ejemplo, los pigmentos de interferencia recubiertos adecuados comprenden un núcleo hecho de un material magnético tal como se describió anteriormente en la presente, dicho núcleo está recubierto con una o más capas hechas de uno o más óxidos metálicos, o 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 (SiO₂), óxidos de aluminio (Al₂O₃), óxidos de titanio (TiO₂), grafitos y mezclas de dos o más de los mismos. Además, pueden estar presentes una o más capas adicionales tales como capas colorantes.

Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente se pueden tratar en superficie de modo de protegerlas contra cualquier deterioro que se pueda producir en la composición de recubrimiento curable por radiación y/o facilitar su incorporación en la composición de recubrimiento curable por radiación; normalmente se pueden usar materiales inhibidores de la corrosión y/o agentes humectantes.

De acuerdo con una forma de realización y con la condición de que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas sean partículas de pigmento en forma de plaquetas, el proceso para producir la capa de efecto óptico descrito en la presente también puede comprender una etapa de exposición de la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente a un campo magnético dinámico de un primer dispositivo generador de campo magnético de modo de orientar en forma biaxial al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas, dicha etapa se lleva a cabo después de la etapa a) y antes de la etapa b). Los procesos que comprenden tal etapa de exposición de una composición de recubrimiento a un campo magnético dinámico de un primer dispositivo generador de campo magnético de modo de orientar en forma biaxial a al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas antes de una etapa de exposición adicional de la composición de recubrimiento a un segundo dispositivo generador de campo magnético, en particular al campo magnético del ensamblaje magnético descrito en la presente, se describen en WO 2015/086257 A1. Posteriormente a la exposición de la composición de recubrimiento curable por radiación al campo magnético dinámico del primer dispositivo generador de campo magnético descrito en la presente y mientras que la composición de recubrimiento curable por radiación aún está húmeda o suficientemente blanda de modo que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas de estas también se pueden mover y girar, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas también se reorientan mediante el uso del campo magnético del ensamblaje magnético descrito en la presente.

La realización de una orientación bi-axial significa que se obtienen partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas para orientar de manera tal que sus dos ejes principales están limitados. Es decir, cada partícula de pigmento magnético o magnetizable con forma de plaquetas se puede considerar que 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 mayor y menor de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas se orientan de acuerdo con el campo magnético dinámico. Efectivamente, esto produce partículas de pigmento magnéticas en forma de plaquetas vecinas que están cerca entre sí en el espacio para ser esencialmente paralelas entre sí. Para llevar a cabo una orientación bi-axial, las partículas de pigmento magnéticas en forma de plaquetas se debe someter a un campo magnético externo fuertemente dependiente del tiempo. Dicho de otra manera, la orientación bi-axial alinea los planos de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas de manera que los planos de dichas partículas de pigmento se orientan para estar esencialmente paralelas a los planos partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas vecinos (en todas las direcciones). En una forma realización, tanto el eje mayor como el eje menor perpendicular al eje principal descritos anteriormente de los planos de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas se orientan por el campo magnético dinámico de modo que las partículas de pigmento vecinas (en todas las direcciones) tienen sus ejes mayor y menor alineados entre sí.

De acuerdo con una forma de realización, la etapa de realizaciones de una orientación bi-axial de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas lleva a una orientación magnética en donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas tienen sus dos ejes principales sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato. Para tal alineación, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas se aplanan dentro de la composición de recubrimiento curable por radiación sobre el sustrato y se orientan con sus ejes X y eje Y (que se muestra en la Figura 1 de WO 2015/086257 A1) paralelos con la superficie del sustrato.

De acuerdo con otra forma de realización, la etapa de llevar a cabo una orientación bi-axial de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas lleva a una orientación magnética en donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas tienen un primer eje dentro del plano X-Y sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato y un segundo eje que es perpendicular a dicho primer eje en un ángulo de elevación sustancialmente no cero a la superficie del sustrato.

De acuerdo con otra forma de realización, la etapa de realizaciones de una orientación bi-axial de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas lleva a una orientación magnética donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas tienen su plano X-Y paralelo a una superficie esferoide imaginaria.

5 Los dispositivos generadores de campo magnético particularmente preferidos para las orientaciones biaxiales de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas se describen en EP 2 157 141 A1. El dispositivo generador de campo magnético descrito en EP 2 157 141 A1 proporciona un campo magnético dinámico que cambia su dirección forzando las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de
10 plaquetas a oscilar rápidamente hasta que los ejes principales, eje X y eje Y, están paralelos a la superficie del sustrato, es decir, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas giran hasta que están en la formación tipo hoja estable con sus ejes X e Y paralelos a la superficie del sustrato y se aplanan en dichas dos dimensiones.

15 Otros dispositivos generadores de campo magnético particularmente preferidos para la orientación bi-axial de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas comprenden matrices de imán permanente Halbach lineales, es decir, ensamblajes que comprenden una pluralidad de imanes con diferentes direcciones de magnetización. La descripción detallada de imanes permanentes Halbach fue proporcionada por Z.Q. Zhu et D. Howe (Halbach permanent magnet machines and applications: a, IEE. Proc. Electric Power Appl., 2001, 20
20 148, p. 299308). El campo magnético producido por una matriz de Halbach tiene las propiedades de que se concentra en un lado mientras que se reduce a casi a cero en el otro lado. La solicitud en trámite EP 14195159.0 describe dispositivos adecuados para la orientación biaxial de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas bi-axialmente orientar, en el que dichos dispositivos comprenden un ensamblaje de cilindro Halbach. Otros dispositivos generadores de campo magnético particularmente preferidos
25 para la orientación bi-axial de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas son imanes giratorios, dichos imanes comprenden imanes giratorios en forma de disco o ensamblajes de imanes que se magnetizan esencialmente a lo largo de su diámetro. Los imanes giratorios o ensamblajes de imanes adecuados se describen en US 2007/0172261 A1, dichos imanes giratorios o ensamblajes de imanes generan campos magnéticos variables en el tiempo radialmente simétricos, lo que permite la bi-orientación de las partículas de pigmento
30 magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas de una composición de recubrimiento aún no endurecida. Estos imanes o ensamblajes de imanes son impulsados por un eje (o cabezal) conectado a un motor externo. CN 102529326 B describe ejemplos de dispositivos generadores de campo magnético con imanes giratorios que podrían ser adecuados para las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas de orientación biaxial. En una forma de realización preferida, los dispositivos generadores de campo magnético
35 adecuados para orientar bi-axialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas son imanes giratorios en forma de discos libres de eje o ensamblajes de imán restringidos en una carcasa hecha de materiales no magnéticas, con preferencia no conductores y son impulsados por una o más bobinas de hilo de imán enrollados alrededor de la carcasa. Los ejemplos de tales imanes giratorios en forma de discos libres de eje o ensamblajes de imán se describen en WO 2015/082344 A1 y en la solicitud en trámite EP 14181939.1.

40 El sustrato descrito en la presente se selecciona con preferencia del grupo que consiste en papeles u otros materiales fibrosos, tales como celulosa, materiales que contienen papel, vidrios, metales, cerámicas, plásticos y polímeros, plásticos o polímeros metalizados, materiales compuestos y mezclas o combinaciones de estos. El papel típico, tipo papel u otros materiales fibrosos están hechos de una variedad de fibras que incluyen, sin limitación, de
45 abacá, algodón, lino, pulpa de madera, y mezclas de estos. Como es bien conocido por los expertos en la técnica, se prefieren algodón y mezclas de algodón/lino para los billetes, mientras que la pulpa de madera se utiliza comúnmente en los documentos de seguridad que no son billetes. Los ejemplos típicos de plásticos y polímeros incluyen poliolefinas tales como polietileno (PE) y polipropileno (PP), poliamidas, poliésteres tales como poli (tereftalato de etileno) (PET), poli (tereftalato de 1,4-butileno) (PBT), poli (2, 6-naftoato de etileno) (PEN) y cloruros de polivinilo (PVC). Las fibras de olefina unidas por hilo tales como los comercializados bajo la marca Tyvek®
50 también se pueden usar como sustrato. Los ejemplos típicos de plásticos o polímeros metalizados incluyen los materiales plásticos o de polímero descritos anteriormente que tienen un metal dispuesto en forma continua o discontinua en su superficie. Un ejemplo típico de metales incluyen, sin limitación aluminio (Al), cromo (Cr), cobre (Cu), oro (Au), hierro (Fe), níquel (Ni), plata (Ag), combinaciones de ellos o aleaciones de dos o más de los metales mencionados anteriormente. La metalización de los materiales plásticos o de polímero descrita anteriormente se puede realizar por un proceso de electrodeposición, un proceso de recubrimiento de alto vacío o por un proceso de pulverización catódica. Los ejemplos típicos de materiales compuestos incluyen, sin limitación estructuras multicapas o laminados de papel y al menos un material de plástico o polímero tal como los descritos anteriormente, así como
55 fibras de plástico y/o polímero incorporados en un material tipo papel o fibroso tal como los descritos anteriormente. Obviamente, el sustrato puede comprender otros aditivos que son conocidos por los expertos en la técnica, tales como agentes de encolado, blanqueadores, auxiliares del procesamiento, agentes de refuerzo o resistencia en húmedo, etc. El sustrato descrito en la presente puede ser proporcionado bajo la forma de una banda (por ejemplo, una hoja continua de los materiales descritos anteriormente en la presente) o bajo la forma de hojas. Si el OEL producido de acuerdo con la presente invención está en un documento de seguridad, y con el objetivo de aumentar
60 adicionalmente el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y reproducción ilegal de dicho documento de seguridad, el sustrato puede comprender una marca impresa, recubierta, o marcada con láser o perforada por

láser, marcas de agua, hilos de seguridad, fibras, confetis, compuestos luminiscentes, ventanas, láminas, etiquetas de seguridad y combinaciones de dos o más de ellos. Con el mismo objetivo de aumentar aún más el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y reproducción ilegal de documentos de seguridad, el sustrato puede comprender uno o más sustancias marcadoras o identificadores y/o sustancias legibles por máquina (por ejemplo, sustancias luminiscentes, sustancias absorbentes UV/visible/IR, sustancias magnéticas y combinaciones de ellas).

También se describen en la presente ensamblajes magnéticos para producir un OEL tal como los que se describen en la presente sobre el sustrato descrito en la presente, dicha OEL que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas que se orientan en la composición de recubrimiento curable por radiación curada tal como se describe en la presente.

Los ensamblajes magnéticos para producir una OEL sobre un sustrato tal como los que se describen en la presente comprenden:

i) un dispositivo generador de campo magnético (x30) que forma una forma de bucle (de aquí en adelante denominado dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle) y que tiene un eje magnético Norte-Sur que es sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) sobre la cual se aplica composición curable por radiación que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas; y

ii) un dispositivo generador de campo magnético (x40) hecho de un imán dipolar de barra o una combinación de imanes dipolares de barra, donde dicho imán dipolar de barra o dicha combinación de imanes dipolares de barra tienen un eje magnético Norte-Sur, un eje magnético Norte-Sur resultante respectivamente, sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20) sobre la cual se aplica la composición curable por radiación que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas.

El dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30)

i) puede estar hecho de un imán dipolar en forma de bucle único que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie de sustrato (x20), o

ii) puede ser una combinación de dos o más imanes dipolares dispuestos en una configuración de forma de bucle y que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante perpendicular a la superficie de sustrato (x20).

El imán dipolar en forma de bucles o los dos o más imanes dipolares dispuestos en una disposición de forma de bucle del dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) con preferencia están hechos de materiales seleccionados del grupo que comprende aleación Alnico, tal como por ejemplo Alnico 5 (R1-1-1), Alnico 5 DG (R1-1-2), Alnico 5-7 (R1-1-3), Alnico 6 (R1-1-4), Alnico 8 (R1-1-5), Alnico 8 HC (R1-1-7) y Alnico 9 (R1-1-6); ferritas tales como por ejemplo hexaferrita de estroncio (SrFe₁₂O₁₉), hexaferrita de bario, aleaciones de cobalto, cerámica 5 (SI-1-6), cerámica 7 (SI-1-2), cerámica 8 (SI-1-5), o aleaciones de tierra rara-hierro tal como RECo₅ (con RE = Sm o Pr), RE₂TM₁₇ (con RE = Sm, TM = Fe, Cu, Co, Zr, Hf), RE₂TM₁₄B (con RE = Nd, Pr, Dy, TM = Fe, Co); aleaciones anisotrópicas de Fe Cr Co; materiales seleccionados del grupo de PtCo, MnAlC, RE Cobalto 5/16, RE Cobalto 14. Se prefieren particularmente los materiales compuestos de imán permanente fácilmente trabajables que comprenden un relleno magnético permanente, tal como hexaferrita de estroncio (SrFe₁₂O₁₉) o polvo de neodimio-hierro-boro (Nd₂Fe₁₄B), en una matriz de plástico o tipo caucho.

El dispositivo generador de campo magnético (x40)

i) puede estar hecho de un imán dipolar de barra única que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie de sustrato (x20), o

ii) puede ser una combinación de dos o más imanes dipolares de barra que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente paralelo a la superficie de sustrato (x20).

De acuerdo con una forma de realización, el dispositivo generador de campo magnético (x40) está hecho de un imán dipolar de barra única.

De acuerdo con otra forma de realización, el dispositivo generador de campo magnético (x40) es una combinación de dos o más imanes dipolares de barra que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente paralelo a la superficie de sustrato (x20). Los dos o más imanes dipolares de barra se pueden disponer en una configuración simétrica o en una configuración asimétrica. Con preferencia, los o más imanes dipolares de barra tiene la misma dirección magnética, es decir, todos ellos tienen su polo Norte orientado en la misma dirección.

Los imanes dipolares de barra del dispositivo generador de campo magnético (x40) con preferencia se obtienen de materiales seleccionados del grupo que comprenden aleación Alnico, tal como por ejemplo Alnico 5 (R1-1-1), Alnico 5 DG (R1-1-2), Alnico 5-7 (R1-1-3), Alnico 6 (R1-1-4), Alnico 8 (R1-1-5), Alnico 8 HC (R1-1-7) y Alnico 9 (R1-1-6); ferritas tal como por ejemplo hexaferrita de estroncio (SrFe₁₂O₁₉), hexaferrita de bario, aleaciones de cobalto, cerámica 5 (SI-1-6), cerámica 7 (SI-1-2), cerámica 8 (SI-1-5), o aleaciones de tierra rara-hierro tal como RECo₅ (con RE = Sm o Pr), RE₂TM₁₇ (con RE = Sm, TM = Fe, Cu, Co, Zr, Hf), RE₂TM₁₄B (con RE = Nd, Pr, Dy, TM = Fe, Co); aleaciones anisotrópicas de Fe Cr Co; materiales seleccionados del grupo de PtCo, MnAlC, RE Cobalto 5/16, RE

Cobalto 14. Se prefieren particularmente los materiales compuestos de imán permanente fácilmente trabajables que comprenden un relleno magnético permanente, tal como hexaferrita de estroncio ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) o polvo de neodimio-hierro-boro ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$), en una matriz de plástico o tipo caucho.

5 Cuando el dispositivo generador de campo magnético (x40) es una combinación de dos o más imanes dipolares de barra, dichos dos o más imanes dipolares de barra pueden estar separados por una o más piezas espaciadoras hechas de un material no magnético o pueden estar comprendidos en una matriz de soporte hecha de un material no magnético. Los materiales no magnéticos con preferencia se seleccionan del grupo que consiste en materiales conductores bajos, materiales no conductores y sus mezclas, tales como por ejemplo, plásticos y polímeros
 10 diseñados, aluminio, aleaciones de aluminio, titanio, aleaciones de titanio y aceros austeníticos (es decir, aceros no magnéticos). Los plásticos y polímeros diseñados incluyen sin limitación poliarilétercetonas (PAEK) y sus derivados poliéteretercetonas (PEEK), poliétercetonacetona (PEKK), polietherétercetonacetona (PEEKK) y poliétercetonaeetercetonacetona (PEKEKK); poliacetales, poliamidas, poliésteres, poliéteres, copoliéteresteres, poliiimidadas, polieterimidadas, polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE), tereftalato de polibutileno (PBT), polipropileno, copolímero de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), polietileno fluorados y perfluorados, poliestirenos, policarbonatos, polifenilensulfuro (PPS) y polímeros de cristal líquido. Los materiales preferidos son PEEK (poliéteretercetonas), POM (polioximetileno), PTFE (politetrafluoroetileno), Nylon® (poliamida) y PPS. Como se muestra en la Fig. 1A y 2A, el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) se puede ubicar entre el dispositivo generador de campo magnético (x40) y el sustrato (x20) que porta la composición de recubrimiento curable por radiación (x10) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente que se orientarán con el ensamblaje magnético, o
 15
 20 alternativamente el dispositivo generador de campo magnético (x40) se puede ubicar entre el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) y el sustrato (x20).

25 La distancia (d) entre el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) y el dispositivo generador de campo magnético (x40) puede estar comprendido en el rango comprendido entre aproximadamente 0 y aproximadamente 10 mm, con preferencia entre aproximadamente 0 y aproximadamente 3 mm de modo de tener un ensamblaje magnético más compacto.

30 Los materiales de los imanes bipolares comprendidos en el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30), los materiales de los imanes dipolares del dispositivo generador de campo magnético (x40), y las distancias (d) se seleccionan de modo que el campo magnético resultante de la interacción del campo magnético producido por el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) y el campo magnético producido por el dispositivo generador de campo magnético (x40), es decir, el campo resultante de los ensamblajes magnéticos descritos en la presente, es adecuado para producir las capas de efecto óptico descritas en la presente.

Los ensamblajes magnéticos para producir una OEL descrita en la presente también puede comprender una placa magnética grabada, tal como la descrita por ejemplo en WO 2005/002866 A1 y WO 2008/046702 A1. La placa magnética grabada se ubica entre el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) o el dispositivo generador de campo magnético (x40) y la superficie del sustrato, para modificar localmente el campo magnético del ensamblaje magnético. Tal placa grabada puede estar hecha de hierro (yugos de hierro). De modo alternativo, tal placa grabada puede estar hecha de un material plástico tal como los descritos en la presente en el que las partículas magnéticas se dispersan (tal como por ejemplo, Plastroferrite).

45 La Fig. 1A ilustra un ejemplo de un ensamblaje magnético adecuado para producir las capas de efecto óptico (OELs) (110) que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas sobre un sustrato (120) de acuerdo con la presente invención. El ensamblaje magnético de la Fig. 1A comprende un dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (140), dicho imán dipolar de barra se dispone sobre la parte superior de un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un imán dipolar de forma de anillo (130).

50 El dispositivo generador de campo magnético (140) que es un imán dipolar de barra puede ser un paralelepípedo que tiene una longitud (L1), un ancho (L2) y un espesor (L3) como se muestra en la Fig. 1A. El eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (140) está sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (120).

55 El dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle es un imán dipolar de forma de anillo (130) mostrado en la Fig. 1A tiene un diámetro externo (L4), un diámetro interno (L5) y un espesor (L6). El eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de forma de anillo (130) es sustancialmente perpendicular al eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de forma de anillo (140), es decir, sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (120).

60 El dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle es un imán dipolar de forma de anillo (130) y el dispositivo generador de campo magnético es un imán dipolar de barra (140) con preferencia en contacto directo, es decir la distancia (d) entre el imán dipolar de forma de anillo (130) y el imán dipolar de barra (140) es aproximadamente 0 mm (no se muestra en escala real en la Fig. 1A por la claridad del dibujo). La distancia entre la superficie superior del imán dipolar de barra (140) y la superficie del sustrato (120) que se orienta al imán dipolar de
 65

barra (140) se ilustra mediante la distancia h. Con preferencia, la distancia h está entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 10 mm, y con más preferencia entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 5 mm.

5 La OEL resultante producida por el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 1A se muestra en la Fig. 1B como se observa en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (120) entre -30° y $+20^\circ$. La OEL obtenida de este modo proporciona una impresión óptica de un cuerpo de forma de anillo que tiene un tamaño que varía después de inclinar el sustrato que comprende la capa de efecto óptico.

10 La Fig. 2A ilustra otro ejemplo de un ensamblaje magnético adecuado para producir las capas de efecto óptico (OELs) (210) que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas sobre un sustrato (220) de acuerdo con la presente invención. El ensamblaje magnético de la Fig. 2A comprende un dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (240) que se dispone por debajo de un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un imán dipolar de forma de anillo (230).

15 El dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (240) puede ser un paralelepípedo que tiene una longitud (L1), un ancho (L2) y un espesor (L3) mostrado en la Fig. 3. El eje magnético Norte-Sur de dicho imán dipolar de barra (240) es sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (220).

20 El dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un imán dipolar de forma de anillo (230) mostrado en la Fig. 2A tiene un diámetro externo (L4), un diámetro interno (L5) y un espesor (L6). El eje magnético Norte-Sur (230) del imán dipolar de forma de anillo (230) es sustancialmente perpendicular al eje magnético Norte-Sur del dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (240), es decir, sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (220).

25 Como se muestra en la Fig. 2A, el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un imán dipolar de forma de anillo (230) y el dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (240) con preferencia están en contacto directo, es decir, la distancia (d) entre el imán dipolar de forma de anillo (230) y el imán dipolar de barra (240) es aproximadamente 0 mm (no se muestra en escala real en la Fig. 2A para la claridad del dibujo). La distancia entre la superficie superior del imán dipolar de barra (240) y la superficie del sustrato (220) que se orienta al imán dipolar de barra (240) se ilustra por la distancia h. Con preferencia, la distancia h está entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 10 mm, y con más preferencia entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 5 mm.

35 La OEL resultante producida por el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 2A se muestra en la Fig. 2B como se observa en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (220) entre -30° y $+20^\circ$. La OEL obtenida de este modo proporciona una impresión óptica de un cuerpo de forma de anillo que tiene un tamaño que varía después de inclinar el sustrato que comprende la capa de efecto óptico.

40 La Fig. 3A ilustra otro ejemplo de un ensamblaje magnético adecuado para producir las capas de efecto óptico (OELs) (310) que comprenden partículas de pigmento magnetizables no esféricas sobre un sustrato (320) de acuerdo con la presente invención. El ensamblaje magnético de la Fig. 3A comprende un dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (340) que se dispone en la parte superior de un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330), donde dicho dispositivo magnético en forma de bucle triangular comprende tres imanes dipolares dispuestos en una disposición de forma de bucle triangular.

45 El dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (340) puede ser un paralelepípedo que tiene una longitud (L1), un ancho (L2) y un espesor (L3) como se muestra en la Fig. 3A. El eje magnético Norte-Sur de dicho imán dipolar de barra (340) es sustancialmente paralelo a la superficie superior del sustrato (320).

50 Cada uno de los tres imanes bipolares que forma el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) puede ser paralelepípedos que tienen tal longitud (L4), un ancho (L5) y un espesor (L6) como se muestra en la Fig. 3A. El eje magnético Norte-Sur de dicho dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) es sustancialmente perpendicular al triángulo formado por los tres imanes dipolares, y sustancialmente perpendicular al eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (340), es decir, sustancialmente perpendicular a la superficie superior del sustrato (320).

55 El dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle es un dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) y el dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (340) con preferencia están en contacto directo, es decir, la distancia (d) entre dicho dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) y dicho imán dipolar de barra (340) es 0 aproximadamente mm (no se muestra en escala real en la Fig. 3A para la claridad del dibujo). La distancia entre la superficie superior del imán dipolar de barra (340) y la superficie del sustrato (320) que se orienta al imán dipolar de barra (340) se ilustra mediante la distancia h. Con preferencia, la distancia h está entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 10 mm y con más preferencia entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 5 mm.

60

65

La OEL resultante producida por el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 3A se muestra en la Fig. 3B como se observa en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (320) entre -10° y $+40^\circ$. La OEL obtenida de este modo proporciona una impresión óptica de un cuerpo de forma de bucle triangular que tiene un tamaño que varía después de inclinar el sustrato que comprende la capa de efecto óptico.

5 La Fig. 4A ilustra otro ejemplo de un ensamblaje magnético adecuado para producir capas de efecto óptico (OELs) (410) que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas sobre un sustrato (420) de acuerdo con la presente invención, el ensamblaje magnético de la Fig. 4A comprende un dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (440) que se dispone sobre la parte superior de un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430), en donde dicho dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) comprende cuatro imanes dipolares dispuestos en forma de bucle cuadrado.

10 El dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (440) puede ser un paralelepípedo que tiene una longitud (L1), un ancho (L2) y un espesor (L3) como se muestra en la Fig. 4A. El eje magnético Norte-Sur de dicho imán dipolar de barra (440) es sustancialmente paralelo la superficie del sustrato (420).

20 Cada uno de los tres imanes dipolares que forman el dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) puede ser un paralelepípedo, cada uno tiene una longitud (L4), un ancho (L5) y un espesor (L6) como se muestra en la Fig. 4A. El eje magnético Norte-Sur de dicho dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) es sustancialmente perpendicular al cuadrado formado por los cuatro imanes dipolares, y sustancialmente perpendicular al eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (440), es decir, sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (420).

25 El dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle que es un dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) y el dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (440) con preferencia están en contacto directo, es decir, la distancia (d) entre dicho dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) y dicho imán dipolar de barra (440) es aproximadamente 0 mm (no se muestra en escala real en la Fig. 4A para la claridad del dibujo). La distancia entre la superficie superior del imán dipolar de barra (440) y la superficie del sustrato (420) que orienta el imán dipolar de barra (440) se ilustra mediante la distancia h. Con preferencia, la distancia h es entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 10 mm y con más preferencia entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 5 mm.

30 La OEL resultante producida por el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 4A se muestra en la Fig. 4B como se observa en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (420) entre -30° y $+20^\circ$. La OEL obtenida de este modo proporciona una impresión óptica de un cuerpo de bucle cuadrado que tiene un tamaño que varía después de inclinar el sustrato que comprende la capa de efecto óptico.

35 La presente invención además proporciona ensamblajes de impresión que comprenden un cilindro magnético giratorio que comprende uno o más ensamblajes magnéticos descritos en la presente, en donde dichos ensamblajes magnéticos se montan en ranuras circunferenciales del cilindro magnético giratorio así como ensamblajes de impresión que comprenden una unidad de impresión de mesa plana que comprende uno o más ensamblajes magnéticos descritos en la presente, donde dichos ensamblajes magnéticos se montan en las cavidades de la unidad de impresión de mesa plana.

40 El cilindro magnético giratorio está destinado a ser utilizado en, o en conjunción con, o ser parte de un equipo de impresión o recubrimiento, y que lleva uno o más ensamblajes magnéticos descritos en la presente. En una forma de realización, el cilindro magnético giratorio es parte de una prensa de impresión industrial giratoria, con alimentación de hojas o alimentación con bandas que funciona a alta velocidad de impresión de manera continua.

45 La unidad de impresión de mesa plana está destinada a ser utilizada en, o en conjunción con, o ser parte de un equipo de impresión o recubrimiento, y que lleva uno o más ensamblajes magnéticos descritos en la presente. En una forma de realización, la unidad de impresión de mesa plana es parte de una prensa de impresión industrial giratoria, con alimentación de hojas que opera de manera discontinua.

50 Los ensamblajes de impresión que comprenden el cilindro magnético giratorio descrito en la presente o la unidad de impresión de mesa plana descrita en la presente pueden incluir un alimentador de sustrato para la alimentación de un sustrato tal como los descritos en la presente que tiene una capa que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente, de modo que el uno o más ensamblajes magnéticos genera un campo magnético que actúa sobre la partículas de pigmento para orientarlas para formar una capa de efecto óptico (OEL). En una forma de realización de los ensamblajes de impresión que comprende un cilindro magnético giratorio descrito en la presente, es sustrato es alimentado por un alimentador de sustrato bajo la forma de hojas o una banda. En una forma de realización de los ensamblajes de impresión que comprende una unidad de impresión de mesa plana descrita en la presente, es sustrato es alimentado bajo la forma de hojas.

65

5 Los ensamblajes de impresión que comprenden el cilindro magnético giratorio descrito en la presente o la unidad de impresión de mesa plana descrita en la presente pueden incluir una unidad de recubrimiento o impresión para la aplicación de la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente sobre el sustrato descrito en la presente, la
 10 composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas que se orientan mediante el campo magnético generado por uno o más ensamblajes magnéticos descritos en la presente para formar una capa de efecto óptico (OEL). En una forma de realización de los ensamblajes de impresión que comprenden un cilindro magnético giratorio descrito en la presente, la unidad de recubrimiento o impresión actúa de acuerdo con un proceso giratorio continuo. En una forma de realización de los
 15 ensamblajes de impresión que comprende una unidad de impresión de mesa plana descrita en la presente, la unidad de recubrimiento o impresión actúa de acuerdo con un proceso discontinuo longitudinal.

15 Los ensamblajes de impresión que comprenden el cilindro magnético giratorio descrito en la presente o la unidad de impresión de mesa plana descrita en la presente pueden incluir una unidad de curado para al menos curar parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas que han sido orientadas magnéticamente por uno y más ensamblajes de imán descritos en la presente, de este modo se fija la orientación y posición de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas para producir una capa de efecto óptico (OEL).

20 La OEL descrita en la presente se puede proporcionar directamente en un sustrato sobre el que funcionará de modo permanente (por ejemplo, para aplicaciones de billetes). Alternativamente, una OEL también se puede proporcionar sobre un sustrato temporal para los fines de producción, a partir del cual se elimina posteriormente la OEL. Esto, por ejemplo puede facilitar la producción de la OEL, en particular, mientras que el material aglutinante se encuentra todavía en su estado fluido. A partir de este momento, después de curar al menos parcialmente la
 25 composición de recubrimiento para la producción de la OEL, el sustrato temporal se puede eliminar de la OEL.

30 Como alternativa, una capa de adhesivo puede estar presente en la OEL o puede estar presente en el sustrato que comprende una capa de efecto óptico (OEL), dicha capa de adhesivo que está en el lado del sustrato opuesto, el lado donde se proporciona la OEL o en el mismo lado que la OEL y en la parte superior de la OEL. Por lo tanto una capa de adhesivo se puede aplicar a la capa de efecto óptico (OEL) o al sustrato. Tal artículo puede estar unido a todo tipo de documentos u otros artículos o artículos sin impresión u otros procesos que implican la maquinaria y un esfuerzo relativamente alto. Alternativamente, el sustrato descrito en la presente comprende la OEL descrita en la presente puede estar en la forma de una lámina de transferencia, la cual puede ser aplicada a un documento o a un artículo en una etapa de transferencia separada. Para este propósito, el sustrato se proporciona con un
 35 recubrimiento de liberación, en el que se produce la OEL como se describe en la presente. Una o más capas de adhesivo se pueden aplicar sobre la OEL así producida.

40 En la presente también se describen sustratos que comprenden más de una, es decir, dos, tres, cuatro, etc. capas de efecto óptico (OEL) obtenidas por el proceso descrito en la presente.

45 En la presente también se describen artículos, en particular documentos de seguridad, elementos u objetos decorativos, que comprenden la capa de efecto óptico (OEL) producida de acuerdo con la presente invención. Los artículos, en particular, los documentos de seguridad, elementos u objetos decorativos, pueden comprender más de uno (por ejemplo, dos, tres, etc.) OEL producidas de acuerdo con la presente invención.

50 Como se ha mencionado en la presente, la capa de efecto óptico (OEL) producida de acuerdo con la presente invención se puede utilizar con fines decorativos, así como para la protección y la autenticación de un documento de seguridad. Los ejemplos típicos de elementos u objetos decorativos incluyen, sin limitación de bienes de lujo, envases cosméticos, piezas de automóviles, aparatos eléctricos/electrónicos, muebles y lacas de uñas.

55 Los documentos de seguridad incluyen, sin limitación documentos de valor y bienes de valor comercial. Un ejemplo típico de documentos de valor incluyen sin limitación, billetes, escrituras, boletos, cheques, vales, sellos fiscales y etiquetas de impuestos, contratos y similares, documentos de identidad tales como pasaportes, documentos de identidad, visados, licencias de conducir, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacciones, documentos o tarjetas de acceso, boletos de entrada, boletos de transporte público o títulos y similares, con preferencia billetes, documentos de identidad, documentos que otorgan derechos, licencias de conducir y tarjetas de crédito. El término "bien de valor comercial" 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 deben ser protegidos contra la
 60 falsificación y/o reproducción ilegal con el fin de justificar el contenido del envase, como por ejemplo los medicamentos genuinos. Los ejemplos de estos materiales de envasado incluyen, sin limitación etiquetas, tales como etiquetas de la marca de autenticación, etiquetas de evidencia de manipulación indebida y sellos. Se señala que los sustratos descritos, los documentos de valor y los bienes de valor comercial se proporcionan exclusivamente para ejemplificar los propósitos, sin restringir el alcance de la invención.

65

Como alternativa, la capa de efecto óptico (OEL) se puede producir sobre un sustrato auxiliar tal como por ejemplo un hilo de seguridad, una tira de seguridad, una lámina, una etiqueta de seguridad, una ventana o una marca y por lo tanto se transfieren a un documento de seguridad en una etapa separada.

5 EJEMPLOS

Los ensamblajes magnéticos representados en la Fig. 1A y 4A se usaron para orientar partículas de pigmento magnético ópticamente variables no esféricas en una capa impresa de la tinta de serigrafía curable por UV descrita en la Tabla 1 para producir las capas de efecto óptico (OEL) representadas en la figura. 1B a 4B. La tinta de serigrafía curable por UV se aplicó a mano en un papel comercial negro como el sustrato, usando una serigrafía T90. El sustrato de papel que lleva la capa aplicada de la tinta de impresión de serigrafía curable por UV se dispuso en un dispositivo generador de campo magnético (Fig. 1A a 4A). El patrón de orientación magnética así obtenido de las partículas de pigmento ópticamente variables no esféricas, en forma parcialmente simultánea a la etapa de orientación, se fijó mediante el curado UV de la capa impresa que comprende las partículas de pigmento usando una lámpara UV-LED de Phoseon (Tipo FireFlex 50 x 75 mm, 395 nm, 8 W/cm²).

Tabla 1. Tinta de impresión serigráfica curable por UV:

	Oligómero epoxiacrilato	36%
	Monómero de triacrilato de trimetilolpropano	13,5%
20	Monómero de diacrilato de tripropilenglicol	20%
	GenoradTM 16 (Rahn)	1%
	Aerosil® 200 (Evonik)	1%
	Speedcure TPO-L (Lambson)	2%
25	IRGACURE® 500 (BASF)	6%
	Genocure EPD (Rahn)	2%
	Tego® Foamex N (Evonik)	2%
	Partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables no esféricas (7 capas) (*)	16,5%

(*) partículas de pigmento magnético ópticamente variables doradas a verde que tienen forma de escama de diámetro d50 aproximadamente 9 μm y espesor de aproximadamente 1 μm, obtenido de Viavi Soluciones, Santa Rosa, CA.

Ejemplo 1 (Fig. 1A-1B)

El ensamblaje magnético usado para preparar el Ejemplo 1 comprendía un dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (140) que se dispone entre un imán dipolar en forma de anillo (130) y el sustrato (120) que porta la composición de recubrimiento (110) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1A.

El imán dipolar de barra (140) tenía una longitud (L1) de aproximadamente 30 mm, un ancho (L2) de aproximadamente 30 mm y un espesor (L3) de aproximadamente 2 mm. El eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (140) era paralelo a la superficie del sustrato (120). El imán dipolar de barra (140) estaba hecho de NdFeB N30UH.

El imán dipolar en forma de anillo (130) tenía un diámetro externo (L4) de aproximadamente 24,5 mm, un diámetro interno (L5) de aproximadamente 15 mm y un espesor (L6) de aproximadamente 2 mm. El eje magnético Norte-Sur del imán dipolar en forma de anillo (130) fue sustancialmente perpendicular al eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (140) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (120). El imán dipolar en forma de anillo (130) estaba hecho de NdFeB N33.

El imán dipolar en forma de anillo (130) y el imán de barra (140) estaban en contacto directo, es decir, la distancia (d) entre el imán dipolar en forma de anillo (130) y el imán de barra (140) fue aproximadamente 0 mm (no se muestra en escala real en la Fig. 1A para la claridad del dibujo). La distancia (h) entre la superficie del dipolo del imán de barra (140) y la superficie del sustrato de papel (120) que orienta el imán dipolar de barra (140) fue de aproximadamente 3 mm.

La OEL resultante producida con el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 1A se muestra en la Fig. 1B en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (120) entre -30° y +20°.

Ejemplo 2 (Fig. 2A-2B)

El ensamblaje magnético usado para preparar el Ejemplo 2 comprendía un imán dipolar en forma de anillo (230) que está dispuesto entre un dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (240) y el sustrato (220) que lleva la composición de recubrimiento (210) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2A.

El imán dipolar de barra (240) tenía una longitud (L1) de aproximadamente 30 mm, un ancho (L2) de aproximadamente 30 mm y un espesor (L3) de aproximadamente 4 mm. El eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (240) era sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (220). El imán dipolar de barra (240) estaba

5 El imán dipolar en forma de anillo (230) tenía un diámetro externo (L4) de aproximadamente 24,5 mm, un diámetro interno (L5) de aproximadamente 15 mm y un espesor (L6) de aproximadamente 2 mm y estaba hecho de NdFeB N33.

10 El imán dipolar en forma de anillo (230) y el imán dipolar de barra (240) estaban en contacto directo, es decir, la distancia (d) entre (230) y (240) fue de aproximadamente 0 mm (no se muestra en escala real en la Fig. 2A para la claridad del dibujo). La distancia (h) entre la superficie del imán dipolar en forma de anillo (230) y la superficie del sustrato de papel (220) orientada al imán dipolar de barra (240) fue de aproximadamente 5 mm.

15 La OEL resultante producida con el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 2A se muestra en la Fig. 2B en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (220) entre -30° y $+20^\circ$.

Ejemplo 3 (Fig. 3A-3B)

20 El ensamblaje magnético usado para preparar el Ejemplo 3 comprendía un dispositivo generador de campo magnético que es un imán dipolar de barra (340) que está dispuesto entre un dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) que comprende tres imanes dipolares dispuestos en una disposición en forma de bucle triangular, y el sustrato (320) que lleva la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 3A.

25 El imán dipolar de barra (340) tenía una longitud (L1) de aproximadamente 30 mm, un ancho (L2) de aproximadamente 30 mm y un espesor (L3) de aproximadamente 2 mm. El eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (340) estaba sustancialmente paralelo a la superficie superior del sustrato (320). El imán dipolar de barra (340) estaba hecho de NdFeB N30UH.

30 Cada uno de los tres imanes dipolares dispuestos en una disposición en forma de bucle triangular y que forma el dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) tenía una longitud (L4) de aproximadamente 20 mm, un ancho (L5) de aproximadamente 5 mm y un espesor (L6) de aproximadamente 2 mm. El eje magnético Norte-Sur de cada uno de los tres imanes dipolares del dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) era sustancialmente perpendicular a la superficie superior del sustrato (320). Los tres imanes dipolares estaban hechos de NdFeB N45.

35 El dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) y el imán dipolar de barra (340) estaban en contacto directo, es decir, la distancia (d) entre el dispositivo magnético en forma de bucle triangular (330) y el imán dipolar de barra (340) fue de aproximadamente 0 mm (no se muestra en escala real en la Fig. 3A para la claridad del dibujo). La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de barra (340) y la superficie del sustrato de papel (320) que orienta el imán dipolar de barra (340) fue de aproximadamente 3 mm.

40 La OEL resultante producida con el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 3A se muestra en la Fig. 3B en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (320) entre -10° y $+40^\circ$.

Ejemplo 4 (Fig. 4A-4B)

45 El ensamblaje magnético usado para preparar el Ejemplo 4 comprendía un imán dipolar de barra (440) que está dispuesto entre un dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) hecho de cuatro imanes dipolares dispuestos en una disposición en forma cuadrada, y un sustrato (420) que lleva la composición de recubrimiento (410) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 3A.

50 El imán dipolar de barra (440) tenía una longitud (L1) de aproximadamente 30 mm, un ancho (L2) de aproximadamente 30 mm y un espesor (L3) de aproximadamente 4 mm. El eje magnético Norte-Sur del imán dipolar de barra (440) fue sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (420). El imán dipolar de barra (440) estaba hecho de NdFeB N30UH.

55 Cada uno de los cuatro imanes dipolares dispuestos en una disposición en forma cuadrada que forma el dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) tenía una longitud (L4) de aproximadamente 10 mm, un ancho (L5) de aproximadamente 5 mm y un espesor (L6) de 2 aproximadamente mm. El eje magnético Norte-Sur de cada uno de los cuatro imanes dipolares del dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) fue sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (420). Los cuatro imanes dipolares estaban hechos de NdFeB N45.

60

65

5 El dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) y el imán dipolar de barra (440) estaban en contacto directo, es decir la distancia (d) entre el dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) y el imán dipolar de barra (440) fue de aproximadamente 0 mm (no se muestra en escala real en la Fig. 4A para la claridad del dibujo). La distancia (h) entre la superficie superior del dispositivo magnético en forma de bucle cuadrado (430) y la superficie del sustrato de papel (420) que se orienta al imán dipolar de barra (440) fue de aproximadamente 3 mm.

La OEL resultante producida con el ensamblaje magnético ilustrado en la Fig. 4A se muestra en la Fig. 4B en diferentes ángulos de visión al inclinar el sustrato (420) entre -30° y $+20^\circ$.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) en un sustrato, dicho proceso comprende las etapas de:
- 5 a) aplicar en una superficie del sustrato una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas, dicha composición de recubrimiento curable por radiación está en un primer estado,
- 10 b) exponer la composición de recubrimiento curable por radiación a un campo magnético de un ensamblaje magnético que comprende
- 15 i) un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) que es un imán dipolar en forma de bucle único que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes bipolares dispuestos en una disposición en forma de bucle y que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato, y
- 20 ii) un dispositivo generador de campo magnético (x40) que es un imán dipolar de barra única que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes dipolares de barra que tienen un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato, de modo de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas, y
- 25 c) al menos curar parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación de la etapa b) en un segundo estado de modo de fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas,
- en donde la capa de efecto óptico proporciona una impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle que tiene un tamaño que varía al inclinar la capa de efecto óptico.
2. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, en donde la etapa a) se lleva a cabo mediante un proceso de impresión con preferencia por un proceso de impresión seleccionado del grupo que consiste en serigrafía, impresión en huecograbado e impresión flexográfica.
3. El proceso de conformidad con cualquier reivindicación precedente, en donde al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables no esféricas.
4. El proceso de conformidad con la reivindicación 3, en donde los pigmentos magnéticos o magnetizados ópticamente variables se seleccionan del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnética, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y sus mezclas.
5. El proceso de conformidad con cualquier reivindicación precedente, en donde c) se lleva a cabo en forma parcialmente simultánea con la etapa b).
6. El proceso de conformidad con cualquier reivindicación precedente, en donde las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas son partículas de pigmento en forma de plaquetas, y en donde dicho proceso además comprende una etapa de exposición de la composición de recubrimiento curable por radiación a un campo magnético dinámico de un primer dispositivo generador de campo magnético de modo de orientar en forma biaxial al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaquetas, dicha etapa se lleva a cabo después de la etapa a) y antes de la etapa b).
7. Una capa de efecto óptico (OEL) que es producida por el proceso mencionado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
8. Un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo que comprende una o más capas de efecto óptico (OEL) mencionadas en la reivindicación 7.
9. Un ensamblaje magnético para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x20), dicho OEL comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas en una composición de recubrimiento curable por radiación curada, el ensamblaje magnético comprende:
- 60 a) un dispositivo generador del campo magnético en forma de bucle (x30) que es un imán dipolar en forma de bucle único que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes dipolares dispuestos en una disposición en forma de bucle y que tiene un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato, y
- 65 b) un dispositivo generador de campo magnético (x40) que es un imán dipolar de barra única que tiene un eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato o una combinación de dos o más imanes

dipolares de barra que tienen un eje magnético Norte-Sur resultante sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato.

5 10. Un uso del ensamblaje magnético mencionado en la reivindicación 9 para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato.

10 11. Un ensamblaje de impresión que comprende un cilindro magnético giratorio que comprende al menos un ensamblaje magnético mencionado en la reivindicación 9 o una unidad de impresión de mesa plana que comprende al menos un ensamblaje magnético mencionado en la reivindicación 9.

12. El ensamblaje de impresión de la reivindicación 11 que además comprende una unidad de recubrimiento o impresión y/o una unidad de curado.

15 13. Un uso del ensamblaje de impresión mencionado en la reivindicación 11 o 12 para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato.

Fig. 1A

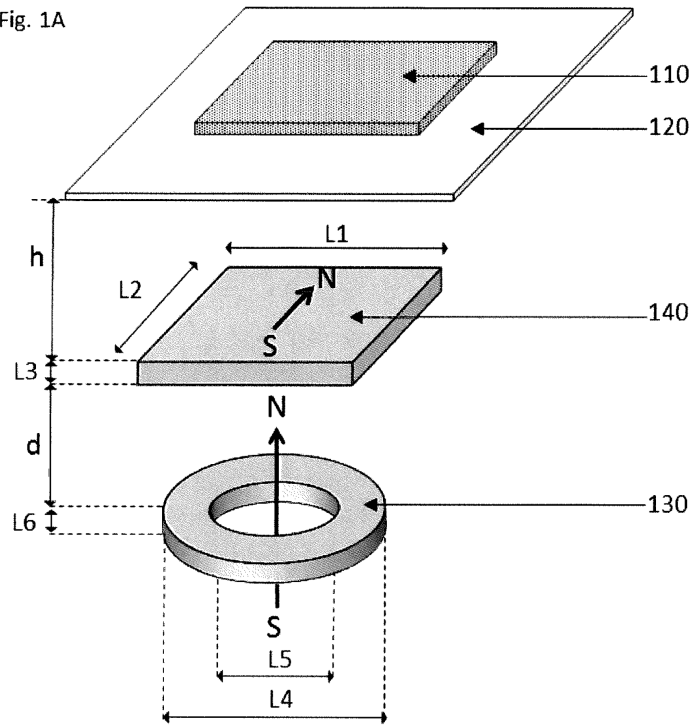


Fig. 1B

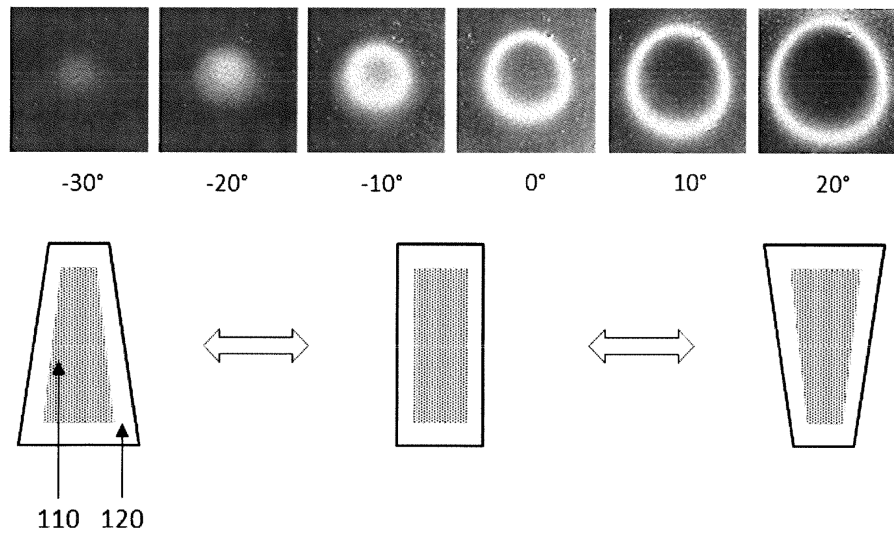


Fig. 2A

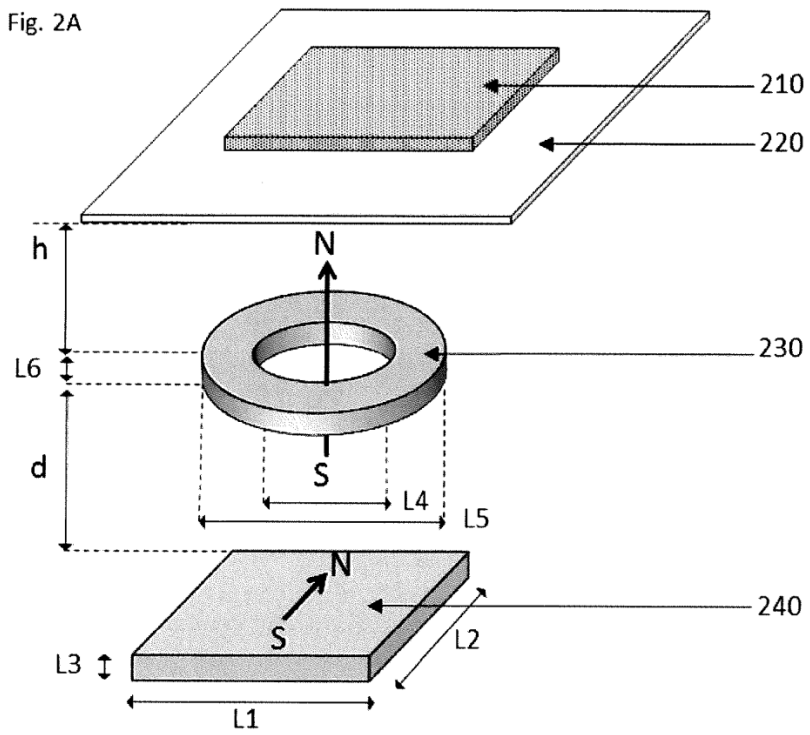


Fig. 2B

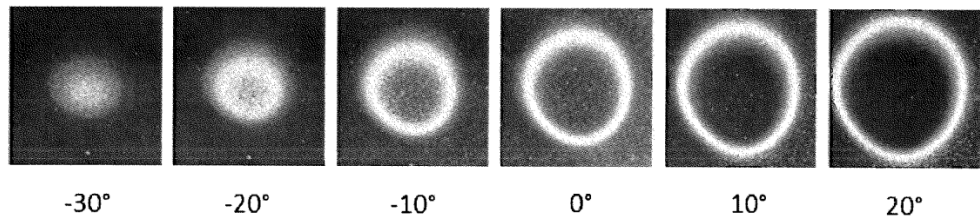


Fig. 3A

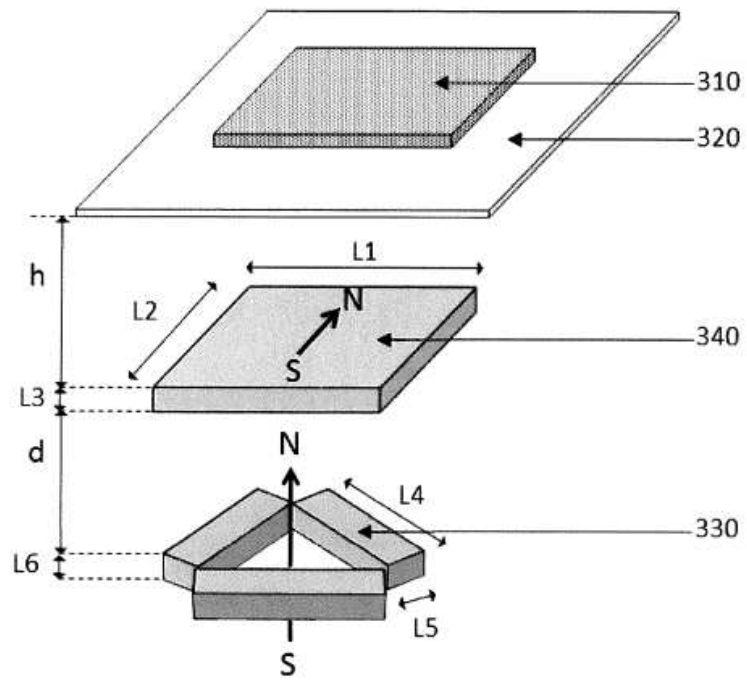


Fig. 3B

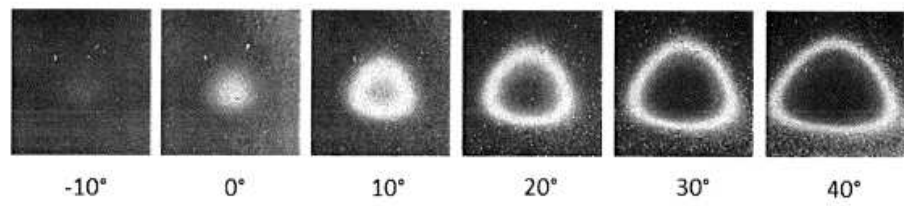


Fig. 4A

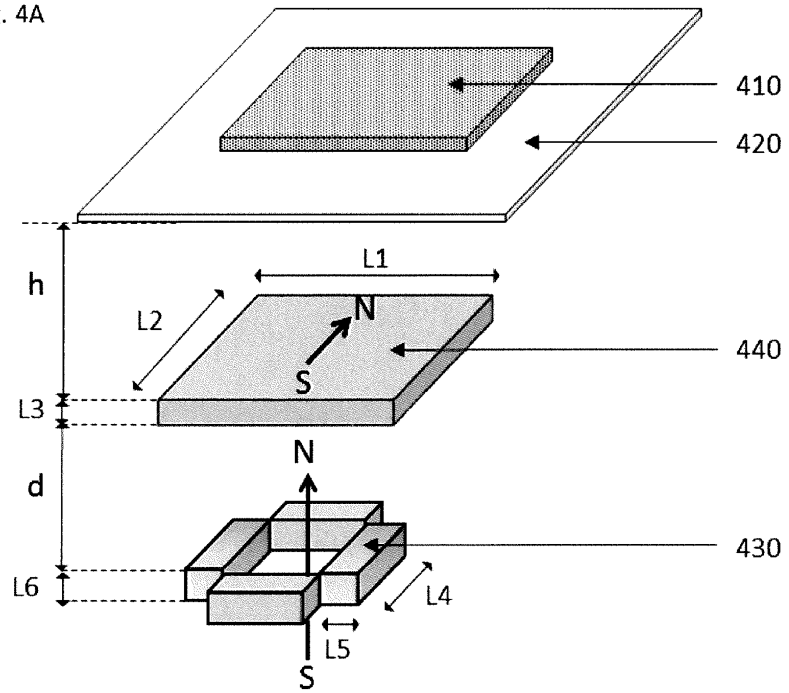


Figura 4B

