



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **3 004 492**

⑮ Int. Cl.:

B42D 25/369 (2014.01)
B42D 25/378 (2014.01)
B42D 25/41 (2014.01)
B42D 25/29 (2014.01)
B41M 3/14 (2006.01)
H01F 7/02 (2006.01)
H01F 1/03 (2006.01)
B05D 3/00 (2006.01)
B05D 5/06 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2019 PCT/EP2019/070204**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **06.02.2020 WO20025482**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2019 E 19742396 (5)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024 EP 3829891**

⑮ Título: **Conjuntos y procesos para producir capas de efecto óptico que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables orientadas**

⑩ Prioridad:

30.07.2018 EP 18186284

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2025

⑮ Titular/es:

**SICPA HOLDING SA (100.00%)
Avenue de Florissant 41
1008 Prilly, CH**

⑮ Inventor/es:

**NIKSERESHT GHANEPOUR, NEDA;
SCHMID, MATHIEU;
DESPLAND, CLAUDE-ALAIN y
MUELLER, EDGAR**

⑮ Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 3 004 492 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

Conjuntos y procesos para producir capas de efecto óptico que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables orientadas

5

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere al campo de los conjuntos magnéticos y los procesos para producir capas de efecto óptico (OEL). En particular, la presente invención proporciona conjuntos magnéticos y procesos para producir capas de efecto óptico (OEL) en capas de recubrimiento que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa orientadas y el uso de dichas OEL como medios contra la falsificación en documentos de seguridad o artículos de seguridad como también con fines decorativos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15

Se conoce en la técnica el uso de tintas, composiciones, recubrimientos o capas que contienen partículas de pigmento orientadas magnéticas o magnetizables, específicamente también partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, para la producción de elementos de seguridad, por ejemplo, en el campo de los documentos de seguridad. Los recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables orientadas se divulga por ejemplo en los documentos US 2.570.856; US 3.676.273; US 3.791.864; US 5.630.877 y US 5.364.689. Recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmento que cambian de color magnéticas orientadas, resultando en efectos ópticos específicamente atractivos, útiles para la protección de documentos de seguridad, se han divulgado en los documentos WO 2002/090002 A2 y WO 2005/002866 A1.

25

Las características de seguridad, por ejemplo, para documentos de seguridad, por lo general, pueden clasificarse en características de seguridad "encubiertas" por un lado, y características de seguridad "manifiestas" por otro lado. La protección proporcionada por las características de seguridad encubiertas se basa en el principio de que dichas características son difíciles de detectar, por lo general, necesitan un equipo especializado y conocimientos para la detección, considerando que las características de seguridad "manifiestas" se basan en el concepto de ser fácilmente detectables con los sentidos humanos sin ayuda, por ejemplo, tales características pueden ser visibles y/o detectables a través del sentido táctil mientras siguen siendo difíciles de producir y/o copiar. Sin embargo, la eficiencia de las características de seguridad manifiestas depende en gran medida de su fácil reconocimiento como característica de seguridad.

35

Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en tintas o recubrimientos de impresión permiten la producción de imágenes, diseños y/o patrones inducidos magnéticamente a través de la aplicación de un campo magnético correspondientemente estructurado, que induce una orientación local de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en el recubrimiento aún no endurecido (es decir, húmedo), seguido del endurecimiento del recubrimiento. El resultado es una imagen diseño o patrón inducido magnéticamente fijo y estable. Los materiales y tecnologías para la orientación de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en composiciones de recubrimiento se han descrito, por ejemplo, en los documentos US 2.418.479; US 2.570.856; US 3.791.864, DE 2006848-A, US 3.676.273, US 5.364.689, US 6.103.361, EP 0 406 667 B1; US 2002/0160194; US 2004/0009308; EP 0 710 508 A1; WO 2002/09002 A2; WO 2003/000801 A2; WO 2005/002866 A1; WO 2006/061301 A1. De tal manera, pueden producirse patrones inducidos magnéticamente que son altamente resistentes a la falsificación. El elemento de seguridad en cuestión solo puede producirse teniendo acceso a ambos, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables o la tinta correspondiente, y la tecnología específica empleada para imprimir dicha tinta y orientar dicho pigmento en la tinta impresa.

50

El documento WO 2011/092502 A2 divulga un aparato para producir imágenes de movimiento en anillo que visualizan un solo anillo aparentemente en movimiento con un ángulo de visión cambiante. Las imágenes de movimiento en anillo divulgadas pueden obtenerse o producirse usando un dispositivo que permita la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables con la ayuda de un campo magnético producido por la combinación de una lámina magnetizable blanda y un imán esférico que tiene su eje magnético perpendicular al plano de la capa de recubrimiento y dispuesto debajo de dicha lámina magnetizable blanda.

60

El documento US 2014/0290512 divulga unos métodos de capas de efecto óptico (OEL) que muestran marcas. El método divulgado incluye cubrir al menos una parte del sustrato con un portador que comprende escamas alineables magnéticamente, alinear las escamas alineables magnéticamente con un campo magnético de un conjunto magnético que comprende una placa de metal con una abertura, y solidificar el portador. El marco se forma en un borde de la abertura y la marca puede verse dentro del marco. El conjunto magnético incluye dos imanes dispuestos de tal manera el Polo Norte de un imán y el Polo Sur del otro imán estén próximos a la placa de metal en lados opuestos de la abertura. El método divulga unas escamas de pigmento alineadas magnéticamente para formar un patrón de marco que rodea al menos parcialmente marcas y crea la impresión ilusoria de que la región se ha estampado en relieve hacia el observador. Tales

características no proporcionan una sensación fuerte de cambio o movimiento en el patrón de marco y, por lo tanto, son difíciles de identificar y reconocer rápidamente, especialmente en condiciones de poca iluminación. Por lo tanto, permanece la necesidad de unos medios para crear características altamente reflectantes que creen una fuerte sensación de deformación o movimiento al inclinarse.

5 El documento WO 2014/108404 A2 divulga unas capas de efecto óptico (OEL) que comprenden una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas magnéticamente orientadas, que se dispersan en un recubrimiento. El patrón de orientación magnética específico de las OEL divulgadas proporciona al espectador el efecto óptico o la impresión de un solo cuerpo con forma de bucle que se mueve 10 al inclinar la OEL. Además, el documento WO 2014/108404 A2 divulga unas OEL que muestran además un efecto óptico o la impresión de un saliente dentro del cuerpo con forma de bucle provocada por una zona de reflexión en la zona central rodeada por el cuerpo con forma de bucle. El saliente divulgado proporciona la impresión de un objeto tridimensional, tal como una semiesfera, presente en la zona central rodeada por un cuerpo con forma de bucle.

15 10 El documento WO 2014/108303 A1 divulga unas capas de efecto óptico (OEL) que comprenden una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas magnéticamente orientadas, que se dispersan en un recubrimiento. El patrón de orientación magnética específico de las OEL divulgadas proporciona a un observador el efecto óptico o impresión de una pluralidad de cuerpos con forma de bucle 20 anidados rodeando una zona central común, donde dichos cuerpos muestran un ángulo de visión dependiente del movimiento aparente.

25 Los documentos EP 1 641 624 B1, EP 1 937 415 B1 y EP 2 155 498 B1 divulgan unos dispositivos y métodos para transferir magnéticamente marcas a una composición de recubrimiento aún no endurecida (es decir, húmeda) que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables para formar capas de efecto óptico (OEL). Los métodos descritos permiten ventajosamente la producción de documentos y artículos de seguridad que tienen un diseño magnético específico del cliente.

30 35 El documento EP 1 641 624 B1 divulga un dispositivo para transferir magnéticamente marcas correspondientes al diseño a transferir a una composición de recubrimiento húmeda que comprende partículas magnéticas o magnetizables en un sustrato. El dispositivo descrito comprende un cuerpo de material magnético permanente que se magnetiza permanentemente en una dirección sustancialmente perpendicular a la superficie de dicho cuerpo, donde la superficie de dicho cuerpo lleva unas marcas con forma de grabados, que provocan perturbaciones de su campo magnético. Los dispositivos divulgados son muy adecuados para transferir patrones de alta resolución en procesos de impresión de alta velocidad como los que se usan en el campo de la impresión de seguridad. Sin embargo, y como se describe en el documento EP 1 937 415 B1, los dispositivos divulgados en el documento EP 1 641 624 B1 pueden dar como resultado unas capas de efecto óptico de mala reflexión que tienen un aspecto visual bastante oscuro.

40 45 El documento EP 1 937 415 B1 divulga un dispositivo mejorado para transferir magnéticamente marcas a una composición de recubrimiento húmedo que comprende escamas de pigmento magnéticas o magnetizables en un sustrato. El dispositivo divulgado comprende al menos una placa magnética magnetizada que tiene un primer campo magnético y que tiene un relieve superficial, grabados o recortes en una superficie del mismo que representan dichas marcas y al menos un imán adicional que tiene un segundo campo magnético, donde el imán adicional está colocado de manera fija adyacente a la placa magnética con el fin de producir una superposición sustancial de sus campos magnéticos.

50 Los efectos de movimiento en anillo se han desarrollado como elementos de seguridad eficientes. Los efectos de movimiento en anillo consisten en imágenes ópticamente ilusorias de objetos tales como embudos, conos, cuencos, círculos, elipses y semiesferas que parecen moverse en cualquier dirección x-y en función del ángulo de inclinación de dicha capa de efecto óptico. Los métodos para producir los efectos de movimiento en anillo se divultan, por ejemplo, en los documentos EP 1 710 756 A1, US 8.343.615, EP 2 306 222 A1, EP 2 325 677 A2, y US 2013/084411.

55 60 65 El documento EP 2 155 498 B1 divulga un dispositivo para transferir magnéticamente marcas a una composición de recubrimiento que comprende partículas magnéticas o magnetizables en un sustrato. El dispositivo divulgado comprende un cuerpo sometido a un campo magnético generado por medios electromagnéticos o imanes permanentes, cuyo cuerpo lleva determinadas marcas en la forma de grabados en una superficie del cuerpo. El cuerpo divulgado comprende al menos una capa de material de alta permeabilidad magnética en la que se forman dichos grabados y donde, en regiones no grabadas de dicha capa de material de alta permeabilidad magnética, las líneas de campo del campo magnético se extienden sustancialmente paralelas a la superficie de dicho cuerpo dentro de la capa de material de alta permeabilidad magnética. Se divulga además que el dispositivo comprende una placa base de material de baja permeabilidad magnética que soporta la capa de material de alta permeabilidad magnética, donde dicha capa de material de alta permeabilidad magnética se deposita preferentemente en la placa base mediante galvanización. El documento EP 2 155 498 B1 divulga además que la dirección principal de las líneas del

campo magnético puede cambiarse durante la exposición de la capa que comprende partículas magnéticas o magnetizables rotando, ventajosamente en 360°, el campo magnético. En particular, el documento EP 2 155 498 B1 divulga unas realizaciones donde se usan imanes permanentes en lugar de electroimanes y donde la rotación de dichos imanes permanentes puede realizarse mediante la rotación física de los propios imanes.

- 5 Un inconveniente de los dispositivos divulgados reside en el proceso de galvanización ya que dicho proceso es engorroso y necesita equipos especiales. Además, una deficiencia significativa de la invención divulgada es que el proceso se basa en la rotación física de los imanes permanentes para lograr una rotación de 360° del campo magnético. Esto es particularmente engorroso desde un punto de vista industrial, ya que requiere sistemas mecánicos complejos. Adicionalmente, la rotación de imanes simples como se sugiere produce 10 orientaciones de escamas de pigmento esencialmente esféricas como se muestra en los ejemplos correspondientes del documento EP 2 155 498 B1. Tales orientaciones no son adecuadas para revelar claramente las marcas con un efecto llamativo, ya que el efecto de esfera se superpone con la marca. El único método que puede obtenerse de la descripción para generar campos rotatorios relativamente planos sería hacer rotar imanes muy grandes, lo que no es práctico. El documento EP 2 155 498 B1 no enseña 15 cómo establecer un proceso industrial práctico para generar campos magnéticos rotatorios que imparten una impresión atractiva de la marca.

Los documentos WO 2018/019594 A1 y WO 2018/033512 A1 divulgan unos procesos para producir capas de efecto óptico que muestran una o más marcas, dicho proceso comprende las etapas de formar un conjunto

- 20 que comprende un sustrato que lleva la capa de recubrimiento que comprende unas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta y una placa magnética blanda que comprende uno o más huecos, muescas y/o salientes, mover el conjunto a través de un campo magnético no homogéneo de un dispositivo generador de campo magnético estático con el fin de orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta, y endurecer la capa de recubrimiento. Si bien los efectos visuales de los mismos muestran un fuerte efecto tridimensional, el efecto 25 visual mostró un desplazamiento limitado de las características reflejadas al inclinarse y no transmitió la impresión de cambio o deformación. El requisito de un dispositivo de generación de campo magnético externo también es una limitación, ya que puede ser difícil de adaptar en equipos industriales. Por lo tanto, existe la necesidad de métodos que sean fáciles de implementar para crear efectos llamativos que sean 30 fáciles de reconocer a través de la impresión de deformación y movimiento que transmiten. Los documentos WO 2017/148789 A1 y WO 2018/054819 A1, según sus resúmenes, describen conjuntos magnéticos y procesos para producir capas de efecto óptico (OEL) que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables no esféricas magnéticamente orientadas sobre un sustrato. En particular, los documentos se refieren a conjuntos magnéticos y procesos para producir dichas OEL como medios contra la 35 falsificación en documentos de seguridad o artículos de seguridad o con fines decorativos.

Por lo tanto, permanece la necesidad de conjuntos y procesos magnéticos para producir capas de efecto óptico (OEL) personalizadas en un sustrato de buena calidad, donde dichos procesos deberían ser confiables, fáciles de implementar y capaces de trabajar a una alta velocidad de producción al tiempo que 40 permiten la producción de las OEL que muestran no solo un efecto llamativo sino también un aspecto brillante y bien resuelto.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

- 45 Por consiguiente, un objeto de la presente invención es superar las deficiencias de la técnica anterior tal como se ha expuesto anteriormente. Esto se logra mediante el suministro de un conjunto magnético (x30) como se define en la reivindicación 1.

50 También se describen en el presente documento unos aparatos de impresión que comprenden el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento, y al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, dicho dispositivo de transferencia (TD), preferentemente dicho cilindro magnético rotatorio (RMC) comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento y montados en el mismo. También se describen en el presente documento usos no reivindicados 55 de los aparatos de impresión para producir las capas de efecto óptico (OEL) descritas en el presente documento.

También se describe en el presente documento un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) como se define en la reivindicación 11.

- 60 También se describe en el presente documento una capa de efecto óptico (OEL) como se define en la reivindicación 14 y producida mediante el proceso descrito en el presente documento y unos documentos de seguridad, así como unos elementos y objetos decorativos que comprenden una o más OEL ópticas descritas en el presente documento.

- 65 También se describen en el presente documento métodos para fabricar un documento de seguridad o un

elemento u objeto decorativo, comprendiendo dichos métodos a) proporcionar un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo, y b) proporcionar una capa de efecto óptico como las descritas en el presente documento, en particular, como las obtenidas por el proceso descrito en el presente documento, de tal manera que se componga por el documento de seguridad o el elemento u objeto decorativo.

- 5 También se describen en el presente documento los usos no reivindicados de la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento y montada en el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento junto con el uno o más imanes dipolo (x32-a) dispuestos dentro del uno o más huecos (V) y/o enfrentados a dichos uno o más huecos (V) como se describe en el presente documento y/o el uno o 10 más pares de imanes dipolo (x32-b) dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V) como se describe en el presente documento para orientar magnéticamente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa en una capa de recubrimiento en un sustrato (x20).
- 15 La presente invención proporciona un proceso confiable y fácil de implementar para producir capas de efectos ópticos (OEL), comprendiendo dicho proceso orientar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa en una capa de recubrimiento formada a partir de una composición de recubrimiento en un primer estado, es decir, un estado aún no endurecido (es decir, húmedo), donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa pueden moverse y rotar 20 libremente para formar dicha capa de efecto óptico (OEL) que ha endurecido la capa de recubrimiento a un segundo estado donde la orientación y posición de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa son fijas/congeladas. Una vez que se crea el efecto deseado en la capa de recubrimiento aún no endurecida (es decir, húmeda), la composición de recubrimiento se endurece parcial o completamente con el fin de fijar/congelar permanentemente la posición y la orientación relativas de las 25 partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa en la OEL.

Además, el proceso que usa los conjuntos magnéticos descritos en el presente documento proporcionados por la presente invención es mecánicamente robusto, fácil de implementar con un equipo de impresión industrial de alta velocidad, sin recurrir a modificaciones engorrosas, tediosas y costosas de dicho equipo. Por 30 el contrario, la invención actual es muy fácil de implementar en equipos existentes y proporciona medios para generar efectos visuales altamente dinámicos que pueden personalizarse fácilmente en la forma de diversas formas que cambian al inclinarse.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 35 Las capas de efecto óptico (OEL) descritas en el presente documento y su producción se describen ahora con más detalle haciendo referencia a los dibujos y a realizaciones específicas, donde
- 40 La **figura 1** ilustra esquemáticamente una vista superior de una placa magnética blanda (131) que comprende un hueco (V), en particular, un hueco con forma de bucle (V) que tiene la forma de un corazón.

Las **figuras 2A-B** ilustran esquemáticamente unas secciones transversales de una placa magnética blanda (231) que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad (D) menor del 100 % (figura 2A) o una profundidad que tiene el 100 % (figura 2B).

- 45 Las **figuras 3A-D** ilustran esquemáticamente unas secciones transversales de una placa magnética blanda (331) que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad de menos del 100 % y a) un imán dipolo (332-a) dispuesto dentro del hueco (V) (figuras 3A-3B) o un imán dipolo (332-a) orientado hacia el hueco (V) (figura 3C), donde el imán dipolo (332-a) tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la placa magnética blanda (331) o b) dos imanes dipolo (332-a), donde uno de dichos imanes dipolo (332-a) está dispuesto dentro del hueco (V) y otro de dichos imanes dipolo (332-a) se orienta hacia el hueco (V) y donde ambos imanes dipolo (332-a) tienen su eje sustancialmente perpendicular a la placa magnética blanda (331).

- 55 Las **figuras 3E-F** ilustran esquemáticamente unas secciones transversales de una placa magnética blanda (331) que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad de menos del 100 % y dos imanes dipolo (332-a) dispuestos dentro del hueco (V), donde los imanes dipolo (332-a) tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la placa magnética blanda (331) y donde ambos imanes dipolo (332-a) tienen una dirección magnética opuesta. Los dos imanes dipolo (332-a) son adyacentes (véase la figura 3F) entre sí o están separados lateralmente (véase la figura 3F).

- 60 Las **figuras 4A-D** ilustran esquemáticamente las secciones transversales de una placa magnética blanda (431) que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad del 100 % y a) un imán dipolo (432-a) dispuesto dentro del hueco (V) (figuras 4A-4B) u orientado hacia el hueco (V) (figura 4C), donde el imán dipolo (432-a) tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la placa magnética blanda (431) o b) dos imanes dipolo (432-a), donde uno de dichos imanes dipolo (432-a) está dispuesto dentro del hueco (V) y otro de dichos imanes dipolo (432-a) se orienta hacia el hueco (V) y donde ambos imanes dipolo (432-a)

tienen su eje sustancialmente perpendicular a la placa magnética blanda (431).

5 Las **figuras 5A-B** ilustran esquemáticamente una secciones transversales de una placa magnética blanda (531) no reivindicada que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad de menos del 100 % y uno o más, en particular uno, pares de imanes dipolo (532-b) dispuestos debajo de la placa magnética blanda (531), donde los dos imanes dipolo (532-b) del par están separados del hueco (V) y tienen la misma dirección magnética (figura 5A) o tienen una dirección magnética opuesta (figura 5B).

10 10 Las **figuras 5C-D** ilustran esquemáticamente unas secciones transversales de una placa magnética blanda (531) que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad de menos del 100 %, uno o más, en particular uno, pares de imanes dipolo (532-b) dispuestos debajo de la placa magnética blanda (531) y uno o dos imanes dipolo (532-a, 532-a1, 532-a2), donde los imanes dipolo (532-b) del par están separados del hueco (V) y tienen una dirección magnética opuesta y donde el imán dipolo (532-a) tiene su eje magnético sustancialmente paralelo a la placa magnética blanda (531) (figura 5C) o donde los dos imanes dipolo (532-a1, 532-a2) tienen su eje magnético sustancialmente paralelo a la placa magnética blanda (531) (figura 5D) y tienen la misma dirección magnética.

20 20 Las **figuras 6A-B** ilustran esquemáticamente unas secciones transversales de una placa magnética blanda (631) no reivindicada que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad del 100 % y un par de imanes dipolo (632-b) dispuestos debajo de la placa magnética blanda (631), donde los dos imanes dipolo (632-b) del par están separados del hueco (V) y tienen la misma dirección magnética (figura 6A) o tienen una dirección magnética opuesta (figura 6B).

25 25 Las **figuras 6C-D** ilustran esquemáticamente unas secciones transversales de una placa magnética blanda (631) que comprende un hueco (V) que tiene una profundidad del 100 %, un par de imanes dipolo (632-b) dispuestos debajo de la placa magnética blanda (631) y uno o dos imanes dipolo (632-a, 632-a1, 632-a2), donde los imanes dipolo (632-b) del par están separados del hueco (V) y tienen una dirección magnética opuesta y donde el imán dipolo (632-a) tiene su eje magnético sustancialmente paralelo a la placa magnética blanda (631) (figura 6C) o donde los dos imanes dipolo (632-a1, 632-a2) tienen su eje magnético sustancialmente paralelo a la placa magnética blanda (631) (figura 6D).

30 30 Las **figuras 7A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 7B) y una sección transversal (figura 7C) de un conjunto magnético (730) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) el conjunto magnético (730) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (710) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (730) comprende i) una placa magnética blanda (731) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular una forma cuadrada, que tiene una profundidad inferior al 100 % y ii) un imán dipolo (732-a) que tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (731) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (720), donde dicho imán dipolo (732-a) está dispuesto simétricamente dentro del hueco con forma de bucle (V).

40 40 La **figura 7D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 7A-C.

45 45 Las **figuras 8A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 8B) y una sección transversal (figura 8C) de un conjunto magnético (830) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) el conjunto magnético (830) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de revestimiento (810) fabricada de una composición de revestimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (830) comprende i) una placa magnética blanda (831) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular en forma de círculo, que tiene una profundidad inferior al 100 % y ii) un imán dipolo (832-a) que tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (831) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (820), donde dicho imán dipolo (832-a) se orienta simétricamente al hueco con forma de bucle (V).

50 50 La **figura 8D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 8A-C.

55 55 Las **figuras 9A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 9B) y una sección transversal (figura 9C) de un conjunto magnético (930) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético (930) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (910) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende

dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (930) comprende i) una placa magnética blanda (931) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular una forma cuadrada, que tiene una profundidad inferior al 100 % y ii) dos imanes dipolo (932-a1, 932a-a2) que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (931) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (920) y que tiene la misma dirección magnética, donde el primer imán dipolo (932-a1) está dispuesto simétricamente dentro del hueco con forma de bucle (V) y el segundo imán dipolo (932-a2) está colocado debajo de la placa magnética blanda (931), debajo del primer imán dipolo (932-a1) y se orienta simétricamente al hueco con forma de bucle (V).

La **figura 9D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 9A-C.

Las **figuras 10A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 10B) y una sección transversal (figura 10C) de un conjunto magnético (1030) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) el conjunto magnético (1030) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de revestimiento (1010) fabricada de una composición de revestimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1030) comprende i) una placa magnética blanda (1031) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular una forma cuadrada, que tiene una profundidad inferior al 100 % y ii) dos imanes dipolo (1032-a1, 1032a-a2) que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1031) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1020) y que tiene la misma dirección magnética, donde el primer imán dipolo (1032-a1) está dispuesto simétricamente dentro del hueco con forma de bucle (V) y el segundo imán dipolo (1032-a2) está colocado debajo de la placa magnética blanda (1031), debajo del primer imán dipolo (1032-a1) y se orienta simétricamente al hueco con forma de bucle (V).

La **figura 10D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 10A-C.

Las **figuras 11A-C** ilustran esquemáticamente un proceso no reivindicado para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 11B) y una sección transversal (figura 11C) de un conjunto magnético (1130) no reivindicado usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético (1130) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (1110) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1130) comprende i) una placa magnética blanda (1131) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular en forma de círculo, que tiene una profundidad inferior al 100 % y ii) un par de dos imanes dipolo (1132-b) que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1131) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1120) y que tiene la misma dirección magnética, donde dichos dos imanes dipolo 1132-b están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (1131) y están separados del hueco con forma de bucle (V).

La **figura 11D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso mostrado en la figura 11A.

Las **figuras 12A-C** ilustran esquemáticamente un proceso no reivindicado para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 12B) y una sección transversal (figura 12C) de un conjunto magnético (1230) no reivindicado usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético (1230) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (1210) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1230) comprende i) una placa magnética blanda (1231) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular en forma de círculo, que tiene una profundidad inferior al 100 % y ii) un par de dos imanes dipolo (1232-b) que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1231) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1220) y que tienen una dirección magnética opuesta, donde dichos dos imanes dipolo (1232-b) están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (1231) y están separados del hueco con forma de bucle (V).

La **figura 12D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 12A-C.

Las **figuras 13A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e

ilustran una vista superior (figura 13B) y una sección transversal (figura 13C) de un conjunto magnético (1330) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético (1330) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (1310) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1330) comprende i) una placa magnética blanda (1331) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular en forma de círculo, que tiene una profundidad del 100 % y ii) un imán dipolo (1332-a) que tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1331) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1320), donde dicho imán dipolo (1332-a) está dispuesto simétricamente dentro del hueco con forma de bucle (V).

La **figura 13D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 13A-C.

15 Las **figuras 14A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 14B) y una sección transversal (figura 14C) de un conjunto magnético (1430) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético (1430) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (1410) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1430) comprende i) una placa magnética blanda (1431) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular en forma de círculo, que tiene una profundidad del 100 % y ii) un imán dipolo (1432-a) que tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1431) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1420), donde dicho imán dipolo (1432-a) se orienta simétricamente al hueco con forma de bucle (V).

La **figura 14D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 14A-C.

30 Las **figuras 15A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 15B) y una sección transversal (figura 15C) de un conjunto magnético (1530) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético (1530) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (1510) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1530) comprende i) una placa magnética blanda (1531) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular una forma circular, que tiene una profundidad del 100 % y ii) dos imanes dipolo (1532-a1, 1532a-a2) que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1531) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1520) y que tienen la misma dirección magnética, donde el primer imán dipolo (1532-a1) está dispuesto simétricamente dentro del hueco con forma de bucle (V) y el segundo imán dipolo (1532-a2) está colocado debajo del primer imán dipolo (1532-a1), debajo de la placa magnética blanda (1531) y se orienta simétricamente al hueco con forma de bucle (V).

45 La **figura 15D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 15A-C.

Las **figuras 16A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 16B) y una sección transversal (figura 16C) de un conjunto magnético (1630) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético (1630) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (1610) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1630) comprende i) una placa magnética blanda (1631) que comprende un hueco con forma de bucle (V), en particular una forma circular, que tiene una profundidad de menos del 100 % y ii) dos imanes dipolo (1632-a1, 1632a-a2) que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1631) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1620) y que tiene una dirección magnética opuesta, donde los dos imanes dipolo (1632-a1, 1632-a2) están dispuestos dentro del hueco con forma de bucle (V) y están separados.

60 La **figura 16D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 16A-C.

Las **figuras 17A-C** ilustran esquemáticamente un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) e ilustran una vista superior (figura 17B) y una sección transversal (figura 17C) de un conjunto magnético (1730) usado para producir dicha OEL, comprendiendo dicho proceso el uso de i) un conjunto magnético

(1730) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa de una capa de recubrimiento (1710) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, donde el conjunto magnético (1730) comprende i) una placa magnética blanda (1731) que comprende un hueco con

- 5 forma de bucle (V), en particular una forma circular, que tiene una profundidad de menos del 100 % y ii) dos imanes dipolo (1732-a1, 1732a-a2) que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1731) y sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1720) y que tiene una dirección magnética opuesta, donde los dos imanes dipolo (1732-a1, 1732-a2) están dispuestos dentro del hueco con forma de bucle (V) y están separados.

- 10 La **figura 17D** muestra unas imágenes fotográficas de una OEL, obteniéndose dicha OEL usando el proceso y el conjunto magnético mostrados en las figuras 17A-C.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Definiciones

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

20 Como se usa en el presente documento, el artículo indefinido "un/una" indica uno así como más de uno y no necesariamente limita su nombre al singular.

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

Como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente" significa que la cantidad o valor en cuestión puede ser el valor específico designado o algún otro valor en su proximidad. En general, el término "aproximadamente" indicando un cierto valor se pretende que indique un intervalo dentro de $\pm 5\%$ del valor.

30 Como ejemplo, la expresión "aproximadamente 100" indica un intervalo de 100 ± 5 , es decir el intervalo desde 95 a 105. En general, cuando se usa el término "aproximadamente", puede esperarse que puedan obtenerse resultados o efectos similares de acuerdo con la invención dentro de un intervalo de $\pm 5\%$ del valor indicado.

35 Como se usa en el presente documento, el término "y/o" significa que pueden estar presentes o bien todos o bien solamente uno de los elementos de dicho grupo. Por ejemplo, "A y/o B" debe significar "solo A, o solo B, o tanto A como B". En el caso de "solamente A", el término también cubre la posibilidad de que B esté ausente, es decir "solamente A, pero no B".

40 El término "comprendiendo" tal como se usa en el presente documento se pretende que sea no exclusivo y de final abierto. De este modo, por ejemplo, una composición de recubrimiento que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, el término "comprendiendo" también cubre, como una realización específica del mismo, los significados más restrictivos de "consistiendo esencialmente en" y "consistiendo en", de tal manera que por ejemplo "una solución fuente que comprende A, B y opcionalmente C" puede consistir también (esencialmente) en A y en B o (esencialmente) consistir en A, B y C.

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

55 La expresión "eje magnético" indica una línea teórica que conecta los correspondientes polos Norte y Sur de un imán y que se extiende a través de dichos polos. Esta expresión no incluye ninguna dirección magnética específica.

60 La expresión "dirección magnética" indica la dirección del vector de campo magnético a lo largo de una línea de campo magnético que apunta desde el Polo Norte en el exterior de un imán hacia el Polo Sur (véase Handbook of Physics, Springer 2002, páginas 463-464).

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

documento y el aglutinante descrito en el presente documento.

Como se usa en el presente documento, el término "húmedo" se refiere a una capa de recubrimiento que aún no está curada, por ejemplo, un recubrimiento en el que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa todavía pueden cambiar sus posiciones y orientaciones bajo la influencia de fuerzas externas que actúan sobre las mismas.

Como se usa en el presente documento, el término "marca" significará capas discontinuas tales como patrones, incluyendo sin limitación símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, letras, palabras, números, logotipos y dibujos.

El término "endurecimiento" se usa para indicar un proceso donde la viscosidad de una composición de recubrimiento en un primer estado físico que aún no está endurecido (es decir, húmedo) aumenta con el fin de convertirlo en un segundo estado físico, es decir un estado endurecido o sólido, donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa están fijas/congeladas en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no pueden moverse ni rotar.

La expresión "documento de seguridad" hace referencia a un documento que se protege normalmente contra las imitaciones o el fraude mediante al menos una característica de seguridad. Ejemplos de documentos de seguridad incluyen, sin limitación, documentos de valor y productos comerciales de valor.

La expresión "característica de seguridad" se usa para indicar una imagen, patrón o elemento gráfico que puede usarse para finalidades de autenticación.

25 Donde la presente descripción se refiere a realizaciones/características "preferidas", las combinaciones de estas realizaciones/características "preferidas" también deberán considerarse como divulgadas siempre que esta combinación de realizaciones/características "preferidas" tenga significado técnicamente.

30 La presente invención proporciona conjuntos magnéticos (x30) y procesos para producir capas de efecto óptico (OEL). Las capas de efecto óptico (OEL) así obtenidas dan la impresión de que uno o más cuerpos que tienen una forma que varía al inclinar la capa de efecto óptico y/o al moverse al inclinar la capa de efecto óptico.

35 De acuerdo con una realización, la presente invención proporciona conjuntos magnéticos (x30) y procesos para producir capas de efecto óptico (OEL) que muestran una o más marcas. La capa de efecto óptico (OEL) que presenta una o más marcas, se refiere a una capa en la que la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa descritas en el presente documento dentro de la OEL permite la observación de dichas una o más marcas. Las marcas pueden tener cualquier forma incluyendo sin limitación símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, letras, palabras, números, logotipos y dibujos. La una o más marcas pueden tener una forma circular, ovalada, elipsoide, triangular, un cuadrado, rectangular o cualquier forma poligonal. Ejemplos de formas incluyen un anillo o un círculo, un rectángulo o un 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), un corazón, una estrella, una luna, etc.

50 La presente invención proporciona un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL), en particular una capa de efecto óptico (OEL) que muestra una o más marcas, en una capa de recubrimiento aún no endurecida (es decir, húmeda o líquida) fabricada de una composición de recubrimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa y un material aglutinante en un sustrato (x20) a través de la orientación magnética de dichas partículas de pigmento al exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento.

55 Los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento están montados en el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento y comprenden i) la placa magnética blanda (x31) fabricada del material compuesto descrito en el presente documento y que comprende el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento, y que están dispuestos dentro del uno o más huecos (V) y/u orientando dichos uno o más huecos (V), y/o el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b) descritos en el presente documento y dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V).

65 La presente invención proporciona además el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento y los aparatos de impresión comprenden el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento. El dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, donde dicho al menos uno

de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento está montado en dicho dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento. El dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento puede ser un cilindro de orientación magnético rotatorio (RMC) o un dispositivo de transferencia magnética lineal (LMTD) como, por ejemplo, una guía lineal. Preferentemente, el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento es un cilindro de orientación magnético rotatorio (RMC). Preferentemente, el dispositivo de transferencia (TD) es un cilindro magnético rotatorio (RMC), donde dicho al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento está montado en ranuras circunferenciales o ranuras transversales del cilindro magnético rotatorio (RMC). En una realización, el cilindro magnético rotatorio (RMC) es parte de una prensa rotatoria, de impresión industrial alimentada por láminas o por bandas que opera a alta velocidad de impresión de forma continua.

El dispositivo de transferencia (TD), preferentemente el cilindro magnético rotatorio (RMC), que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, montados en el mismo, están destinados a usarse en, junto con, o siendo parte de un equipo de impresión o recubrimiento. En una realización, el dispositivo de transferencia (TD) es un cilindro magnético rotatorio (RMC) tal como los descritos en el presente documento.

Los aparatos de impresión que comprenden el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente, el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento, y que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, pueden incluir un alimentador de sustrato para alimentar un sustrato tal como los descritos en el presente documento. En una realización de los aparatos de impresión que comprenden el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento, el sustrato se alimenta por el alimentador de sustrato en forma de láminas o una banda.

Los aparatos de impresión que comprenden el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente, el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento, y que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, pueden incluir un sistema de guía de sustrato. Como se usa en el presente documento, un "sistema de guía de sustrato" se refiere a una configuración que mantiene el sustrato (x10) que lleva la capa de recubrimiento (x10) en estrecho contacto con el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento. El sistema de guía de sustrato puede ser un dispositivo de agarre y/o un sistema de vacío. En particular, el dispositivo de agarre puede servir para sujetar el borde delantero del sustrato (x10) y permitir que (x10) se transfiera desde una parte de la máquina de impresión a la siguiente, y el sistema de vacío puede servir para tirar de la superficie del sustrato (x10) contra la superficie del dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento y mantenerlo firmemente alineado con el mismo. El sistema de guía de sustrato puede comprender, además de o en lugar del dispositivo de agarre y/o el sistema de vacío, otras piezas del equipo de guía de sustrato, que incluyen, entre otras, un rodillo o un conjunto de rodillos, un cepillo o un juego de cepillos, una correa y/o un juego de correas, una cuchilla o un juego de cuchillas, o un resorte o un juego de resortes.

Los aparatos de impresión que comprenden el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente, el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento, y que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, puede incluir una unidad de recubrimiento o impresión para aplicar la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmento magnetizables o magnéticas con forma de placa descritas en el presente documento en el sustrato (x10) descrito en el presente documento con el fin de formar la capa de recubrimiento (x20) descrita en el presente documento.

Los aparatos de impresión que comprenden el dispositivo de transferencia (TD) descrito en el presente documento, preferentemente, el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento, y que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, puede incluir una unidad de endurecimiento (x50), preferentemente una unidad de curado, para endurecer al menos parcialmente la capa de recubrimiento (x20) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa que se han orientado magnéticamente por el campo magnético de los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento, fijando de este modo la orientación y la posición de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa para producir una capa de efecto óptico (OEL).

La placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento se caracteriza por una superficie superior, donde dicha superficie superior consiste en la superficie sobre la que se colocará un sustrato (x20) que lleva una capa de recubrimiento (x10) en contacto directo o en contacto indirecto. Como se muestra, por ejemplo, en las figuras 3A y 4A, la superficie superior (línea de puntos) de una placa magnética blanda (x31) que comprende el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento consiste en la superficie superior de la propia placa. Como alternativa, y cuando la placa magnética blanda (x31) descrita en el

presente documento comprende un soporte o espaciador no magnético (x33) como los que se describen a continuación en su superficie superior y que cubre el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento, la superficie superior de dicha placa magnética blanda (x31) se considera que es la superficie superior de dicho soporte o espaciador no magnético (x33).

5

La placa magnética blanda (x31) comprende el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento. Cuando más de un hueco (V) están comprendidos en la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento, dichos huecos (V) pueden tener la misma forma o pueden tener una forma diferente.

10

La figura 1 representa esquemáticamente unas vistas de una placa magnética blanda (131) que tiene un espesor (T) y que comprende un hueco (V), en particular, un hueco con forma de bucle (V) (un corazón). El término "hueco" significa, en el contexto de la presente invención, un hueco en la placa magnética blanda (véase la figura 2A) o un orificio o canal que pasa a través de la placa magnética blanda (véase la figura 2B) y conecta ambos lados de la misma.

15

Las figuras 2A-B representan esquemáticamente unas secciones transversales de una placa magnética blanda (231) que comprende un hueco (V), donde dicho hueco (V) tiene una profundidad (D). De acuerdo con una realización y como se muestra, por ejemplo, en la figura 2A, la placa magnética blanda (231) descrita en el presente documento comprende uno o más huecos (V) que tienen una profundidad inferior al 100 %, es

20

dicho, uno o más huecos (V) tienen forma de rebajes. De acuerdo con otra realización y como se muestra, por ejemplo, en la figura 2B, la placa magnética blanda (231) descrita en el presente documento comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad del 100 %, es decir, el uno o más huecos (V) tienen la forma de orificios o canales que pasan a través de la placa magnética blanda (231) y conectan ambos lados de la misma.

25

Las placas magnéticas blandas (x31) descritas en el presente documento están fabricadas de un material compuesto que comprende desde aproximadamente el 25 % en peso hasta aproximadamente el 95 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 50 % en peso a aproximadamente el 90 % en peso, de partículas magnéticas blandas esféricas dispersas en un material no magnético, basándose los porcentajes en peso en el peso total de la una o más placas magnéticas blandas.

30

Las partículas magnéticas blandas esféricas descritas en el presente documento están fabricadas de uno o más materiales magnéticos blandos seleccionados preferentemente del grupo que consiste en hierro (especialmente hierro pentacarbonilo, también llamado hierro carbonilo), níquel (especialmente níquel tetracarbonilo, también llamado níquel carbonilo), cobalto, ferritas magnéticas blandas (por ejemplo, ferritas de manganeso-zinc y ferritas de níquel-zinc), óxidos magnéticos blandos (por ejemplo, óxidos de manganeso, hierro, cobalto y níquel) y combinaciones de los mismos, más preferentemente seleccionados del grupo que consiste en hierro carbonilo, níquel carbonilo, cobalto y combinaciones de los mismos.

35

Las partículas magnéticas blandas esféricas descritas en el presente documento tienen preferentemente un tamaño de partícula promedio (d_{50}) entre aproximadamente 0,1 μm y aproximadamente 1000 μm , más preferentemente entre aproximadamente 0,5 μm y aproximadamente 100 μm , aún más preferentemente entre aproximadamente 1 μm y aproximadamente 20 μm , e incluso más preferentemente entre aproximadamente 2 μm y aproximadamente 10 μm , midiéndose el d_{50} por difracción láser usando, por ejemplo, un analizador de tamaño de partículas microtrac X100.

45

Las placas magnéticas blandas (x31) descritas en el presente documento están fabricadas del material compuesto descrito en el presente documento, donde dicho material compuesto comprende las partículas magnéticas blandas esféricas descritas en el presente documento dispersas en un material no magnético.

50

Los materiales no magnéticos adecuados incluyen, sin limitación, materiales poliméricos que forman una matriz para las partículas magnéticas blandas dispersas. Los materiales poliméricos formadores de matriz pueden ser uno o más materiales termoplásticos o uno o más materiales termoestables o comprender uno o más materiales termoplásticos o uno o más materiales termoestables. Los materiales termoplásticos adecuados incluyen, sin limitación, poliamidas, copoliamidas, polifthalimidas, poliolefinas, poliésteres,

55

politetrafluoroetilenos, poliacrilatos, polimetacrilatos (por ejemplo, PMMA), poliimidas, polieterimidas, polieteretercetonas, poliariletercetonas, sulfuros de polifenileno, polímeros de cristal líquido, policarbonatos y mezclas de los mismos. Los materiales termoestables adecuados incluyen, sin limitación, resinas epoxi, resinas fenólicas, resinas de poliimida, resinas de poliéster, resinas de silicio y mezclas de las mismas. Las

60

una o más placas magnéticas blandas (x31) descritas en el presente documento están fabricadas de un material compuesto que comprende desde aproximadamente el 5 % en peso hasta aproximadamente el 75 % en peso, preferentemente de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, del material no magnético descrito en el presente documento, basándose los porcentajes en peso en el peso total de la una o más placas magnéticas blandas.

65

Las placas magnéticas blandas (x31) descritas en el presente documento pueden comprender además uno o más aditivos tales como por ejemplo endurecedores, dispersantes, plastificantes, rellenos/extensores y

antiespumantes.

La una o más placas magnéticas blandas (x31) descritas en el presente documento tienen preferentemente un espesor de al menos aproximadamente 0,5 mm, más preferentemente al menos aproximadamente 1 mm y

5 aún más preferentemente entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 5 mm. Como se ha descrito anteriormente y como se muestra en la figura 1, el espesor (T) de la placa magnética blanda (x31) que comprende el uno o más huecos descritos en el presente documento se refiere al espesor de las regiones de la placa magnética blanda (x31) que carecen del uno o más huecos (V).

10 La placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento también puede tratarse en la superficie para facilitar el contacto con el sustrato (x20) que lleva la capa de recubrimiento (x10) descrita en el presente documento, reduciendo la fricción y/o el desgaste y/o la carga electrostática en aplicaciones de impresión de alta velocidad.

15 De acuerdo con una realización preferida, la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento está curvada con el fin de adaptarse en o sobre el cilindro magnético rotatorio (RMC) descrito en el presente documento. Preferentemente, la placa magnética blanda (x31) tiene una superficie curva que tiene una curvatura sustancialmente similar a la superficie exterior del cilindro magnético rotatorio descrito en el presente documento, de tal manera la superficie del sustrato (x20) que comprende la capa de recubrimiento (x10) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa descritas en el presente documento no se ven afectadas negativamente.

20 El uno o más huecos (V) descritos en el presente documento de la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento están diseñados para recibir el uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento, es decir, permiten la incorporación del uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento en dicha placa magnética blanda (x31) o permiten la incorporación del uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento debajo de la placa magnética blanda (x31) y orientando el uno o más huecos (V) de dicha placa magnética blanda (x31).

25 30 Preferentemente, el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento tienen la forma de una marca que incluye sin limitación símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, letras, palabras, números, logotipos y dibujos. El uno o más huecos (V) pueden tener una forma circular, ovalada, elipsoide, triangular, un cuadrado, rectangular o cualquier forma poligonal. Ejemplos de formas incluyen un anillo o un círculo, un rectángulo o un 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), un corazón, una estrella, una luna, etc.

35 40 De acuerdo con una realización, la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento comprende el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento, donde dichos uno o más huecos (V), en particular, unos huecos que tienen una profundidad del 100 %, puede rellenarse con un material no magnético que incluye un aglutinante polimérico tal como los que se describen a continuación y opcionalmente unos rellenos. La placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento puede disponerse en un soporte o espaciador no magnético (x33), por ejemplo, una placa de metal no magnético, puede fabricarse de uno de los materiales de matriz polimérica descritos en el presente documento. Normalmente, dicho soporte o espaciador no magnético (x33), por ejemplo, una placa de metal no magnético, puede fabricarse de uno de los materiales de matriz polimérica descritos en el presente documento. Por ejemplo, una placa magnética blanda (x31) que comprende el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento y que tiene una profundidad del 100 % puede disponerse en dicho soporte o espaciador no magnético (x33). El uno o más huecos (V) descritos en el presente documento pueden cubrirse con un soporte o espaciador no magnético (x33) como los descritos anteriormente.

45 55 60 65 El uno o más huecos (V) de la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento pueden producirse mediante cualquier método de corte o grabado conocido en la técnica que incluye, sin limitación, colada, moldura, herramientas de ablación o grabado a mano seleccionadas del grupo que consiste en herramientas de ablación mecánica, herramientas de ablación por chorro gaseoso o líquido, por ataque químico, herramientas de ataque electroquímico y ablación láser (p. ej. CO₂, Nd-YAG o láseres excimer). Preferentemente, el uno o más huecos (V) de la placa magnética blanda (x31) descritos en el presente documento se producen y tratan como cualquier otro material polimérico. Puede usarse técnicas bien conocidas en la técnica, incluida la impresión 3D, moldeo por laminación, moldeo por compresión, moldeo por transferencia de resina o moldeo por inyección. Después de moldear, pueden aplicarse procedimientos de curado convencionales, tales como enfriar (cuando se usan polímeros termoplásticos) o curar a alta o baja temperatura (cuando se usan polímeros termoestables). Otra forma de obtener la una o más placas de material compuesto magnético blando (x31) descritas en el presente documento es eliminar partes de las

mismas para obtener los huecos necesarios usando herramientas estándar para trabajar las piezas de plástico. Especialmente, pueden usarse ventajosamente herramientas de ablación mecánica.

5 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) del conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento y el sustrato (x20) que lleva la capa de recubrimiento (x10) se ajusta y selecciona para obtener las capas de efecto óptico deseadas. (OEL). Se prefiere específicamente usar una distancia entre la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) y el sustrato (x20) cercana a cero o que sea cero.

10 Durante la producción de las capas de efecto óptico (OEL) descritas en el presente documento, el sustrato (x20) que lleva la capa de recubrimiento (x10) se expone al campo magnético del conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento de tal manera las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se orienten mientras la capa/composición de recubrimiento todavía está en un estado húmedo (es decir, aún no endurecido).

15 15 Además de la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende el uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento y/o el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b) descritos en el presente documento.

20 20 El uno o más imanes dipolo (x32-a) y los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares descritos en el presente documento están preferentemente fabricados independientemente de materiales de alta coercitividad (también denominados materiales magnéticos fuertes). Los materiales de alta coercitividad adecuados son materiales que tienen un valor de campo de coercitividad de al menos 50 kA/m, preferentemente al menos 200 kA/m, más preferentemente al menos 1000 kA/m, incluso más

25 25 preferentemente al menos 1700 kA/m. Se fabrican preferentemente de uno o más materiales magnéticos sinterizados o de enlace polímero seleccionados de entre el grupo que consiste en Alnicos tales 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); hexaferritas de fórmula $MFe_{12}O_{19}$, (por ejemplo hexaferrita de estroncio ($SmO_6Fe_2O_3$) o hexaferrita de bario ($BaO_6Fe_2O_3$)), ferritas duras de fórmula MFe_2O_4 (por ejemplo

30 30 como ferrita de cobalto ($CoFe_2O_4$) o magnetita (Fe_3O_4)), donde M es un ion metálico bivalente), cerámica 8 (SI-1-5); materiales magnéticos de tierras raras seleccionados de entre el grupo que comprende $RECo_5$ (siendo RE = Sm o Pr), RE_2TM_{17} (siendo RE = Sm, TM = Fe, Cu, Co, Zr, Hf), $RE_2TM_{14}B$ (siendo RE = Nd, Pr, Dy, TM = Fe, Co); aleaciones anisotrópicas de Fe Cr Co; materiales seleccionados de entre el grupo de PtCo, MnAlC, RE cobalto 5/16, RE cobalto 14. Preferentemente, los materiales de alta coercitividad del uno o más

35 35 imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento y los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares descritos en el presente documento se seleccionan independientemente de los grupos que consisten en materiales magnéticos de tierras raras, y más preferentemente del grupo que consiste en $Nd_2Fe_{14}B$ y $SmCo_5$. Específicamente preferidos son los materiales de compuestos magnéticos permanentes fácilmente trabajables que comprenden un relleno magnético permanente, tal como hexaferrita de estroncio ($SmFe_{12}O_{19}$)

40 40 o polvo de neodimio-hierro-boro ($Nd_2Fe_{14}B$), en una matriz de tipo plástico o goma.

El uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento están dispuestos dentro del uno o más huecos (V) (véase, por ejemplo, las figuras 3A, 3B, 4A y 4B) o se orientan hacia dichos uno o más huecos (V) (véase, por ejemplo, las figuras 3C y 4C). El uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento pueden estar dispuestos simétricamente o no simétricamente dentro del uno o más huecos (V) descritos en el presente documento y pueden orientarse simétricamente o no simétricamente hacia dicho uno o más huecos (V).

50 50 Cuando se usan más de uno imanes dipolo (x32-a) en lugar de un imán dipolo (x32-a), dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) pueden estar todos dispuestos dentro del uno o más huecos (V), pueden estar todos dispuestos orientados hacia uno o más huecos (V), o al menos uno de dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) puede estar dispuesto dentro del uno o más huecos (V) y al menos otro uno puede estar dispuesto orientado hacia el uno o más huecos (V) (véase, por ejemplo, las figuras 3D y 4D).

55 55 Cuando se usan más de uno imanes dipolo (x32-a) en lugar de un imán dipolo (x32-a), dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) se colocan preferentemente uno encima de otro. La forma de dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) puede ser la misma o puede ser diferente. El tamaño de la superficie superior (diámetro en el caso de un imán dipolo cilíndrico) de dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) puede ser el mismo o puede ser diferente. El espesor de dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) puede ser la misma o puede ser diferente.

60 60 De acuerdo con una realización, los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento comprenden una placa magnética blanda (x31) que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad de menos del 100 % tal como los descritos en el presente documento y comprenden más de uno imanes dipolo (x32-a), donde dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) se colocan uno encima de otro y están separados por la placa magnética blanda (x31) en la o las regiones del uno o más huecos (V), es decir,

uno de dichos imanes dipolo (x32-a) está dispuesto dentro del uno o más huecos (V) y al menos otro de dichos imanes dipolo (x32-a) está dispuesto orientado hacia el uno o más huecos (V) (véase, por ejemplo, la figura 3D). De acuerdo con otra realización, la placa magnética blanda (x31) comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad del 100 % y comprende más de un imán dipolo (x32-a), donde dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) se colocan uno encima de otro, es decir, uno de dichos imanes dipolo (x32-a) está dispuesto dentro del uno o más huecos (V) y al menos otro uno de dichos imanes dipolo (x32-a) está dispuesto debajo de la placa magnética blanda (x31) y se orienta hacia el uno o más huecos (V) (véase, por ejemplo, la figura 4D).

10 Cuando se usan más de uno imanes dipolo (x32-a) en lugar de un imán dipolo (x32-a), dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) pueden colocarse uno encima de otro (véanse, por ejemplo, las figuras 3D y 4D) o pueden colocarse uno al lado de otro (véanse, las figuras 3E y 3F). Los más de uno imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento están preferentemente dispuestos todos dentro de un solo hueco (V) tal como los descritos en el presente documento, o todos dispuestos orientados hacia el único hueco (V) tal 15 como los descritos en el presente documento, más preferentemente, y como se muestra en las figuras 3E-F y 4D, el más de uno imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento están preferentemente dispuestos todos dentro de un único hueco (V). La forma de dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) puede ser la misma o puede ser diferente. El espesor de dichos más de uno imanes dipolo (x32-a1, x32-a2, etc.) puede ser iguales o diferente. Los más de uno imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento y dispuestos dentro del único hueco (V) pueden colocarse uno encima de otro (véase la figura 4D). Los más de uno imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento y dispuestos dentro del único hueco (V) 20 pueden ser adyacentes (véase la figura 3F) entre sí o pueden estar separados lateralmente (véase la figura 3F), donde dichos más de uno imanes dipolo (x32-a) tienen preferentemente una dirección magnética opuesta.

25 De acuerdo con una realización, cada uno del uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento tiene un eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31). Preferentemente, todos de dichos uno o más imanes dipolo (x32-a) tienen la misma dirección magnética.

30 Los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares descritos en el presente documento están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y están separados del uno o más huecos (V) (o en otras palabras, están dispuestos debajo de la placa blanda placa magnética (x31) en lados opuestos del uno o más huecos (V)). Preferentemente, los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares descritos en el presente documento 35 están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31), están separados del uno o más huecos (V) y tienen su superficie lateral al ras con la superficie externa del uno o más huecos (V) (véase, por ejemplo, las figuras 5-6).

40 Los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares descritos en el presente documento tienen preferentemente su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) ya sea con la misma dirección magnética o con una dirección magnética opuesta.

45 De acuerdo con una realización, los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento comprenden el uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento. De acuerdo con otra realización, los conjuntos magnéticos (x30) descritos en el presente documento comprenden el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b) descritos en el presente documento. De acuerdo con otra realización, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende el uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento y el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b) descritos en el 50 presente documento.

55 Para las realizaciones donde el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende el uno o más imanes dipolo (x32-a) descritos en el presente documento y el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b) descritos en el presente documento, dichos uno o más imanes dipolo (x32-a) tienen preferentemente su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y todos de dichos uno o más imanes dipolo (x32-a) que tienen una misma dirección magnética, y dichos dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares descritos en el presente documento tienen preferentemente su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la 60 superficie de la placa magnética blanda (x31) ya sea con la misma dirección magnética o con una dirección magnética opuesta (véanse las figuras 5C-D y 6C-D).

65 Según una realización mostrada, por ejemplo, en las figuras 3A-B, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad inferior al 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32a) descritos en el presente documento que están dispuestos

dentro del uno o más huecos (V), teniendo todos ellos su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética, donde la superficie superior del uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) (véase, por ejemplo, la figura 5 3A) o está debajo de la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) (véase, por ejemplo, la figura 3B).

Según una realización mostrada, por ejemplo, en la figura 3C, el conjunto magnético (x30) descrito en el 10 presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad inferior al 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32a) descritos en el presente documento que se orientan hacia el uno o más huecos (V), teniendo todos ellos su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie 15 del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética, donde la superficie superior de al menos uno del uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) en la o las regiones del uno o más huecos (V).

Según una realización mostrada, por ejemplo, en la figura 3D, el conjunto magnético (x30) descrito en el 20 presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad inferior al 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32a) dispuestos dentro del uno o más huecos (V) y el uno o más imanes dipolo (x32a) descritos en el presente documento que se orientan hacia el uno o más huecos (V), teniendo todos de dichos imanes (x32-a) y (x32-b) su eje magnético sustancialmente perpendicular a la 25 superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética, donde la superficie superior de al menos uno de uno de dichos uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) o está debajo de la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) (véase la figura 3D) y la 30 superficie superior de al menos otro uno de dicho uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) en la o las regiones del uno o más huecos (V) (véase la figura 3D).

Según una realización mostrada, por ejemplo, en las figuras 4A-B, el conjunto magnético (x30) descrito en el 35 presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad del 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32a) descritos en el presente documento que están dispuestos dentro del uno o más huecos (V), teniendo todos ellos su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética, donde la superficie superior del uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) (véase, por ejemplo, la figura 40 4A) o está debajo de la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) (véase, por ejemplo, la figura 4B), preferentemente donde la superficie superior del al menos uno del uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (x31).

Según una realización mostrada, por ejemplo, en la figura 4C, el conjunto magnético (x30) descrito en el 45 presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad del 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32a) descritos en el presente documento que se orientan hacia el uno o más huecos (V), teniendo todos ellos su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética, donde la superficie superior del al menos uno del uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) en la o las regiones del uno o más huecos (V).

Según una realización mostrada, por ejemplo, en la figura 4D, el conjunto magnético (x30) descrito en el 55 presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad del 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32a) dispuestos dentro del uno o más huecos (V) y el uno o más imanes dipolo (x32a) descritos en el presente documento que se orientan hacia el uno o más huecos (V), teniendo todos de dichos imanes (x32-a) y (x32-b) su eje magnético sustancialmente perpendicular a la 60 superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética, donde la superficie superior de al menos uno de dicho uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) o está debajo de la superficie superior de la placa magnética blanda (x31) (véase, por ejemplo, la figura 4D) y la superficie superior de al menos otro uno de dicho uno o más imanes dipolo (x32-a) está al ras con la 65 superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) en la o las regiones del uno o más huecos (V) (véase la figura 4D).

Según otra realización no reivindicada mostrada, por ejemplo, en las figuras 5A-B, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad de menos del 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32b) descritos en el presente documento que están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V), teniendo todos ellos su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética (figura 5A) o teniendo una dirección magnética opuesta (figura 5B), donde la superficie superior de los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares está preferentemente al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) y tiene preferentemente su superficie lateral al ras con la superficie externa del hueco con forma de bucle (V) (véanse las figuras 5A-B).

Según otra realización no reivindicada mostrada, por ejemplo, en las figuras 6A-B, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad del 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32b) descritos en el presente documento están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V), teniendo todos ellos su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y teniendo la misma dirección magnética (figura 6A) o teniendo una dirección magnética opuesta (figura 6B), donde la superficie superior de los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares está preferentemente al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) y tiene preferentemente su superficie lateral al ras con la superficie externa del hueco con forma de bucle (V) (véanse las figuras 6A-B).

Según otra realización mostrada, por ejemplo, en la figura 5C, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad de menos del 100 % descritos en el presente documento, y ii) un imán dipolo (x32-a) que está dispuesto orientado hacia el uno o más huecos (V) y que tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente paralelo a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32b) descritos en el presente documento que están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V), dichos dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y que tienen la misma dirección magnética o una dirección magnética opuesta (figura 5C), donde la superficie superior del imán dipolo (x32-a) y de los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares está preferentemente al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) y donde los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares tienen preferentemente su superficie lateral al ras con la superficie externa del hueco con forma de bucle (V) (véase la figura 5C).

Según otra realización mostrada, por ejemplo, en la figura 5D, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad inferior al 100 % descritos en el presente documento, y ii) más de uno, en particular dos, imanes dipolo (x32-a1, x32-a2) estando dispuestos orientados hacia el uno o más huecos (V) y teniendo todos ellos un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente paralelo a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32b) descritos en el presente documento que están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V), dichos dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y que tienen la misma dirección magnética o una dirección magnética opuesta (figura 5D), donde la superficie superior de los más de uno imanes dipolo (x32-a1, x32-a2) y de los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares está preferentemente al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) y donde los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares tienen preferentemente su superficie lateral al ras con la superficie externa del hueco con forma de bucle (V) (véase la figura 5D). Preferentemente, los más de uno imanes dipolo (x32-a1, x32-a2) son lateralmente adyacentes entre sí.

Según otra realización mostrada, por ejemplo, en la figura 6C, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad del 100 % descritos en el presente documento, y ii) el uno o más imanes dipolo (x32-a) que están dispuestos orientados hacia el uno o más huecos (V) y que tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente paralelo a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32b) descritos en el presente documento que están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V), dichos dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y

5 sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y que tienen la misma dirección magnética o una dirección magnética opuesta (figura 6C), donde la superficie superior del imán dipolo (x32-a) está preferentemente al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) en la (s) región (es) de uno o más huecos (V) y la superficie superior del dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares están preferentemente al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) y tienen preferentemente su superficie lateral al ras con la superficie externa del hueco con forma de bucle (V) (véase la figura 6C).

10 Según otra realización mostrada, por ejemplo, en la figura 6D, el conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento comprende i) la placa magnética blanda (x31) descrita en el presente documento que comprende el uno o más huecos (V) que tienen una profundidad inferior al 100 % descritos en el presente documento, y ii) más de uno, en particular dos, imanes dipolo (x32-a1, x32-a2) estando dispuestos orientados hacia el uno o más huecos (V) y teniendo todos ellos un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente paralelo a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y el uno o más pares de dos imanes dipolo (x32b) descritos en el presente documento que están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y separados del uno o más huecos (V), dichos dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares que tienen su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y que tienen la misma dirección magnética o una dirección magnética opuesta (figura 5D), donde la superficie superior de 15 los más de uno imanes dipolo (x32-a1, x32-a2) y de los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares está preferentemente al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (x31) y donde los dos imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares tienen preferentemente su superficie lateral al ras con la superficie externa del hueco con forma de bucle (V) (véase la figura 6D). Preferentemente, los más de uno imanes dipolo (x32-a1, x32-a2) son lateralmente adyacentes entre sí.

25 La presente invención proporciona además procesos para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en el presente documento en el sustrato (x20), tal como los descritos en el presente documento, comprendiendo dicho proceso las etapas de:

30 a) aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta y el material aglutinante descrito en el presente documento con el fin de formar una capa de recubrimiento (x10) en dicho sustrato (x20), estando dicha composición de recubrimiento en un primer estado líquido;

35 b) exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento; y

c) endurecer la composición de recubrimiento hasta un segundo estado con el fin de fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

40 El proceso descrito en el presente documento comprende una etapa a) de aplicar sobre la superficie del sustrato (x20) descrita en el presente documento la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta descritas en el presente documento para formar una capa de recubrimiento, estando dicha composición de recubrimiento en un primer estado físico que permite su aplicación como una capa y que está en un estado aún no endurecido (es decir, húmedo) donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta pueden 45 moverse y rotar dentro del material aglutinante. Ya que la composición de recubrimiento descrita en el presente documento debe proporcionarse en una superficie de sustrato, es necesario que la composición de recubrimiento, que comprende al menos el material aglutinante descrito en el presente documento y las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta, esté en una forma que permita su procesamiento en el equipo de impresión o recubrimiento deseado. Preferentemente, dicha etapa a) se 50 realiza mediante un proceso de impresión, preferentemente seleccionado del grupo que consiste en serigrafía, impresión en huecograbado, impresión flexográfica, impresión por chorro de tinta e impresión calcográfica (también denominada en la técnica como impresión en placa de cobre grabada e impresión en troquel de acero grabado), más preferentemente seleccionadas de entre el grupo que consiste en serigrafiado, huecograbado y flexografía.

55 La serigrafía (también conocida en la técnica como serigrafía de malla fina) es un proceso de estarcido donde se transfiere una tinta a una superficie a través de un estarcido sostenido por una fina malla de seda, mono o multifilamentos fabricados de fibras sintéticas como, por ejemplo, poliamidas o poliésteres o hilos metálicos tensados en un marco fabricado, por ejemplo, de madera o metal (por ejemplo, aluminio o acero inoxidable). 60 Como alternativa, la malla de serigrafía puede ser una lámina metálica porosa grabada químicamente, grabada con láser o formada galvánicamente, por ejemplo, una lámina de acero inoxidable. Los poros de la malla se bloquean en las zonas sin imagen y se dejan abiertos en la zona de la imagen, llamándose pantalla al portador de imagen. La serigrafía puede ser de tipo cama plana o rotatorio. La serigrafía se describe con más detalle, por ejemplo, en The Printing ink manual, R.H. Leach y R.J. Pierce, Edición Springer, 5^a edición, 65 páginas 58-62 y en Printing Technology, J.M. Adams y P.A. Dolin, Delmar Thomson Learning, 5^a edición, páginas 293-328.

El huecograbado (también denominado en la técnica grabado) es un proceso de impresión donde los elementos de imagen se graban en la superficie de un cilindro. Las zonas sin imagen están en un nivel original constante. Antes de la impresión, toda la plancha de impresión (elementos de impresión y de no impresión) se entinta y se inunda de tinta. La tinta se elimina de la no imagen con un limpiador o una cuchilla antes de imprimir, de tal manera que la tinta permanezca solo en las celdas. La imagen se transfiere desde las celdas al sustrato mediante una presión habitualmente en el intervalo de 2 a 4 bares y mediante las fuerzas adhesivas entre el sustrato y la tinta. El término huecograbado no engloba los procesos de impresión calcográfica (también denominados en la técnica procesos de impresión con troquel de acero o plancha de cobre grabados) que se basan, por ejemplo, en un tipo diferente de tinta. Se proporcionan más detalles en el "Handbook of print media", Helmut Kipphan, Edición Springer, página 48 y en The Printing ink manual, R.H. Leach y R.J. Pierce, Edición Springer, 5^a edición, páginas 42-51.

La flexografía usa preferentemente una unidad con una rasqueta, preferentemente una rasqueta recamarado, un rodillo anilox y un cilindro de placas. Ventajosamente, el rodillo anilox tiene pequeñas celdas cuyo volumen y/o densidad determina la velocidad de aplicación de tinta. La rasqueta se apoya contra el rodillo anilox y elimina el exceso de tinta al mismo tiempo. El rodillo anilox transfiere la tinta al cilindro portaplanchas que finalmente transfiere la tinta al sustrato. Se podría lograr un diseño específico usando una placa de fotopolímero diseñada. Los cilindros portaplanchas pueden fabricarse de materiales poliméricos o elastoméricos. Los polímeros se usan principalmente como fotopolímeros en planchas y, a veces, como recubrimiento sin costuras en una funda. Las planchas de fotopolímero se fabrican de polímeros sensibles a la luz que se endurecen con la luz ultravioleta (UV). Las planchas de fotopolímero se cortan al tamaño necesario y se colocan en una unidad de exposición a la luz UV. Un lado de la plancha está completamente expuesto a la luz UV para endurecer o curar la base de la plancha. A continuación, se da la vuelta a la plancha, se monta un negativo del trabajo sobre el lado no curado y la plancha se expone más a la luz UV. Esto endurece la plancha en las zonas de imagen. A continuación, la plancha se procesa para eliminar el fotopolímero no endurecido de las zonas sin imagen, lo que reduce la superficie de plancha en estas zonas sin imagen. Después del procesamiento, la plancha se seca y se le da una dosis de luz UV posterior a la exposición para curar toda la plancha. La preparación de cilindros de plancha para flexografía se describe en Printing Technology, J.M. Adams y P.A. Dolin, Delmar Thomson Learning, 5^a edición, páginas 359-360 y en The Printing ink manual, R.H. Leach y R.J. Pierce, Edición Springer, 5^a edición, páginas 33-42.

La composición de recubrimiento descrita en el presente documento, así como la capa de recubrimiento descrita en el presente documento, comprenden unas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta. Preferentemente, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta descritas en el presente documento están presentes en una cantidad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, más preferentemente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso, basándose los porcentajes en peso en el peso total de la composición de recubrimiento.

A diferencia de las partículas de pigmento con forma de aguja, que pueden considerarse como partículas quasi unidimensionales, las partículas de pigmento con forma de plaqueta son partículas quasi bidimensionales debido a la gran relación de aspecto de sus dimensiones. Las partículas de pigmento con forma de plaqueta pueden considerarse como una estructura bidimensional donde las dimensiones X e Y son sustancialmente mayores que la dimensión Z. Las partículas de pigmento con forma de plaqueta también se denominan en la técnica partículas achatadas o escamas. Tales partículas de pigmento pueden describirse con un eje principal X correspondiente a su dimensión más larga que cruza la partícula de pigmento y un segundo eje Y perpendicular a X y correspondiente a la segunda dimensión más larga que cruza la partícula de pigmento. Dicho de otra forma, el plano XY define aproximadamente el plano formado por las dimensiones más largas primera y segunda de la partícula de pigmento, la dimensión Z se ignora.

Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta descritas en el presente documento tienen, debido a su forma no esférica, reflectividad no isotrópica con respecto a la radiación electromagnética incidente para la que el material aglutinante endurecido/curado es al menos parcialmente transparente. Como se usa en el presente documento, la expresión "reflectividad no isotrópica" indica que la proporción de radiación incidente desde un primer ángulo que se refleja por una partícula en una cierta dirección (visión) (un segundo ángulo) es función de la orientación de las partículas, es decir que un cambio de orientación de la partícula con respecto al primer ángulo puede conducir a una magnitud diferente de la reflexión hacia la dirección de visión.

En las OEL descritas en el presente documento, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta descritas en el presente documento se dispersan en la composición de recubrimiento que comprende un material aglutinante endurecido que fija la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta. El material aglutinante está al menos en su estado endurecido o sólido (también denominado segundo estado en el presente documento), al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un intervalo de longitudes de onda comprendidas entre 200

nm y 2500 nm, es decir, dentro del intervalo de longitud de onda que normalmente se denomina "espectro óptico" y que comprende partes de infrarrojos, partes visibles y ultravioleta del espectro electromagnético. Por consiguiente, las partículas contenidas en el material aglutinante en su estado sólido o endurecido y su reflectividad dependiente de la orientación pueden percibirse a través del material aglutinante en algunas longitudes de onda dentro de este intervalo. Preferentemente, el material aglutinante endurecido es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un intervalo de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 800 nm, más preferentemente comprendidas entre 400 nm y 700 nm. En el presente documento, el término "transparente" indica que la transmisión de radiación electromagnética a través de una capa de 20 μm del material aglutinante endurecido presente en la OEL (sin incluir las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa, sino todos los otros componentes opcionales de la OEL en el caso de que dichos componentes estén presentes) sea al menos el 50 %, más preferentemente al menos el 60 %, incluso más preferentemente al menos el 70 %, de la(s) longitud(es) de onda considerada(s). Esto puede determinarse, por ejemplo, midiendo la transmitancia de una pieza de prueba del material aglutinante endurecido (sin incluir las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa) de acuerdo con unos métodos de prueba bien establecidos, por ejemplo DIN 5036-3 (1979-11). Si la OEL sirve como una característica de seguridad encubierta, a continuación normalmente serán necesarios medios técnicos para detectar el efecto óptico (completo) generado por la OEL bajo las condiciones de iluminación respectivas que comprenden la longitud de onda no visible seleccionada; necesitando dicha detección que la longitud de onda de la radiación incidente se seleccione fuera del intervalo visible, por ejemplo en el intervalo del UV cercano. En este caso, es preferible que la OEL comprenda unas 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 partes infrarrojas, visibles y UV del espectro electromagnético corresponden aproximadamente a intervalos de longitud de onda entre 700-2500 nm, 400-700 nm y 200-400 nm respectivamente.

Los ejemplos adecuados de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa descritas en el presente documento incluyen, sin limitación, partículas de pigmento que comprenden un metal magnético seleccionado del grupo que consiste en cobalto (Co), hierro (Fe) y níquel (Ni); una aleación magnética de hierro, manganeso, cobalto, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos; un óxido magnético de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos; o una mezcla de dos o más de ellos. El término "magnético" haciendo referencia a los metales, aleaciones y óxidos se dirige a metales ferromagnéticos o ferrimagnéticos, aleaciones y óxidos. Los óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos pueden ser óxidos puros o mezclados. 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 las que M indica metal bivalente, R indica metal trivalente y A indica metal tetravalente.

Los ejemplos de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa descritas en el presente documento incluyen, sin limitación, partículas de pigmento que comprenden una capa magnética M fabricada de uno o más de un metal magnético como cobalto (Co), hierro (Fe) o níquel (Ni); y una aleación magnética de hierro, cobalto o níquel, donde dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables pueden ser estructuras de múltiples capas que comprenden una o más capas adicionales. Preferentemente, la una o más capas adicionales son capas A fabricadas independientemente a partir de una o más seleccionadas 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) y óxido de aluminio (Al_2O_3), más preferentemente dióxido de silicio (SiO_2); o capas B fabricadas independientemente de uno o más seleccionados del grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en metales reflectores y aleaciones metálicas reflectoras y más preferentemente seleccionadas entre el grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr) y níquel (Ni) y aún más preferentemente aluminio (Al); o una combinación de una o más capas A tal como las descritas anteriormente y una o más capas B tal como las descritas anteriormente. Los ejemplos típicos de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa que son de estructuras multicapa descritas anteriormente incluyen sin limitación estructuras multicapa A/M, estructuras multicapa A/M/A, estructuras multicapa A/M/B, estructuras multicapa A/B/M/A, estructuras multicapa A/B/M/B, estructuras multicapa A/B/M/B/A, estructuras multicapa B/M, estructuras multicapa B/M/B, estructuras multicapa B/A/M/A, estructuras multicapa B/A/M/B, estructuras multicapa B/A/M/B/A, donde las capas A, las capas magnéticas M y las capas B se eligen de entre las descritas anteriormente.

La composición de recubrimiento descrita en el presente documento puede comprender partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables con forma de placa y/o partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa que no tengan propiedades ópticamente variables. Preferentemente, al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa descritas en el presente documento está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables con forma de placa. Además de la seguridad manifiesta proporcionada por la propiedad de cambio de color de las partículas de pigmento magnéticas o

magnetizables ópticamente variables, lo que permite una fácil detección, reconocimiento y/o discriminación de un artículo o documento de seguridad que lleve una tinta, composición de recubrimiento, o capa de recubrimiento que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables descritas en el presente documento de sus posibles falsificaciones usando los sentidos humanos sin ayuda,

5 las propiedades ópticas de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables también pueden usarse como una herramienta legible por máquina para el reconocimiento de la OEL. De este modo, las propiedades ópticas de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables pueden usarse simultáneamente como una característica de seguridad encubierta o semiencubierta en un proceso de autenticación donde se analizan las propiedades ópticas (por ejemplo, espectrales) de las 10 partículas de pigmento.

El uso de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables con forma de placa en las capas de recubrimiento para producir una OEL aumenta la importancia de la OEL como característica de seguridad en las aplicaciones de documentos de seguridad, debido a que dichos materiales están 15 reservados para la industria de impresión de documentos de seguridad y no están disponibles comercialmente para el público.

Como se ha mencionado anteriormente, preferentemente, al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa está constituida por partículas de pigmento magnéticas o 20 magnetizables ópticamente variables con forma de placa. Estas se seleccionan más preferentemente del grupo que consiste en partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada, partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico, partículas de pigmento recubiertas de interferencia que comprenden un material magnético y mezclas de dos o más de los mismos.

25 Las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada son conocidas por los expertos en la materia y se divultan, por ejemplo en los documentos US 4.838.648; 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 el presente documento. Preferentemente, las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada comprenden partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de 30 cinco capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de seis capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de siete capas.

Las estructuras multicapa Fabry-Perot de cinco capas preferidas consisten en estructuras multicapa de absorbente/dieléctrico/reflector/dieléctrico/absorbente donde el reflector y/o el absorbente es también una 35 capa magnética, preferentemente 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).

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

Las estructuras multicapa Fabry-Perot de siete capas preferidas consisten en estructuras multicapa de absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/reflector/dieléctrico/absorbente tal como se divulga en el 45 documento US 4.838.648.

Preferentemente, las capas reflectoras descritas en el presente documento se fabrican independientemente de una o más seleccionadas del grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, seleccionados preferentemente de entre el grupo que consiste en metales reflectores y aleaciones metálicas reflectoras, 50 más preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), oro (Au), platino (Pt), estaño (Sn), titanio (Ti), paladio (Pd), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones de los mismos, incluso más preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones de los mismos y más preferentemente aluminio (Al).

55 Preferentemente, las capas dieléctricas se fabrican independientemente a partir de una o más seleccionadas del grupo que consiste en fluoruros metálicos tales como fluoruro de magnesio (MgF_2), fluoruro de aluminio (AlF_3), fluoruro de cerio (CeF_3), fluoruro de lantano (LaF_3), fluoruros de aluminio sodio (por ejemplo, Na_3AlF_6), fluoruro de neodimio (NdF_3), fluoruro de samario (SmF_3), fluoruro de bario (BaF_2), fluoruro de calcio (CaF_2), fluoruro de litio (LiF) y óxidos metálicos tales como óxido de silicio (SiO), dióxido de silicio (SiO_2), óxido de titanio (TiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3), más preferentemente seleccionado de entre el grupo que consiste en fluoruro de magnesio (MgF_2) y dióxido de silicio (SiO_2) y aún más preferentemente fluoruro de magnesio (MgF_2). Preferentemente, las capas absorbentes se fabrican independientemente de una o más 60 seleccionadas del grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), paladio (Pd), platino (Pt), titanio (Ti), vanadio (V), hierro (Fe), estaño (Sn), tungsteno (W), molibdeno (Mo), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni), óxidos metálicos de los mismos, sulfuros metálicos de los mismos, carburos metálicos de los mismos y aleaciones metálicas de los mismos, más preferentemente seleccionadas de entre un grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni), óxidos metálicos de los mismos y aleaciones metálicas de los mismos y aún más preferentemente seleccionados de entre el grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni) y

5 aleaciones metálicas de los mismos. Preferentemente, la capa magnética comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o una aleación magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co). Cuando se prefieren partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada que comprenden una estructura Fabry-Perot de siete capas, se prefiere específicamente que las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada comprendan una estructura multicapa de absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/reflector/dieléctrico/absorbente Fabry-Perot de siete capas que consiste en una estructura multicapa de Cr/MgF₂/Al/Ni/Al/MgF₂/Cr.

10 10 Las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada descritas en el presente documento pueden ser partículas de pigmento multicapa que se consideran como seguras para la salud humana y el ambiente y que se basan por ejemplo en las estructuras multicapa Fabry-Perot de cinco capas, estructuras multicapa Fabry-Perot de seis capas y estructuras multicapa Fabry-Perot de siete capas, en las que dichas partículas de pigmento incluyen una o más capas magnéticas que comprenden una aleación 15 magnética que tiene una composición sustancialmente libre de níquel que incluye aproximadamente del 40 % en peso a aproximadamente el 90 % en peso de hierro, aproximadamente del 10 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso de cromo y de aproximadamente el 0 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso de aluminio. Pueden encontrarse ejemplos típicos de partículas de pigmento multicapa que se consideran seguras para la salud humana y el medio ambiente en el documento EP 2 402 401 A1.

20 20 Las partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgada descritas en el presente documento se fabrican normalmente mediante una técnica de deposición convencional de las diferentes capas requeridas sobre una malla. Después de la deposición del número de capas deseado, por ejemplo mediante deposición física por vapor (PVD), deposición química por vapor (CVD) o deposición electrolítica, la 25 pila de capas se retira de la malla, bien mediante la disolución de una capa de liberación en un disolvente adecuado o mediante la retirada del material de la malla. A continuación, el material así obtenido se descompone en escamas que deben procesarse adicionalmente mediante pulverizar, moler (tal como por ejemplo procesos de molido en chorro) o cualquier método adecuado de tal manera que se obtengan 30 partículas de pigmento del tamaño necesario. El producto resultante consiste en escamas planas con bordes rotos, formas irregulares y diferentes relaciones de aspecto. Puede encontrarse más información sobre la preparación de partículas de pigmento de interferencia de película fina magnética adecuadas, por ejemplo, en los documentos EP 1 710 756 A1 y EP 1 666 546 A1.

35 35 Las partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico que presentan características ópticamente variables incluyen sin limitación partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico monocapa y partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico multicapa. Dichas partículas de pigmento se divultan por ejemplo en los documentos WO 2006/063926 A1, US 6.582.781 y US 6.531.221. El documento WO 2006/063926 A1 divulga monocapas y partículas de pigmento obtenidas a partir de las mismas con propiedades de alto brillo y desviación de color con propiedades particulares adicionales tales 40 como capacidad magnética. Las monocapas y partículas de pigmento divulgadas, que se obtienen a partir de las mismas mediante desmenuzamiento de dichas monocapas, incluyen una mezcla de cristal líquido colestérico reticulado tridimensionalmente y nanopartículas magnéticas. Los documentos US 6.582.781 y US 6.410.130 divulgan partículas de pigmento multicapa colestéricas con forma de placa que comprenden la secuencia A¹/B/A², donde A¹ y A² pueden ser idénticas o diferentes y cada una comprende al menos una 45 capa colestérica y B es una capa intermedia absorbente de toda o parte de la luz transmitida por las capas A¹ y A² y que imparte propiedades magnéticas a dicha capa intermedia. El documento US 6.531.221 divulga partículas de pigmento multicapa colestéricas con forma de placa que comprenden la secuencia A/B y opcionalmente C, donde A y C son capas absorbentes que comprenden partículas de pigmento que imparten propiedades magnéticas y B es una capa colestérica.

50 50 Los pigmentos de interferencia recubiertos adecuados que comprenden uno o más materiales magnéticos incluyen sin limitación estructuras que consisten en un sustrato seleccionado de entre el grupo que consiste en un núcleo recubierto con una o más capas, donde al menos uno de entre el núcleo o la una o más capas tienen propiedades magnéticas. Por ejemplo, los pigmentos de interferencia recubiertos adecuados comprenden un núcleo fabricado de material magnético tal como el descrito anteriormente en el presente documento, estando recubierto dicho núcleo con una o más capas fabricadas de uno o más óxidos metálicos o tienen una estructura que consiste en un núcleo fabricado de micas sintéticas o naturales, silicatos en capa (por ejemplo talco, caolína y sericita), vidrios (por ejemplo borosilicato), dióxidos de silicio (SiO₂), óxidos de aluminio (Al₂O₃), óxidos de titanio (TiO₂), grafitos y mezclas de dos o más de los mismos. Adicionalmente, 60 pueden estar presentes una o más capas adicionales tales como capas colorantes.

65 65 Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en el presente documento pueden tratarse superficialmente con el fin de protegerlas contra cualquier deterioro que pueda producirse en la composición de recubrimiento y la capa de recubrimiento y/o para facilitar su incorporación en dicha composición de recubrimiento y capa de recubrimiento; normalmente pueden usarse materiales inhibidores de la corrosión y/o agentes humectantes.

Además, posteriormente a la aplicación de la composición de recubrimiento descrita en el presente documento en la superficie del sustrato (x20) descrita en el presente documento con el fin de formar la capa de recubrimiento (x10) (etapa a)), la capa de recubrimiento (x10) se expone (etapa b)) al campo magnético del conjunto magnético (x30) que comprende la placa magnética blanda (x31) que comprende el uno o más huecos (V) descritos en el presente documento.

5 Posteriormente o parcialmente de manera simultánea, preferentemente parcialmente de manera simultánea, con las etapas de orientar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta 10 descritas en el presente documento (etapa b)), la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se fija o congela (etapa c). Por lo tanto, la composición de recubrimiento debe tener un primer estado líquido donde la composición de recubrimiento aún no esté endurecida y suficientemente húmeda o blanda, de tal manera que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta dispersas en la composición de recubrimiento se muevan libremente, 15 de manera rotatoria y orientable tras exponerse a un campo magnético, y un segundo estado endurecido (por ejemplo, sólido o similar a un sólido), donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se fijan o congelan en sus respectivas posiciones y orientaciones.

20 Preferentemente, dichos estados primero y segundo se proporcionan usando un cierto tipo de composición de recubrimiento. Por ejemplo, los componentes de la composición de recubrimiento distintos de las 25 partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta pueden tomar la forma de una tinta o composición de recubrimiento como las que se usan en aplicaciones de seguridad, por ejemplo para impresión de billetes de banco. Los estados primero y segundo mencionados anteriormente pueden proporcionarse usando un material que muestre un aumento de viscosidad en reacción a un estímulo como, 30 por ejemplo, un cambio de temperatura o una exposición a una radiación electromagnética. Es decir, cuando el material aglutinante fluido se endurece o solidifica, dicho material aglutinante se convierte en el segundo estado, es decir un estado endurecido o sólido, donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta están fijadas en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no pueden moverse ni rotar dentro del material aglutinante. Como es conocido para los expertos en la materia, 35 los ingredientes comprendidos en una tinta o composición de recubrimiento que se aplicarán sobre una superficie tal como un sustrato y las propiedades físicas de dicha tinta o composición de recubrimiento deben cumplir los requisitos del proceso usado para transferir la tinta o la composición de recubrimiento a la superficie del sustrato. En consecuencia, el material aglutinante comprendido en la composición de recubrimiento descrita en el presente documento se elige normalmente entre los conocidos en la técnica y depende del proceso de recubrimiento o de impresión usado para aplicar la tinta o la composición de recubrimiento y el proceso de endurecimiento elegido.

40 La OEL descrita en el presente documento comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta que, debido a su forma, tienen reflectividad no isotrópica. Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se dispersan en el material aglutinante que es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de uno o más intervalos de longitud de onda en el intervalo de 200 nm a 2500 nm.

45 La etapa de endurecimiento descrita en el presente documento (etapa c)) puede ser de naturaleza puramente física, por ejemplo, en los casos donde la composición de recubrimiento comprende un material aglutinante polimérico y un disolvente y se aplica a altas temperaturas. Después, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se orientan a alta temperatura mediante la aplicación de un campo magnético, y el disolvente se evapora, seguido del enfriamiento de la composición de recubrimiento. De este modo, la composición de recubrimiento se endurece y se fija la orientación de las partículas de pigmento.

50 Como alternativa y preferentemente, el endurecimiento de la composición de recubrimiento implica una reacción química, por ejemplo curando, que no se revierte con un simple aumento de temperatura (por ejemplo, hasta 80°C) que puede producirse durante un uso típico de un documento de seguridad. El término "curado" o "curable" se refiere a procesos que incluyen la reacción química, reticulación o polimerización de 55 al menos un componente en la composición de recubrimiento aplicada de tal manera que se convierta en un material polimérico que tiene un peso molecular mayor que las sustancias de partida. Preferentemente, el curado provoca la formación de una red polimérica tridimensional estable. Dicho curado se induce en general aplicando un estímulo externo a la composición de recubrimiento (i) después de su aplicación en un sustrato (etapa a)) y (ii) posteriormente a, o parcialmente de manera simultánea con la orientación de al menos parte 60 de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta (etapa b)). Ventajosamente, el endurecimiento (etapa c)) de la composición de recubrimiento descrita en el presente documento se realiza parcialmente de manera simultánea con la orientación de al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta (etapa c)). Por lo tanto, preferentemente, la composición de recubrimiento se selecciona del grupo que consiste en composiciones 65 curables por radiación, composiciones de secado térmico, composiciones de secado oxidativo y

combinaciones de las mismas. Son específicamente preferidas las composiciones de recubrimiento seleccionadas del grupo que consiste en composiciones curables por radiación. El curado por radiación, en particular, el curado UV Vis, conduce ventajosamente a un aumento instantáneo en la viscosidad de la composición de recubrimiento después de la exposición a la irradiación, evitando de este modo cualquier movimiento adicional de las partículas de pigmento y en consecuencia cualquier pérdida de información después de la etapa de orientación magnética. Preferentemente, la etapa de endurecimiento (etapa d)) se realiza mediante irradiación con luz UV visible (es decir, curado con radiación de luz UV Vis) o con un haz E (es decir, curado con radiación con haz E), más preferentemente mediante irradiación con luz UV Vis.

- 5 10 Por lo tanto, las composiciones de recubrimiento adecuadas para la presente invención incluyen composiciones curables por radiación que pueden curarse mediante radiación de luz UV visible (En lo sucesivo en el presente documento, curable con UV Vis) o mediante radiación de haz E (en lo sucesivo en el presente documento denominada como, EB). De acuerdo con una realización específicamente preferida de la 15 presente invención, la composición de recubrimiento descrita en el presente documento es una composición de recubrimiento curable por UV Vis. El curado UV Vis permite de manera ventajosa procesos de curado muy rápidos y, por lo tanto, disminuye drásticamente el tiempo de preparación de la OEL descrita en el presente documento, documentos y artículos y documentos que comprenden dicha OEL.

20 Preferentemente, la composición de recubrimiento curable por UV Vis comprende uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste en compuestos curables por radicales y compuestos curables catiónicamente. La composición de recubrimiento curable por UV Vis descrita en el presente documento puede ser un sistema híbrido y comprender una mezcla de uno o más compuestos curables catiónicamente y uno o más compuestos curables por radicales. Los compuestos curables catiónicamente se curan mediante 25 mecanismos catiónicos que incluyen habitualmente la activación por 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 los monómeros y/u oligómeros para endurecer de este modo la composición de recubrimiento. Los compuestos curables por radicales se curan mediante mecanismos de radical libre que incluyen habitualmente la activación por radiación de uno o más fotoiniciadores, generando de este modo radicales que a su vez inician la polimerización con el fin de endurecer la composición de recubrimiento. En función de 30 los monómeros, oligómeros o prepolímeros usados para preparar el aglutinante comprendido en las composiciones de recubrimiento curables por UV Vis descritas en el presente documento, podrían usarse diferentes fotoiniciadores. Los expertos en la materia conocen ejemplos adecuados de fotoiniciadores de radicales libres e incluyen, sin limitación, acetofenonas, benzofenonas, benzil dimetil cetales, alfa-aminocetonas, alfa-hidroxicetonas, óxidos de fosfina y derivados del óxido de fosfina, así como mezclas de 35 dos o más de los mismos. Los expertos en la materia conocen ejemplos adecuados de fotoiniciadores catiónicos e incluyen, sin limitación, sales onio, tales como sales orgánicas de yodonio (por ejemplo, sales de yodonio diariilo), oxonio (por ejemplo, sales de triarilo oxonio) y sales de sulfonio (por ejemplo sales de triarilo sulfonio), así como mezclas de dos o más de las mismas. En los libros de texto convencionales pueden 40 encontrarse otros ejemplos de fotoiniciadores útiles. Puede ser también ventajoso incluir un sensibilizador junto con el uno o más fotoiniciadores con el fin de conseguir un curado eficiente. Ejemplos habituales de fotosensibilizadores 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 los mismos. El uno o más 45 fotoiniciadores comprendidos en las composiciones de recubrimiento curables por UV Vis están presentes preferentemente en una cantidad total de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, más preferentemente de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, estando los porcentajes en peso basados en el peso total de las composiciones de recubrimiento curables por UV Vis.

50 Como alternativa, puede emplearse un material aglutinante termoplástico polimérico o un termoestable. A diferencia de los termoestables, las resinas termoplásticas pueden fundirse y solidificarse repetidamente mediante calentamiento y enfriamiento sin incurrir en cambios importantes en las propiedades. Los ejemplos típicos de resina o polímero termoplástico incluyen, sin limitación, poliamidas, poliésteres, poliacetales, poliolefinas, polímeros estirénicos, policarbonatos, poliarilatos, poliimidas, poliéster éter cetonas (PEEK), polietercetonacetonas (PEKK), resinas con base de polifenileno (p. ej. polifenileneter, óxidos de polifenileno, sulfuros de polifenileno), polisulfonas y mezclas de dos o más de los mismos.

55 60 65 La composición de recubrimiento descrita en el presente documento puede comprender además uno o más componentes colorantes seleccionados del grupo que consiste en partículas de pigmento orgánicas, partículas de pigmento inorgánicas y tintes orgánicos y/o uno o más aditivos. Estos últimos incluyen, entre otros, compuestos y materiales que se usan para ajustar parámetros físicos, parámetros reológicos y químicos de la composición de recubrimiento tal como la viscosidad (por ejemplo, disolventes, espesantes y tensioactivos), la consistencia (por ejemplo, agentes antidecantación, rellenos y plastificantes), las propiedades espumantes (por ejemplo agentes antiespuma), las propiedades lubricantes (ceras, aceites), estabilidad UV (fotoestabilizadores), las propiedades de adherencia, las propiedades antiestáticas, la estabilidad en almacenamiento (inhibidores de la polimerización), etc. Los aditivos descritos en el presente documento pueden estar presentes en la composición de recubrimiento en cantidades y formas conocidas en la técnica, incluidos los llamados nanomateriales en los que al menos una de las dimensiones del aditivo está

en el intervalo de 1 a 1000 nm.

La composición de recubrimiento descrita en el presente documento puede comprender además uno o más aditivos que incluyen, entre otros, compuestos y materiales que se usan para ajustar los parámetros físicos,

5 reológicos y químicos de la composición tales como la viscosidad (por ejemplo, disolventes y tensioactivos), la consistencia (por ejemplo, agentes antidecantación, rellenos y plastificantes), las propiedades espumantes (por ejemplo agentes antiespuma), las propiedades lubricantes (ceras), reactividad y estabilidad UV (fotosensibilizadores y fotoestabilizadores) y propiedades de adhesión, etc. Los aditivos descritos en el 10 presente documento pueden estar presentes en las composiciones de recubrimiento descritas en el presente documento en cantidades y formas conocidas en la técnica, incluso en la forma de los denominados nanomateriales en los que al menos una de las dimensiones de las partículas se encuentra en el intervalo de 1 a 1000 nm.

La composición de recubrimiento descrita en el presente documento puede comprender además una o más sustancias marcadoras o etiquetadoras y/o uno o más materiales legibles por máquina seleccionados del

15 grupo que consiste en materiales magnéticos (diferentes de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en el presente documento), materiales luminiscentes, materiales eléctricamente conductores y materiales absorbentes de infrarrojos. Como se usa en el presente documento, la expresión "material legible por máquina" se refiere a un material que muestra al menos una propiedad distintiva que es 20 detectable por un dispositivo o una máquina, y que puede estar comprendido en un recubrimiento con el fin de conferir una manera de autenticar dicho recubrimiento o artículo que comprende dicho recubrimiento usando un equipo específico para su detección y/o autenticación.

Las composiciones de recubrimiento descritas en el presente documento pueden prepararse dispersando o

25 mezclando las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en el presente documento y el uno o más aditivos cuando están presentes en presencia del material aglutinante descrito en el presente documento, formando de este modo composiciones líquidas. Cuando están presentes, el uno o más fotoiniciadores pueden añadirse a la composición durante la etapa de dispersión o mezcla de todos los demás ingredientes o pueden añadirse en una etapa posterior, es decir, después de la formación de la 30 composición de recubrimiento líquida.

Tal y como se ha descrito en el presente documento, la capa de recubrimiento (x10) se expone al campo magnético del conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento.

35 El proceso para producir la OEL descrito en el presente documento puede comprender además antes o simultáneamente con la etapa b) una etapa (etapa b2) de exponer la capa de recubrimiento (x10) a un campo magnético dinámico de un dispositivo con el fin de orientar biaxialmente en al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta, realizándose dicha etapa antes o simultáneamente con la etapa b) y antes de la etapa c). En el documento WO 2015/086257 A1 se divulgán 40 unos procesos que comprenden tal etapa de exponer una composición de recubrimiento a un campo magnético dinámico de un dispositivo con el fin de orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta. Posteriormente a la exposición de la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético del conjunto magnético (x30) descrito en el presente documento y mientras la capa de recubrimiento (x10) todavía está lo suficientemente húmeda o blanda de tal manera que 45 las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta de la misma pueden moverse y rotar adicionalmente, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se reorientan adicionalmente mediante el uso del dispositivo descrito en el presente documento. Realizar una orientación biaxial significa que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se orientan de tal manera que se limitan sus dos ejes principales. Es decir, puede considerarse que 50 cada partícula de pigmento magnética o magnetizable con forma de plaqueta tiene un eje mayor en el plano de la partícula de pigmento y un eje menor ortogonal en el plano de la partícula de pigmento. Cada uno de los ejes mayor y menor de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se orientan de acuerdo con el campo magnético dinámico. Efectivamente, esto da como resultado que las 55 partículas de pigmento magnéticas con forma de plaqueta vecinas que están próximas entre sí en el espacio sean esencialmente paralelas entre sí. Con el fin de realizar una orientación biaxial, las partículas de pigmento magnéticas con forma de plaqueta deben someterse a un campo magnético externo fuertemente dependiente del tiempo.

60 En el documento EP 2 157 141 A1 se divulgán unos dispositivos específicamente preferidos para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta. El dispositivo divulgado en el documento EP 2 157 141 A1 proporciona un campo magnético dinámico que cambia su dirección forzando a las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta a oscilar rápidamente hasta que ambos ejes principales, eje X y eje Y, se vuelven sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato, es decir, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta rotan hasta que llegan a una formación estable con forma de lámina con sus ejes X e Y sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato y se planarizan en dichas dos dimensiones. Otros 65

dispositivos específicamente preferidos para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta comprenden unas matrices de Halbach de imanes permanentes lineales, es decir, unos conjuntos que comprenden una pluralidad de imanes con diferentes direcciones de magnetización. Z.Q., Zhu y D. Howe proporcionaron una descripción detallada de los imanes permanentes Halbach (Halbach permanent magnet machines and applications: a review, IEE. Proc. Electric Power Appl., 2001, 148, págs. 299-308). El campo magnético producido por tal matriz de Halbach tiene las propiedades de que se concentra en un lado mientras que se debilita casi a cero en el otro lado. El documento WO 2016/083259 A1 divulga unos dispositivos adecuados para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta, donde dichos dispositivos comprenden un conjunto de cilindro Halbach. Otros específicamente preferidos para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta son los imanes giratorios, comprendiendo dichos imanes unos imanes giratorios con forma de disco o conjuntos magnéticos que están esencialmente magnetizados a lo largo de su diámetro. Los imanes giratorios o conjuntos magnéticos adecuados se describen en el documento US 2007/0172261 A1, dichos imanes giratorios o conjuntos magnéticos generan campos magnéticos variables en el tiempo radialmente simétricos, permitiendo la biorientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta de una composición de recubrimiento aún no curada o endurecida. Estos imanes o conjuntos magnéticos se accionan por un árbol (o husillo) conectado a un motor externo. El documento CN 102529326 B divulga unos ejemplos de dispositivos que comprenden imanes giratorios que podrían ser adecuados para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta. En una realización preferida, los dispositivos adecuados para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta son unos imanes giratorios con forma de disco sin árbol o conjuntos magnéticos limitados en una carcasa fabricada de un material no magnético, preferentemente no conductor, y se accionan por una o más bobinas de alambre magnético enrolladas alrededor de la carcasa. Ejemplos de tales conjuntos magnéticos o imanes giratorios con forma de disco sin árbol se divultan en los documentos WO 2015/082344 A1, WO 2016/026896 A1 y en la solicitud europea en trámite junto con la presente 17153905.9.

El proceso para producir la OEL descrito en el presente documento comprende, una etapa de endurecer (etapa c)) la composición de recubrimiento, donde dicha etapa c) se realiza preferentemente parcialmente de manera simultánea con la etapa b) o parcialmente de manera simultánea con la etapa b2) si se realiza dicha segunda etapa de orientación b2). La etapa de endurecer la composición de recubrimiento permite que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se fijen en sus posiciones y orientaciones adoptadas en un patrón deseado para formar la OEL, transformando de este modo la composición de recubrimiento en un segundo estado. Sin embargo, el tiempo desde el final de la etapa b) al comienzo de la etapa c) es preferentemente relativamente corto con el fin de evitar cualquier desorientación y pérdida de información. Normalmente, el tiempo entre el final de la etapa b) y el comienzo de la etapa c) es menos de 1 minuto, preferentemente menos de 20 segundos, más preferentemente menos de 5 segundos. Es específicamente preferible que esencialmente no haya un intervalo de tiempo entre el final de la etapa de orientación b) (o la etapa b2) si se realiza una segunda etapa de orientación) y el comienzo de la etapa de endurecimiento c), es decir, la etapa c) sigue inmediatamente después de la etapa b) o ya comienza mientras la etapa b) todavía está en curso (parcialmente de manera simultánea). Por "parcialmente de manera simultánea", se entiende que ambas etapas se realizan parcialmente de manera simultánea, es decir, los tiempos de realización de cada una de las etapas se superponen parcialmente. En el contexto descrito en el presente documento, cuando el endurecimiento se realiza parcialmente de manera simultánea con la etapa b) (o etapa b2)) si se realiza una segunda etapa de orientación), debe entenderse que el endurecimiento se hace efectivo después de la orientación, de tal manera que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta se orienten antes del endurecimiento total o parcial de la OEL. Como se ha mencionado en el presente documento, la etapa de endurecimiento (etapa c)) puede realizarse usando diferentes medios o procesos en función del material aglutinante comprendido en la composición de recubrimiento que también comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta.

La etapa de endurecimiento, en general, puede ser cualquier etapa que aumente la viscosidad de la composición de recubrimiento de tal manera que se forme un material sustancialmente sólido que se adhiera al sustrato. La etapa de endurecimiento puede implicar un proceso físico basado en la evaporación de un componente volátil, tal como un disolvente y/o una evaporación de agua (es decir, un secado físico). En el presente documento, puede usarse aire caliente, infrarrojos o una combinación de aire caliente e infrarrojos. Como alternativa, el proceso de endurecimiento puede incluir una reacción química, tal como curado, polimerización o reticulación del aglutinante y compuestos iniciadores opcionales y/o compuestos de reticulación opcionales comprendidos en la composición de recubrimiento. Dicha reacción química puede iniciarse mediante calor o radiación IR como se ha descrito anteriormente para los procesos de endurecimiento físico, pero puede incluir preferentemente el inicio de una reacción química mediante un mecanismo de radiación que incluye, sin limitación, curado por radiación de luz ultravioleta-visible (En lo sucesivo en el presente documento denominado, curado por UV Vis) y curado por radiación de haz electrónico (curado por haz E); oxipolimerización (reticulación oxidativa, inducida normalmente por una acción conjunta del oxígeno y uno o más catalizadores seleccionados preferentemente del grupo que consiste en

catalizadores que contienen cobalto, catalizadores que contienen vanadio, catalizadores que contienen circonio, catalizadores que contienen bismuto y catalizadores que contienen manganeso); reacciones de reticulación o cualquier combinación de las mismas.

5 Se prefiere específicamente el curado por radiación, y el curado por radiación de luz UV Vis es incluso más preferido, ya que estas tecnologías conducen ventajosamente a procesos de curado muy rápidos y, por lo tanto, reducen drásticamente el tiempo de preparación de cualquier artículo que comprenda la OEL descrito en el presente documento. Además, el curado por radiación tiene la ventaja de producir un aumento casi instantáneo de la viscosidad de la composición de recubrimiento después de la exposición a la radiación de curado, minimizando de este modo cualquier movimiento adicional de las partículas. En consecuencia, esencialmente puede evitarse cualquier pérdida de orientación después de la etapa de orientación magnética. Específicamente preferido es el curado por radiación por fotopolimerización, bajo la influencia de luz actínica que tiene un componente de longitud de onda en la parte azul o UV del espectro electromagnético (normalmente de 200 nm a 650 nm; más preferentemente de 200 nm a 420 nm). El equipo para el curado UV visible puede comprender una lámpara de diodo emisor de luz (LED) de alta potencia o una lámpara de descarga de arco, tal como un arco de mercurio de presión media (MPMA) o una lámpara de arco de vapor de metal, como fuente de radiación actínica.

20 De acuerdo con una realización, el proceso para producir la OEL descrito en el presente documento comprende la etapa de endurecimiento c) que es una etapa de curado por radiación, preferentemente una etapa de curado por radiación de luz UV Vis y que usa una fotomáscara que comprende una o más ventanas. En el documento WO 02/090002 A2 se divulan unos ejemplos de métodos que usan fotomáscaras. La fotomáscara que comprende una o más ventanas se coloca entre la capa de recubrimiento (x10) y la fuente de radiación, permitiendo de este modo que la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa descritas en el presente documento se fije/congele solo en una o más regiones colocadas debajo de la una o más ventanas. Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa dispersas en las partes no expuestas de la capa de recubrimiento (x10) pueden reorientarse, en una etapa posterior, usando un segundo campo magnético.

30 El proceso que comprende la etapa de endurecimiento c) que es la etapa de curado por radiación, preferentemente, la etapa de curado por radiación de luz UV Vis y que usa la fotomáscara descrita en el presente documento comprende además una etapa d) de exponer la capa de recubrimiento (x10) al campo magnético de un dispositivo generador de campo magnético, orientando de este modo las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa en una o más regiones de la capa de recubrimiento (x10) que están en el primer estado debido a la presencia de una o más regiones de la fotomáscara que carecen de una o más ventanas, donde dicho dispositivo generador de campo magnético permite la orientación magnética de las partículas de pigmento con el fin de seguir cualquier patrón de orientación excepto una orientación aleatoria. Los dispositivos descritos en el presente documento para orientar biaxialmente las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de placa pueden usarse para la segunda etapa de orientación (etapa d)). El proceso que comprende la etapa de endurecimiento c) que es la etapa de curado por radiación, preferentemente, la etapa de curado por radiación de luz UV Vis y que usa la fotomáscara descrita en el presente documento adicionalmente y la etapa d) descrita en el presente documento comprende además una etapa e) de simultáneamente, parcialmente de manera simultánea o posteriormente, preferentemente simultáneamente o parcialmente de manera simultánea, endurecer la capa de recubrimiento (x10) para fijar o congelar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en sus posiciones y orientaciones adoptadas tal como se ha descrito anteriormente.

50 La presente invención proporciona un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato. El sustrato (x20) descrito en el presente documento se selecciona preferentemente del grupo que consiste en papeles u otros materiales fibrosos (incluidos materiales fibrosos tejidos y no tejidos), tal como celulosa, materiales que contienen papel, vidrios, metales, cerámica, plásticos y polímeros, plásticos o polímeros metalizados, materiales compuestos y mezclas o combinaciones de dos o más de los mismos. El papel normal, materiales similares al papel u otros materiales fibrosos se fabrican de una variedad de fibras que incluyen, entre otras, abacá, algodón, lino, pulpa de madera y mezclas de las mismas. Como es bien sabido por los expertos en la materia, se prefieren las mezclas de algodón y algodón/linón para los billetes, mientras que la pulpa de madera se usa comúnmente en documentos de seguridad que no son billetes. Los ejemplos típicos de plásticos y polímeros incluyen poliolefinas tal como el polietileno (PE) y el polipropileno (PP), incluido el polipropileno orientado biaxialmente (BOPP), poliamidas, poliésteres como el poli (tereftalato de etileno) (PET), el poli (tereftalato de 1,4-butileno)

60 (PBT), el poli (2,6-naftoato de etileno) (PEN) y los cloruros de polivinilo (PVC). Unas fibras de olefinas de spunbond, tales como las que se venden bajo la marca comercial Tyvek®, también puede usarse como sustrato. Los ejemplos típicos de plásticos o polímeros metalizados incluyen los materiales plásticos o polímeros descritos anteriormente que tienen un metal dispuesto de manera continua o discontinua en su superficie. Los ejemplos típicos de metales incluyen, sin limitación, aluminio (Al), cromo (Cr), cobre (Cu), oro

(Au), plata (Ag), aleaciones de los mismos y combinaciones de dos o más de los metales mencionados anteriormente. La metalización de los materiales plásticos o polímeros descritos anteriormente en el presente documento puede realizarse mediante un proceso de electrodepositación, un proceso de recubrimiento en alto vacío o mediante un proceso de pulverización. Los ejemplos habituales de materiales compuestos incluyen, 5 sin limitación, estructuras o laminados de papel multicapa y al menos un material plástico o polímero tal como los descritos anteriormente en el presente documento, así como fibras de plástico y/o polímero incorporadas en un material similar a papel o fibroso, tal como los descritos anteriormente en el presente documento. Por supuesto, el sustrato puede comprender aditivos adicionales que conocen los expertos en la materia, tales 10 como rellenos, agentes encolantes, blanqueantes, ayudas al procesamiento, agentes de refuerzo o reforzantes en húmedo, etc. Cuando las OEL producidas de acuerdo con la presente invención se usan con fines decorativos o cosméticos, incluyendo, por ejemplo, lacas de uñas, dicha OEL puede producirse en otro tipo de sustratos, incluidos uñas, uñas artificiales u otras partes de un animal o ser humano.

En el caso de que la OEL producida de acuerdo con la presente invención se encuentre en un documento de 15 seguridad, y con el objetivo de aumentar aún más el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y reproducción ilegal de dicho documento de seguridad, el sustrato puede comprender marcas impresas, recubiertas, marcadas con láser o perforadas con láser, marcas de agua, hilos de seguridad, fibras, planchette, compuestos luminiscentes, ventanas, láminas, calcomanías y combinaciones de dos o más de las mismas. Con el mismo objetivo de aumentar aún más el nivel de seguridad y la resistencia contra la 20 falsificación y reproducción ilegal de documentos de seguridad, el sustrato puede comprender una o más sustancias marcadoras o etiquetadoras y/o sustancias legibles por máquina (por ejemplo, sustancias luminiscentes, sustancias absorbentes de UV/visible/IR, sustancias magnéticas y combinaciones de las mismas).

25 Si se desea, puede aplicarse una capa de imprimación al sustrato antes de la etapa a). Esto puede mejorar la calidad de la capa de efecto óptico (OEL) descrita en el presente documento o promover la adhesión. Pueden encontrarse ejemplos de tales capas de imprimación en el documento WO 2010/058026 A2.

30 Con el objetivo de aumentar la durabilidad mediante la suciedad o la resistencia química y la limpieza y, por lo tanto, la vida útil de circulación de un artículo, un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo que comprende la capa de efecto óptico (OEL) obtenida por el proceso descrito en el presente documento, o con el objetivo de modificar su aspecto estética (por ejemplo, brillo óptico), pueden aplicarse una o más capas protectoras en la capa de efecto óptico (OEL). Cuando están presentes, la una o más capas protectoras suelen fabricarse de barnices protectores. Estos pueden ser transparentes o ligeramente coloreados o 35 teñidos y pueden ser más o menos lustrosos. Los barnices protectores pueden ser composiciones curables por radiación, composiciones de secado térmico o cualquier combinación de las mismas. Preferentemente, la una o más capas protectoras son composiciones curables por radiación, más preferidas las composiciones curables por UV Vis. Las capas protectoras se aplican normalmente después de la formación de la capa de efecto óptico (OEL).

40 La presente invención proporciona además capas de efecto óptico (OEL) producidas mediante el proceso de acuerdo con la presente invención.

45 La capa de efecto óptico (OEL) descrita en el presente documento puede proporcionarse directamente en un sustrato en el que permanecerá de manera permanente (por ejemplo, para aplicaciones de billetes). Como alternativa, también puede proporcionarse una capa de efecto óptico (OEL) en un sustrato temporal para fines de producción, del que posteriormente se elimina la OEL. Esto puede, por ejemplo, facilitar la producción de la capa de efecto óptico (OEL), específicamente mientras el material aglutinante está todavía 50 en su estado fluido. A partir de aquí, después de endurecer la composición de recubrimiento para la producción de la capa de efecto óptico (OEL), el sustrato temporal puede eliminarse de la OEL.

Como alternativa, en otra realización, una capa adhesiva puede estar presente en la capa de efecto óptico (OEL) o puede estar presente en el sustrato que comprende la OEL, estando dicha capa adhesiva en el lado del sustrato opuesto al lado donde se proporciona la OEL o en el mismo lado que la OEL y encima de la OEL. 55 Por lo tanto, puede aplicarse una capa adhesiva a la capa de efecto óptico (OEL) o al sustrato, aplicándose dicha capa adhesiva después de que se haya completado la etapa de curado. Dicho artículo puede unirse a todo tipo de documentos u otros artículos o elementos sin impresión u otros procesos que impliquen maquinaria y un esfuerzo bastante elevado. Como alternativa, el sustrato descrito en el presente documento que comprende la capa de efecto óptico (OEL) descrita en el presente documento puede tener la forma de una lámina de transferencia, que puede aplicarse a un documento o a un artículo en una etapa de transferencia independiente. Para este fin, el sustrato está provisto de un recubrimiento de liberación, en el que se produce la capa de efecto óptico (OEL) como se describe en el presente documento. Pueden aplicarse una o más capas adhesivas sobre la capa de efecto óptico (OEL) así producida.

65 También se describen en el presente documento unos sustratos que comprenden más de una, es decir, dos, tres, cuatro, etc. capas de efecto óptico (OEL) obtenidas mediante el proceso descrito en el presente

documento.

5 También se describen en el presente documento 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, documentos de seguridad, elementos u objetos decorativos, puede comprender más de una (por ejemplo, dos, tres, etc.) OEL producidas de acuerdo con la presente invención.

10 Como se ha mencionado anteriormente, la capa de efecto óptico (OEL) producida de acuerdo con la presente invención puede usarse con fines decorativos así como para proteger y autenticar un documento de seguridad.

15 Los ejemplos típicos de elementos u objetos decorativos incluyen, entre otros, artículos de lujo, envases cosméticos, piezas de automóviles, aparatos electrónicos/eléctricos, muebles y artículos para las uñas de los dedos.

20 Los documentos de seguridad incluyen, entre otros, documentos de valor y bienes comerciales de valor. Ejemplos típicos de documentos de valor incluyen, entre otros, billetes de banco, escrituras, billetes, cheques, vales, sellos fiscales y etiquetas de impuestos, acuerdos y similares, documentos de identidad tales como pasaportes, tarjetas de identidad, visas, permisos de conducir, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacciones, documentos o tarjetas de acceso, billetes de entrada, billetes de transporte público o títulos y similares, preferentemente billetes de banco, documentos de identidad, documentos que confieren derechos, permisos de conducir y tarjetas de crédito. La expresión "bienes comerciales de valor" se refiere a materiales de embalaje, en particular, para artículos cosméticos, artículos nutracéuticos, artículos farmacéuticos, alcoholes, artículos de tabaco, bebidas o alimentos, artículos eléctricos/electrónicos, tejidos o joyas, es decir, artículos que deben estar protegidos contra la falsificación y/o reproducción ilegal con el fin de garantizar el contenido del embalaje como, por ejemplo, medicamentos genuinos. Ejemplos de estos materiales de embalaje incluyen, sin limitación, etiquetas, tales como etiquetas de autenticación de marca, etiquetas y sellos a prueba de manipulación. Se señala que los sustratos divulgados, documentos de valor y bienes comerciales de valor se dan exclusivamente con finalidades de ejemplificación, sin restringir el alcance de la invención.

30 Como alternativa, la capa de efecto óptico (OEL) puede producirse sobre un sustrato auxiliar tal como, por ejemplo, un hilo de seguridad, una tira de seguridad, una lámina, una pegatina, una ventana o una etiqueta, y, en consecuencia, transferirse a un documento de seguridad en una etapa separada.

35 Los expertos en la materia pueden prever varias modificaciones de las realizaciones específicas descritas anteriormente.

40 EJEMPLOS

Se utilizó un papel comercial negro (Gascogne Laminates M-cote 120) como sustrato (x20) para los ejemplos que se describen a continuación.

45 La tinta de serigrafía curable por UV descrita en la Tabla 1 se usó como una composición de recubrimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables con forma de plaqueta para formar una capa de recubrimiento (x20). La composición de recubrimiento se aplicó en el sustrato (x20) (40 x 30 mm), realizándose dicha aplicación mediante serigrafía manual usando una pantalla T90 con el fin de formar una capa de recubrimiento (x10) (30 x 20 mm) que tiene un espesor de aproximadamente 20 µm.

50 **Tabla 1**

Oligómero de epoxi acrilato	36 %
Monómero de trimetilolpropano triacrilato	13,5 %
Monómero de tripropilenglicol diacrilato	20 %
Genorad TM 16 (Rahn)	1 %
Aerosil [®] 200 (Evonik)	1 %
Speedcure TPO-L (Lambson)	2 %
IRGACURE [®] 500 (BASF)	6 %
Genocure EPD (Rahn)	2 %
Tego [®] Foamex N (Evonik)	2 %
Partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables con forma de plaqueta (7 capas) (*)	16,5 %

(*) partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables de oro a verde que tienen una forma de escama de un diámetro d50 de aproximadamente 9 µm y un espesor de aproximadamente 1 µm, obtenidas de Viavi Solutions, Santa Rosa, CA.

Los conjuntos magnéticos (x30) mostrados en las figuras 7A-C a las figuras 15A-C se usaron independientemente para orientar las partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables con forma de placa en una capa de recubrimiento (x10) fabricada de la tinta de serigrafía curable por UV descrita en la Tabla 1 con el fin de producir las capas de efecto óptico (OEL) mostradas en las figuras 7D a 15D.

5 Los conjuntos magnéticos (x30) comprendían una placa magnética blanda (x31) y uno o más imanes dipolo (x32-a) y/o un par de dos imanes dipolo (x32-b), donde cada uno de dichos uno o más imanes dipolo (x32-a) tenía un eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (x20) y también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31).

10 10 Se usó cinta Scotch® de doble cara para simular un soporte (x33). Dichas cintas Scotch® de doble cara (x33) se usaron independientemente para mantener en su lugar uno o más de dichos imanes dipolo (x32-a, x32-b), donde dicha cinta (x33) se colocó debajo de la placa magnética blanda (x31) y/o encima de la placa magnética blanda (x31) y cubriendo el hueco (V).

15 15 Las placas magnéticas blandas (x31) estaban fabricadas de una composición de materia compuesto (véase la Tabla 2) que comprendía hierro carbonilo como las partículas magnéticas blandas (véase la Tabla 2). Las placas magnéticas blandas (x31) usadas en los Ejemplos 1-11 se prepararon independientemente mezclando minuciosamente los ingredientes de la Tabla 2 durante tres minutos en un mezclador de velocidad (Flack Tek 20 Inc DAC 150 SP) a 2500 rpm. A continuación, se vertió la mezcla en un molde de silicona y se dejó endurecer por completo durante tres días.

20 25 Las placas magnéticas blandas (x31) comprendían independientemente un hueco con forma de bucle (V), ya fuera un hueco circular (V) o un hueco con forma cuadrada (V), donde dicho hueco (V) se grabó mecánicamente en las placas magnéticas blandas así obtenidas (x31) usando una malla de 1 y 2 mm de diámetro (máquina de grabado mecánica controlada por ordenador, IS500 de Gravograph).

Tabla 2

Ingredientes	E2
Resina epoxi (1170 de PHD-24)	13,6 % en peso
Endurecedor (130 de PHD-24)	4,4 % en peso
Polvo de hierro carbonilo BASF, forma esférica, $d_{50} = 4-6 \mu\text{m}$, densidad $7,7 \text{ kg/dm}^3$	82 % en peso

30 35 30 Despues de haber aplicado la tinta de serigrafía curable por UV como se ha descrito anteriormente y despues de haber orientado magnéticamente las partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables con forma de placa colocando el sustrato (x20) que lleva la capa de recubrimiento (x10) en los conjuntos magnéticos (x30) (véanse las figuras 7A-15A), las partículas de pigmento ópticamente variables con forma de placa orientadas magnéticamente se fijaron/congelaron, parcialmente de manera simultánea con la etapa de orientación magnética, mediante la capa de recubrimiento curada con UV (x20) con una lámpara UV-LED de Phoseon (Tipo FireFlex 50 x 75 mm, 395 nm, 8 W/cm²).

Se tomaron fotografías de las OEL así obtenidas usando la siguiente configuración:

40 - *Fuente de luz*: Fibra óptica halógena de cuarzo de 150 W (Fiber-lite DC-950 de Dolan-Jenner). El ángulo de iluminación es de 10° con respecto a la normal del sustrato.
- *Cámara de 1,3 MP*: cámara a color de PixeLINK (PL-B7420) con interfaz USB.
- *Objetivo*: Lente telecéntrica 0,19X
- Las imágenes en color se convirtieron en imágenes en blanco y negro usando un software gratuito (Fiji).

45 **Ejemplo 1 (figuras 7A-D)**

50 Tal y como se muestra en las figuras 7A-D, Se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (730) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (710) en el sustrato (720).

55 El conjunto magnético (730) comprendía i) una placa magnética blanda (731) (A1) = 40 mm, (A2) = 4 mm, donde dicha placa magnética blanda (731) comprendía un hueco con forma cuadrada (V) ((A3) = 10 mm), que tenía una profundidad inferior al 100 % ((A4) = 3,2 mm).

55 El conjunto magnético (730) comprendía ii) un imán dipolo cúbico (732-a) ((A5) = 3 mm, (A6) = 3 mm) fabricado de NdFeB N45, estando dicho imán dipolo (732-a) dispuesto simétricamente dentro del hueco con forma cuadrada (V). El imán dipolo (732-a) tenía su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (720) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética

- blanda (731)) con su Polo Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (720). Tal y como se muestra en la figura 7C, la superficie superior del imán dipolo (732-a) estaba debajo de la superficie superior de la placa magnética blanda (731) y su superficie inferior estaba al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (731) en el hueco (V). Se aplicó una pieza (733) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 5 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (731) y se cubrió el hueco con forma cuadrada (V) para simular un soporte.

- La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (731), es decir, la superficie superior de la pieza (733) y la superficie del sustrato (720) era cero.
- La OEL resultante producida con el conjunto magnético (730) ilustrado en las figuras 7A-C se muestra en la figura 7D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (720) entre 30° y -30°.

Ejemplo 2 (figuras 8A-D)

- Tal y como se muestra en las figuras 8A-D, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (830) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (810) en el sustrato (820).

- El conjunto magnético (830) comprendía i) una placa magnética blanda (831) (anchura (A1) = 40 mm, espesor (A2) = 5 mm), donde dicha placa magnética blanda (831) comprendía un hueco circular (V) ((A3) = 16 mm), que tenía una profundidad inferior al 100 % ((A4) = 4,2 mm).

- El conjunto magnético (830) comprendía ii) un imán dipolo cilíndrico (832-a) ((A5) = 5 mm, (A6) = 2 mm) fabricado de NdFeB N45, estando dicho imán dipolo (832-a) dispuesto simétricamente debajo de la placa magnética blanda (831) y orientado hacia el hueco (V). El imán dipolo (832-a) tenía su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (820) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (831)) con su Polo Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (820). Tal y como se muestra en la figura 8C, la superficie superior del imán dipolo (832-a) estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (831) y su superficie inferior estaba debajo de la superficie inferior de la placa magnética blanda (831). El imán dipolo (832-a) se mantuvo en su lugar usando una primera pieza (833-a) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm). Se aplicó una segunda pieza (833-b) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (831) y se cubrió el hueco circular (V) para simular un soporte.

- La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (831), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (833-b) y la superficie del sustrato (820) era cero.

- La OEL resultante producida con el conjunto magnético (830) ilustrado en las figuras 8A-C se muestra en la figura 8D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (820) entre 30° y -30°.

Ejemplo 3 (figuras 9A-D)

- Tal y como se muestra en las figuras 9A-C, Se obtuvo una OEL que mostraba un bucle usando el conjunto magnético (930) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (910) en el sustrato (920).

- El conjunto magnético (930) comprendía i) una placa magnética blanda (931) ((A1) = 40 mm, (A2) = 4 mm), donde dicha placa magnética blanda (931) comprendía un hueco con forma cuadrada (V) ((A3) = 10 mm) que tenía una profundidad inferior al 100 % ((A4) = 3,2 mm).

- El conjunto magnético (930) comprendía ii) dos imanes dipolo cúbicos (932-a1, 932-a2) ((A5) = 3 mm, (A6) = 3 mm) fabricado de NdFeB N45, donde el primer imán dipolo (932-a1) estaba dispuesto simétricamente dentro del hueco (V) y el segundo imán dipolo (932-a2) estaba dispuesto simétricamente debajo de la placa magnética blanda (931), debajo del primer imán dipolo (932-a1) y estaba orientado hacia el hueco (V). Los imanes dipolo (932-a1, 932-a2) tenían su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (920) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (931)) con su Polos Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (920). Tal y como se muestra en la figura 9C, la superficie superior del primer imán dipolo (932-a1) estaba debajo de la superficie superior de la placa magnética blanda (931) y su superficie inferior estaba al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (931) en el hueco (V). Tal y como se muestra en la figura 9C, la superficie superior del segundo imán dipolo (932-a2) estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (931) y su superficie inferior estaba debajo de la superficie inferior de la placa magnética blanda (931). El segundo imán dipolo (932-a2) se mantuvo en su lugar usando una primera pieza (933-a) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm). Se aplicó una segunda pieza (933-b) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la superficie superior de la placa magnética blanda (931) y se cubrió el hueco con forma cuadrada

(V) para simular un soporte.

La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (931), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (933-b) y la superficie del sustrato (920) era cero.

5 La OEL resultante producida con el conjunto magnético (930) ilustrado en la figura 9A-C se muestra en la figura 9D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (920) entre 30° y -30°.

Ejemplo 4 (figuras 10A-D)

10 Tal y como se muestra en las figuras 10A-C, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1030) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1010) en el sustrato (1020).

15 El conjunto magnético (1030) comprendía i) una placa magnética blanda (931) ((A1) = 40 mm, (A2) = 4 mm), donde dicha placa magnética blanda (1031) comprendía un hueco con forma cuadrada (V) ((A3) = 13 mm) que tenía una profundidad inferior al 100 % ((A4) = 3,2 mm).

20 El conjunto magnético (930) comprendía ii) dos imanes dipolo cúbicos (1032-a1, 1032-a2) ((A5) = 3 mm, (A6) = 3 mm, (A7) = 10 mm, (A8) = 1 mm) de NdFeB N45, donde el primer imán dipolo (1032-a1) estaba dispuesto simétricamente dentro del hueco (V) y el segundo imán dipolo (1032-a2) estaba dispuesto simétricamente debajo de la placa magnética blanda (1031), debajo del primer imán dipolo (1032-a1) y estaba orientado hacia el hueco (V).

25 El primer imán dipolo cúbico (1032-a1) estaba inclinado y tenía sus lados (A5) cruzando los lados (A3) del hueco (V) en un ángulo de aproximadamente 45°. El segundo imán dipolo cúbico (1032-a1) estaba alineado con el hueco (V) y tenía sus lados (A7) paralelos a los lados (A3) de la placa magnética blanda (1031). Los imanes dipolo (1032-a1, 1032-a2) tenían su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1020) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1031)) 30 con su Polos Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (1020). Tal y como se muestra en la figura 10C, la superficie superior del imán dipolo (1032-a1) estaba debajo de la superficie superior de la placa magnética blanda (1031) y su superficie inferior estaba al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (931) en el hueco (V). Tal y como se muestra en la figura 9C, la superficie superior del segundo imán dipolo (1032-a2) estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (1031) y su superficie 35 inferior estaba debajo de la superficie inferior de la placa magnética blanda (1031). El segundo imán dipolo (1032-a2) se mantuvo en su lugar usando una primera pieza (1033-a) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm). Se aplicó una pieza (1033-b) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (1031) y se cubrió el hueco con forma cuadrada (V) para simular un soporte.

40 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1031), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (1033-b) y la superficie del sustrato (1020) era cero.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1030) ilustrado en las figuras 10A-C se muestra en la figura 10D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1020) entre 30° y -30°.

45 **Ejemplo 5 (figuras 11A-D)**

Tal y como se muestra en las figuras 11A-C, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1130) no reivindicado con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1110) en el sustrato (1120).

El conjunto magnético (1130) comprendía i) una placa magnética blanda (1131) (anchura (A1) = 40 mm, espesor (A2) = 5 mm), donde dicha placa magnética blanda (1131) comprendía un hueco circular (V) ((A3) = 16 mm) que tenía una profundidad inferior al 100 % ((A4) = 4,2 mm).

55 El conjunto magnético (1130) comprendía ii) un par de dos imanes dipolo cilíndricos (1132-b) ((A5) = 4 mm, (A6) = 2 mm) fabricado de NdFeB N45, estando dichos dos imanes dipolo (1132-b) dispuestos simétricamente debajo de la placa magnética blanda (1131) y separados del hueco (V). Los imanes dipolo (1132-b) tenían su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1120) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1131)) con sus dos Polos Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (1120). Tal y como se muestra en la figura 11C, la superficie superior de los dos imanes dipolo (1132-b) estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (1131) y la superficie lateral de cada uno de los mismos estaba al ras con la superficie interna del hueco (V). Dicho de otra forma, el borde interno o la superficie de cada uno de los imanes dipolo (1132-b) se superpuso con el borde o la superficie del hueco (V). Los imanes dipolo (1132-b) se mantuvieron en su lugar usando una primera pieza (1133-a) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm). Se aplicó una segunda 60 65

pieza (1133-b) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (1131) y se cubrió el hueco circular (V) para simular un soporte.

5 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1131), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (1133-b) y la superficie del sustrato (1120) era cero.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1130) ilustrado en las figuras 11A-C se muestra en la figura 11D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1120) entre 30° y -30°.

10 **Ejemplo 6 (figuras 12A-D)**

Tal y como se muestra en las figuras 12A-C, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1230) no reivindicado con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1210) en el sustrato (1220).

15 El conjunto magnético (1230) comprendía i) una placa magnética blanda (1231) ((A1) = 40 mm, (A2) = 5 mm), donde dicha placa magnética blanda (1231) comprendía un hueco circular (V) ((A3) = 16 mm) que tenía una profundidad inferior al 100 % ((A4) = 4,2 mm).

20 El conjunto magnético (1230) comprendía ii) un par de dos imanes dipolo cilíndricos (1232-b) ((A5) = 4 mm, (A6) = 2 mm) fabricado de NdFeB N45, estando dichos dos imanes dipolo (1232-b) dispuestos simétricamente debajo de la placa magnética blanda (1231) y separados del hueco (V). Los imanes dipolo (1232-b) tenían su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1220) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1231)) con el Polo Norte de uno de dichos imanes dipolo (1232-b) apuntando hacia dicha superficie del sustrato (1220), y con el Polo Sur del otro de dichos imanes dipolo (1232-b) apuntando hacia dicha superficie del sustrato (1220). Tal y como se muestra en la figura 12C, la superficie superior de los dos imanes dipolo (1232-b) estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (1231) y la superficie lateral de cada uno de los mismos estaba al ras con la superficie interna del hueco (V). Dicho de otra forma, el borde interno o la superficie de cada uno de los imanes dipolo (1232-b) se superpuso con el borde o la superficie del hueco (V). Los imanes dipolo (1232-b) se mantuvieron en su lugar usando una primera pieza (1233-a) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (1231) y se cubrió el hueco circular (V) para simular un soporte.

35 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1231), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (1233-b) y la superficie del sustrato (1220) era cero.

40 La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1230) ilustrado en las figuras 12A-C se muestra en la figura 12D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1220) entre 30° y -30°.

Ejemplo 7 (figuras 13A-D)

45 Tal y como se muestra en las figuras 13A-D, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1330) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1310) en el sustrato (1320).

50 El conjunto magnético (1330) comprendía i) una placa magnética blanda (1331) ((A1) = 40 mm, (A2) = 5 mm), donde dicha placa magnética blanda (1331) comprendía un hueco circular (V) ((A3) = 11 mm) que tiene una profundidad del 100 % ((A2) = 5 mm).

55 El conjunto magnético (1330) comprendía ii) un imán dipolo cilíndrico (1332-a) ((A4) = 5 mm, (A2) = 5 mm) fabricado de NdFeB N45, estando dicho imán dipolo (1332-a) dispuesto simétricamente dentro del hueco (V). El imán dipolo (1332-a) tenía su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1320) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1331)) con su Polo Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (1320). Tal y como se muestra en la figura 13C, la superficie superior del imán dipolo (1332-a) estaba al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (1331) y su superficie inferior estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (1331) en el hueco (V). El imán dipolo (1332-a) se mantuvo en su lugar usando unas piezas primera y segunda (1333-a, 1333-b) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm). La segunda pieza (1333-b) se aplicó en la parte superior de la placa magnética blanda (1331) y se cubrió el hueco circular (V) para simular un soporte.

65 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1331), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (1333-b) y la superficie del sustrato (1320) era cero.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1330) ilustrado en las figuras 13A-C se muestra en la figura 13D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1320) entre 30° y -30°.

Ejemplo 8 (figuras 14A-D)

- 5 Tal y como se muestra en las figuras 14A-C, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1430) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1410) en el sustrato (1420).
- 10 El conjunto magnético (1430) comprendía i) una placa magnética blanda (1431) ((A1) = 40 mm, (A2) = 5 mm), donde dicha placa magnética blanda (1431) comprendía un hueco circular (V) ((A3) = 18 mm) que tiene una profundidad del 100 % ((A2) = 5 mm).
- 15 El conjunto magnético (1430) comprendía ii) un imán dipolo cilíndrico (1432-a) ((A5) = 5 mm, (A6) = 2 mm) fabricado de NdFeB N45, estando dicho imán dipolo (1432-a) dispuesto simétricamente debajo de la placa magnética blanda (1431) y orientado hacia el hueco (V). El imán dipolo (1432-a) tenía su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1420) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1431)) con su Polo Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (1420). Tal y como se muestra en la figura 14C, la superficie superior del imán dipolo (1432-a) 20 estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (1431) y su superficie inferior estaba debajo de la superficie inferior de la placa magnética blanda (1431). El imán dipolo (1432-a) se mantuvo en su lugar usando una primera pieza (1433-a) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm). Se aplicó una segunda pieza (1433-b) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la superficie superior de la placa magnética blanda (1431) y se cubrió el hueco circular (V) para simular un soporte.
- 25 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1431), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (1433-b) y la superficie del sustrato (1420) era cero.
- 30 La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1430) ilustrado en las figuras 14A-C se muestra en la figura 14D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1420) entre 30° y -30°.

Ejemplo 9 (figuras 15A-D)

- 35 Tal y como se muestra en las figuras 15A-C, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1530) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1510) en el sustrato (1520).
- 40 El conjunto magnético (1530) comprendía i) una placa magnética blanda (1531) ((A1) = 40 mm, (A2) = 2 mm), donde dicha placa magnética blanda (1531) comprendía un hueco circular (V) ((A3) = 10 mm) que tenía una profundidad del 100 % ((A2) = 2 mm).
- 45 El conjunto magnético (1530) comprendía ii) dos imanes dipolo cilíndricos (1532-a1, 1532-a2) (A (4) = 3 mm, (A5) = 4 mm, (A6) = 2 mm) fabricado de NdFeB N45, donde el primer imán dipolo (1532-a1) estaba dispuesto simétricamente dentro del hueco (V) y el segundo imán dipolo (1532-a2) estaba dispuesto simétricamente debajo de la placa magnética blanda (1531), debajo del primer imán dipolo (1532-a1) y estaba orientado hacia el hueco (V). Los imanes dipolo (1532-a1, 1532-a2) tenían su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1520) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1531)) con su Polos Norte apuntando hacia dicha superficie del sustrato (1520). Tal y como se muestra en la figura 15C, la superficie superior del primer imán dipolo (1532-a1) estaba al ras con la superficie superior de la placa magnética blanda (1531) y su superficie inferior estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (1531) en el hueco (V). Tal y como se muestra en la figura 15C, la superficie superior del segundo imán dipolo (1532-a2) estaba al ras con la superficie inferior de la placa magnética blanda (1531) y su superficie inferior estaba debajo de la superficie inferior de la placa magnética blanda (1531). Los imanes dipolo primero y segundo (1532-a1, 1532-a2) se mantuvieron 50 en su lugar usando una primera pieza (1533-a) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm). Se aplicó una pieza (1533) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (1531) y se cubrió el hueco con forma circular (V) para simular un soporte.
- 55 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1531), es decir, la superficie superior de la segunda pieza (1533-b) y la superficie del sustrato (1520) era cero.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1530) ilustrado en las figuras 15A-C se muestra en la figura 15D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1520) entre 30° y -30°.

65 **Ejemplo 10 (figuras 16A-D)**

Tal y como se muestra en las figuras 16A-D, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1630) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1610) en el sustrato (1620).

- 5 El conjunto magnético (1630) comprendía i) una placa magnética blanda (1631) ($A_1 = 40$ mm, $A_2 = 5$ mm), donde dicha placa magnética blanda (1631) comprendía un hueco con forma cuadrada (V) ($(A_3) = 16$ mm), que tenía una profundidad inferior al 100 % ($(A_4) = 4,2$ mm).
- 10 El conjunto magnético (1630) comprendía ii) dos imanes dipolo cilíndricos (1632-a1 y 1632-a2) ($(A_5) = 5$ mm, $(A_6) = 3$ mm) fabricado de NdFeB N45, estando dicho imán dipolo (1632-a1 y 1632-a2) dispuesto dentro del hueco con forma circular (V). Los dos imanes dipolo cilíndricos (1632-a1 y 1632-a2) tenían su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1620) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1631)) con la dirección magnética opuesta, el Polo Sur de los primeros imanes dipolo cilíndricos (1632-a1) apuntando hacia la superficie del sustrato (1620) y el Polo Norte de los segundos imanes dipolo cilíndricos (1632-a2) apuntando hacia la superficie del sustrato (1620). Tal y como se muestra en la figura 16C, la superficie lateral de cada uno de los dos imanes dipolo cilíndricos (1632-a1 y 1632-a2) estaba al ras con la superficie interna del hueco con forma circular (V). Los dos imanes dipolo cilíndricos (1632-a1 y 1632-a2) estaban separados lateralmente y había una distancia de 6 mm entre los mismos. El centro de los dos imanes dipolo cilíndricos (1632-a1 y 1632-a2) estaba dispuesto en el diámetro del hueco con forma circular (V). Se aplicó una pieza (1633) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (1631) y se cubrió el hueco con forma circular (V) para simular un soporte.

25 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1631), es decir, la superficie superior de la pieza (1633) y la superficie del sustrato (1620) era cero.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1630) ilustrado en las figuras 16A-C se muestra en la figura 16D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1620) entre 30° y -30°.

30 **Ejemplo 11 (figuras 17A-D)**

Tal y como se muestra en las figuras 17A-D, se obtuvo una OEL usando el conjunto magnético (1730) con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnético ópticamente variables con forma de placa de la capa de recubrimiento (1710) en el sustrato (1720).

- 35 El conjunto magnético (1730) comprendía i) una placa magnética blanda (1731) ($A_1 = 40$ mm, $A_2 = 5$ mm), donde dicha placa magnética blanda (1731) comprendía un hueco con forma cuadrada (V) ($(A_3) = 16$ mm), que tenía una profundidad inferior al 100 % ($(A_4) = 4,2$ mm).
- 40 El conjunto magnético (1730) comprendía ii) dos imanes dipolo cilíndricos (1732-a1 y 1732-a2) ($(A_5) = 5$ mm, $(A_6) = 3$ mm) fabricado de NdFeB N45, estando dicho imán dipolo (1732-a1 y 1732-a2) dispuesto dentro del hueco con forma circular (V). Los dos imanes dipolo cilíndricos (1732-a1 y 1732-a2) tenían su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato (1720) (también sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (1731)) con la dirección magnética opuesta, el Polo Sur de los primeros imanes dipolo cilíndricos (1732-a1) apuntando hacia la superficie del sustrato (1720) y el Polo Norte de los segundos imanes dipolo cilíndricos (1732-a2) apuntando hacia la superficie del sustrato (1720). Tal y como se muestra en la figura 17C, El centro de los dos imanes dipolo cilíndricos (1732-a1 y 1732-a2) estaba dispuesto en el diámetro del hueco con forma circular (V). Los dos imanes dipolo cilíndricos (1732-a1 y 1732-a2) estaban dispuestos conjuntamente en el centro del hueco con forma circular (V) (es decir, el centro de los dos imanes dipolo cilíndricos (1732-a1 y 1732-a2) estaba alineado con el centro del hueco) y se mantuvieron en contacto por la fuerza magnética que actuaba entre los mismos. Se aplicó una pieza (1733) de cinta Scotch® de doble cara (35 mm x 35 mm) en la parte superior de la placa magnética blanda (1731) y se cubrió el hueco con forma circular (V) para simular un soporte.
- 45 50 55 60 La distancia (h) entre la superficie superior de la placa magnética blanda (1731), es decir, la superficie superior de la pieza (1733) y la superficie del sustrato (1720) era cero.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (1730) ilustrado en las figuras 17A-C se muestra en la figura 17D en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (1720) entre 30° y -30°.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto magnético (x30) montado en un dispositivo de transferencia (TD) y que comprende

- 5 i) una placa magnética blanda (x31) fabricada de un material compuesto que comprende desde aproximadamente el 25 % en peso hasta aproximadamente el 95 % en peso de partículas magnéticas blandas esféricas dispersas en un material no magnético, basándose los porcentajes en peso en el peso total de la placa magnética blanda (x31), donde la placa magnética blanda (x31) comprende uno o más huecos (V), y
10 ii) uno o más imanes dipolo (x32-a), donde el uno o más imanes dipolo (x32-a) están dispuestos dentro del uno o más huecos (V) y/o están orientados hacia dicho uno o más huecos (V).

2. El conjunto magnético (x30) según la reivindicación 1, donde dicho conjunto magnético (x30) está dispuesto en un soporte montado en un dispositivo de transferencia que es un cilindro magnético rotatorio y
15 donde la placa magnética blanda (x31) tiene una superficie curva que se ajusta con la superficie curva del cilindro magnético rotatorio.

3. El conjunto magnético (x30) según la reivindicación 1 o 2, donde cada uno de dichos uno o más imanes dipolo (x32-a) tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y todos de dichos uno o más imanes dipolo (x32-a) tienen la misma dirección magnética.
20

4. El conjunto magnético (x30) según cualquier reivindicación anterior, donde el conjunto magnético (x30) comprende además uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b), donde los imanes dipolo (x32-b) están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y están separados del uno o más huecos (V).
25

5. El conjunto magnético (x30) según la reivindicación 4, donde cada uno de los imanes dipolo (x32-b) del uno o más pares tiene su eje magnético sustancialmente perpendicular a la superficie de la placa magnética blanda (x31) y cada par de dichos uno o más pares tiene dos imanes dipolo (x32-b) que tienen la misma dirección magnética o que tienen una dirección magnética opuesta.
30

6. El conjunto magnético (x30) según la reivindicación 1 o 2, donde el conjunto magnético (x30) comprende un imán dipolo (x32-a) que tiene su eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie de la placa magnética blanda (x31), donde dichos imanes dipolo (x32-a) están dispuestos dentro del uno o más huecos (V) o están orientados hacia dichos uno o más huecos (V) y uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b), donde los imanes dipolo (x32-b) están dispuestos debajo de la placa magnética blanda (x31) y están separados del uno o más huecos (V).
35

7. El conjunto magnético (x30) según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, donde la superficie lateral de dos imanes dipolo (x32-b) de dichos uno o más pares de dos imanes dipolo (x32-b) está al ras con la superficie externa del uno o más huecos (V).
40

8. El conjunto magnético (x30) según cualquier reivindicación anterior, donde la matriz polimérica de la placa magnética blanda (x31) comprende o consiste en uno o más materiales termoplásticos seleccionados del grupo que consiste en poliamidas, copoliamidas, polifthalimidas, poliolefinas, poliésteres, politetrafluoroetilenos, poliacrilatos, polimetacrilatos, poliimidas, polieterimidas, polieteretercetonas, poliariletercetonas, sulfuros de polifenileno, polímeros de cristal líquido, policarbonatos y mezclas de los mismos o uno o más materiales termoestables seleccionados del grupo que consiste en resinas epoxi, resinas fenólicas, resinas de poliimida, resinas de silicio y mezclas de las mismas, y en las que las partículas magnéticas blandas esféricas se seleccionan del grupo que consiste en hierro carbonilo, níquel carbonilo, cobalto y combinaciones de los mismos y tienen un d50 entre aproximadamente 0,5 µm y aproximadamente 100 µm.
45

9. El conjunto magnético (x30) según cualquier reivindicación anterior, donde la placa magnética blanda (x31) tiene un espesor de al menos aproximadamente 0,5 mm, preferentemente al menos aproximadamente 1 mm y más preferentemente entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 5 mm.
55

10. Un aparato de impresión que comprende un dispositivo de transferencia (TD), preferentemente un cilindro magnético rotatorio (RMC), y al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) mencionados en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, comprendiendo dicho dispositivo de transferencia (TD), preferentemente dicho cilindro magnético rotatorio (RMC), al menos uno de los conjuntos magnéticos (x30) montados sobre el mismo y mencionados en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
60

11. Un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) que muestra una o más marcas en un sustrato (x20), comprendiendo dicho proceso las etapas de:
65

- a) aplicar sobre una superficie del sustrato (x20) una composición de recubrimiento que comprende i) unas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta y ii) un material aglutinante con el fin de formar una capa de recubrimiento (x10) en dicho sustrato (x20), estando dicha composición de recubrimiento en un primer estado líquido;
- 5 b) exponer la capa de recubrimiento (x10) a un campo magnético del conjunto magnético (x30) mencionado en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9; y
- c) endurecer la composición de recubrimiento hasta un segundo estado con el fin de fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta en sus posiciones y orientaciones adoptadas.
- 10 12. El proceso según la reivindicación 11, donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta son partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables con forma de plaqueta seleccionadas del grupo que consiste en partículas de pigmento magnéticas de interferencia de película delgadas con forma de plaqueta, partículas de pigmento magnéticas de cristal líquido colestérico con forma de plaqueta, partículas de pigmento recubiertas por interferencia con forma de plaqueta 15 que comprenden un material magnético y mezclas de dos o más de las mismas.
13. El proceso según la reivindicación 11 o 12, que comprende además una etapa de exponer la capa de recubrimiento (x10) a un campo magnético dinámico de un dispositivo con el fin de orientar biaxialmente al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables con forma de plaqueta, 20 produciéndose dicha etapa antes de o simultáneamente con la etapa b) y antes de la etapa c).
14. Una capa de efecto óptico (OEL) producida mediante el proceso mencionado en una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13.
- 25 15. Método para fabricar un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo, que comprende:
- a) proporcionar un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo, y
- b) proporcionar una capa de efecto óptico según el proceso mencionado en una cualquiera de las 30 reivindicaciones 11 a 13 de tal manera que esté comprendida por el documento de seguridad o el elemento u objeto decorativo.

DIBUJOS

Fig. 1

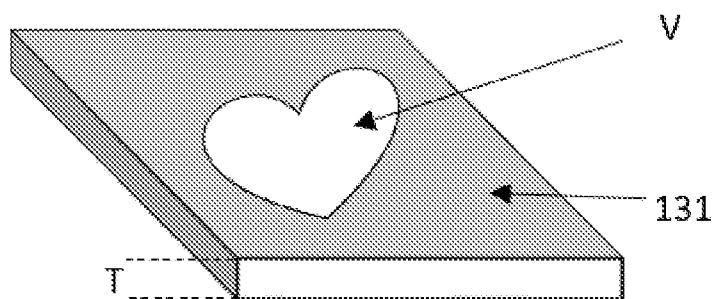


Fig. 2A

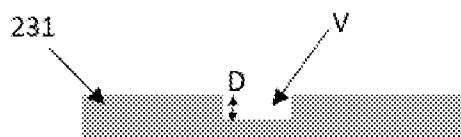
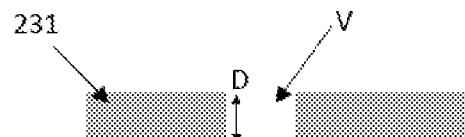
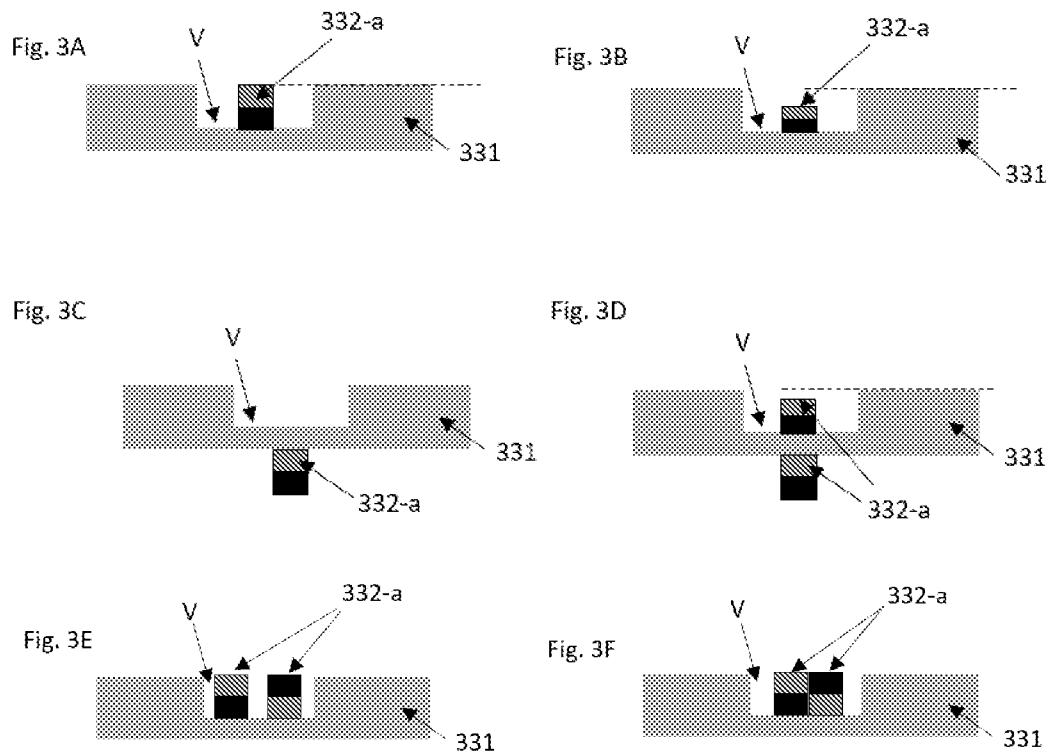
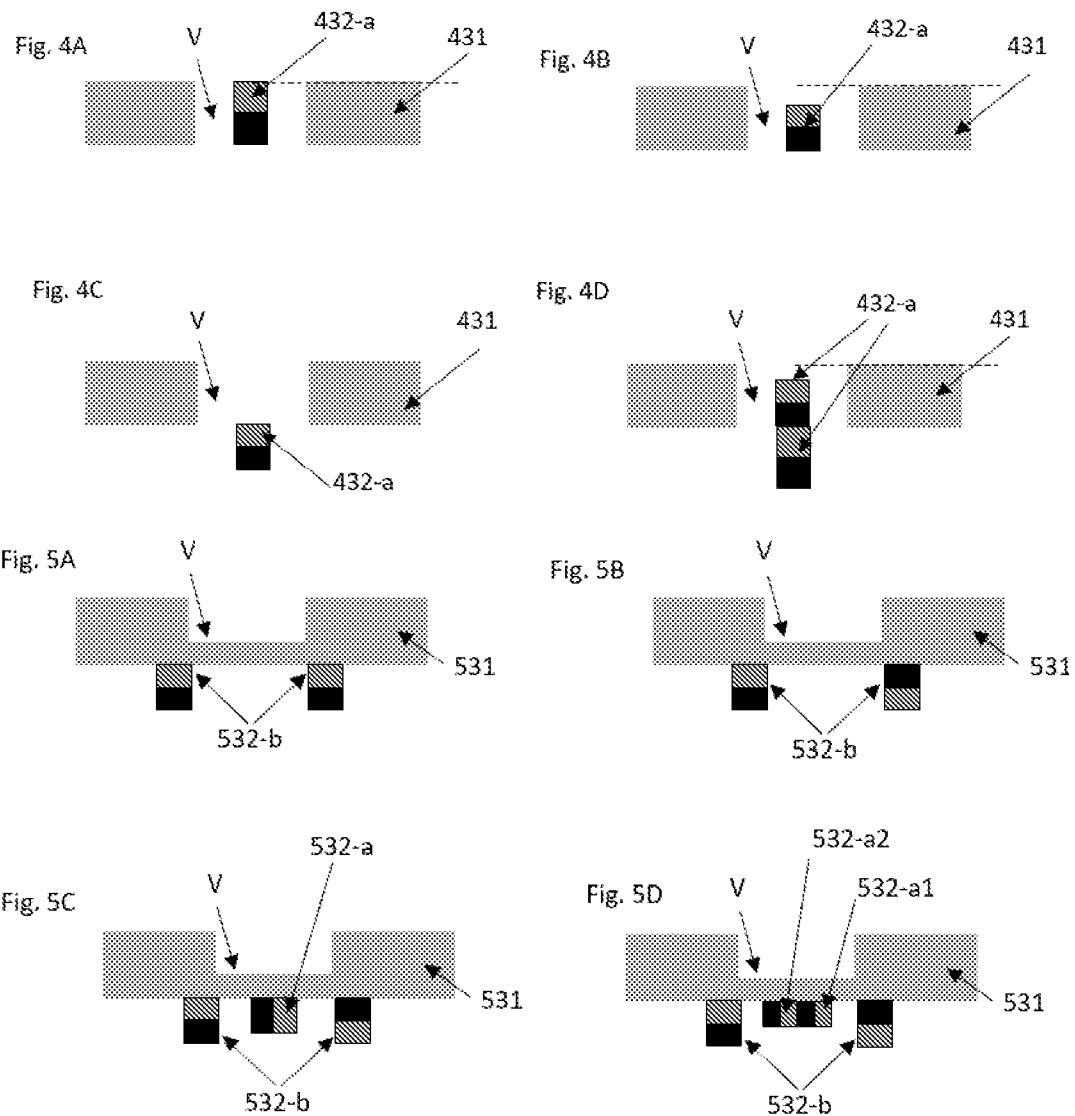


Fig. 2B







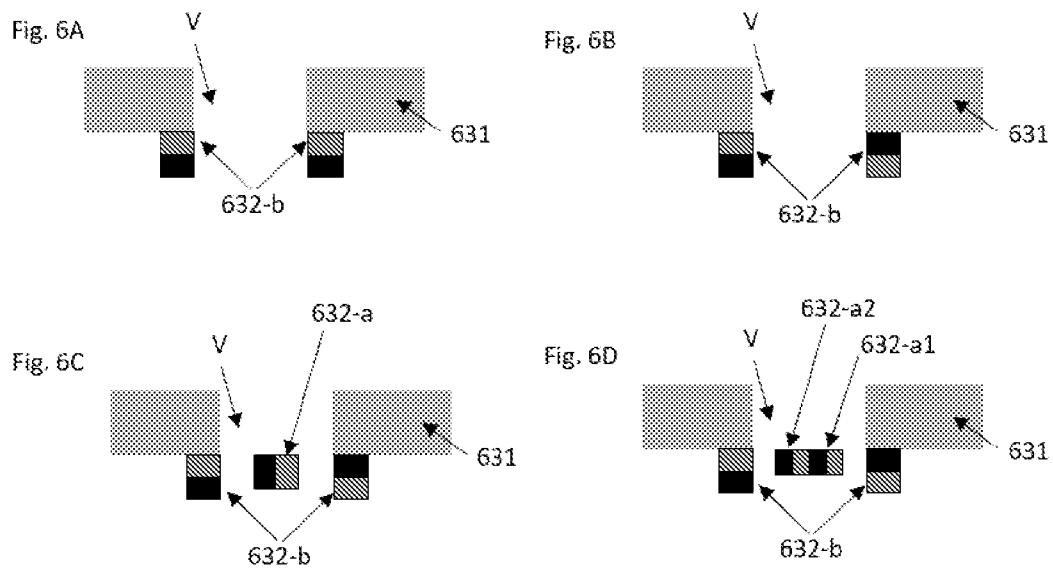


Fig. 7A

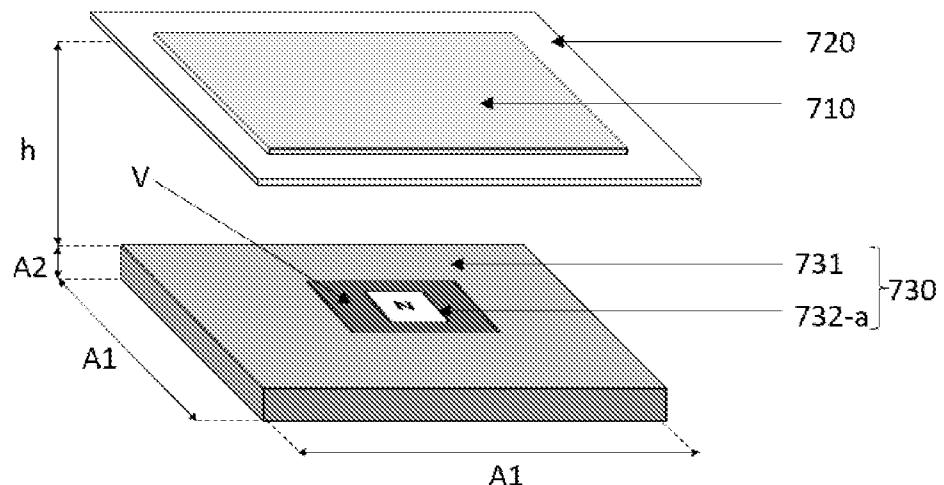


Fig. 7B

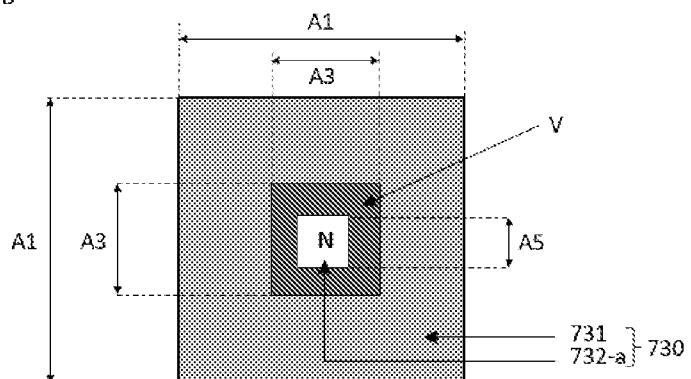


Fig. 7C

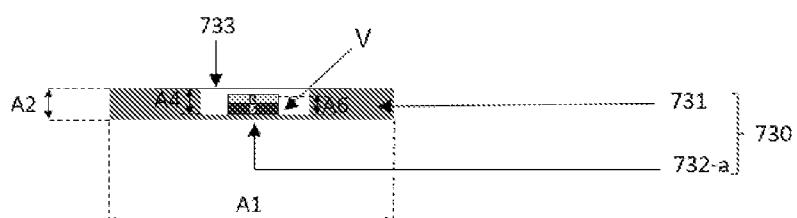


Fig. 7D

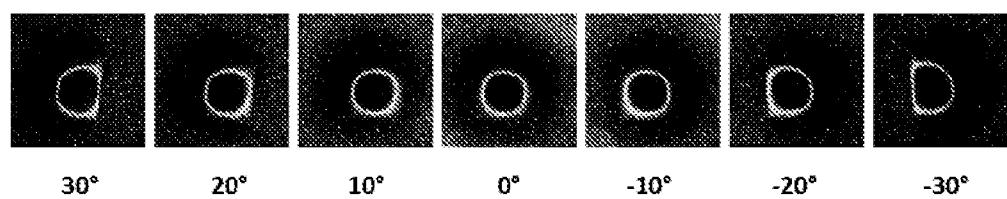


Fig. 8A

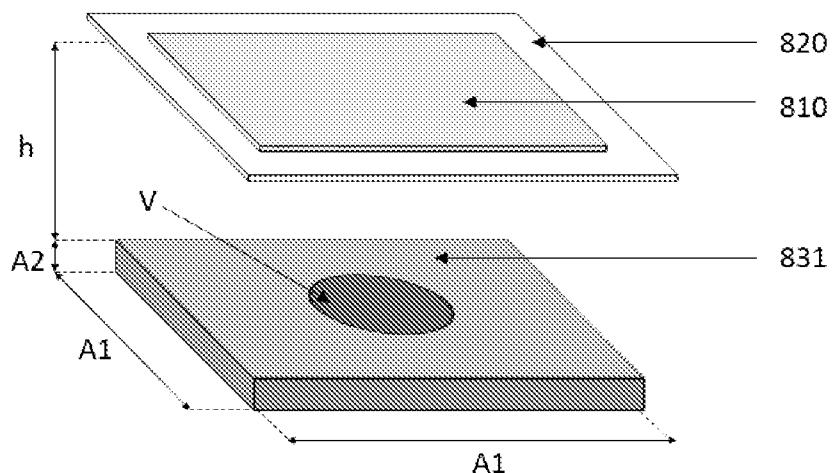


Fig. 8B

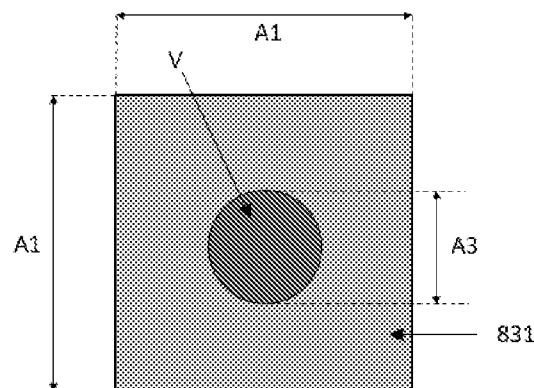


Fig. 8C

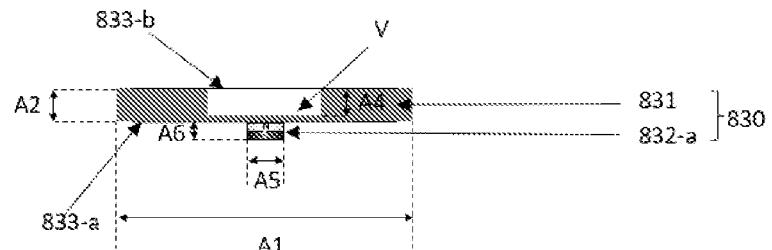


Fig. 8D

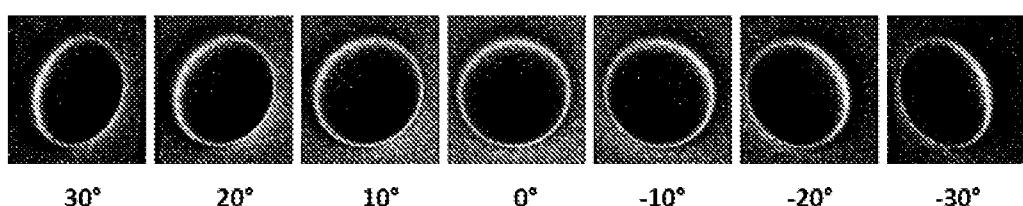


Fig. 9A

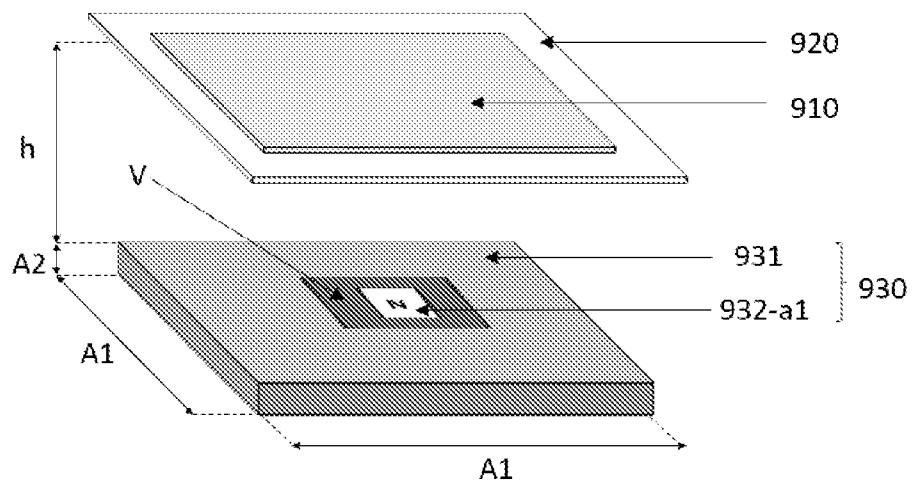


Fig. 9B

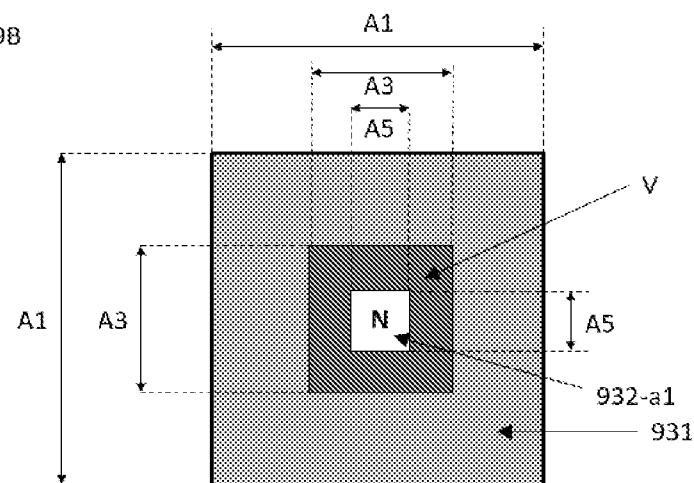
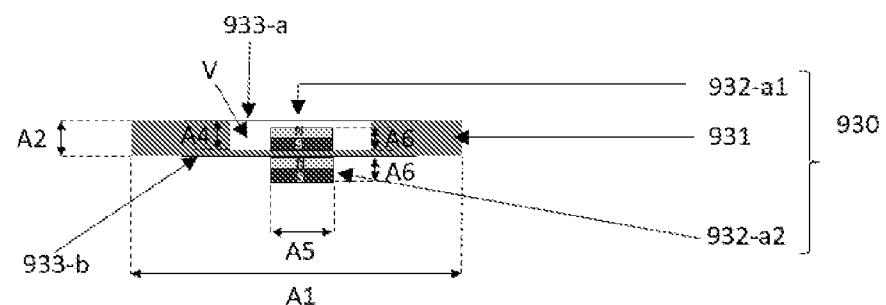


Fig. 9C



ES 3 004 492 T3

Fig. 9D

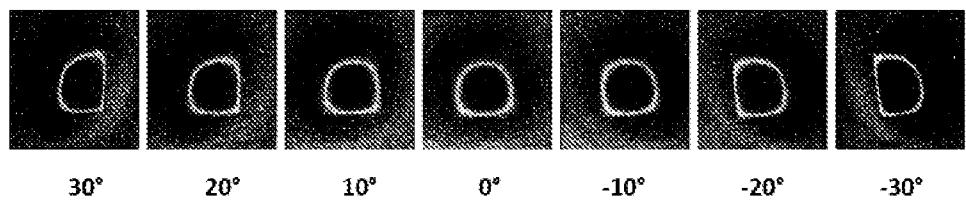


Fig. 10A

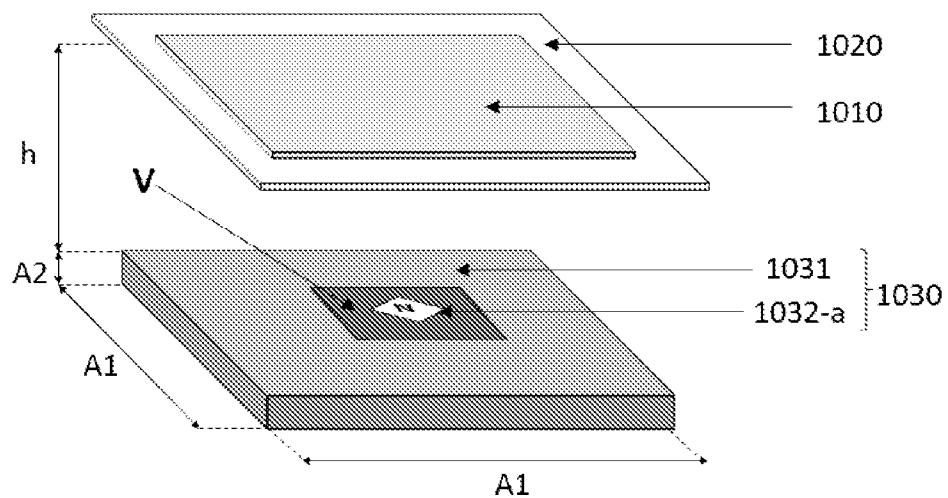


Fig. 10B

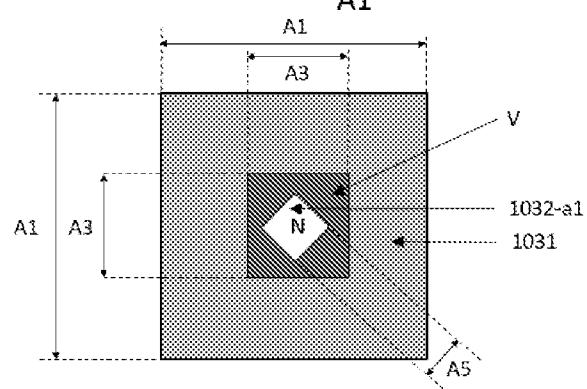


Fig. 10C

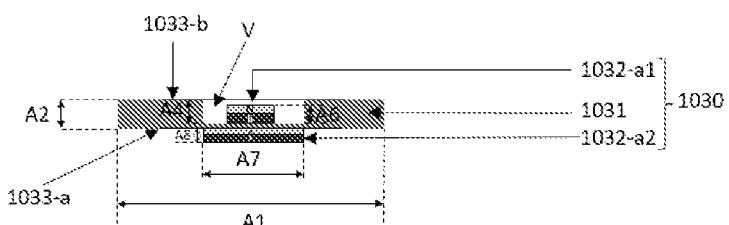


Fig. 10D

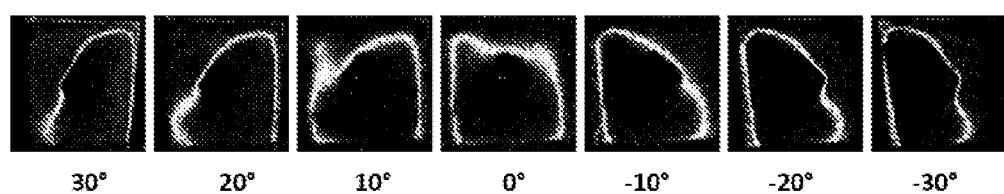


Fig. 11A

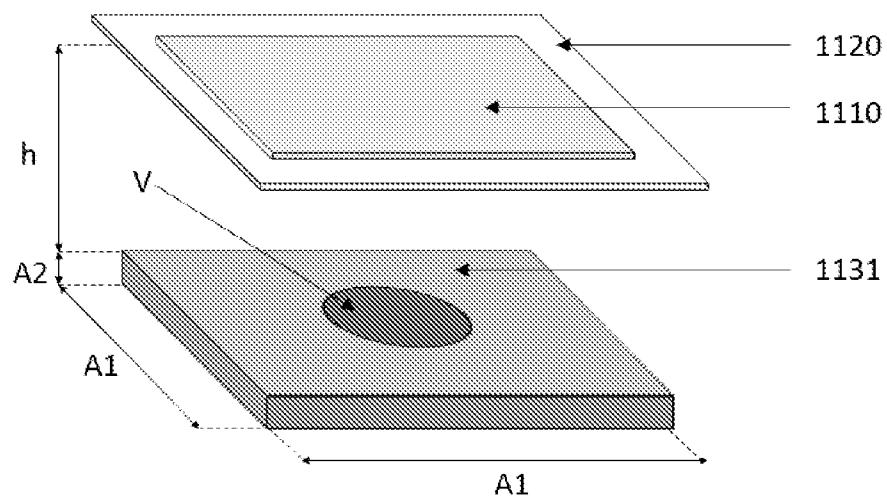


Fig. 11B

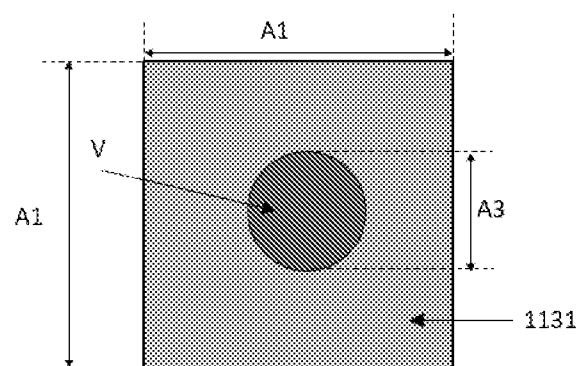


Fig. 11C

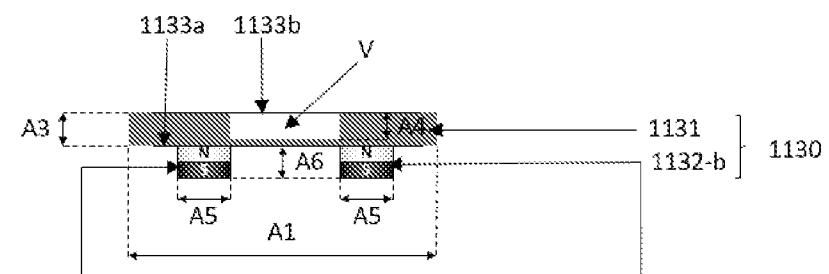


Fig. 11D

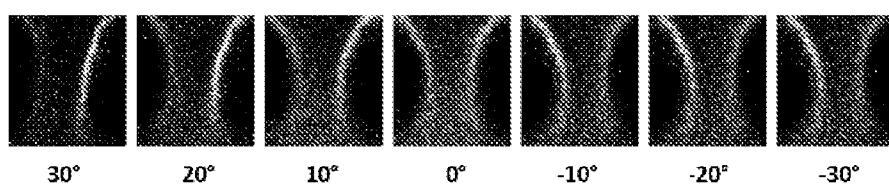


Fig. 12A

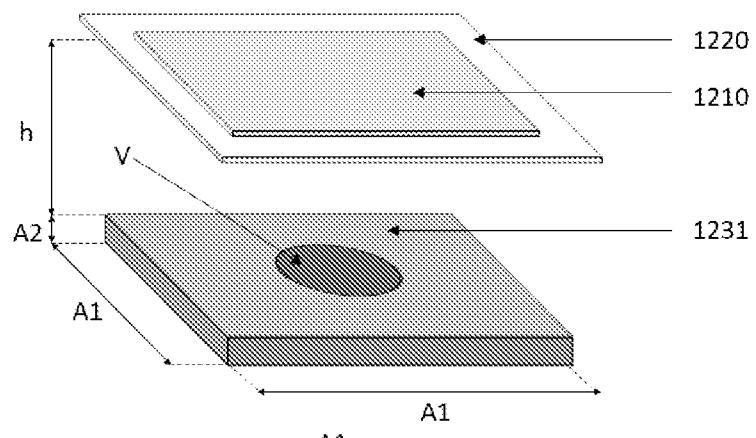


Fig. 12B

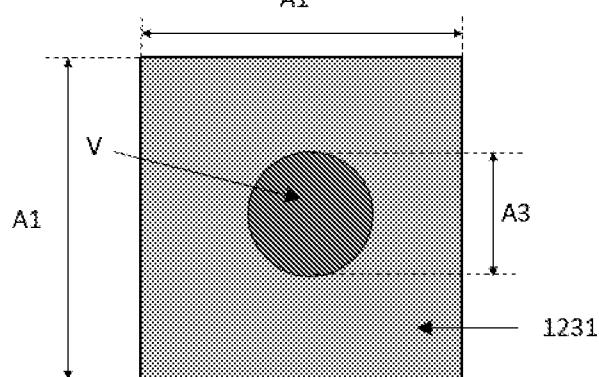


Fig. 12C

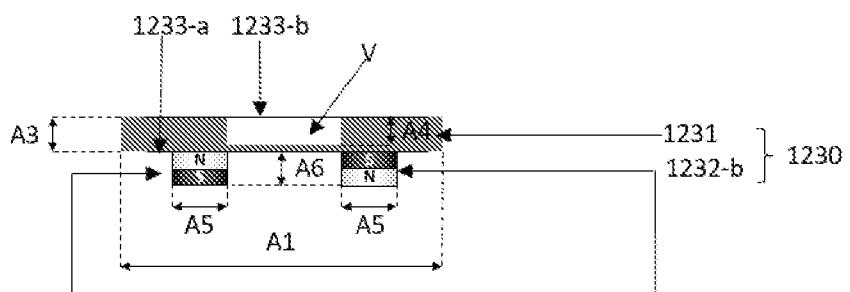


Fig. 12D

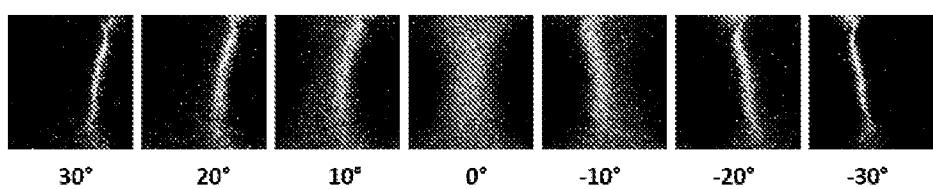


Fig. 13A

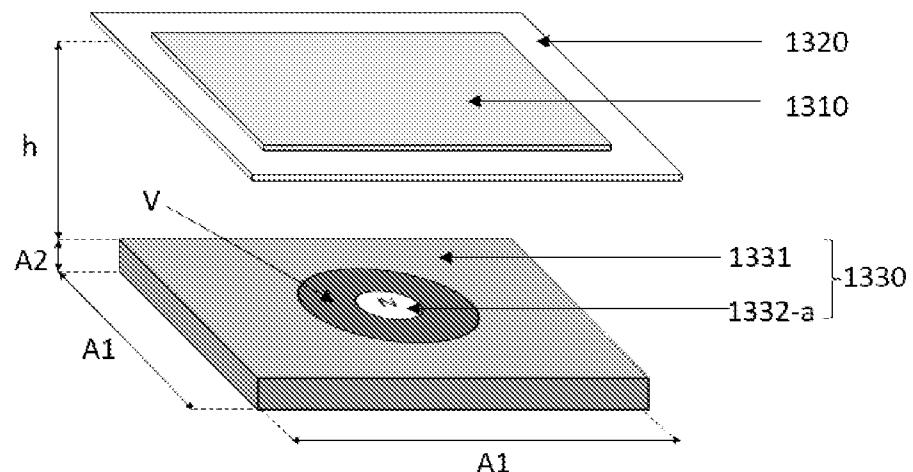


Fig. 13B

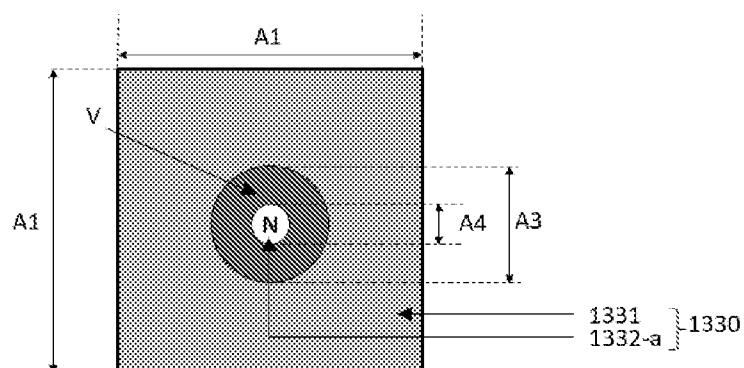


Fig. 13C

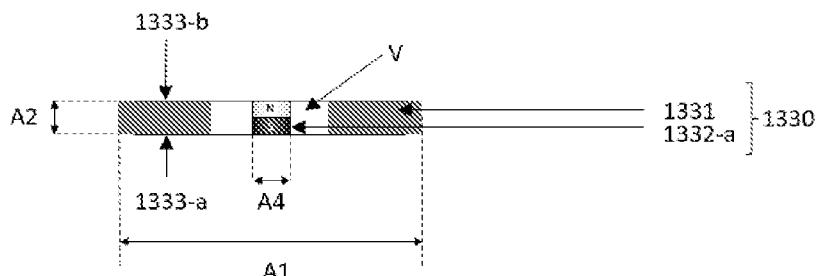


Fig. 13D

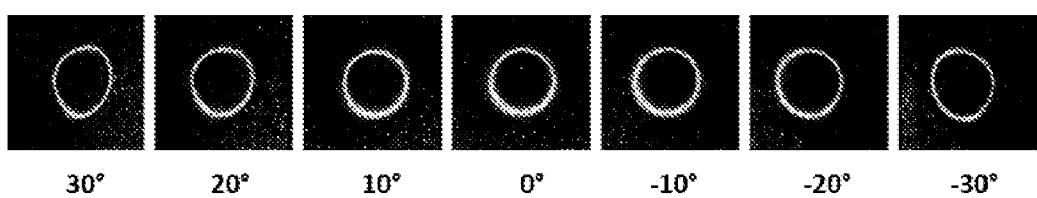


Fig. 14A

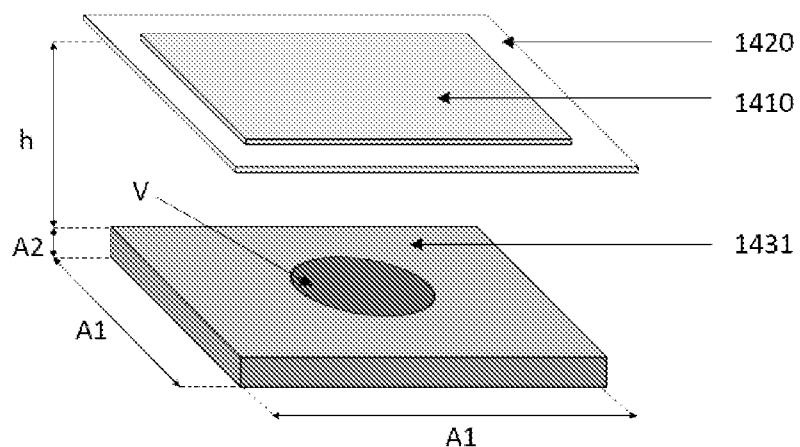


Fig. 14B

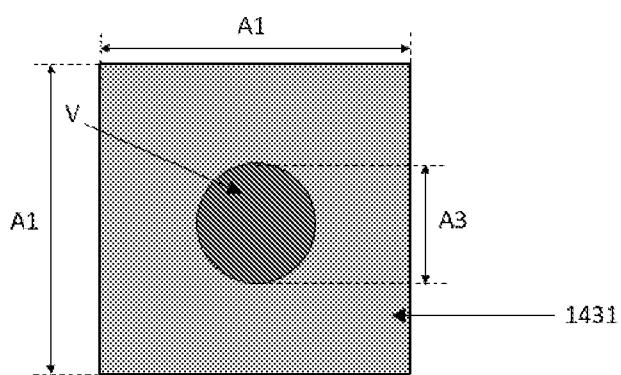


Fig. 14C

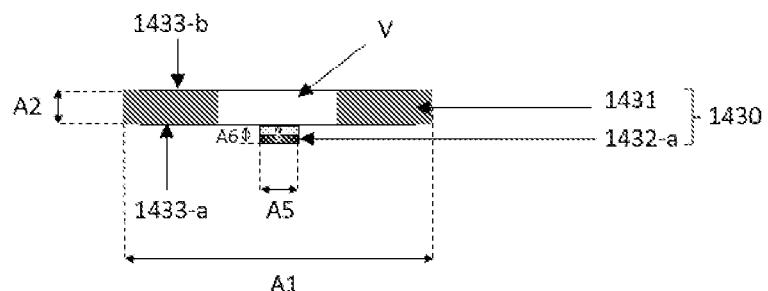


Fig. 14D

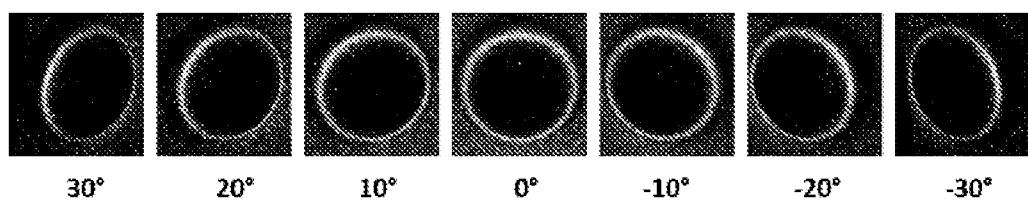


Fig. 15A

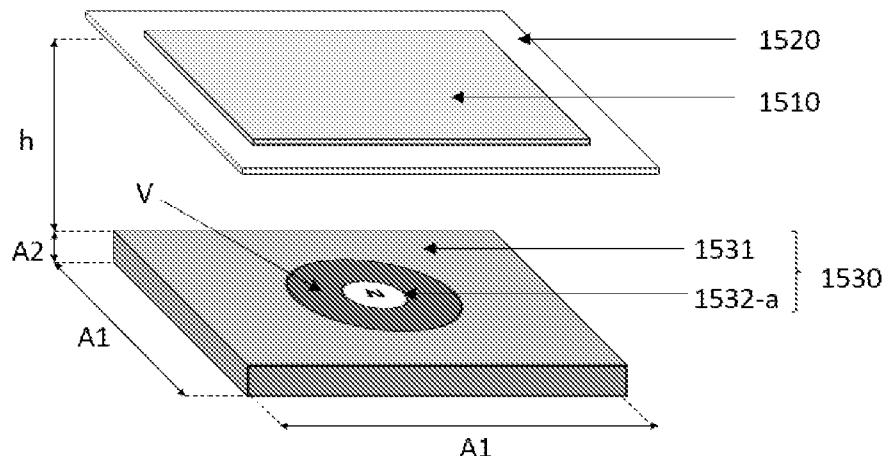


Fig. 15B

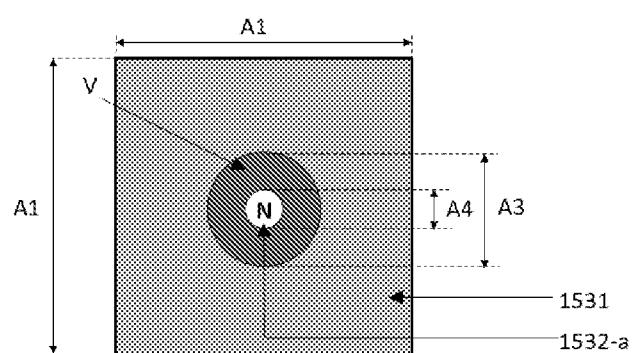


Fig. 15C

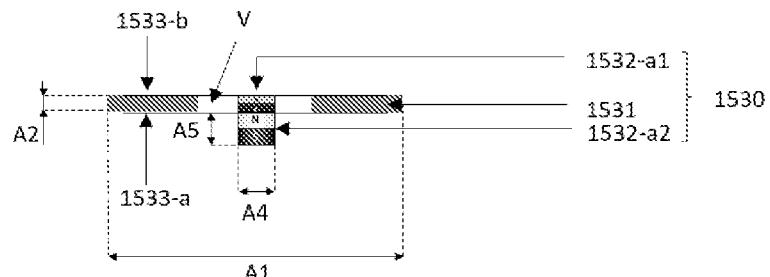


Fig. 15D

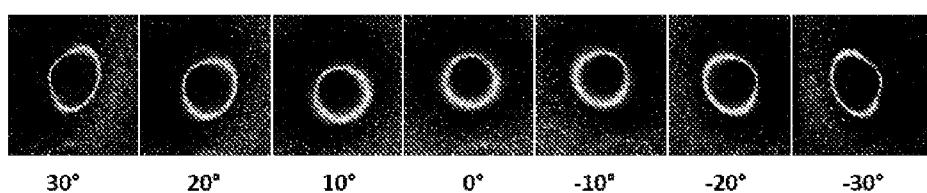


Fig. 16A

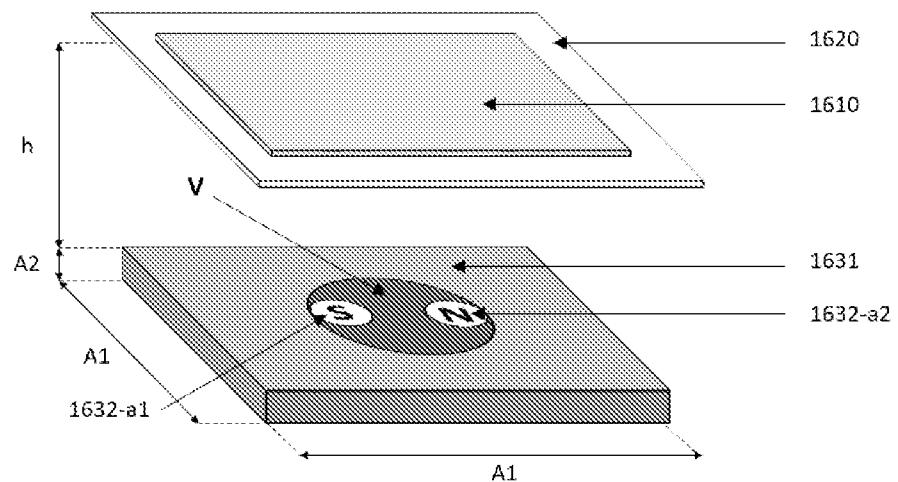


Fig. 16B

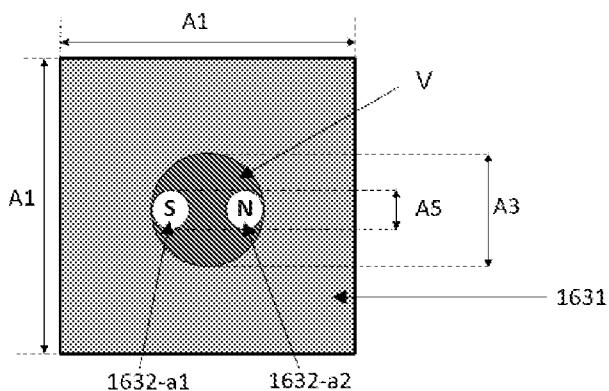


Fig. 16C

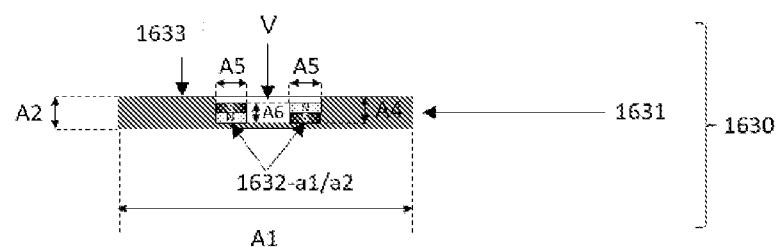


Fig. 16D

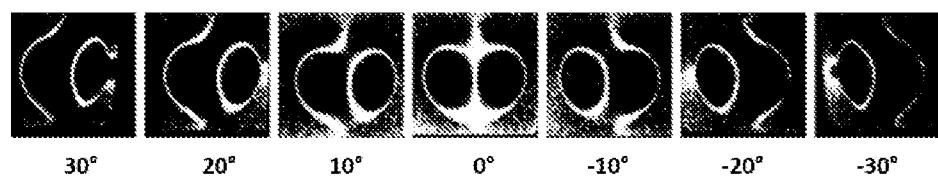


Fig. 17A

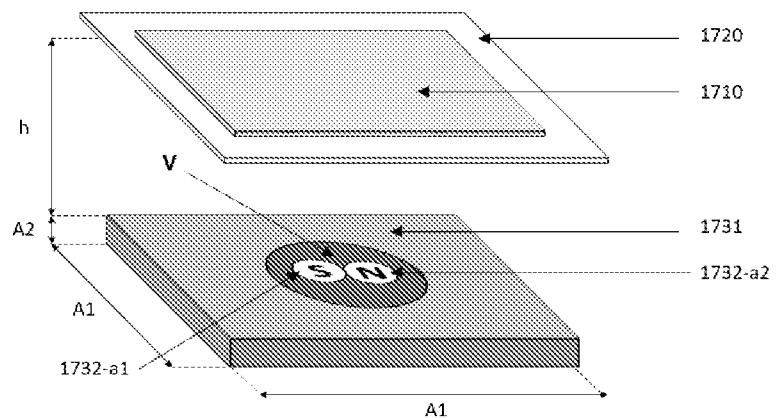


Fig. 17B

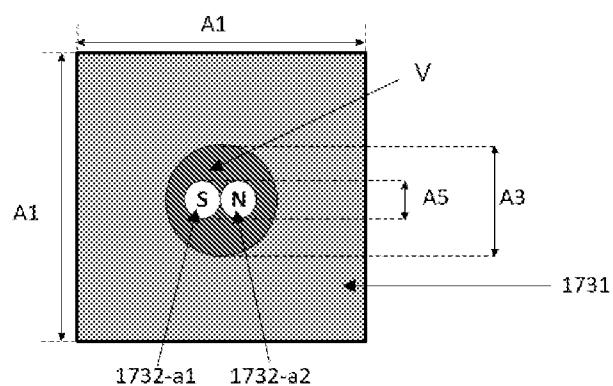
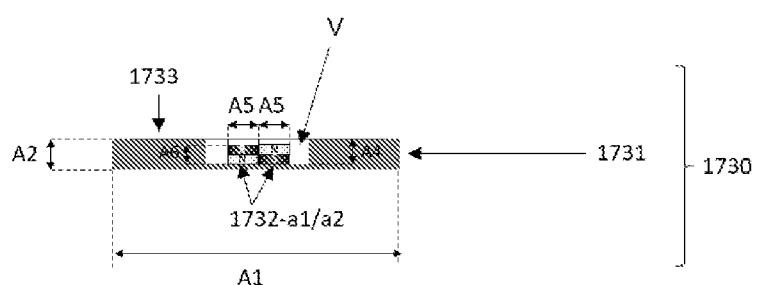


Fig. 17C



ES 3 004 492 T3

Fig. 17D

