

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 605**

51 Int. Cl.:

**B05D 3/00** (2006.01)

**B41M 3/14** (2006.01)

**H01F 7/02** (2006.01)

**H01F 41/16** (2006.01)

**B42D 25/29** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2013 PCT/EP2013/077698**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.07.2014 WO14108303**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2013 E 13811972 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2020 EP 2943290**

54 Título: **Capas de efecto óptico que muestran un efecto óptico dependiente del ángulo de visión, procesos y dispositivos para su producción, artículos provistos de una capa de efecto óptico y usos de las mismas**

30 Prioridad:

**09.01.2013 EP 13150693**

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

**09.06.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**TORO GORDILLO, Ignacio**

ES 2 831 605 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

Capas de efecto óptico que muestran un efecto óptico dependiente del ángulo de visión, procesos y dispositivos para su producción, artículos provistos de una capa de efecto óptico y usos de las mismas

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de la protección de documentos de valor y bienes comerciales de valor contra la falsificación y reproducción ilegal. En particular, la presente invención se refiere a las capas de efecto óptico (OEL) que muestran un efecto óptico dependiente del ángulo de visión, dispositivos y procesos para producir dicha OEL y artículos que llevan dicha OEL, así como usos de dichas capas de efecto óptico como un medio antifalsificación en documentos, como se define en las reivindicaciones.

10

**Antecedentes de la invención**

15

Es conocido en la técnica usar tinta, composiciones o capas que contengan partículas o pigmentos magnéticos o magnetizables orientados, particularmente también pigmentos magnéticos ópticamente variables, para la producción de elementos de seguridad, por ejemplo, en el campo de documentos de seguridad. Los recubrimientos o capas que comprenden las partículas magnéticas o magnetizables orientadas se describen por ejemplo en US 2.570.856; US 3.676.273; US 3.791.864; US 5.630.877 y US 5.364.689. Los recubrimientos y capas que comprenden partículas de pigmento cambiadoras de color magnéticas orientadas, que dan por resultado efectos ópticos particularmente atrayentes, útiles para la protección de documentos de seguridad, se han descrito en la WO 2002/090002 A2 y WO 2005/002866 A1.

20

Las características de seguridad, por ejemplo para documentos de seguridad, se pueden clasificar en general en características de seguridad "encubiertas" por una parte y características de seguridad "abiertas" por otra parte. La protección proporcionada por la características de seguridad encubiertas depende del concepto de que tales características son difíciles de detectar, requiriendo típicamente equipo especializado y conocimiento para la detección, mientras que las características de seguridad "abiertas" depende del concepto de ser fácilmente detectables con los sentidos humanos sin ayuda, por ejemplo tales características pueden ser visibles y/o detectables a través de los sentidos táctiles mientras que aún son difíciles de producir y/o copiar. Sin embargo, la efectividad de las características de seguridad abiertas depende de un mayor grado en su fácil reconocimiento como una característica de seguridad, debido a que la mayoría de usuarios, y particularmente aquellos que no tienen conocimiento previo de las características de seguridad de un documento o artículo asegurado con las mismas, no sólo cuando se llevará a cabo actualmente una verificación de seguridad basada en la característica de seguridad si tienen conocimiento actual de su existencia y naturaleza.

25

30

35

Se puede lograr un efecto óptico particularmente llamativo si una característica de seguridad cambia su apariencia en la vista a un cambio en las condiciones de visión, tal como el ángulo de visión. Tal efecto puede por ejemplo ser obtenido por dispositivos ópticos cambiadores de apariencia dinámicos (DACOD), tales como superficies reflectantes de tipo Fresnel respectivamente convexas, cóncavas que dependen de las partículas de pigmento orientadas en una capa de recubrimiento endurecida, como se describe en EP-A 1 710 756. Este documento describe una forma para obtener una imagen impresa que contiene pigmentos u hojuelas que tienen propiedades magnéticas al alinear los pigmentos en un campo magnético. Los pigmentos y hojuelas, después de su alineación en un campo magnético, muestran una disposición de estructura de Fresnel, tal como un reflector de Fresnel. Al inclinar la imagen y al cambiar de esta manera la dirección de reflexión hacia un observador, el área que muestra la reflexión más grande al observador se mueve de acuerdo con la alineación de las hojuelas o pigmentos. Un ejemplo de tal estructura es el así llamado efecto de "barra giratoria". Este efecto es actualmente utilizado para un número de elementos de seguridad en los billetes de banco, tal como en el "50" del billete de banco de 50 Rand de Sudáfrica. Sin embargo, tales efectos de barra giratorias son en general observables y el documento de seguridad se inclina en una cierta dirección, es decir ya sea hacia arriba y hacia abajo o a los lados de la perspectiva del observador.

40

45

50

En tanto que las superficies reflectantes de tipo Fresnel son planas, proporcionan la apariencia de un hemisferio reflectante cóncavo convexo. Las superficies reflectantes de tipo Fresnel se pueden producir al exponer una capa de recubrimiento húmeda que comprende partículas magnéticas o magnetizables no isotrópicamente reflectantes al campo magnético de un solo imán dipolar, en donde lo último se coloca por arriba, respectivamente por debajo del plano de la capa de recubrimiento, tiene su eje norte-sur paralelo al plano, y está girando alrededor del eje perpendicular al plano, como se ilustra en las Figuras 37A 37D de EP-A 1 710 75. Las partículas de esta manera orientadas se fijan consecuentemente en la posición y orientación al endurecer la capa de recubrimiento.

55

60

Las imágenes de anillo móvil que muestran evidentemente un anillo móvil con ángulo de observación cambiante (efecto "de anillo giratorio") se producen al exponer una capa de recubrimiento húmeda que comprende partículas magnética o magnetizables no isotrópicamente reflectantes al campo magnético de un imán dipolar. La WO 2011/092502 describe imágenes de anillo móvil que se podrían obtener o producir al usar un dispositivo para orientar las partículas en una capa de recubrimiento. El dispositivo descrito permite la orientación de partículas magnéticas o magnetizables con la ayuda de un campo magnético producido por la combinación de una lámina

65

magnetizable blanda y un imán esférico que tiene su eje norte-sur perpendicular al plano de la capa de recubrimiento y colocado por debajo de la lámina magnetizable blanda.

5 Las imágenes de anillo móvil de la técnica anterior se producen en general por la alineación de las partículas magnéticas o magnetizables de acuerdo con el campo magnético de sólo un imán giratorio o estático. Puesto que las líneas del campo de solamente un imán se doblan en general de manera relativa suavemente, es decir, tienen una curvatura baja, también el cambio en la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables es relativamente suave sobre la superficie de la OEL. La intensidad del campo magnético disminuye rápidamente con el incremento de la distancia de imán cuando un solo imán se usa. Esto hace difícil obtener una característica sumamente dinámica y bien definida a través de la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables, dando por resultado de esta manera efectos de "anillo giratorio" que pueden mostrar bordes de anillo borrosos. Este problema se incrementa con el incremento del tamaño (diámetro) de la imagen de "anillo giratorio" cuando solo se usa un imán estático giratorio individual.

15 Por lo tanto, sigue habiendo la necesidad por características de seguridad que muestren un efecto en forma de bucle dinámico llamativo que cubra un área extendida sobre un documento en buena calidad, que se pueda verificar fácilmente sin considerar la orientación del documento de seguridad, sea difícil de producir en una escala masiva con el equipo disponible a un falsificador, y que se pueda proporcionar el mayor número de formas y conformaciones posibles.

20 El documento US 2007 172261 A se refiere a un aparato de impresión que incluye un rodillo giratorio magnético con una superficie externa uniforme lisa para la alineación de hojuelas magnéticas en un portador, tal como un vehículo de tinta o un vehículo de pintura, para crear imágenes ópticamente variables en una operación de impresión lineal a alta velocidad. Las imágenes pueden proporcionar características de seguridad en documentos de alto valor, tales como los billetes de banco. Las hojuelas magnéticas en la tinta se alinean usando porciones magnéticas del rodillo, que se pueden formar mediante imanes permanentes embebidos en un cuerpo de rodillo no magnético, o porciones selectivamente imanadas de una cubierta magnética flexible del rodillo. En algunas realizaciones, el rodillo se ensambla para una pluralidad de secciones intercambiables, que pueden incluir imanes rotatorios. La orientación seleccionada de las hojuelas magnéticas de pigmento puede lograr una diversidad de efectos ópticos ilusorios que son útiles para aplicaciones decorativas o de seguridad.

30 El documento EP 1 845 537 A2 describe que un patrón se forma mediante la aplicación de una composición de recubrimiento que contiene partículas magnéticas a un artículo, de tal manera que se forma una película de recubrimiento, y se coloca una pluralidad de imanes en forma de lámina a lo largo de la superficie delantera de esta película de recubrimiento. Los imanes en forma de lámina adyacentes se disponen en tal estado que los polos magnéticos en la superficie delantera y los polos magnéticos en la superficie trasera son diferentes entre los imanes en forma de lámina adyacentes y las superficies laterales de los imanes en forma de lámina entran en contacto entre sí. La composición de recubrimiento contiene una resina termoplástica, partículas magnéticas con forma de hojuela y un disolvente de bajo punto de ebullición específico y un disolvente de alto punto de ebullición específico. Se aplica un campo magnético a la película de recubrimiento mediante los imanes en forma de lámina, de tal manera que las partículas magnéticas en la película de recubrimiento están orientadas mediante el campo magnético y las partículas magnéticas están orientadas sustancialmente paralelas con respecto a la superficie delantera de la película de recubrimiento por encima de las porciones de contacto entre los imanes en forma de lámina. La luz se refleja de las partículas magnéticas en la película de recubrimiento, de tal manera que se observa un patrón.

45 El documento EP 0 556 449 A1 describe un método y un aparato para la producción de un producto que tiene un patrón formado magnéticamente, que puede formar cualquier patrón deseado en diversas formas diferentes con una clara capacidad de reconocimiento visual, a alta velocidad, mediante un procedimiento sencillo, y un producto pintado producido mediante este método y aparato. El producto se produce mediante la formación de una capa de pintura a partir de un medio de pintura mezclado con partículas no esféricas magnéticas y la aplicación de un campo magnético que contiene las líneas del campo magnético en una forma que corresponde al patrón deseado a formar. El patrón deseado se vuelve visible sobre la superficie del producto pintado a medida que los rayos de luz incidentes sobre la capa de pintura se reflejan o absorben de manera diferente mediante aquellas partículas no esféricas magnéticas que están orientadas para ser sustancialmente paralelas con respecto a una superficie de la capa de pintura y se disponen en una forma que corresponde al patrón deseado a formar sobre el producto pintado del contorno del patrón deseado y aquellas partículas no esféricas magnéticas que están orientadas para ser sustancialmente no paralelas con respecto a la superficie de la capa de pintura.

**Sumario de la invención**

60 Por consiguiente, es un objeto de la presente invención superar las deficiencias de la técnica anterior como se analiza anteriormente. Esto se logra proporcionando una capa de efecto óptico (OEL) que comprende una pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas que rodean un área central común, por ejemplo en un documento u otro artículo, que exhibe un movimiento aparente dependiente del ángulo de visión de características de imagen sobre una longitud extendida, tiene buena definición y/o contraste y puede detectarse fácilmente. La presente invención proporciona tales capas de efecto óptico (OEL) como una característica de seguridad evidente, mejorada y fácil de

detectar, o, además o como alternativa, una característica de seguridad evidente, por ejemplo en el campo de la seguridad de documentos. Es decir, en un aspecto de la presente invención pertenece a una capa de efecto óptico (OEL) que comprende una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, en donde al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos, en donde las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se dispersan en una composición de revestimiento que comprende un material aglutinante, comprendiendo la OEL dos o más áreas, teniendo cada una forma de bucle (también se denominan áreas con forma de bucle), quedando anidadas las áreas en forma de bucle alrededor de un área central común que se rodea por el área de forma de bucle más interior, en donde en cada una de las áreas en forma de bucle anidadas, al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan de manera que, en una sección transversal perpendicular a la capa OEL y que se extiende desde el centro del área central al límite exterior del área en forma de bucle más exterior, el eje más largo de las partículas en cada una de las áreas en sección transversal de las áreas en forma de bucle sigue una tangente de una parte curvada negativamente o curvada positivamente de elipses o círculos hipotéticos. Dichas áreas en forma de bucle forman una impresión óptica de cuerpos en forma de bucle cerrados alrededor de un área central y quedan anidados alrededor de un área central común que se rodea por el área en forma de bucle más interior.

También se describen y reivindican en el presente documento dispositivos para producir las capas de efecto óptico descritas en el este documento. Específicamente, la presente invención también se refiere a un dispositivo generador de campo magnético como se menciona en la reivindicación 7. Estos comprenden una pluralidad de elementos seleccionados de imanes y piezas polares y que comprenden al menos un imán, estando ubicados la pluralidad de elementos (i) por debajo de una superficie de soporte o un espacio configurado para recibir un sustrato que actúa como superficie de soporte o (ii) formando una superficie de soporte, y configurándose de manera que es capaz de proporcionar un campo magnético en el que las líneas de campo magnético se desarrollan sustancialmente en paralelo a dicha superficie de soporte o espacio en dos o más áreas sobre dicha superficie de soporte o espacio, y en donde las dos o más áreas forman áreas en forma de bucle anidadas que rodean un área central. Otros detalles de las realizaciones del dispositivo se especifican en la reivindicación 7 y se explican a continuación.

También se describen en el presente documento procesos para producir el elemento de seguridad, las capas de efecto óptico que lo comprenden y los usos de las capas de efecto óptico para la protección contra falsificaciones de un documento de seguridad o para una aplicación decorativa en las artes gráficas. Específicamente, la presente invención se refiere a un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) que comprende las etapas de:

- a) aplicar en una superficie de soporte de un dispositivo generador de campo magnético o una superficie de sustrato una composición de recubrimiento que comprende un material aglutinante y una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, en donde al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos, estando dicha composición de recubrimiento en un primer estado (fluido);
- b) exponer la composición de recubrimiento en un primer estado al campo magnético de un dispositivo generador de campo magnético, preferentemente uno como se define en la reivindicación 7, orientando así al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en una pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas que rodean un área central de manera que el eje más largo de las partículas en cada una de las áreas en sección transversal de las áreas en forma de bucle sigue una tangente de una parte negativamente curvada o positivamente curvada de elipses o círculos hipotéticos; y
- c) endurecer la composición de recubrimiento a un segundo estado para fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

### Breve descripción de las figuras

La capa de efecto óptico (OEL) que comprende una pluralidad de áreas en forma de bucle de acuerdo con la presente invención y su producción se describen ahora en más detalle en referencia a los dibujos y a realizaciones particulares, en donde

la **Figura 1** ilustra esquemáticamente un cuerpo toroidal (Figura 1A) y la variación de orientación de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en un área que forma un cuerpo cerrado en forma de bucle, que en una sección transversal que se extiende desde el centro del área central (es decir, el centro de todo el cuerpo toroidal), siguen una tangente de una parte curvada negativamente (Figura 1B) o una parte curvada positivamente (Figura 1C) de una elipse hipotética que tiene su centro sobre o por debajo del área que forma el cuerpo en forma de bucle en sección transversal.

- la **Figura 2** contiene tres vistas del mismo elemento de seguridad que comprende dos formas de bucle, cada una en la forma de un anillo, en donde la Figura 2a muestra una fotografía de una capa de efecto óptico que comprende un elemento de seguridad que tiene dos formas de bucle;
- 5 la Figura 2b ilustra la variación de la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas con respecto al plano OEL en una sección transversal a lo largo de la línea indicada en la Figura 2A, y la Figura 2c muestra tres micrográficos de electrones de secciones transversales de la capa de efecto óptico de la Figura 2a cortada en perpendicular a su superficie superior, en donde los micrográficos se tomaron en las ubicaciones A, B y C respectivamente. Cada micrográfico muestra el sustrato (en la parte inferior) que se cubre por la capa de efecto óptico que comprende partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas que forman dos formas de bucle;
- 10
- 15 la **Figura 3a** representa esquemáticamente una realización de un dispositivo generador de campo magnético de acuerdo con una realización de la presente invención, comprendiendo el dispositivo una superficie de soporte (S) para recibir un sustrato en el que se proporciona la capa de efecto óptico, un imán dipolar (M) en la forma de un cuerpo con forma de bucle hueco (un anillo), que se magnetiza de manera que el eje Norte-Sur del imán es perpendicular al plano del bucle (anillo), y una horquilla de hierro en forma de T invertida (Y). El conjunto de imán (M) y la horquilla de hierro (Y) así como el campo magnético tridimensional como se ilustra por las líneas de campo (F), del imán (M) en el espacio son simétricos rotativamente con respecto a un eje vertical central (z);
- 20
- 25 la **Figura 3b** muestra una fotografía de un elemento de seguridad de la presente invención que comprende dos formas de bucle (dos anillos) formados usando el dispositivo generador de campo magnético mostrado en la Figura 3a;
- la **Figura 4** representa esquemáticamente una realización de un dispositivo generador de campo magnético de acuerdo con otra realización de la presente invención, comprendiendo el dispositivo i) un imán dipolar de barra (M1), que se magnetiza de manera que tiene su eje Norte-Sur perpendicular a la superficie de soporte (S), ii) un imán dipolar en la forma de un cuerpo hueco en forma de bucle (M2), que también se magnetiza de manera que tiene su eje Norte-Sur perpendicular a la superficie de soporte (S), y iii) una horquilla de hierro en forma de T invertida doble (Y).
- 30
- 35
- la **Figura 5** representa esquemáticamente la sección transversal del dispositivo generador de campo magnético de acuerdo con una realización adicional de la presente invención, que comprende un primer (M1) y un segundo (M2) imán dipolar, cada uno en la forma de un cuerpo en forma de bucle (es decir, cada uno de los imanes forma un anillo, y el imán M2 se incrusta (anida) totalmente dentro del anillo del imán M1), que se magnetizan de manera que tienen su eje Norte-Sur perpendicular a la superficie de soporte (S), y un fragmento de polo (horquilla de hierro en forma de triple T invertida (Y));
- 40
- 45 las **Figuras 6 a) - d)** representan esquemáticamente otras realizaciones del dispositivo generador de campo magnético de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
- la **Figura 6e)** muestra tres fotografías de la capa de efecto óptico obtenida usando el dispositivo mostrado en la Figura 6d;
- 50
- las **Figuras 7a) - d)** representan esquemáticamente otras realizaciones del dispositivo generador de campo magnético según realizaciones de la presente invención;
- las **Figuras 8 a, b** ilustran la orientación de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en áreas en forma de bucle de realizaciones de la OEL;
- 55
- la **Figura 9** muestra ejemplos de formas de bucle.

### Definiciones

60 Las siguientes definiciones se van a usar para interpretar el significado de los términos planeados en la descripción y citados en las reivindicaciones.

65 Como se usa en la presente, el artículo indefinido "un" indica uno así como más de uno y no limita necesariamente su sujeto referente al singular.

5 Como se usa en la presente, el término "aproximadamente" significa que la cantidad o valor en cuestión puede ser el valor específico designado o algún otro valor en su vecindad. De manera general, el término "aproximadamente" que indica un cierto valor se propone para indicar un intervalo dentro de  $\pm 5\%$  del valor. Como un ejemplo la frase "aproximadamente 100" indica un intervalo de  $100 \pm 5$ , es decir el intervalo de 95 a 105. De manera general, cuando el término "aproximadamente" se usa, se puede esperar que los resultados o efectos similares de acuerdo con la invención se puedan obtener dentro de un intervalo de  $\pm 5\%$  del valor indicado.

10 Como se usa en la presente, el término "y/o" significa que cualquiera de todo o solo uno de los elementos del grupo puede estar presente. Por ejemplo, "A y/o B" propondrá "solo A, o solo B, o tanto A como B". En el caso de "solo A", el término también cubre la posibilidad de que B esté ausente, es decir "solo A, pero no B".

15 El término "sustancialmente paralelo" se refiere a la desviación menor que  $20^\circ$  de la alineación paralela y el término "sustancialmente perpendicular" se refiere a la desviación menor que  $20^\circ$  de la alineación perpendicular. De manera preferente, el término "sustancialmente paralelo" se refiere a ninguna desviación de más de  $10^\circ$  de la alineación paralela y el término "sustancialmente perpendicular" se refiere a ninguna desviación de más de  $10^\circ$  de la alineación perpendicular.

20 El término "al menos parcialmente" se propone para indicar que la siguiente propiedad se cumple a un cierto grado o completamente. De manera preferente, el término indica que la siguiente propiedad se cumple al menos 50% o más, de manera más preferente al menos 75%, de manera aún más preferente al menos 90%. Puede ser preferible que el término indique "completamente".

25 Los términos "sustancialmente" y "esencialmente" se usan para indicar que la siguiente característica, propiedad o parámetro se lleve a cabo o satisfice completamente (totalmente) o a un grado mayor que afecta adversamente el resultado propuesto. De esta manera, dependiendo de las circunstancias, el término "sustancialmente" o "esencialmente" significa de manera preferente por ejemplo, al menos 80%, al menos 90 %, al menos 95%, o 100%.

30 El término "que comprende" como se usa en la presente se propone para ser no exclusivo e indefinido. De esta manera, por ejemplo, una composición de recubrimiento que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, el término "que comprende" también cubre los significados más restrictivos de "que consiste esencialmente de" y "que consiste de", de modo que por ejemplo "una composición de recubrimiento que comprende un compuesto A" también puede consistir (esencialmente) del compuesto A.

35 El término "composición de recubrimiento" se refiere a cualquier composición que sea capaz de formar una capa de efecto óptico (OEL) de la presente invención en un sustrato sólido y que se puede aplicar de manera preferente pero no exclusivamente por un método de impresión. La composición de recubrimiento comprende al menos una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas y un aglutinante. Debido a su forma no esférica, las partículas tienen reflectividad no isotrópica. Al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos.

45 El término "capa de efecto óptico (OEL)" como se usa en el presente documento indica una capa que comprende al menos una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas orientadas y un aglutinante, en donde la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se fija dentro del aglutinante, y en donde al menos parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos.

50 Como se usa en la presente, el término "sustrato recubierto con efecto óptico (OEC)" se usa para indicar el producto que resulta de la provisión de la OEL en un sustrato. El OEC puede consistir del sustrato y la OEL, pero también puede comprender otros materiales y/o capas diferentes a la OEL. El término OEC de esta manera también cubre documentos de seguridad, tales como billetes de banco.

55 El término "área en forma de bucle" indica un área dentro de la OEL que proporciona el efecto óptico o la impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle que se recombina con el mismo. El área toma la forma de un bucle cerrado que circunda un área central. La "forma de bucle" puede tener una forma redonda, ovalada, elipsoide, cuadrada, triangular, rectangular o cualquier forma poligonal. Los ejemplos de forma de bucle incluyen un círculo, un rectángulo o cuadrado (de manera preferente con esquinas redondeadas), un triángulo, un pentágono, un hexágono, un heptágono, un octágono etc. De manera preferente, el área que forma un bucle no se cruza. El término "cuerpo en forma de bucle" se usa para indicar el efecto óptico o la impresión óptica que obtiene a orientar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en el área en forma de bucle tal que a un observador se le proporciona la impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle tridimensional. El término "áreas en forma de bucle anidadas" se usa para indicar una disposición de áreas en forma de bucle que proporcionan cada una efecto óptico o la impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle, en donde "anidado" significa que una de las áreas en forma de bucle está al

menos parcialmente circundando otra forma de bucle, y las áreas en forma de bucle "anidadas" circundan un área central común. De manera preferente, el término "anidado" significa que una o más áreas en forma de bucle exteriores circundan una o más áreas en forma de bucle interiores completamente. Una realización particularmente preferida de "anidado" es "concéntrico", en donde una o más áreas en forma de bucle exteriores circundan completamente una o más formas de bucle interiores y definen un área central común sin frustrarse entre sí. En una realización preferida adicional, la pluralidad de áreas en forma de bucle "anidadas" toma la forma de círculos concéntricos.

El término "un elemento de seguridad que comprende una pluralidad de cuerpos en forma de bucle anidados" se refiere a un elemento de seguridad en donde la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dentro de la OEL es tal que existen dos o más áreas en forma de bucle anidadas y en donde dentro de estas áreas la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas es tal que una reflexión del uso observable en una dirección específica (en general perpendicular a la superficie OEL) es obtenida, proporcionado de esta manera el efecto óptico de una pluralidad de cuerpos en forma de bucles anidados. Esto significa típicamente que, en una sección cruzada que se extiende desde el centro del área central hasta el límite exterior de las áreas en forma de bucle, en la parte central de un área que es parte de un área en forma de bucle (por ejemplo la parte central de la capa L en las Figuras 1b y 1c o la parte central de las áreas (1) en la parte inferior de la Figura 21A), el eje más largo de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orienta para estar sustancialmente paralelo al plano a la superficie de la OEL. Los dos o más cuerpos en forma de bucle anidados se disponen típicamente tal que uno de los cuerpos en forma de bucle circunda completamente el otro(s), respectivamente, como se muestra por ejemplo en la Figura 3b, donde hay dos cuerpos en forma de bucle en la forma de dos anillos en donde uno de los anillos circunda completamente el otro. De manera preferente, la pluralidad de cuerpos en forma de bucle son de forma idéntica o esencialmente idéntica, tal como dos o más anillos, dos o más cuadrados, dos o más hexágonos, dos o más heptágonos, dos o más octágonos, etc.

El término "ancho de un área en forma de bucle" se usa para indicar el ancho de un área en forma de bucle en una sección transversal perpendicular a la OEL y que se extiende desde el centro del área central hasta el límite exterior del área en forma de bucle más exterior, como es representada por el ancho del área (1) en la Figura 21.

El término "elemento de seguridad" se usa para indicar una imagen o elemento gráfico que se puede usar para propósitos de autenticación. El elemento de seguridad puede ser un elemento de seguridad abierto o encubierto.

El término "eje magnético" o "eje Norte-Sur" indica una línea teórica que conecta y se extiende a través del polo Norte y Sur de un imán. La línea no tiene una cierta dirección. A la inversa, el término "dirección Norte-Sur" indica la dirección a lo largo del eje Norte-Sur o eje magnético del polo Norte al polo Sur.

### Descripción detallada de la invención

En un aspecto, la presente invención se refiere a una OEL que se proporciona típicamente en un sustrato. La OEL comprende una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas que tienen reflectividad no isotrópica. Al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos. Las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se dispersan en un material aglutinante y, en las áreas en forma de bucle anidadas que circundan un área central común, tienen una orientación específica para proporcionar en efecto óptico o impresión óptica de una pluralidad de cuerpos en forma de bucles anidados. La orientación se logra al orientar las partículas de acuerdo con un campo magnético externo, como se explicará con más detalle en lo siguiente. Es decir, la presente invención proporciona una capa de efecto óptico (OEL) que comprende una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, que se dispersan en una composición de recubrimiento que comprende un material aglutinante, comprendiendo la OEL dos o más áreas que tienen, cada una, una forma de bucle (también referidas como áreas en forma de bucle), anidándose las áreas en forma de bucle alrededor de un área central común que es circundada por el área en forma de bucle más interior, en donde, en cada una de las áreas que forman un área en forma de bucle, al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan tal que, en una sección transversal perpendicular a la OEL y que se extiende desde el centro del área central hasta el límite exterior del área en forma de bucle más exterior, el eje más largo de las partículas en cada una de las áreas de sección transversal de las áreas en forma de bucle sigue una tangente de ya sea una parte negativamente curvada o una positivamente curvada de elipses o círculos hipotéticos. En este punto, una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en las áreas en forma de bucle se orienta tal que su eje más largo está sustancialmente paralelo al plano de la OEL.

La orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas no es uniforme sobre el volumen completo de la OEL. En cambio, existen dos o más áreas en forma de bucle anidadas dentro de la OEL donde las partículas se orientan que una reflectividad observable en una segunda dirección dada se obtiene cuando la luz se irradia de una primera dirección sobre la OEL. Típicamente, la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dentro de las áreas que forman cada una, una forma de bucle es tal que se obtiene una reflectividad máxima perpendicular a la superficie de la OEL cuando la luz se irradia desde una dirección perpendicular a la

superficie OEL. Esto significa típicamente que dentro de las áreas en forma de bucle al menos una parte de las partículas se orienta tal que su eje más largo está sustancialmente paralelo al plano o superficie de la OEL.

Estas áreas forman una pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas. La pluralidad (es decir, dos o más, tal como tres, cuatro, cinco, seis o más) de áreas en forma de bucle se disponen de manera preferente tal que una de las áreas en forma de bucle está completamente circundada por una o más de otras formas de bucles sin cruzarla o cruzarlas, tal como se muestra en la Figura 3b, en donde una forma de bucle (anillo) es circundada por otra forma de bucle (otro anillo). Para las tres formas de bucle, de manera preferente la disposición es tal que la forma de bucle más interior está completamente circundada por una forma de bucle intermedia y más exterior, y la forma intermedia se interpone entre la forma de bucle más interior y la más exterior, nuevamente sin cruzarla. Este principio es por supuesto aplicable a también un mayor número de formas de bucle.

Es particularmente preferible que la pluralidad de áreas en forma de bucle dispuestas de esta manera tenga una forma sustancialmente idéntica. Esto significa que por ejemplo en el caso de tres áreas en forma de bucle hay por ejemplo tres círculos, tres rectángulos, tres triángulos, tres hexágonos etc., en donde una forma de bucle interior es circundada por una forma de bucle exterior.

La forma de la OEL y en particular la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dentro de las áreas en forma de bucle de la OEL ahora se describirán con referencia a la Figura 8, que ilustra esquemáticamente una OEL de la presente invención. Notablemente, la Figura 8 no está a escala.

En la izquierda superior de la Figura 8, una vista en planta de una OEL que comprende dos cuerpos en forma de bucle formados por las áreas en forma de bucle (1) proporcionaron un soporte (S) en la forma de elipsoides se muestra. En la parte superior, la impresión óptica de dos cuerpos en forma de bucle se observa en una vista en planta de la OEL. Las áreas en forma de bucle (1) circundan un área central común (2) que tiene un centro (3).

En la parte inferior de la Figura 8, se muestra una vista en sección transversal perpendicular al plano de la OEL y que se extiende desde el centro (3) del área central (2) al límite exterior del área en forma de bucle más exterior, es decir a lo largo de la línea (4). Por supuesto, la línea (4) no está presente en realidad en la OEL, sino que simplemente ilustra la posición de la vista en sección transversal también mencionada en la reivindicación 1. En la vista en sección transversal, es aparente que la OEL (L) en la realización mostrada se proporciona en una superficie de soporte (S), preferentemente en un sustrato. En la vista de sección transversal de la OEL (L), las áreas (1) que forman parte de la forma de bucle contienen las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (5) como se define antes, que cuando se ven en la vista en sección transversal a lo largo de la línea (4), en cada área (1) que forma parte de un área en bucle de forma cerrada, se orientan para seguir una tangente de una parte negativamente curvada de elipses o círculos hipotéticos (6). Por supuesto, también la alineación opuesta, que sigue una parte positivamente curvada, es posible. Notablemente, una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (preferentemente en una sección alrededor del centro del área en forma de bucle (1) cuando se ve en la sección transversal ilustrada en la Figura 8 mencionada en la reivindicación 1) se orienta de manera que su eje más largo es sustancialmente paralelo al plano de la OEL y/o la superficie del sustrato. En una vista en sección transversal a lo largo de la línea (4) o como se menciona en la reivindicación 1, las elipses o círculos hipotéticos tienen normalmente sus centros respectivos sobre o por debajo (en la Figura 8 a continuación) de cada una de las áreas que forman parte de un área en forma de bucle, y preferentemente a lo largo de una línea vertical que se extiende desde aproximadamente el medio de un área (1) que forma el área en forma de bucle.

Además, en la vista de sección transversal de manera preferente el diámetro de un círculo hipotético o el eje más largo o más corto de un elipse hipotético es aproximadamente el ancho del área respectiva que forma parte de una forma de bucle (el ancho de las áreas (1) en la parte inferior de la Figura 8), de modo que en los límites interiores y exteriores de cada una de las áreas (1) la orientación del eje más largo de las partículas no esféricas está sustancialmente perpendicular al plano de la OEL y cambia gradualmente para estar sustancialmente paralelo al plano de la superficie de soporte o del sustrato en el centro del área (1) que forma parte de una rea en forma de bucle proporcionado la impresión óptica de un cuerpo en forma de bucle. En caso de que, en tal vista de sección transversal, la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en un área en forma de bucle dada siga una tangente a la parte negativa o positivamente curvada de un círculo hipotético que tenga su centro a lo largo de una línea que se extiende perpendicular de la OEL y de aproximadamente el centro del ancho del área en forma de bucle, la velocidad de cambio de la orientación sería constante puesto que la curvatura de un círculo es constante. Sin embargo la orientación de las partículas y una tangente a (una parte positiva o negativamente curvada de) un elipse, la velocidad del cambio en la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas no sería constante (debido a que la curvatura de un elipse no es constante) de modo que por ejemplo alrededor del centro del ancho de un área en forma de bucle solo se observa un pequeño cambio en la orientación de las partículas orientadas sustancialmente paralelas, que después cambian más rápidamente hacia una orientación sustancialmente perpendicular en los límites del área en forma de bucle en la vista de sección transversal ilustrada en la Figura 21.

Esta relación con respecto a la posición del centro y el diámetro del elipse o círculo hipotético no solo aplica a la realización mostrada en la Figura 8, sino a todas las áreas en forma de bucle que forman la impresión óptica de los

cuerpos en forma de bucle presentes en las OEL de la presente invención, mientras que el curso de diferentes posiciones y/o diámetro puede ser aplicable a diferentes cuerpos en forma de bucle formados en una OEL. Notablemente, las áreas de la OEL (L) que no forman parte de las áreas en forma de bucle anidadas (es decir las áreas dentro y fuera de las áreas (1) en la Figura 8) también pueden contener pigmentos magnéticos o magnetizables no esféricos (no mostrados en la Figura 8) que pueden tener una orientación específica o aleatoria, como se explicará además a continuación. Además, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (5) pueden cumplir el volumen completo y pueden disponerse en varias capas en la OEL (L), mientras que la Figura 8 solo representa esquemáticamente algunas de las partículas en su orientación respectiva.

10 En la OEL, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se dispersan en una composición de recubrimiento que comprende un material aglutinante endurecido que fija la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas. El material aglutinante endurecido es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una o más longitudes de onda en el intervalo de 200 nm a 2500 nm. De manera preferente, el material aglutinante endurecido es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una o más longitudes de onda en el intervalo de 200 - 800 nm, de manera más preferente en el intervalo de 400 - 700 nm. En este punto, el término "una o más longitudes de onda" indica que el material aglutinante puede ser transparente a solo una longitud de onda en el intervalo de longitud de onda dado, o puede ser transparente a varias longitudes de onda en el intervalo dado. De manera preferente, el material aglutinante es transparente a más de una longitud de onda en un intervalo dado, y de manera más preferente a todas las longitudes de onda en un intervalo dado. De esta manera, en una realización más preferida, el material aglutinante endurecido es al menos parcialmente transparente a todas las longitudes de onda en el intervalo de aproximadamente 200 aproximadamente 2500 nm (o 200 - 800 nm, o 400 - 700 nm), y aún de manera más preferente el material aglutinante endurecido es completamente transparente a todas las longitudes de onda en estos intervalos.

25 En este punto, el término "transparente" indica que la transmisión de la radiación electromagnética a través de una capa de 20  $\mu\text{m}$  del material aglutinante endurecido como es presentado en la OEL (que no incluye las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, pero todos los otros componentes opcionales de la OEL en caso de que tales componentes estén presentes) es al menos 80%, de manera más preferente al menos 90%, aún de manera más preferente al menos 95%. Esto se puede determinar al medir la transmitancia de una pieza de prueba del material aglutinante endurecido (que no incluye las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas) de acuerdo con los métodos de prueba bien establecidos, por ejemplo DIN 5036-3 (1979-11).

Las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente tienen de manera preferente una reflectividad no isotrópica con respecto a una radiación electromagnética incidente por la cual el material aglutinante endurecido es al menos parcialmente transparente. Como se usa en la presente, el término "reflectividad no isotrópica" indica que la proporción de la radiación incidente de un primer ángulo que se refleja por una partícula en una cierta dirección (de visión) (un segundo ángulo) es una función de la orientación de las partículas, es decir que un cambio de la orientación de la partícula con respecto al primer ángulo puede conducir a una magnitud diferente de la reflexión a la dirección de visión.

40 De manera preferente además, cada una de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descrita en la presente tiene una reflectividad no isotrópica con respecto a la radiación electromagnética incidente en algunas partes o en el intervalo de longitud de onda completo entre aproximadamente 200 y aproximadamente 2500 nm, de manera más preferente entre aproximadamente 400 y aproximadamente 700 nm, tal que un cambio de la orientación de la partícula da por resultado un cambio de la reflexión por esa partícula.

En la OEL de la presente invención, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se proporcionan de tal manera para formar un elemento de seguridad dinámico que proporciona un efecto óptico o impresión óptica de al menos una pluralidad de cuerpos en forma de bucle anidados.

50 En la presente, el término "dinámica" indica que la apariencia y la reflexión de luz del elemento de seguridad cambian dependiendo del ángulo de visión. Puesto de manera diferente, la apariencia del elemento de seguridad es diferente cuando se observa desde ángulos diferentes, es decir el elemento de seguridad muestra una apariencia diferente (por ejemplo desde un ángulo de visión de aproximadamente 22,5° con respecto a la superficie del sustrato en la cual la OEL se proporciona a un ángulo de visión de aproximadamente 90° con respecto a la superficie del sustrato en la cual la OEL se proporciona), que es provocada por la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas que tienen reflectividad no isotrópica y/o las propiedades de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas como tal que tienen una apariencia dependiente de ángulo de visión (tal como pigmentos ópticamente variables descritos posteriormente).

60 El término "área en forma de bucle" indica que las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se proporcionan tal que el elemento de seguridad confiere al observador la impresión visual u óptica de un cuerpo en forma de bucle que se recombina en sí mismo, formando un bucle cerrado que circunda un área central común. Dependiendo de la iluminación, una o más formas pueden presentarse al observador. El (cuerpo en forma de bucle) puede tener la forma de una forma redonda, elipsoide, cuadrada, triangular, rectangular o cualquier forma poligonal. Los ejemplos de formas de bucle incluyen un círculo, un rectángulo o cuadrado (de manera preferente con esquinas

redondeadas), un triángulo, un pentágono (regular o irregular), un hexágono (regular o irregular), un heptágono (regular o irregular), un octágono (regular o irregular), cualquier forma poligonal, etc. De manera preferente, los cuerpos en forma de bucle no se cruzan entre sí (como por ejemplo en un bucle doble o en una forma en donde múltiples anillos se traslapan entre sí, tal como en los anillos olímpicos). Los ejemplos de formas de bucles también son conocidos en la Figura 9. En la presente invención la OEL proporciona la impresión óptica de dos o más cuerpos en forma de bucle anidados, como se define en lo anterior.

En la presente invención, el efecto óptico o impresión óptica de los cuerpos en forma de bucle anidados se forma por la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dentro de la OEL, ilustrado para una realización en la Figura 8. Es decir, la forma en forma de bucle no se logra al aplicar, tal como por ejemplo al imprimir, la composición de recubrimiento que comprende el material aglutinante y las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en la forma de bucle, pero al alinear las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas de acuerdo con un campo magnético tal que, en un área en forma de bucle de la OEL, las partículas se orientan tal para proporcionar reflectividad, mientras que en las áreas de la OEL que no forman parte de un área en forma de bucle las partículas se orientan para proporcionar nada o sola poca reflectividad. Las áreas en forma de bucle representan de esta manera porciones del área completa de la OEL que - además de las áreas en forma de bucle - también contienen una o más porciones en donde las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas están ya sea no alineadas en lo absoluto (es decir tienen una orientación aleatoria) o están alineadas tal que no contribuyen a la impresión de una imagen que tiene una conformación en forma de bucle. Esto se puede lograr al orientar al menos una parte de las partículas en esta porción para que su eje más largo este sustancialmente perpendicular al plano de la OEL.

En la presente, una orientación de partícula que proporciona reflexión de luz es típicamente una orientación en donde la partícula no esférica tiene su eje más largo orientado tal para estar sustancialmente paralelo al plano de la OEL y la superficie del sustrato (si la OEL se proporciona en un sustrato), y una orientación que proporciona nada o solamente poca reflexión de luz es típicamente una orientación en donde el eje más largo de la partícula no esférica es tal que va ser sustancialmente perpendicular al plano de la OEL o a la superficie del sustrato si la OEL se proporciona en un sustrato. Esto es debido típicamente a que la OEL se considera de una posición en la cual una vista en planta en la OEL se observa (es decir desde una posición perpendicular al plano de la OEL), de modo que las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas que tienen su eje más largo orientado tal para estar sustancialmente paralelo al plano de la OEL proporcionan reflexión de luz en esta dirección cuando se observa bajo condiciones de luz difusa o bajo irradiación desde una dirección sustancialmente perpendicular hasta el plano de la OEL.

Preferentemente, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas son partículas en forma de elipsoide, en forma de plaqueta o en forma de agujas achatadas o alargadas o mezclas de los mismos. Así, incluso si la reflectividad intrínseca por área superficial de unidad (por ejemplo por  $\mu\text{m}^2$ ) es uniforme por toda la superficie de tal partícula, debido a su forma no esférica, la reflectividad de la partícula es no isotrópica ya que el área visible de la partícula depende de la dirección desde la que se mira. En la presente invención, al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas que tienen reflectividad no isotrópica debido a su forma no esférica tienen una reflectividad no isotrópica intrínseca adicional debido a que son pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables, debido a la presencia de capas de diferente reflectividad e índices de refracción. Es decir, en la presente invención las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas comprenden partículas magnéticas o magnetizables no esféricas con reflectividad no isotrópica intrínseca, es decir, pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos. Estos pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables se seleccionan del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnética, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos.

Los ejemplos adecuados de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente incluyen sin limitación partículas que comprenden un metal ferromagnético o ferrimagnético tal como cobalto, hierro, o níquel; una aleación ferromagnética o ferrimagnética de hierro, manganeso, cobalto, hierro o níquel; un óxido ferromagnético o ferrimagnético de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o mezclas de los mismos; así como las mezclas de los mismos. Los óxidos ferromagnéticos o ferrimagnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o mezclas de los mismos pueden ser óxidos puros o mezclados. Los ejemplos de óxidos magnéticos incluyen sin limitación óxidos de hierro tales como hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), dióxido de cromo ( $\text{CrO}_2$ ), ferritas magnéticas ( $\text{MFe}_2\text{O}_4$ ), espinelas magnéticas ( $\text{MR}_2\text{O}_4$ ), hexaferritas magnéticas ( $\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$ ), ortoferritas magnéticas ( $\text{RFeO}_3$ ), granates magnéticos  $\text{M}_3\text{R}_2(\text{AO}_4)_3$ , en donde M significa un bivalente y R un trivalente, y A un ion de metal cuadrivalente, y "magnético" para propiedades ferro o ferromagnéticas.

Los elementos ópticamente variables son conocidos en el campo de la impresión de seguridad. Los elementos ópticamente variables (también referidos en la técnica como elementos de cambio de color o goniocromáticos) muestran un color dependiente de ángulo de visión o ángulo de incidencia, y se usan para proteger los billetes de banco y otros documentos de seguridad contra falsificación y/o reproducción ilegal por equipo de oficina de escaneo, impresión y copiado de color comúnmente disponible.

Como se mencionó antes, al menos una parte de la pluralidad de las partículas magnéticas o magnetizables no

esféricas descritas en este documento se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos. Tales pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables son preferentemente partículas en forma de elipsoide, en forma de plaqueta o en forma de aguja achatadas o alargadas o mezclas de los mismos.

La pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas puede comprender pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos y/o partículas magnéticas o magnetizables no esféricas que no tienen propiedades ópticamente variables.

La OEL que proporciona el efecto óptico o la impresión óptica de una pluralidad de cuerpos en forma de bucle anidados se forma al orientar (alineal) la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas de acuerdo con las líneas de campo de un campo magnético en una pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas de la OEL, conduciendo a la aparición de cuerpos en forma de bucle anidados dependientes del ángulo de visión sumamente dinámicos. Como al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en el presente documento se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos, se obtiene un efecto adicional, puesto que el color de los pigmentos ópticamente variables no esféricos sobresalientes depende del ángulo de visión o ángulo de incidencia con respecto al plano del pigmento, dando por resultado de esta manera un efecto combinado con el efecto en forma de bucle dinámico dependiente de ángulo de visión. El uso de los pigmentos ópticamente variables no esféricos magnéticamente orientados en las áreas en forma de bucle mejora el contraste visual de las zonas brillantes y mejora el impacto visual de los elementos en forma de bucle en aplicaciones de seguridad de documentos y decorativas. La combinación de las formas de bucle dinámicas con el cambio de color observado para los pigmentos ópticamente variables, obtenidos al usar un pigmento ópticamente variable no esférico magnéticamente orientado, da por resultado un margen de color diferente en los cuerpos en forma de bucle, que se verifica fácilmente a simple vista sin ayuda.

Además de la seguridad abierta proporcionada por la propiedad de cambio de color de los pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos, que permite la fácil detección, reconocimiento y/o discriminación de la OEL u OEC (tal como un documento de seguridad) que lleva la OEL de acuerdo con la presente invención de sus falsificaciones posibles con los sentidos humanos sin ayuda, por ejemplo debido a que tales características pueden ser visibles y/o detectable mientras que aún son difíciles de producir y/o de copiar, la propiedad de cambio de color de los pigmentos ópticamente variables se puede usar como una herramienta leible por máquina para el reconocimiento de la OEL. De esta manera, las propiedades ópticamente variables de los pigmentos ópticamente variables se pueden usar simultáneamente como una característica de seguridad encubierta o semi-encubierta en un proceso de autenticación en donde se analizan las propiedades ópticas (por ejemplo espectrales) de los pigmentos ópticamente variables.

El uso de pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos mejora la significancia de la OEL obtenida como un elemento de seguridad en aplicaciones de seguridad de documentos, debido a que tales materiales (es decir pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables) se reservan a la industria de impresión de documentos de seguridad y no están comercialmente disponibles al público.

Como se menciona en lo anterior, de manera preferente al menos una parte de la pluralidad de partículas no esféricas magnéticas o magnetizables está constituida por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos. Estos se pueden seleccionar del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos.

Los pigmentos de interferencia de película delgada magnética son conocidos por aquellas personas expertas en el campo y se describen por ejemplo en US 4.838.648; WO 2002/073250 A2; EP-A 686 675; WO 2003/000801 A2; US 6.838.166; WO 2007/131833 A1 y en los documentos relacionados a las misma. Debido a sus características magnéticas, son leíbles por máquina, y por lo tanto las composiciones de recubrimiento que comprenden pigmentos de interferencia de película delgada magnética se pueden detectar por ejemplo con detectores magnéticos específicos. Por lo tanto, las composiciones de recubrimiento que comprenden pigmentos de interferencia de película delgada magnéticos se pueden usar como un elemento de seguridad encubierto o semi-encubierto (herramienta de autenticación) para documentos de seguridad.

De manera preferente, los pigmentos de interferencia de película delgada magnéticos comprenden pigmentos que tienen una estructura multicapa de Fabry-Perot de cinco capas y/o pigmentos que tienen una estructura multicapa de Fabry-Perot de seis capas y/o pigmentos que tienen una estructura multicapa de Fabry-Perot de siete capas. Las estructuras multicapa de Fabry-Perot de cinco capas preferidas consisten de estructuras multicapa absorbentes/dieléctricas/reflectoras/dieléctricas/absorbentes en donde el reflector y/o el absorbente también es una capa magnética. Las estructuras multicapa de Fabry-Perot de seis capas preferidas consisten de estructuras multicapa absorbente/dieléctrica/reflector/magnética/dieléctrica/absorbente. Las estructuras multicapa de Fabry-Perot de siete capas preferida consisten de estructuras multicapa absorbente/dieléctrica/reflectora/magnética/reflectora/dieléctrica/absorbente tal como se describe en US 4.838.648; y de manera más preferente una estructura multicapa de absorbente/ dieléctrica/ reflectora/ magnética/ reflectora/

dieléctrica/ absorbente de Fabry-Perot de siete capas. De manera preferente, las capas reflectoras descritas en la presente se seleccionan del grupo que consiste de metales, aleaciones de metal y combinaciones de las mismas, seleccionadas de manera preferente del grupo que consiste de metales reflectantes y combinaciones de las mismas, y de manera más preferente del grupo que consiste de aluminio (Al), cromo (Cr), níquel (Ni), y mezclas de los mismos y de manera aún más preferente aluminio (Al). De manera preferente, las capas dieléctricas se seleccionan independientemente del grupo que consiste de fluoruro de magnesio ( $MgF_2$ ), dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) y mezclas de los mismos, y de manera más preferente cloruro de magnesio ( $MgF_2$ ). De manera preferente, las capas absorbentes se seleccionan independientemente del grupo que consiste de cromo (Cr), níquel (Ni), aleaciones que comprenden níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co), y mezclas de los mismos. De manera preferente, la capa magnética se selecciona de manera preferente del grupo que consiste de níquel (Ni), hierro (Fe) y cobalto (Co) y aleaciones y mezclas de los mismos. Se prefiere de manera particular que los pigmentos de interferencia de película delgada magnéticos comprendan una estructura multicapa absorbente/ dieléctrica/ reflectora/magnética/ reflectora /dieléctrica/ absorbente de Fabry-Perot de siete capas, que consiste de una estructura multicapa  $Cr/MgF_2/Al/Ni/Al/MgF_2/Cr$ .

Los pigmentos de interferencia de película delgada magnéticos descritos en la presente se fabrican típicamente por deposición al vacío de las diferentes capas requeridas en una red. Después de la deposición en número deseado de capas, por ejemplo por PVD, la pila de capas se remueve de la red, ya sea al disolver una capa de liberación en un solvente adecuado o al remover el material de la red. El material de esta manera obtenido después se rompe en hojuelas las cuales van a ser procesadas adicionalmente por trituración, molienda o cualquier método adecuado. El producto resultante consiste de hojuelas planas con bordes rotos, formas irregulares y diferentes proporciones dimensionales. La información adicional en la preparación de los pigmentos de interferencia de película delgadas magnéticos se puede encontrar por ejemplo en EP-A 1 710 756, que se incorpora en la presente a manera de referencia.

Los pigmentos de cristal líquido colestéricos magnéticos adecuados que muestran características ópticamente variables incluyen sin limitación pigmentos de cristal líquido colestéricos monocapa y pigmentos de cristal líquido colestéricos multicapa. Tales pigmentos se describen por ejemplo en WO 2006/063926 A1, US 6.582.781 y US 6.531.221. La WO 2006/06392 A1 describe monocapas y pigmentos obtenidos de las mismas con propiedades de alta brillantes y cambio de color con propiedades particulares adicionales tales como magnetizabilidad. Las monocapas y pigmentos descritos, que se obtienen de los mismos al triturar las monocapas, comprenden una mezcla de cristal líquido colestérica tridimensionalmente reticulada y nanopartículas magnéticas. US 6.582.781 y US 6.410.130 describen pigmentos multicapa colestéricos en forma de plaqueta que comprenden la secuencia  $A^1/B/A^2$ , en donde  $A^1$  y  $A^2$  pueden ser idénticos o diferentes y cada uno comprende al menos una capa colestérica, y B es una capa intermedia que absorbe todo o algo del a luz transmitida por las capas  $A^1$  y  $A^2$  y que imparte propiedades magnéticas a la capa intermedia. La US 6.531.221 describe un pigmento multicapa colestérico en forma de plaqueta que comprende la secuencia A/B y se desea C, en donde A y C son capas absorbentes que comprenden pigmentos que imparten propiedades magnéticas, y B es una capa colestérica.

Además de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (que están al menos en parte constituidas por pigmentos ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos y que pueden consistir en pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos), también las partículas no magnéticas o no magnetizables pueden contenerse en la OEL en áreas fuera y/o dentro de las áreas de forma de bucle anidadas. Estas partículas pueden ser pigmentos de color conocidos en la técnica, con o sin propiedades ópticamente variables. Además, las partículas pueden ser esféricas o no esféricas y pueden tener reflectividad óptica isotrópica o no isotrópica.

En la OEL, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente se dispersan en un material aglutinante. De manera preferente, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas están presentes en una cantidad de aproximadamente 5 a aproximadamente 40 por ciento en peso, de manera más preferente de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 por ciento en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso seco total de la OEL, que comprende el material aglutinante, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas y otros componentes opcionales de la OEL.

Como se describe previamente, el material aglutinante endurecido es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una o más longitudes de onda en el intervalo de 200 - 2500 nm, de manera más preferente en el intervalo de 200 - 800 nm, de manera aún más preferente en el intervalo de 400 - 700 nm. El material aglutinante es de esta manera, al menos en su estado endurecido o sólido (también referido como un segundo estado a continuación), al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una o más longitudes de onda en el intervalo de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 2500 nm, es decir dentro del intervalo de longitud de onda que es típicamente referido como el "espectro óptico" y que comprende porciones infrarrojas, visibles y UV del espectro electromagnético tal que las partículas contenidas en el material aglutinante en su estado endurecido o sólido y su reflectividad dependiente de orientación se puede percibir a través del material aglutinante.

De manera más preferente, el material aglutinante es al menos parcialmente transparente en el intervalo del espectro visible entre aproximadamente 400 nm a aproximadamente 700 nm. La radiación electromagnética incidente, por ejemplo luz visible, que entra a la OEL a través de su superficie entonces puede alcanzar las partículas dispersadas dentro de la OEL y ser reflejadas en ese punto, y la luz reflejada puede dejar la OEL nuevamente para producir el efecto óptico deseado. Si la longitud de onda de la radiación incidente se selecciona fuera del intervalo visible, por ejemplo en el intervalo UV cercano, entonces la OEL también puede servir como una característica de seguridad encubierta, ya que entonces los medios típicamente técnicos serán necesarios para detectar el efecto óptico (completo) generado por la OEL bajo condiciones de iluminación respectivas que comprenden la longitud de onda no visible seleccionado en este caso, es preferible que la OEL y/o los elementos en forma de bucle contenidos en la misma comprendan pigmentos luminiscentes. Las porciones infrarrojas, visibles y UV del espectro electromagnético corresponden aproximadamente a los intervalos de longitud de onda entre 700-2500 nm, 400-700 nm, y 200-400 nm respectivamente.

Si la OEL se va a proporcionar en un sustrato, es, para la aplicación de la composición de recubrimiento sobre un sustrato a fin de formar la OEL, necesario que la composición de recubrimiento que comprende al menos el material aglutinante y las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas esté en la forma que permita el procesamiento de la composición de recubrimiento, por ejemplo por impresión, en particular impresión en bajo relieve en cobre, serigrafía, impresión en hueco grabado, impresión en flexografía o recubrimiento con rodillo, para aplicar de esta manera la composición de recubrimiento al sustrato, tal como un sustrato de papel o aquellos descritos a partir de ahora. Adicionalmente, después de la aplicación de la composición de recubrimiento sobre una superficie, de manera preferente un sustrato, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan al aplicar un campo magnético. Por la presente, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan a lo largo de las líneas de campo en al menos una pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas, en donde las partículas se orientan tal que para proporcionar la reflexión de luz deseada (típicamente tal que al menos una parte de las partículas se orientan con su eje magnético para las partículas magnéticas y su eje más largo para las partículas magnetizables paralelas al plano de la OEL/la superficie del sustrato). En la presente, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan en las áreas en forma de bucle anidadas de la composición de recubrimiento en la superficie de soporte de un dispositivo generador de campos magnéticos o en un sustrato tal que, para un observador con respecto al sustrato de una dirección normal al plano del sustrato, se forma la impresión óptica de una pluralidad de cuerpos en forma de bucle anidados. Subsecuentemente o simultáneamente con la etapa de orientar/alinear las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas al aplicar un campo magnético, se fija la orientación de las partículas. La composición de recubrimiento de esta manera debe tener un notable primer estado, es decir, un estado líquido o pastoso, en donde la composición de recubrimiento está suficiente húmeda o blanda, de modo que las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dispersadas en la composición de recubrimiento sean libremente movibles, giratorias y/u orientables en la exposición a un campo magnético, y un segundo estado endurecido (por ejemplo sólido), en donde las partículas no esféricas se fijan o se congelan en sus posiciones y orientaciones respectivas.

Tal primero y segundo estado se proporciona de manera preferente al usar un cierto tipo de composición de recubrimiento. Por ejemplo, los componentes de la composición de recubrimiento diferentes a las partículas magnéticas o magnetizables pueden tomar la forma de una tinta o composición de recubrimiento tales como aquellas que se usan en aplicaciones de seguridad, por ejemplo para impresión de billetes de banco.

El primero y segundo estado mencionados en lo anterior se pueden proporcionar al usar un material que muestra un gran incremento en la viscosidad en la reacción a un estímulo tal como por ejemplo un cambio de temperatura o una exposición a una radiación electromagnética. Es decir, cuando el material aglutinante fluido se endurece o se solidifica, el material aglutinante se convierte en el segundo estado, es decir un estado endurecido o sólido, en donde las partículas se fijan en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no se pueden mover ni girar dentro del material aglutinante.

Como es conocido por aquellas personas expertas en la técnica, los ingredientes comprendidos en una tinta o composición de recubrimiento que se aplican sobre una superficie tal como un sustrato y las propiedades físicas de la tinta o composición de recubrimiento se determinan por la naturaleza del proceso usado para transferir la tinta o composición de recubrimiento a la superficie. Consecuentemente, el material aglutinante comprendido en la tinta o composición de recubrimiento descritas en la presente se elige típicamente entre aquellos conocidos en la técnica y depende del proceso de recubrimiento o impresión usado para aplicar la tinta o composición de recubrimiento y el proceso de endurecimiento elegido. Alternativamente, un material aglutinante termoplástico polimérico o un termoendurecedor se puede emplear. Diferente a los termoendurecedores, las resinas termoplásticas se pueden fundir y solidificar repetidamente por calentamiento y enfriamiento sin incurrir en cualquiera de los cambios importantes en las propiedades. Los ejemplos típicos de la resina o polímero termoplástico incluyen sin limitación poliamidas, poliésteres, poliacetatos, poliolefinas, polímeros estirénicos, policarbonatos, poliacrilatos, poliimidias, poliéter-éter-cetonas (PEEK), polietercetonacetonas (PEKK), resinas basadas en polifenileno (por ejemplo éteres de polifenileno, óxidos de polifenileno, sulfuros de polifenileno), polisulfonas y mezclas de estos.

Después de la aplicación de la composición de recubrimiento sobre una superficie de soporte de un dispositivo generador de campos magnéticos o un sustrato, y la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables, la

composición de recubrimiento se endurece (es decir se vuelve a un estado sólido o similar a sólido) a fin de fijar la orientación de las partículas.

5 El endurecimiento puede ser de naturaleza física, por ejemplo en casos donde la composición de recubrimiento comprende un material aglutinante polimérico y un solvente y se aplica a altas temperaturas. Después, las partículas se orientan a alta temperatura por la aplicación de un campo magnético, y el solvente se evapora, seguido por enfriamiento de la composición de recubrimiento. De esta manera, la composición de recubrimiento se endurece y la orientación de las partículas se fija.

10 Alternativamente y de manera preferente, el "endurecimiento" de la composición de recubrimiento implica una reacción química, por ejemplo por curado, que no se invierte por un incremento de temperaturas simple (por ejemplo hasta 80°C) que puede presentarse durante un uso típico de un documento de seguridad. El término "curar" o "curable" se refiere a los procesos que incluyen la reacción química, reticulación o polimerización de al menos un componente en la composición de recubrimiento aplicada de tal manera que se convierte en un material polimérico que tiene un peso molecular mayor que las sustancias de partida. De manera preferente, el curado provoca la formación de una red polimérica tridimensional.

20 Tal curado se induce en general al aplicar un estímulo externo a la composición de recubrimiento (i) después de su aplicación en una superficie de soporte o un sustrato, y (ii) subsecuente o simultáneamente con la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables. Por lo tanto, de manera preferente la composición de recubrimiento es una tinta o composición de recubrimiento seleccionada del grupo que consiste de composiciones curables por radiación, composiciones de secado térmico, composiciones de secado oxidante, y combinaciones de las mismas. Particularmente de manera preferente, la composición de recubrimiento es una tinta o composición de recubrimiento seleccionada del grupo que consiste de composiciones curables con radiación.

25 Las composiciones curables con radiación preferibles incluyen composiciones que se pueden curar por radiación de luz UV-visible (a partir de ahora referida como curable con as UV-Vis) o por radiación de haz de electrones (a partir de ahora referida como EB). Las composiciones curables con radiación son conocidas en la técnica y se pueden encontrar en los libros de texto estándares tales como la serie "Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", publicada en 7 volúmenes en 1997-1998 por John Wiley & Sons en asociación con SITA Technology Limited.

30 De acuerdo con una realización particularmente preferida de la presente invención, la tinta o composición de recubrimiento descrita en la presente es una composición curable UV-Vis. El curado con UV-Vis permite ventajosamente procesos de curado muy rápidos y por consiguiente disminuye drásticamente el tiempo de preparación de la OEL de acuerdo con la presente invención y los artículos y documentos que comprenden la OEL. De manera preferente, la composición curable con UV-Vis comprende uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste de compuestos radicalmente curables, compuestos catiónicamente curables y mezclas de los mismos. Los compuestos catiónicamente curables se curan por mecanismos catiónicos que incluyen típicamente la activación por radiación de uno o más fotoiniciadores que liberan las especies catiónicas, tales como ácidos, que a su vez inician el curado para hacer reaccionar y/o reticular los monómeros y/u oligómeros para endurecer de esa manera la composición de recubrimiento. Los compuestos radicalmente curables se curan por mecanismos de radicales libres que incluyen típicamente la activación por radiación de uno o más fotoiniciadores, generando de esta manera radicales que a su vez inician la polimerización para endurecer la composición de recubrimiento.

45 La composición de recubrimiento puede comprender además uno o más materiales leíbles por máquina seleccionados del grupo que consiste de materiales magnéticos, materiales luminiscentes y/o fosforescentes, materiales eléctricamente conductivos, materiales absorbentes de infrarrojos y mezclas de los mismos. Como se usa en la presente, el término "material leíble por máquina" se refiere a un material que muestra al menos una propiedad distintiva que no es perceptible a simple vista, y que puede estar comprendido en una capa para conferir una forma de autenticar la capa o artículo que comprende la capa mediante el uso de un equipo particular para su autenticación.

50 La composición de recubrimiento puede comprender además uno o más componentes colorantes seleccionados del grupo que consiste de pigmentos orgánicos o inorgánicos y tintes orgánicos, y/o uno o más aditivos. Los últimos incluyen sin limitación compuestos y materiales que se usan para ajustar los parámetros físicos, reológicos y químicos de la composición de recubrimiento tal como la viscosidad (por ejemplo solventes, espesantes y agentes tensoactivos), la consistencia (por ejemplo agentes anti-endurecimiento, rellenos y plastificantes), las propiedades espumantes (por ejemplo agentes anti-espumación), las propiedades lubricantes (ceras, aceites), estabilidad de UV (fotosensibilizadores y fotoestabilizadores), las propiedades de adhesión, las propiedades antiestáticas, la estabilidad de almacenamiento (inhibidores de polimerización) etc. Los aditivos descritos en la presente pueden estar presente en la composición de recubrimiento en cantidades y formas conocidas en la técnica, incluyendo en la forma de los así llamados nanomateriales en donde al menos una de las dimensiones de los aditivos está en el intervalo de 1 a 1000 nm.

65 Después o simultáneamente con la aplicación de la composición de recubrimiento sobre una superficie de soporte

de un dispositivo generador de campos magnéticos o un sustrato, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan mediante el uso de un campo magnético externo para orientarlas de acuerdo con un patrón de orientación deseado en áreas que corresponden a dos o más formas de bucle. De esta manera, se orienta una partícula magnética permanente tal que su eje magnético se alinea con la dirección de la línea de campo magnético externa en la ubicación de la partícula. Una partícula magnetizable sin un campo magnético permanente intrínseco se orienta por el campo magnético externo tal que la dirección de su dimensión más larga se alinea con una línea de campo magnético externo en la ubicación de la partícula. Lo anterior aplica análogamente en caso que las partículas deban tener una estructura de capa que incluye una capa que tiene propiedades magnéticas o magnetizables.

En la aplicación de un campo magnético, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas adoptan una orientación en la capa de la composición de recubrimiento de tal manera que un elemento de seguridad (una OEL) que proporciona un efecto óptico o impresión óptica que incluya al menos una pluralidad de cuerpos en forma de bucle anidados se produce, que es visible de al menos una superficie de la OEL (ver por ejemplo Figuras 3b, 6e). En consecuencia, el elemento en forma de bucle dinámico se puede observar por un observador como una zona de reflexión que muestra un efecto de movimiento visual dinámico en la inclinación de la OEL. El elemento en forma de bucle parece que se mueve en un plano diferente que el resto de la OEL. Subsecuentemente o simultáneamente con la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, la composición de recubrimiento se endurece para fijar la orientación, por ejemplo por irradiación con luz UV-Vis en el caso de una composición de recubrimiento curable con UV-Vis.

Bajo una dirección dada de luz incidente, por ejemplo vertical (perpendicular a la superficie de la OEL), la zona de reflectividad más alta, es decir de reflexión espectacular en las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, de una OEL (L) que comprende las partículas con la orientación fija que cambia la ubicación con una función del ángulo de visión (inclinación): observando a la OEL (L) desde el lado izquierdo, las zonas brillantes en forma de bucle se observan en la ubicación 1, observando a la capa desde la parte superior, las zonas brillantes en forma de bucle se observan en la ubicación 2, y observando la capa desde el lado derecho, las zonas brillantes en forma de bucle se observan en la ubicación 3. Al cambiar la dirección de visión de izquierda a derecha, las zonas brillantes en forma de bucle parecen que se mueven de esta manera también de derecha a izquierda. También es posible tener el efecto opuesto, que en el cambio de la dirección de visión de izquierda a derecha, las zonas brillantes en forma de bucle parece que se mueven de derecha a izquierda. Dependiendo del diseño de la curvatura de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas presentes en las áreas en forma de bucle anidadas de la OEL, que pueden ser negativas (ver Figura 1b) o positivas (ver Figura 1c), los cuerpos en forma de bucle dinámicos son observables conforme se mueven al observador (en el caso de una curva positiva, Figura 1c) o se mueven lejos del observador (curva negativa, Figura 1b) en relación con un movimiento llevado a cabo por el observador relativo con la OEL. Notablemente, la posición del observador es por arriba de la OEL en la Figura 1. Tal efecto óptico dinámico o impresión óptica se observa si la OEL se inclina, y, debido a la forma de bucle el efecto se puede observar sin considerar la dirección de inclinación de por ejemplo un billete de banco en el cual se proporciona la OEL. Por ejemplo, el efecto se puede observar cuando un billete de banco que lleva la OEL se inclina de izquierda a derecha y también de arriba hacia abajo.

Las áreas en forma de bucle anidadas de la OEL comprenden las partículas en formas magnéticas o no esféricas y definen un área central común. Las formas de bucle exteriores que circundan el área central común y una o más de las áreas en forma de bucle interiores, de manera preferente tal que las áreas en forma de bucle anidadas no se cruzan entre sí. Como se muestra en la Figura 8, en cada una de las áreas en forma de bucle de la OEL y en una sección transversal perpendicular al plano de la OEL y que se extienden desde el centro del área central al límite exterior del área en forma de bucle más exterior, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en cada una de las áreas en forma de bucle siguen una tangente de ya sea la parte negativamente curvada o la parte positivamente curvada de un elipse o círculo hipotético (ilustrado por los círculos en la Figura 8A y por los elipses en la Figura 8B). En tal vista de sección transversal, el elipse o círculo para cada área en forma de bucle tiene de manera preferente su centro situado a lo largo de una línea que se extiende perpendicular desde aproximadamente el centro de la anchura del área en forma de bucle respectiva, y/o el diámetro de cada uno de los círculos y/o el eje más largo o más corte de cada uno de los elipses es de aproximadamente la misma como la anchura del área respectiva que forma una conformación de bucle. Tal orientación también se puede expresar tal que la orientación del eje más largo de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas sigue la superficie de un cuerpo semi-toroidal hipotético que se coloca en el plano de la OEL, como se ilustra en la Figura 1.

De manera preferente, la orientación de las partículas no esféricas en todas las pluralidades de formas de bucle siguen la misma parte curvada de la superficie de un cuerpo semi-toroidal hipotético que se coloca en el plano de la OEL (es decir todas siguen la tangente de una parte positivamente curvada de un elipse o círculo hipotético, o todas siguen una tangente de la parte negativamente curvada de un elipse o círculo hipotético).

En otra realización preferida, la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en áreas en forma de bucle respectivas es alterna, tal que por ejemplo la orientación de las partículas no esféricas en la primera (más interior), tercera, quinta etc., de las áreas en forma de bucle anidadas sigue cada una, una tangente de las parte negativamente curvadas de los elipses teóricos, y en donde la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en la segunda, cuarta etc., de las áreas en forma de bucle anidadas sigue cada una

tangente de las partes positivamente curvadas de los elipses o círculos teóricos. Por supuesto, también es posible la orientación opuesta. Además, nuevamente, cada uno de los elipses hipotéticos o círculos tienen sus centros respectivos de manera a lo largo de las líneas hipotéticas que se extienden perpendicular del plano de la OEL en las posiciones que corresponden a aproximadamente el centro de la anchura de un área que forma una conformación de bucle en una vista de sección transversal perpendicular a la superficie de OEL, y de manera preferente los círculos y elipses tienen un diámetro o un eje más largo o más corto, respectivamente, que corresponde a la anchura del área respectiva, como se muestra para la anchura de las dos áreas en forma de bucle en las Figuras 8A y 8B. La orientación en las partículas en tal disposición alterna también se ilustra en la Figura 2b, en donde las posiciones A, B, y C corresponden a la parte más interior de las áreas en forma de bucle anidadas, que es seguida por una orientación similar en el lado derecho de la Figura, formando la tercera área en forma de bucle. Tanto el área en forma de bucle más interior y tercera, la orientación de las partículas y una tangente en la parte negativamente curvada de los elipses hipotéticos que tienen su centro a lo largo de una línea que se extiende desde la mitad del área respectiva (la anchura) y que tiene un diámetro que corresponde a la anchura del área. Entre el área en forma de bucle más interior y tercera, las partículas en la segunda área en forma de bucle (en el centro de la Figura 2b) sigue una tangente a la parte positivamente curvada de los elipses hipotéticos que tienen su centro a lo largo de una línea que se extiende desde la mitad de área respectiva (la anchura). Al proporcionar tal disposición alterna, se puede obtener un contraste alto y un efecto óptico muy llamativo.

El área en el área central común circundada por las áreas en forma de bucle anidadas puede estar libre de las partículas magnéticas o magnetizables, y en este caso el hueco no es típicamente parte de la OEL. Esto se puede lograr al no proporcionar la composición de recubrimiento en el hueco cuando se forma la OEL en la etapa de impresión.

De manera alternativa y preferentemente, sin embargo, el área central común se parte de la OEL y no se omite cuando se proporciona la composición de recubrimiento al sustrato. Esto permite una fabricación más fácil de la OEL, puesto que la composición de recubrimiento se puede aplicar a una mayor parte del sustrato. En tal caso, también existen partículas magnéticas o magnetizables no esféricas presentes en el área central común. Estas pueden tener una orientación aleatoria, que no proporcionan efecto particular sino una reflexión de luz pequeña. Sin embargo, de manera preferente las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas presentes en el área central común se orientan tal que su eje más largo es sustancialmente perpendicular al plano de la OEL, proporcionando de esta manera nasa o solo muy poca reflexión de luz.

Las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas fuera de la parte más exterior de la pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas también pueden estar sustancialmente perpendicular al plano de la OEL, o se puede orientar aleatoriamente.

La Figura 1b representa partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (P) en una OEL (L) en donde las partículas se fijan en el material aglutinante, las partículas que siguen la parte negativamente curvada de un elipse hipotético (representado por un cuerpo semi-toroidal). La Figura 1c representa partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en una OEL, donde las partículas siguen la parte positivamente curvada de la superficie del elipse hipotético (representado por un cuerpo semi-toroidal).

En las Figuras 1 y 8, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se dispersan de manera preferente a través del volumen completo de la OEL, mientras que para el propósito de plantear su orientación dentro de la OEL con respecto al plano de la OEL, de manera preferente proporcionado en un sustrato, se asumen que las partículas se sitúan dentro de las mismas secciones transversales planas o similares de la OEL. Estas partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se representan gráficamente, cada una por una línea corta que representa su diámetro más largo que se presenta dentro de su forma de sección transversal. En realidad, por supuesto, algunas de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se pueden traslapar parcial o completamente entre sí cuando se observan en la OEL.

El número total de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en la OEL se puede elegir apropiadamente en función de la aplicación deseada; sin embargo, para constituir un patrón de cobertura de superficie que genere un efecto visible, varios miles de partículas, tal como aproximadamente 1000 - 10000 partículas, son en general requeridas en un volumen que corresponde a un milímetro cuadrado de la superficie de OEL.

La pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, que juntas produce el efecto óptico, pueden corresponder a todo o solo a un conjunto del número total de partículas en la OEL. Por ejemplo, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en las área en forma de bucle anidadas del a OEL, que producen el efecto óptico de los cuerpos en forma de bucle anidados, se pueden combinas con otras partículas contenidas en el material aglutinante, que pueden ser partículas de pigmento de color convencionales o especiales.

En una realización particularmente preferida de la presente invención, la OEL descrita en la presente puede comprender además una así llamada "protrusión", que es circundada por el elemento en forma de bucle más interior y llena parcialmente el área central definida por la misma. La protrusión proporciona la ilusión de un objeto tridimensional, tal como una semiesfera, presente en el área central. El objeto tridimensional se extiende

aparentemente de la superficie de la OEL al observador (en una manera similar como estar mirando un tazón estático derecho invertido, dependiendo de si las partículas siguen una curva negativa o positiva), o aparentemente se extiende desde la OEL lejos del observador. En estos casos, la OEL comprende partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en el área central, que son, en la región alrededor del centro del área central, orientadas tal para tener su eje más largo sustancialmente paralelo al plano de la OEL, formando el efecto de la protrusión. El área central del cuerpo en forma de bucle dinámico más interior se llena de esta manera con un elemento de imagen de efecto central que puede ser un círculo sólido de una semiesfera, por ejemplo en el caso de los cuerpos en forma de bucle que forman círculos, o que pueden tener una base triangular en el caso de los cuerpos en forma de bucle triangulares. En tales realizaciones, al menos una parte de la forma periférica exterior de la protrusión es similar a la forma de la parte más interior de los cuerpos en forma de bucle anidados, y la periferia exterior de la protrusión sigue de manea preferente la forma de la parte más interior de los cuerpos en forma de bucle anidados (es decir la protrusión tiene la forma de un círculo sólido proporciona el efecto óptico o impresión óptica de un hemisferio relleno cuando las áreas en forma de bucle son rodeadas, o es un triángulo sólido o una pirámide triangular en el caso de las áreas de forma de bucle que son triángulos). De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una parte de la forma periférica exterior de la protrusión es similar a la forma del cuerpo en forma de bucle más interior y de manera preferente, el cuerpo en forma de bucle tiene la forma de un anillo, y la protrusión tiene la forma de un círculo sólido o semiesfera. De manera particular preferiblemente, la forma periférica exterior de la protrusión es similar a la forma de los cuerpos en forma de bucle, tal como en círculo sólido circundado por varios anillos (tal como 2, 3, 4, 5, 6, 7 o más). Una realización posible de tal realización se ilustra en la Figura 8B. Como se muestra en la parte superior de la Figura 8B, el área central común (2) se llena con una protrusión. En una vista de sección transversal a lo largo de una línea (4) que se extiende desde el centro (3) del área central común (2) circundada por las áreas en forma de bucle que proporcionan el efecto óptico o impresión óptica de dos cuerpos en forma de bucle (1), la orientación en las áreas en forma de bucle es la misma como se describe en lo anterior. En el área que forma la protrusión en el área central, la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (5) sigue una tangente de la parte positivamente curvada o negativamente curvada de un elipse o círculo hipotético, el elipse o círculo que tienen preferiblemente su centro a lo largo de una línea perpendicular a la sección transversal (es decir vertical en la Figura 8B) y situada tal para extenderse a través aproximadamente el centro (3) del área central común circundada por el área en forma de bucle más interior (en el fondo de la Figura 8B, se muestra solo la parte de la protrusión desde el centro hasta su límite). Además, el eje más largo o más corto del elipse hipotético o el diámetro del círculo hipotético está preferiblemente alrededor del mismo como el diámetro de la protrusión, de modo que la orientación del eje más largo de las partículas no esféricas en el centro de la protrusión es sustancialmente paralelo al plano de la OEL, y sustancialmente perpendicular al plano de la OEL en el límite de la protrusión. Nuevamente, en el área central común que forma la protrusión, la velocidad de cambio en la orientación puede ser constante en tal vista de sección transversal (la orientación de las partículas sigue una tangente o un círculo) o puede variar (la orientación de las partículas y una tangente de un elipse). También, de manera preferente el cambio en la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en la protrusión sigue la misma dirección como en las áreas en forma de bucle (después de ya sea una curvatura positiva o negativa), o el cambio en la orientación sigue direcciones alternas en la protrusión, la segunda, cuarta, sexta etc., de las áreas en forma de bucle anidadas la primera, tercera, quinta, etc., de las áreas en forma de bucle anidadas.

De manera preferente, existe la impresión óptica de un espacio entre el límite interior del cuerpo en forma de bucle más interior y el límite exterior de la protrusión. La impresión óptica de tal espacio se puede lograr al orientar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en el área entre el límite interior del área en forma de bucle y el límite exterior de la protrusión sustancialmente perpendicular al plano de la OEL, o al orientar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en el área entre el límite interior del área en forma de bucle y el límite exterior de la protrusión sustancialmente con una senoide opuesta como es comparada con la curva de la protrusión y el elemento en forma de bucle más interior. Además, la protrusión ocupa de manera preferente aproximadamente al menos 20% del área definida por el límite inferior de la parte más interior de las áreas en forma de bucle anidadas, de manera más preferente de aproximadamente al menos 30%, y de manera más preferente de aproximadamente al menos 50%.

Después, con referencia a las Figuras 3-7, se proporcionará una descripción de los dispositivos generadores de campos magnéticos de la presente invención que son capaces de orientar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en la OEL para proporcionar una reflexión de luz en las áreas de forma de bucle anidadas, formando de esta manera la OEL que proporciona la impresión óptica de una pluralidad de cuerpos en forma de bucle anidados de la presente invención. De manera alternativa, los dispositivos generadores de campo magnéticos descritos en la presente se pueden usar para proporcionar una OEL parcial, es decir una parte o partes que muestran una característica de seguridad de las formas de bucle tal como por ejemplo 1/2 círculos, 1/4 de círculos, etc.

El dispositivo generador de campo magnético de la presente invención comprende una pluralidad de elementos seleccionados de imanes y piezas polares y comprende al menos un imán, estando ubicados la pluralidad de elementos (i) por debajo de una superficie de soporte o espacio configurado para recibir un sustrato que actúa como superficie de soporte o (ii) que forma una superficie de soporte y configurándose para ser capaz de proporcionar un campo magnético en donde las líneas del campo magnético corren sustancialmente paralelas a dicha superficie de soporte o espacio en dos o más áreas sobre dicha superficie de soporte o espacio, y en donde las dos o más áreas

forman áreas en forma de bucle anidadas que rodean un área central, como se define además en la reivindicación 7. En los dispositivos generadores de campo magnético, las áreas en forma de bucle de la OEL, en las que la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se va a realizar, se reflejan en el diseño del dispositivo generador de campo magnético. Dicho de otra forma, en los dispositivos generadores de campo magnético, nada de movimiento del dispositivo generador de campo magnético en relación con la composición de recubrimiento que comprende las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas es necesario para orientar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en las áreas en forma de bucle anidadas, y la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en las áreas en forma de bucle anidadas se logra llevando la composición de recubrimiento o un soporte que lleva la composición de recubrimiento en un primer estado en contacto con o cerca del dispositivo generador de campo magnético estático.

Los dispositivos generadores de campos magnéticos de la presente invención comprenden típicamente una superficie de soporte, por arriba o en la cual una capa (L) de la composición de recubrimiento en un estado fluido (antes del endurecimiento) y que comprende la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (P) se proporciona. Esta superficie de soporte se coloca en una distancia dada (d) de los polos de los imanes (M) y se expone al campo magnético promedio del dispositivo.

Tal superficie de soporte puede ser una parte de un imán que es parte del dispositivo generador de campos magnéticos. En tal realización, la composición de recubrimiento se puede aplicar directamente a la superficie de soporte (el imán), en el cual la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se lleva a cabo. Después de la orientación o simultáneo con la orientación, el material aglutinante se convierte a un segundo estado (por ejemplo por irradiación en el caso de una comparación curable con radiación), que forma una película endurecida que se puede desprender en la superficie de soporte del dispositivo generador de campos magnéticos. Por medio de esto, una OEL en una forma de una película o lámina se puede producir, en donde las partículas no esféricas orientadas se fijan en un material aglutinante (típicamente un material polimérico transparente en este caso).

De manera alternativa, la superficie de soporte del dispositivo generador de campos magnéticos de la presente invención se forma por una placa delgada (típicamente menor que 0,5 mm de espesor, tal como 0,1 mm de espesor) fabricada de un material no magnético, tal como un material polimérico o una placa de metal fabricada de un material no magnético, tal como por ejemplo aluminio. Tal placa que forma la superficie de soporte se proporciona arriba del uno o más imanes del dispositivo generador de campos magnéticos. Después, la composición de recubrimiento se puede aplicar a la placa (la superficie de soporte), seguido por la orientación y endurecimiento de la composición de recubrimiento, que forma una OEL de la misma manera como se describe en lo anterior.

Por su puesto, en ambas realizaciones anteriores (en la cuales la superficie de soporte es ya sea parte de un imán o se forma por una placa por arriba de un imán), también un sustrato (fabricado por ejemplo de papel o de cualquier otro sustrato descrito a partir de ahora) en el cual la composición de recubrimiento se aplica, se puede proporcionar en la superficie de soporte, seguido por la orientación y endurecimiento. Notablemente, la composición de recubrimiento se puede proporcionar en el sustrato antes de que el sustrato con la composición de recubrimiento aplicada se coloque en la superficie de soporte, o la composición de recubrimiento se aplique en el sustrato en un punto en el tiempo donde el sustrato ya se coloca en la superficie de soporte. En cualquier caso, la OEL se puede proporcionar en un sustrato, que es una realización preferida de la presente invención.

Sin embargo, si la OEL se va a proporcionar en un sustrato, el sustrato también puede tomar la función de una superficie de soporte, reemplazando la placa. En particular si el sustrato es dimensionablemente estable, puede no ser necesario proporcionar por ejemplo una placa para recibir el sustrato, sino el sustrato se puede proporcionar en o por arriba del imán sin una placa de soporte interpuesta entre los mismos en un espacio de la generación de campo magnético es decir configurado para recibir un sustrato (es decir el espacio que de otra manera se tomarla por la placa de soporte). En la siguiente descripción, el término "superficie de soporte", en particular con respecto a la orientación de los imanes con respecto a la misma, puede en tales realizaciones por lo tanto referirse a una posición o plano que se toma por la superficie de sustrato sin una placa intermedia que se proporciona, es decir, en donde el sustrato reemplaza la superficie de soporte. En lo siguiente, el término "superficie de soporte", por lo tanto se puede reemplazar por "sustrato" o "espacio configurado para recibir un sustrato" a fin de describir tales realizaciones. Por razones de conciencia, esto no se establece explícitamente en cada caso.

En una realización de un dispositivo generador de campos magnéticos estático de acuerdo con la presente invención es una donde un imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle se proporciona tal que el eje Norte-Sur es perpendicular a la superficie o espacio de soporte, en donde el imán en forma de bucle circunda un área central, y el dispositivo comprende además una pieza polar que se proporciona por debajo del imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle con respecto a la superficie de soporte o el espacio y que encierra un lado del bucle formado por el imán en forma de bucle y en donde la pieza polar forma una o más proyecciones que se extienden en el espacio circundado por el imán en forma de bucle y se separan del mismo, en donde al) la pieza polar forma una proyección que se extiende en el área central circundada por el imán en forma de bucle, en donde la proyección se separa lateralmente del imán en forma de bucle y llena una parte del área central. Una realización posible de tal dispositivo se representa esquemáticamente en la Figura 3a. Descrito de manera diferente, el dispositivo comprende

un imán dipolar en forma de bucle (M) (un anillo en la Figura 3a) colocado en una periferia del dispositivo, que se magnetiza en la dirección axial (es decir la dirección Norte-Sur apunta hacia o lejos de la superficie de soporte o sustrato (S) que lleva la composición de recubrimiento en un primer estado, que forma la capa (L). El dispositivo comprende además una pieza polar, en este caso una horquilla de hierro en forma de T invertida (Y), que se proporciona por debajo del imán en forma de bucle y cierra un lado del lado opuesto del bucle de donde la superficie de soporte (S) que lleva la composición de recubrimiento en un primer estado se va a proporcionar. Una pieza polar indica una estructura compuesta de un material que tiene permeabilidad magnética, de manera preferente una permeabilidad entre aproximadamente 2 y aproximadamente  $1000000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$  (Newton por Amper cuadrado), de manera más preferente entre aproximadamente 5 y aproximadamente  $50000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$  y de manera aún más preferente entre aproximadamente 10 y aproximadamente  $10000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ . La pieza polar sirve para dirigir el campo magnético producido por un imán. De manera preferente, la pieza polar descrita en la presente comprende o consiste de una horquilla de hierro en forma de T invertida (Y). La pieza polar se extiende además desde este lado en el centro del espacio circundado por el imán en forma de bucle (M). En una vista de sección transversal, el dispositivo tiene de esta manera la forma de una E, como se muestra en la parte de la izquierda de la Figura 3a, con la línea superior e inferior de la E que se forma por el imán en forma de bucle (M) y el resto de la estructura en forma de E por la pieza polar (Y). El dispositivo y el campo tridimensional del imán (M) en el espacio son rotacionalmente simétricos con respecto a un eje vertical central (z).

Como es derivable a partir de las líneas de campo en la Figura 3a, el dispositivo conduce la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (P) tal como para proporcionar la impresión de dos cuerpos cerrados en forma de bucle, cada uno en la forma de un anillo.

Además, es inmediatamente evidente que las líneas de campo en una posición dada en la superficie o sustrato de soporte (S), que determinan la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables (P), varían con la distancia (d) de la superficie o sustrato de soporte (S) del imán del dispositivo generador de campos magnéticos. En la presente invención, la distancia (d) entre la superficie de soporte o la superficie de sustrato (S) en el lado que se orienta al dispositivo generador de campos magnéticos y la superficie más cercana de un imán del dispositivo generador de campos magnéticos está en general en el intervalo de entre 0 a aproximadamente 5 milímetros, de manera preferente entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 5 milímetros, y se selecciona tal como para producir el elemento en forma de bucle dinámico apropiado, de acuerdo con las necesidades de diseño. La superficie de soporte puede ser una placa de soporte que tiene de manera preferente un espesor igual a la distancia (d), que permite un montaje mecánicamente sólido del dispositivo generador de campos magnéticos, sin áreas centrales intermedias. La superficie de soporte puede ser una placa de soporte fabricada de un material no magnético, tal como un material polimérico o un metal no magnético, por ejemplo aluminio. Si la distancia (d) es muy grande, la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en el elemento en forma de bucle puede no conferir la impresión de los cuerpos en forma de bucle bien definidos, es decir el efecto visual o impresión visual se puede ver borrosa, y puede ser difícil de distinguir entre o resolver as diferentes formas de bucle o cuerpos en forma de bucle. Este problema no se presenta si existe un contacto directo con el dispositivo generador de campos magnéticos, todavía puede ser preferible para propósitos de producción para tener un espacio pequeño (por ejemplo menor de 3 mm, de manera preferente menor que 1 mm) entre el dispositivo generador de campos magnéticos y el sustrato a fin de evitar el contacto del sustrato - o la composición de recubrimiento en un primer estado presente en la misma - con el dispositivo generador de campos magnéticos en particular si el dispositivo generador de campos magnéticos se coloca en el mismo lado del sustrato en el cual se aplica la composición de recubrimiento (a fin de obtener una orientación de las partículas en las áreas en forma de bucle que siguen una tangente a una parte positivamente curvada de un elipse hipotético, en particular un círculo hipotético como se muestra en la Figura 1c). Por su puesto, lo anterior aplica no solo al dispositivo generador de campos magnéticos mostrado en la Figura 3a, sino a todos los dispositivos generados de campo magnéticos estáticos y rotacionales de la presente invención.

La Figura 3b muestra las fotografías de la OEL resultante, que comprende dos cuerpos en forma de bucle anidados en la forma de anillos concéntricos que circundan un área central común. La fotografía en el centro de la Figura 3b muestra una vista en planta de la OEL y las fotografías en el lado izquierdo y derecho de la Figura 3b muestran la OEL cuando se observa desde una dirección de izquierda a derecha a la normal del OEL, respectivamente. Como se observa en estas Figuras, el efecto óptico o impresión óptico es dinámica, es decir los anillos parece que llevan a cabo un movimiento en un cambio del ángulo de visión: en la fotografía de la izquierda, la distancia entre el anillo interior y el exterior parece que es más pequeño en el lado izquierdo del anillo interior que en el lado derecho del anillo interior, mientras que el efecto opuesto se observa si la OEL se observa desde el otro lado, como en la fotografía de la derecha de la Figura 3b.

En otra realización de la presente invención se refiere al dispositivo generador de campos magnéticos en donde un imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle se proporciona tal que el eje Norte-Sur está perpendicular a la superficie o espacio de soporte, en donde el imán en forma de bucle circunda un área central, y el dispositivo comprende además una pieza polar que se proporciona por debajo del imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle con respecto a la superficie de soporte o el espacio y aquel encierra un lado del bucle formado por el imán en forma de bucle, y en donde la pieza polar forma una o más proyecciones que extienden en el espacio circundado por el imán en forma de bucle y se separan del mismo, en donde a2) la pieza polar forma una proyección

en forma de bucle y circunda un imán dipolar de barra central que tiene la misma dirección Norte-Sur como el imán en forma de bucle, la proyección y el imán dipolar de barra que se separan entre sí. Una posible realización de tal dispositivo se ilustra esquemáticamente en la Figura 4. El dispositivo similar a la de la Figura 3 en que también comprende un imán de anillo en forma de bucle (M2) en la periferia del dispositivo, que se magnetiza en la dirección axial (es decir la dirección Norte-Sur apunta hacia o lejos del soporte que lleva la composición de recubrimiento en un primer estado). También, el dispositivo tiene una pieza polar (una horquilla de hierro (Y)) colocada por debajo, es decir, opuesta al lado donde la superficie o sustrato de soporte (S) que lleva la composición de recubrimiento en un primer estado, se va a proporcionar, en una forma que corresponde a la forma del bucle del imán (M) y que cierra un lado del bucle. La pieza polar también se extiende desde este lado en el área central circundada por el imán en forma de bucle, todavía, diferente en la Figura 3, esta extensión de la pieza polar no es sólida, pero define otro bucle interior. Dentro de este bucle interior formado por la extensión de la pieza polar, se coloca un imán dipolar de barra (M1) que tiene la misma orientación de la dirección Norte-Sur magnética. En una vista de sección transversal (izquierda en la Figura 4), la pieza polar toma una forma en T invertida doble.

Nuevamente, en la realización representada en la Figura 4, el dispositivo generador de campos magnéticos y el campo magnético generado por el mismo son rotacionalmente simétricos a un eje vertical central (z). Además, como es derivable de las líneas de campo mostradas en la Figura 4, tal dispositivo conducirá a la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas como se define en la reivindicación 1 en las tres áreas en forma de bucle (en forma de anillo en la Figura 4) de la OEL proporcionado en la superficie o sustrato de soporte (S), que conduce la impresión visual de tres anillos anidados que circundan un área central.

Una realización alternativa de un dispositivo generador de campos magnéticos estático de la presente invención es uno en donde un imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle se proporciona tal que el eje Norte-Sur está perpendicular a la superficie o espacio de soporte, en donde el imán en forma de bucle circunda un área central y el dispositivo comprende además una pieza polar que se proporciona por debajo del imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle con respecto a la superficie de soporte o el espacio y que encierra un lado del bucle formado por el imán en forma de bucle, y en donde la pieza polar forma una o más proyecciones que se extienden en el espacio circundado por el imán en forma de bucle y se separan del mismo, en donde a3) la pieza polar forma dos o más proyecciones separadas, ya sea todas de estas o todas menos una de esta están en forma de bucle, y, dependiendo del número de proyecciones, uno o más imanes en forma de bucle axialmente magnetizados adicionales que tiene la misma dirección Norte-Sur como el primer imán en forma de bucle axialmente magnetizado se proporciona en el espacio formado entre la proyecciones en forma de bucle separadas, los imanes adicionales se separan de las proyecciones en forma de bucle, y en donde el área central circundada por las proyecciones en forma de bucle y los imanes en forma de bucle se llenan parcialmente con ya sea un imán dipolar de barra central que tiene la misma dirección Norte-Sur como los imanes en forma de bucle circundantes o con una proyección central de la pieza polar, tal que como se observa desde la superficie de soporte o el espacio, se forma una disposición alterna de las proyecciones de pieza polar en forma de bucles se paradas y los imanes dipolares axialmente magnetizados en forma de bucle, circundado un área central, en donde el área central se llena ya sea con un imán dipolar de barra o una proyección central como se expone en lo anterior. Una realización posible de tal dispositivo se ilustra en la Figura 5. El dispositivo es similar a la de las Figuras 3 y 4 que también comprende un imán de anillo en forma de bucle (M1) en la periferia del dispositivo que se magnetiza en la dirección axial (es decir la dirección Norte-Sur apunta hacia o lejos del soporte que lleva la composición de recubrimiento en un primer estado, no mostrado en la Figura 5). También, el dispositivo tiene una pieza polar (una horquilla de hierro (Y)) colocada por debajo, es decir opuesta al lado donde la superficie o sustrato de soporte (S) que llevan la composición de recubrimiento en un primer estado se va a proporcionar, en una forma que corresponde a la forma de bucle del imán (M1) y que cierra un lado del bucle. Similarmente como se observa en la parte derecha de la Figura 4, la pieza polar del dispositivo de la Figura 5 se extiende desde el lado del bucle cerrado, formando un bucle (interno) dentro del espacio definido por el imán en forma de bucle (M1). Dentro de este bucle interno defino por la extensión de la pieza polar (Y), se proporciona otro imán en forma de bucle (M2), que define un espacio más interior. La pieza polar después también se extiende al espacio dentro de este espacio más interior en una manera similar como se muestra en la Figura 3. En una vista de sección transversal, la pieza polar toma una forma de T triple invertida.

Como es derivable de las líneas de campo mostradas en la Figura 5, tal dispositivo conducirá a la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en cuatro áreas en forma de bucle anidadas (en forma de anillo en la Figura 5) en la superficie o sustrato de soporte (S), conduciendo la impresión visual de cuatro anillos anidados que circundan un área central.

A partir de la descripción de los dispositivos en lo anterior y como se ilustra en las Figuras 3, 4 y 5, es inmediatamente evidente que se pueden usar sin dispositivos similares para lograr una orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en un gran número de áreas en forma de bucle anidadas sobre un sustrato al modificar la estructura de una parte central (que es ya sea una extensión de la pieza polar, o un imán dipolar de barra que tiene su eje magnético esencialmente perpendicular a la superficie de sustrato como el imán M1 en la Figura 4) y alternativamente proporcionar imanes en forma de bucle o extensiones en la forma de bucle de la pieza polar, respectivamente, formando de esta manera por ejemplo cinco, seis, siete u ocho áreas en forma de bucle anidadas.

También es evidente que una orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en las áreas en el sustrato que define las formas de bucle diferentes de un círculo o anillo (por ejemplo triángulos, cuadrados, pentágonos, hexágonos, heptágonos u octágonos) se puede lograr al modificar la forma de los imanes en forma de bucle y de la pieza polar en forma de bucle (Y) en estos dispositivos.

5 En las realizaciones ilustradas en las Figuras 3 a 5, excepto para el imán dipolar de barra en centro (tal como se muestra en la Figura 4), se usan imanes en forma de bucle (anillos). Sin embargo, es posible obtener efectos similares usando imanes de barra si la forma de la pieza polar se adapta por consiguiente. Los ejemplos de tales realizaciones adicionales del dispositivo generador de campos magnéticos de la presente invención se muestran en las Figuras 6a a 6d.

15 Las Figuras 6a, 6b y 6d ilustran realizaciones posibles de una realización del dispositivo generador de campos magnéticos de la presente invención, en donde el dispositivo comprende dos o más imanes dipolares de barra y dos o más piezas polares, en donde el dispositivo comprende un número igual de piezas polares e imanes dipolares de barra, en donde los imanes dipolares de barra tienen su eje Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie o espacio de soporte, tienen la misma dirección Norte-Sur y se proporcionan en diferentes distancias de la superficie o espacio de soporte, de manera preferente a lo largo de una línea que se extiende perpendicular de la superficie o espacio de soporte, y se separan entre sí; y las piezas polares se proporcionan en el espacio entre los imanes dipolares de barra y en contacto con los mismos, en donde las piezas polares forman una o más proyecciones que, en la conformación en forma de bucle, circundan un área central en la cual se sitúa el imán dipolar de barra situado junto a la superficie de soporte o espacio.

25 Específicamente, en la Figura 6a, existe un imán dipolar de barra central que tiene una orientación Norte-Sur axial. Bajo el imán dipolar de barra central (superior) hay dispuesta una pieza polar superior que, separada, circunda lateralmente el imán dipolar de barra, que forma una conformación de bucles cerrado en donde un lado de bucle se cierra. En lugar de la izquierda o derecha a la parte lateralmente circundante de la pieza polar, tal como en las Figuras 4 y 5, un imán dipolar de barra inferior que tiene una misma orientación Norte-Sur al imán dipolar de barra central superior se dispone por debajo de la pieza polar superior. La pieza polar superior está en contacto con uno de los polos del imán dipolar de barra superior y el polo (opuesto) del imán dipolar de barra inferior. Además, se proporciona una pieza polar inferior por debajo del imán dipolar de barra inferior, que también en una conformación en forma de bucle, lateral y separado, circunda el imán dipolar de barra inferior y también la pieza polar superior. También, existe un espacio lateral definido entre la conformación en forma de bucle de la pieza polar inferior y la conformación en forma de bucle de la pieza polar superior.

35 Las líneas de campo provocadas por el dispositivo generador de campos magnéticos ilustrado en la Figura 6a se extienden desde el polo Norte del imán central a la extensión de la pieza polar superior que circunda el imán dipolar de barra superior, y de la extensión de la pieza polar superior que circunda el imán dipolar de barra superior a la extensión de la pieza polar inferior que, lateralmente y separada, circunda el imán dipolar de barra inferior, la pieza polar superior y el imán central, como se muestra en la Figura 6a. Por consiguiente, las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan a lo largo de las líneas de campo, que incluyen regiones que están sustancialmente paralelas a la superficie de soporte en las áreas entre el imán dipolar de barra central (superior) y la extensión de la pieza polar superior que la circunda, y entre la extensión de la pieza polar superior que circunda el imán central y la extensión de la pieza polar inferior que circunda en imán central (es decir en el área por arriba del espacio definido entre las dos piezas polares). Por consiguiente, este dispositivo es capaz de orientar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en dos áreas en forma de bucle anidadas.

50 En una alternativa, pero disposición similar se ilustra en la Figura 6b. En este punto, la parte inferior de la pieza polar inferior en la Figura 6a se reemplaza por un imán en forma de placa (un imán dipolar de barra plana). La configuración en la Figura 6b permite la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en tres áreas en forma de bucle, dos áreas en forma de bucle interiores en una manera similar como en la Figura 6a, y un área en forma de bucle adicional provocada por las líneas de campo que se extienden desde lo más externo en forma de bucle de la pieza polar (exterior) que circunda la pieza polar (interior) superior al fondo del imán de barra en forma de placa inferior (el polo Sur del imán inferior en la Figura 6b).

55 La Figura 6d ilustra un arreglo alternativo adicional del dispositivo generador de campos magnéticos. Esencialmente, los imanes y la pieza polar tienen la misma configuración como en la Figura 6a, todavía la extensión de la pieza polar inferior que circunda lateralmente, en una forma de bucle y separado, la pieza polar superior, el imán central superior y el imán inferior está perdido. En consecuencia, el origen y destino de las líneas de campo tienen una diferente distancia de la superficie de soporte que lleva la composición de recubrimiento en un primer estado, conduciendo a un efecto tridimensional muy interesante, como es mostrado en la Figura 6e. La Figura 6e muestra una OEL obtenida usando un dispositivo que tiene la configuración ilustrada en la Figura 6d. La OEL confiere la impresión de tres anillos anidados, en donde el anillo interior y el anillo exterior se extienden desde la superficie de la OEL, y en donde el anillo intermedio parece que se sumerge por debajo de la superficie. En los anillos interiores y exteriores, la orientación del eje más largo de los pigmentos magnéticos o magnetizables no esféricos siguen una tangente de una parte negativamente curvada del círculo, y en anillo intermedio, la orientación del eje más largo de los pigmentos magnéticos o magnetizables no esféricos sigue una tangente de una parte positivamente curvada del

círculo. Además, el cambio en la orientación en las partículas que forman la impresión del anillo exterior es menos rápida (es decir la curvatura parece que es más pequeña, o, en otras palabras, el radio del círculo teórico a una tangente del cual la orientación en las partículas sigue es mayor).

5 En otra realización, la presente invención se refiere a un dispositivo generador de campos magnéticos, en donde dos o más imanes dipolares en forma de bucle se proporciona tal que su eje Norte-Sur está perpendicular a la superficie o espacio de soporte, los dos o más imanes en forma de bucles se disponen anidados, separados, y circundando un área central, los imanes se magnetizan axialmente, y los imanes en forma de bucle adyacentes tienen direcciones Norte-Sur opuestas que apuntan ya sea a o lejos de la superficie o espacio de soporte, el dispositivo que comprende además un imán dipolar de barra proporcionado en el área central circundada por los imanes en forma de bucle, el imán dipolar de barra que tiene su eje Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie de soporte y paralelo al eje Norte-Sur de los imanes en forma de bucle, la dirección Norte-Sur del imán dipolar de barra que es opuesto a la dirección Norte-Sur del imán en forma de bucle más interior. Tal dispositivo como se ilustra en la Figura 24. El dispositivo puede comprender opcionalmente además una pieza polar en el lado opuesto a la superficie o espacio de soporte y en contacto con el imán dipolar de barra central y los imanes en forma de bucle. Tal dispositivo se ilustra en la Figura 6c.

La Figura 6c muestra la combinación de un imán dipolar de barra axialmente magnetizado (M) en el centro, y dos imanes dipolares axialmente magnetizados en conformación en forma de bucle con una sola pieza polar (horquilla de hierro (Y)). La orientación de la dirección magnética del imán es alterna del centro de la periferia del dispositivo generador de campos magnéticos en forma de bucle.

En otra realización, la presente invención se refiere a un dispositivo generador de campos magnéticos que comprende un imán dipolar de barra situado por debajo de la superficie o espacio de soporte y tiene su dirección Norte-Sur perpendicular a la superficie o espacio de soporte, una o más piezas polares en forma de bucle dispuestas por arriba del imán y por debajo de la superficie de espacio de soporte, que, para una pluralidad de piezas polares en forma de bucle, se disponen separadas y anidadas coplanas, la una o más piezas polares circundan lateralmente un área central bajo la cual se sitúa el imán, el dispositivo comprende además una primera pieza polar que tiene una base similar a una placa de aproximadamente el mismo tamaño y aproximadamente la misma forma periférica exterior como la pieza polar en forma de bucle más exterior, la pieza polar en forma de placa se dispone por debajo del imán tal su forma periférica exterior se súper pone con la periferia de la parte más exterior de las piezas polares en forma de bucle en la dirección de la superficie o espacio de soporte, y que está en contacto con uno de los polos del imán; y una pieza polar central en contacto con el otro polo respectivo del imán, la pieza polar central que tiene la superficie periférica exterior de un bucle, que llena parcialmente el área central y que se separa lateralmente y es circundada por una o más piezas polares en forma de bucle. Una realización posible de tal dispositivo se representa esquemáticamente en la Figura 7a. La primera pieza polar también se puede complementar por una o más proyecciones que se extienden desde la base similar a una placa, que se separa lateralmente y circunda el imán central, como se ilustra esquemáticamente en las Figuras 7b y 7d.

El dispositivo puede comprender además una segunda pieza polar similar a placa que tiene la forma periférica exterior de un bucle, que se proporciona en una posición por arriba y en contacto con un polo del imán y por debajo y en contacto con la una o más piezas polares en forma de bucle y por debajo y en contacto con la pieza polar central, de modo que la pieza polar central ya no está en contacto directo con el polo del imán, la segunda pieza polar similar a placa es de aproximadamente el mismo tamaño y forma como la primera pieza polar similar a placa. Una realización posible de tal dispositivo se representa esquemáticamente en la 7c.

Se descubrió que el campo magnético de los polos de un imán dipolar de barra (M) se puede cambiar a través de un conjunto de piezas polares en forma de bucle, anidadas coplanas, tales como horquillas de hierro (Y1, Y2, Y3, Y4), que tienen espacios magnéticos que reflejan la forma de bucle entre ellas (horquillas de hierro anulares en las Figuras 7a y 7b). Los campos magnéticos en las ubicaciones de los espacios son apropiados para producir elementos de imágenes de efecto anular anidados de diferente tamaño.

La Figura 7a muestra un dispositivo que comprende un imán dipolar de barra (M) magnetizado en la dirección axial y colocado con un polo magnético en una placa de hierro (Y). Un conjunto de horquillas de hierro anulares, anidadas coplanas (Y1, Y2, Y3, Y4) se coloca en el otro polo magnético (N) del imán dipolar de barra (M). La Figura 7b muestra un dispositivo, en donde la placa de hierro (Y) se sustituye por una horquilla de hierro en forma de U (Y), formando de esta manera una pieza polar cuya base en forma de bucle es complementada por una o más proyecciones que se extienden desde la base similar a placa, que circundan lateralmente y separada en el imán central.

Como se muestra en las Figuras 7c y 7d, el conjunto de piezas polares en forma de bucle anidadas coplanas (horquillas de hierro) se pueden complementar con una segunda pieza polar similar a placa que tiene la forma periférica exterior de un bucle, que se proporciona en una posición (i) por arriba y en contacto con un polo del imán y (ii) por debajo y en contacto con la una o más piezas polares en forma de bucle y la pieza polar central, de modo que la pieza polar central ya no está en contacto directo con el polo del imán, la segunda pieza polar en forma de placa que es de aproximadamente el mismo tamaño y forma como la primera pieza polar similar a placa. En combinación,

esto corresponde a una placa grabada, como se muestra en la parte superior de las Figuras 7c y 7d. Tal placa grabada en particular, y también las piezas polares usadas en la presente invención en general, se puede fabricar de hierro (horquillas de hierro), pero también se puede fabricar de un material plástico en el cual se dispersan las partículas magnéticas, como se usa en las Figuras 7c y 7d. Esto es por lo tanto una realización alternativa de los dispositivos generadores de campos magnéticos de la presente invención que también comprenden al menos una pieza polar.

Los imanes de los dispositivos generadores de campos magnéticos descritos en la presente pueden comprender o consistir de cualquier material magnético permanente (magnético duro), por ejemplo de aleación Alnico, bario o estroncio-hexaferrita, aleaciones de cobalto, o aleaciones de tierras raras-hierro tal como aleación de neodimio-hierro-boro. Se prefieren particularmente, sin embargo, materiales compuestos magnéticos permanentes fácilmente trabajables que comprenden un relleno magnético permanente, tal como polvo de estroncio-hexaferrita ( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) o neodimio-hierro-boro ( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ), en una matriz de tipo plástico o caucho.

También se describen en la presente procesos para producir la OEL descrita en la presente, los procesos que comprenden las etapas de:

a) aplicar sobre una superficie de soporte o superficie de sustrato (que puede o no estar presente en una superficie de soporte) una composición de recubrimiento en un primer estado (fluido) que comprende un material aglutinante y una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente,

b) exponer la composición de recubrimiento en un primer estado al campo magnético de un dispositivo generador de campos magnéticos, de manera preferente uno como se describe en lo anterior, orientado de esta manera al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en una pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas que circundan un área central tal que el eje más largo de las partículas de cada una de las áreas de sección transversal de las áreas en forma de bucle siguen una tangente de ya sea una parte negativamente curvadas o positivamente curvada de elipses o círculos hipotéticos, y

c) endurecer la composición de recubrimiento a un segundo estado para fijar las partículas no esféricas magnéticas o magnetizables en sus posiciones u orientaciones adoptadas.

La etapa de aplicación a) es de manera preferente un proceso de impresión seleccionado del grupo que consiste de impresión en bajo relieve en cobre, serigrafía, impresión en hueco grabado, impresión en flexografía y recubrimiento con rodillo y de manera más preferente del grupo que consiste de serigrafía, impresión en huecograbado e impresión en flexografía. Estos procesos son bien conocidos por la persona experta y se describen por ejemplo en Printing Technology, J. M. Adams and P. A. Dolin, Delmar Thomson Learning, 5<sup>th</sup> Edition.

Mientras que la composición de recubrimiento que comprende la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas descritas en la presente está aún húmeda o blanda suficiente para que las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en la presente se puedan mover y se hagan girar (es decir mientras que la composición de recubrimiento está en un primer estado), la composición de recubrimiento se somete a un campo magnético para lograr la orientación de las partículas. La etapa de orientar magnéticamente las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas comprende una etapa para exponer la composición de recubrimiento aplicada, mientras que está "húmeda" (es decir aún líquida y no muy viscosa, es decir, en un primer estado), a un campo magnético determinado generado en o por arriba de una superficie de soporte del dispositivo generador de campos magnéticos descrito en la presente, orientando de esta manera las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas a lo largo de las líneas de campo del campo magnético tal como para formar un patrón de orientación en forma de bucle. En esta etapa, la composición de recubrimiento se lleva suficientemente cercana a o en contacto con la superficie de soporte del dispositivo generador de campos magnéticos.

Cuando se pone la composición de recubrimiento cerca de la superficie de soporte del dispositivo generador de campos magnéticos y el elemento en forma de bucle se va a formar en un lado del sustrato, el lado del sustrato que lleva la composición de recubrimiento puede orientar el lado de soporte del dispositivo, o el lado del sustrato que no lleva la composición de recubrimiento puede orientarse al lado de soporte. En caso de que la composición de recubrimientos se aplique sobre solo una superficie del sustrato se aplique de ambos lados, y un lado en el cual la composición de recubrimiento se aplica, se orienta tal para orientar la superficie de soporte del dispositivo, se prefiere que ningún contacto directo con la superficie de soporte se establezca (el sustrato no solo se pone suficientemente cerca de, pero no en contacto, con la superficie de soporte del dispositivo).

Digno de mención, la composición de recubrimiento se puede poner en contacto prácticamente con la superficie de soporte del dispositivo generador de campos magnéticos. De manera alternativa, se puede proporcionar un espacio de aire pequeño, o una capa separadora intermedia. En una alternativa adicional y preferida, el método se puede llevar a cabo tal que la superficie de sustrato no lleve la composición de recubrimiento que se puede poner cercana a o en contacto directo con el uno o más imanes (es decir los imanes forman la superficie de soporte).

Si se desea, se puede aplicar una capa de imprimación al sustrato antes de la etapa a). Esto puede mejorar la calidad de la imagen de orientación de partículas magnéticamente transferida o promover la adhesión. Los ejemplos

de tales capas imprimadoras se pueden encontrar en WO 2010/058026 A2.

La etapa de exponer la composición de recubrimiento que comprende el material aglutinante y la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas a un campo magnético etapa b) se puede llevar a cabo ya sea simultáneamente con la etapa a) o subsecuentemente a la etapa a). Es decir, las etapas a) y b) se pueden llevar a cabo simultáneamente o subsecuentemente.

Los procesos para producir la OEL descritos en la presente comprenden, concomitantemente a la etapa (b) o subsecuentemente a la etapa (b), una etapa para endurecer (etapa) la composición de recubrimiento para fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones adoptadas y orientaciones, transformando de esta la composición de recubrimiento a un segundo estado. Por esta fijación, se forma un recubrimiento sólido o capa. El término "endurecer" se refiere a procesos que incluyen el secado o solidificación, reacción, curado, reticulación o polimerización de los componentes aglutinantes en la composición de recubrimiento aplicada, incluyendo un agente de reticulación opcionalmente presente, un iniciador de polimerización opcionalmente presente, y o aditivos adicionales opcionalmente presentes, de tal manera que se forma un materialmente sólido que se adhiere fuertemente a la superficie de sustrato. Como se menciona en lo anterior en la presente, la etapa de endurecimiento (etapa c)) e puede llevar a cabo al usar diferentes medios o procesos dependiendo del material aglutinante comprendido en la composición de recubrimiento que también comprende la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas.

La etapa de endurecimiento puede ser en general cualquier paso que incremente la viscosidad de la composición de recubrimiento tal como un material sustancialmente sólido que se adhiere a la superficie de soporte que se forma. La etapa de endurecimiento puede implicar un proceso físico basado en la evaporación del componente volátil, tal como un solvente, y/o evaporación de agua (es decir secado físico). En la presente, el aire caliente, infrarrojo o una combinación de aire caliente e infrarrojo se pueden usar. De manera alternativa, el proceso de endurecimiento puede incluir una reacción química, tal como un curado, polimerización o reticulación del aglutinante y compuestos iniciadores opcionales y/o compuestos de reticulación opcionales, comprendidos en la composición de recubrimiento. Tal reacción química se puede iniciar por calor o radiación IR como se describe en lo anterior para los procesos de endurecimiento físico, pero pueden incluir de manera preferente el inicio de una reacción química por un mecanismo de radiación que incluye sin limitación curado con radiación con luz Ultravioleta- Visible (a partir de ahora referida como curado UV-Vis) y un curado con radiación de haces electrónicos (curado de haz de electrones); oxipolimerización (reticulación oxidante, típicamente inducida por una acción conjunta de oxígeno y uno o más catalizadores, tales como catalizadores que contienen cobalto y que contienen manganeso); reacciones de reticulación o cualquier combinación de los mismos.

El curado con radiación se prefiere particularmente, y el curado con radiación de luz UV-Vis es aún más preferido, puesto que estas tecnologías conducen ventajosamente a procesos de curado muy rápidos y por consiguiente disminuyen drásticamente el tiempo de preparación de cualquier artículo que comprenda la OEL descrito en la presente. Por otra parte, el curado con radiación tiene la ventaja de producir un incremento instantáneo en la viscosidad de la composición de recubrimiento después de la exposición de la radiación de curado, minimizando de esta manera cualquier movimiento adicional de las partículas. En consecuencia, cualquier pérdida de información después de la etapa de orientación magnética se puede evitar esencialmente. De manera particular se prefiere el curado con radiación por fotopolimerización, bajo la influencia de luz actínica que tiene un componente de longitud de onda en la UV o parte azul del espectro electromagnético (típicamente 300 nm a 550 nm; de manera más preferente de 380 nm a 420 nm; "curado con UV-visible"). El equipo para el curado con UV-visible puede comprender una lámpara de diodo emisor de luz de alta potencia (LED) 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 la fuente de radiación actínica. La etapa de endurecimiento (etapa c)) se puede llevar a cabo ya sea simultáneamente con la etapa b) o subsecuente a la etapa b). Sin embargo, el tiempo del final de la etapa b) al inicio de la etapa c) es de manera preferente relativamente corto a fin de evitar cualquier desorientación y pérdida de información. Típicamente, el tiempo entre el final de la etapa b) y el inicio de la etapa c) es menor que 1 minuto, de manera preferente menor que 20 segundos, de manera preferente además menor que 5 segundos, de manera aún más preferente menor que 1 segundo. S particularmente preferible que exista esencialmente nada de espacio de tiempo entre el final de la etapa de orientación b) y el inicio de la etapa de endurecimiento c), es decir la etapa c) sigue inmediatamente después de la etapa b) o ya inicia mientras que la etapa b) está aún en progreso.

Como se describe en lo anterior, la etapa (a) (aplicación en la superficie de soporte, o de manera preferente la superficie de sustrato por una superficie de soporte formada por un imán o placa) se puede llevar a cabo ya sea simultáneamente con la etapa b) o previamente a la etapa b) (orientación de las partículas por un campo magnético), y también la etapa c) (endurecimiento) se puede llevar a cabo ya sea simultáneamente con la etapa b) o subsecuentemente a la etapa b) (orientación de las partículas por un campo magnético). Mientras que esto también pueda ser posible para ciertos tipos de equipo, típicamente no todos los tres etapas a), b) y c) se llevan a cabo simultáneamente. También, las etapas a) y b), y las etapas b) y c) se pueden llevar a cabo tal que se llevan a cabo parcialmente de manera simultánea (es decir los tiempos para lleva a cabo cada uno de las etapas se traslapan parcialmente, de modo que por ejemplo la etapa de endurecimiento c) se inicia al final de la etapa de orientación b).

Con el objetivo de incrementar la durabilidad a través de resistencia a la suciedad o química y limpieza y de esta manera la el tiempo de vida de circulación de los documentos de seguridad, o con el objetivo de modificar su apariencia estética (por ejemplo brillo óptico), se pueden aplicar una o más capas protectoras en la parte superior de la OEL. Cuando están presentes, la una o más capas protectoras se fabrican típicamente de barnices protectores. Estos pueden ser transparentes y coloreados ligeramente o entintados y también pueden ser más o menos brillosos. Los barnices protectores pueden ser composiciones curables con radiación composiciones de secado térmico o cualquier combinación de las mismas. De manera preferente, la una o más capas protectoras son composiciones curables con radiación, de manera más preferible composiciones curables con UV-Vis. Las capas protectoras se pueden aplicar después de la formación de la OEL en la etapa c).

Los procesos anteriores permiten obtener un sustrato que lleva una OEL que comprende áreas en forma de bucle anidada que son capaces de proporcionar la apariencia óptica o impresión óptica de los cuerpos en forma de bucle anidados que circundan un área central, en donde, en una vista de sección transversal perpendicular al plano de la OEL y que se extiende desde el centro del área central, la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas presentes en las áreas en forma de bucle cerrada siguen cada una ya sea la parte negativamente curvada (ver la Figura 1b) o la parte positivamente curvada (ver la Figura 1c) de la superficie de los cuerpos semi-toroidales hipotéticos respectivos que se colocan en el plano de la OEL, dependiendo de si el campo magnético del dispositivo generador de campos magnéticos se aplica desde abajo o desde arriba a la capa de la composición de recubrimiento que comprende las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas. Además, dependiendo del tipo de equipo usado, el área central circundada por los cuerpos en forma de bucle pueden comprender una así llamada "protrusión", es decir un área que comprende las partículas magnéticas o magnetizables en una orientación que está sustancialmente paralela a la superficie de sustrato. En tales realizaciones, los cambios de orientación hacia el cuerpo en forma de bucle circundante, después de ya sea una curva positiva o negativa cuando se observa desde una sección transversal que se extiende desde el centro del área central al cuerpo en forma de bucle en la forma de bucle. Entre el cuerpo en forma de bucle cercano más interior y la "protrusión", existe de manera preferente un área en la cual las partículas se orientan sustancialmente perpendiculares a las superficies de sustrato que muestran nada o poca reflectividad.

Esto es particularmente útil en aplicaciones en donde la OEL se forma a partir de una tinta, una tinta de seguridad, o algún otro material de recubrimiento, y se coloca permanentemente sobre un sustrato similar a un documento de seguridad, por ejemplo por medio de impresión como se describe en lo anterior.

En los procesos descritos en lo anterior y cuando la OEL se va a producir en un sustrato, la OEL se puede proporcionar directamente en una superficie de sustrato en la cual permanecerá permanentemente (tal como para aplicaciones de banco). Sin embargo, en una realización alternativa de la presente invención, la OEL también puede proporcionar en un sustrato temporal para propósitos de producción, de los cuales la OEL se remueve subsecuentemente. Esto por ejemplo puede facilitar la producción de la OEL, particularmente mientras que el material aglutinante está aún en su estado fluido. Posteriormente, después del endurecimiento de la composición de recubrimiento para la producción de la OEL, el sustrato temporal puede remover de la OEL. Por su puesto, en tales casos la composición de recubrimiento puede estar en una forma que es típicamente íntegra después de la etapa de endurecimiento, tal como por ejemplo en casos donde un material similar a plástico o similar a lámina se forma por el endurecimiento. De esta manera, un material transparente y/o translúcido similar a película que consiste de la OEL como tal (es decir esencialmente que consiste de partículas magnéticas o magnetizables orientadas que tienen reflectividad no isotrópica, componentes aglutinantes endurecido para fijar las partículas en su orientación y que forman un material similar a película, tal como una película de plástico, y componentes además opcionales se pueden proporcionar.

Alternativamente, en otra realización del sustrato puede comprender una capa adhesiva en el lado opuesto al lado donde la OEL se proporciona, o una capa adhesiva se puede proporcionar en el mismo lado como la OEL y en la parte superior de la OEL, de manera preferente después de que la tapa de endurecimiento se ha completado. En tales casos, se forma una etiqueta adhesiva que comprende la capa adhesiva y la OEL. Tal etiqueta se puede unir a todas las clases de documentos u otros artículos o productos sin impresión u otros procesos que implican maquinaria y más de esfuerzo alto.

De acuerdo con una realización, el OEL se fabrica en la forma de una lámina delgada de transferencia, que se puede aplicar a un documento o a un artículo en una etapa de transferencia separado. Para este objetivo, el sustrato se proporciona como un recubrimiento de liberación, en el cual se produce una OEL como se describe en la presente. Una más capas adhesivas se pueden aplicar sobre la así llamada OEL.

El término "sustrato" se usa para indicar un material en el cual una composición de recubrimiento se puede aplicar. Típicamente, un sustrato está en la forma similar a lámina y tiene un espesor que no excede 1 mm, de manera preferente no excede 0.5 mm, de manera más preferente que no excede 0.2 mm. El sustrato descrito en la presente se selecciona de manera preferente del grupo que consiste de papeles u otros materiales fibrosos, tales como celulosa, materiales que contienen papel, vidrios, cerámicas, plásticos y polímeros, vidrios, materiales compuestos y mezclas o combinaciones de los mismos. El papel, materia similar a papel u otros materiales típicos se fabrican de una variedad de fibras incluyendo sin limitación abacá, algodón, lino, pulpa de madera y mezclas de los mismos.

Como es bien conocido por aquellas personas expertas en la técnica, el algodón y las mezclas de algodón/lino son preferidos para los billetes de banco, mientras que la pulpa de madera se usa comúnmente en documentos de seguridad no de billetes de banco. Ejemplos típicos de plásticos y polímeros incluyen poliolefinas tales como polietileno (PE) y polipropileno (PP), poliamidas, poliésteres tales como poli(etilentereftalato) (PET), poli(1,4-butileno-tereftalato) (PBT), poli(etilen-2,6-naftoato) (PEN) y cloruros de polivinilo (PVC). Las fibras e defina no tejidas tales como aquellas vendidas bajo la marca comercial Tyvek<sup>®</sup> también se pueden usar como sustrato. Los ejemplos típicos de materiales compuestos incluyen sin limitación estructuras multicapa o laminados de papel y al menos un material de plástico o polímero tales como aquellos descritos en la presente en lo anterior, así como fibras de plástico y/o polímeros incorporados en un material similar a papel o fibroso tales como aquellos descritos en lo anterior. Por su puesto, el sustrato puede comprender aditivos adicionales que son conocidos por la persona experta, tales como agentes dimensionadores, blanqueadores, auxiliares de procesamiento, agente de refuerzo o agentes de refuerzo húmedos etc.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el sustrato recubierto con capa de efecto óptico (OEC) comprende más de una OEL en el sustrato descrito en la presente, por ejemplo puede comprender dos, tres, etc., OEL. En la presente, una, dos o más OEL se pueden formar usando diversos mismos dispositivos generadores de campos magnéticos, o se pueden formar al usar varios dispositivos generadores de campos magnéticos.

El OEC puede comprender una primera OEL y una segunda OEL, en donde ambas están presente en el mismo lado del sustrato o en donde una está presente en un lado del sustrato y la otra está presente en el otro lado del sustrato. Si se proporcionan en el mismo lado del sustrato, la primera y la segunda OEL pueden estar adyacentes o no adyacentes entre sí. Adicionalmente o de manera alternativa, una de las OEL puede superponer parcial o completamente la otra OEL.

Si se usa más de un dispositivo generador de campos magnéticos para producir una pluralidad de OEL, los dispositivos generadores de campos magnéticos para orientar la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas para producir una OEL y el dispositivo generador de campos magnético para producir otra OEL se puede colocar ya sea i) en el mismo lado del sustrato, para producir dos OEL que muestran ya sea una parte negativamente curvada (ver Figura 1b) o una parte positivamente curvada (ver Figura 1c), o ii) en los lados opuestos de sustrato para tener una OEL que muestra una parte negativamente curvada y la otra que muestra una parte positivamente curvada. La orientación magnética de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas para producir la primera OEL y las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas para producir la segunda OEL se pueden llevar a cabo simultánea o secuencialmente, sin o con endurecimiento intermedio o endurecimiento parcial del material aglutinante.

Con el objetivo de incrementar adicionalmente el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y reproducción ilegal de documentos de seguridad, el sustrato puede comprender indicios impresos, recubiertos, o marcados con láser o perforados con láser, marcas de agua, hilos de seguridad, fibras, planchetes, compuestos luminiscentes, ventanas, láminas delgadas de aluminio, calcomanías y combinaciones de los mismos. Dentro del mismo objetivo para incrementar adicionalmente el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y reproducción ilegal de documentos de seguridad, el sustrato puede comprender una o más sustancias marcadoras o identificadores y/o sustancias leíbles por máquina (por ejemplo sustancia luminiscentes, sustancias absorbentes de UV/visible/IR, sustancias magnéticas y combinaciones de las mismas).

La OEL descrita en la presente se puede usar para propósitos decorativos así como para proteger y autenticar un documento de seguridad.

La presente invención también abarca artículos y objetos decorativos que comprenden la OEL descrita en la presente. Los artículos y objetos decorativos pueden comprender más de una capa de efecto óptico descrito en la presente. Los ejemplos típicos de artículos y objetos decorativos incluyen sin limitación artículos de lujo, empaquetado de cosméticos, partes automotrices, aparatos electrónicos/eléctricos, muebles, etc.

Un aspecto importante de la presente invención se refiere a documentos de seguridad que comprenden la OEL descrita en la presente. El documento de seguridad puede comprender más de una capa de efecto óptico descrito en la presente. Los documentos de seguridad incluyen sin limitación documentos de valor y artículos comerciales de valor. Los ejemplos típicos de documentos de valor incluyen sin limitación billetes de banco, escrituras, boletos, cheques, vales, estampillas fiscales y etiquetas de impuestos, acuerdos y similares, documentos de identidad tales como pasaportes, tarjetas de identidad, visas, licencias para conducir, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacción, documentos de acceso o tarjetas, boletos de entrada, boletos de transporte público o títulos o similares. El término "artículo comercial de valor" se refiere a materiales de empaquetado, en particular para industria farmacéutica, de cosméticos, electrónica o de alimentos, que deben protegerse contra la falsificación y/o reproducción ilegal a fin de garantizar el contenido del empaquetado como por ejemplo fármacos genuinos. Los ejemplos de estos materiales de empaquetado incluyen sin limitación etiquetas, tales como etiquetas de marca de autenticación, etiquetas de evidencia de manipulación indebida y sellos.

De manera preferente, el documento de seguridad descrito en la presente se selecciona del grupo que consiste de

billetes de banco, documentos de identidad, documentos que confieren derechos, licencia de conducir, tarjetas de crédito, tarjetas de acceso, títulos de transporte, cheques de banco y etiquetas de producto seguros. De manera alternativa, la OEL se puede producir en un sustrato auxiliar tal como por ejemplo un hilo de seguridad, tira de seguridad, una lámina delgada de aluminio, una calcomanía, una ventaja o una etiqueta y se transfiere en consecuencia a un documento de seguridad en una etapa separado.

La persona experta puede idear varias modificaciones a las realizaciones específicas descritas en lo anterior sin apartarse del espíritu de la presente invención. Tales modificaciones son abarcadas por la presente invención.

Además, todos los documentos referidos por toda esta especificación se incorporan por la presente a manera de referencia en su totalidad como se expone en su totalidad en la presente.

La presente invención ahora se describirá adicionalmente por medio de ejemplos. Sin embargo, los ejemplos no se proponen para limitar el alcance de la invención de ninguna manera.

**EJEMPLOS**

**Ejemplo 1**

Un dispositivo generador de campos magnéticos de acuerdo con la presente **Figura 3** se usó para orientar los pigmentos magnéticos ópticamente variables no esféricos en una capa impresa de una tinta de serigrafía curable con UV sobre un papel negro como el sustrato.

La tinta tenía la siguiente fórmula:

Oligómero de epoxiacrilato	40 %
Monómero de triacrilato de trimetilolpropano	10 %
Monómero de diacrilato de tripropilenglicol	10 %
Genorad 16 (Rahn)	1 %
Aerosil 200 (Evonik)	1 %
Irgacure 500 (BASF)	6 %
Genocure EPD (Rahn)	2 %
Pigmentos magnéticos ópticamente variables no esféricos (7 capas)(*)	20 %
Dowanol PMA	10 %
(*) copos de pigmento magnéticos ópticamente variables de verde a azul de diámetro d50 aproximadamente 15 µm y espesor de aproximadamente 1 µm obtenidos de JDS-Uniphase, Santa Rosa, CA.	

Un dispositivo generador de campos magnéticos de acuerdo con la **Figura 3** se usó para orientar los pigmentos magnéticos ópticamente variables en una capa impresa de una tinta de serigrafía curable con UV de acuerdo con la fórmula del Ejemplo 1 sobre un papel negro como el sustrato.

El dispositivo generador de campos magnéticos comprendido de una placa base de hierro magnético blando, un imán permanente anular axialmente magnetizado de plastoferrita cargada con estroncio-hexaferrita de diámetro interior 15mm, diámetro exterior 19mm, y espesor 4mm, y una horquilla en forma de cilindro de hierro magnético blando, de diámetro 6mm y espesor 4mm, colocada en el centro del imán permanente anular.

El sustrato de papel que lleva la capa impresa de una tinta de serigrafía curable con UV se colocó en una distancia de 1mm del polo magnético del imán permanente anular y la horquilla de hierro. El patrón de orientación magnético de esta manera obtenido de los pigmentos ópticamente variables se fijó, subsecuentemente a la etapa de aplicación, al curar con UV la capa impresa que comprende los pigmentos.

La imagen de orientación magnética resultante se proporciona en la **Figura 3**, bajo tres vistas diferentes, ilustrando el cambio dependiente de ángulo de visión de la imagen.

**Ejemplo 2**

Un dispositivo generador de campos magnéticos de acuerdo con la **Figura 6d** se usó para orientar los pigmentos magnéticos ópticamente variables en una capa impresa de una tinta de serigrafía curable con UV de acuerdo con la fórmula del Ejemplo 1 sobre un papel negro como el sustrato.

5 El dispositivo generador de campos magnéticos comprendió una placa base de hierro magnético blando, sobre el cual se colocó un disco magnético permanente de NdFeB axialmente magnetizado de 6mm de diámetro y 1mm de espesor, con el polo sur magnético en la placa base magnética blanda. Una horquilla de hierro magnético blando en forma de U, rotacionalmente simétrica de 10mm de diámetro externo, 8mm de diámetro interno y 1mm de profundidad se colocó en el polo norte magnético del disco magnético permanente. Un segundo disco magnético permanente de NdFeB axialmente magnetizado de 6mm de diámetro y 1mm de espesor se colocó en el centro de la horquilla de hierro magnético blando en forma de U, rotacionalmente simétrica con el polo sur magnético en la horquilla de hierro magnético blando.

10 El sustrato de papel que lleva la capa impresa de una tinta de serigrafía curable con UV que comprende pigmentos ópticamente variables se colocó inmediatamente en el polo magnético del segundo disco magnético permanente y la horquilla de hierro. El patrón de orientación magnético obtenido de esta manera de las partículas de pigmento ópticamente variables se fijó, subsecuentemente a las etapas de aplicación, al curar con UV la capa impresa que comprende los pigmentos.

15 La imagen de orientación magnética resultante se proporciona en la **Figura 6**, bajo tres vistas diferentes, que ilustran el cambio dependiente de visión de la imagen.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Una capa de efecto óptico (OEL) que comprende una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, en donde al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos, y en donde las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se dispersan en una composición de recubrimiento que comprende un material aglutinante, comprendiendo la OEL dos o más áreas en forma de bucle, anidadas alrededor de un eje central común que se rodea por el área en forma de bucle más interior, formando dichas áreas en forma de bucle una impresión óptica de cuerpos en forma de bucle cerrado alrededor de un área central y anidados alrededor de un área común central que se rodea por el área en forma de bucle más interior; en donde, en cada una de las áreas en forma de bucle, al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan de forma que en una sección transversal perpendicular a la capa OEL y que se extienden desde el centro del área central al límite exterior del área en forma de bucle más exterior, el eje más largo de las partículas en cada una de las áreas en sección transversal de las áreas en forma de bucle sigue una tangente de una parte negativamente curvada o positivamente curvada de elipses o círculos hipotéticos, en donde los pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables se seleccionan del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos.
2. La capa de efecto óptico (OEL) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la OEL comprende además un área exterior fuera del área en forma de bucle más exterior, el área exterior que rodea el área en forma de bucle más exterior comprende una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, en donde al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dentro del área exterior se orientan tal que su eje más largo está sustancialmente perpendicular al plano de la OEL o aleatoriamente orientado.
3. La capa de efecto óptico (OEL) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el área central circundada por el área en forma de bucle más interior comprende una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, en donde una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dentro del área central se orienta tal que su eje más largo está sustancialmente paralelo al plano de la OEL, formando el efecto óptico de una protrusión.
4. La capa de efecto óptico (OEL) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la forma periférica exterior de la protrusión es similar a la forma del área en forma de bucle más interior.
5. La capa de efecto óptico (OEL) de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en donde las áreas en forma de bucle tienen cada una la forma de un anillo, y la protrusión tiene la forma de una semiesfera o círculo sólido.
6. La capa de efecto óptico (OEL) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, de manera preferente la reivindicación 3, en donde la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dentro de las áreas en forma de bucle y/o dentro del área central circundada por las áreas en forma de bucle se orientan para proporcionar el efecto óptico de (a) objetos tridimensionales que se extienden desde la superficie de la OEL.
7. Un dispositivo generador de campo magnético para formar la capa de efecto óptico (OEL) como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el dispositivo una pluralidad de elementos seleccionados de imanes y piezas polares y que comprende al menos un imán, la pluralidad de elementos estando (i) ubicados por debajo de una superficie de soporte o espacio configurado para recibir un sustrato que actúa como superficie de soporte o (ii) que forman una superficie de soporte, y configurándose para ser capaz de proporcionar un campo magnético en donde unas líneas de campo magnético se desarrollan sustancialmente paralelas a dicha superficie de soporte o espacio en dos o más áreas por encima de dicha superficie de soporte o espacio y en donde las dos o más áreas forman áreas en forma de bucle anidadas que rodean un área central, dispositivo que se selecciona del grupo que consiste en lo siguiente:
- a) un dispositivo generador de campo magnético, en donde se proporciona un imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle tal que el eje Norte-Sur está perpendicular a la superficie o espacio de soporte, en donde el imán en forma de bucle circunda un área central, y el dispositivo comprende además una pieza polar que se proporciona por debajo del imán dipolar axialmente magnetizado en forma de bucle, con respecto a la superficie de soporte o el espacio y que encierra un lado del bucle formado por el imán en forma de bucle, y en donde la pieza polar forma una o más proyecciones que se extienden en el espacio circundado por el imán en forma de bucle y que se separan del mismo, en donde
    - a1) la pieza polar forma una proyección que se extiende en el área central circundada por el imán en forma de bucle, en donde la proyección se separa lateralmente del imán en forma de bucle y llena una parte del área central;
    - a2) la pieza polar forma una proyección en forma de bucle y circunda un imán dipolar de barra central que tiene la misma dirección Norte-Sur que el imán en forma de bucle, estando la proyección y el imán dipolar de

barra separados entre sí, o

a3) la pieza polar forma dos o más proyecciones separadas, ya sea todas de estas o todas menos una de estas en forma de bucle y, dependiendo del número de proyecciones, uno o más imanes en forma de bucle axialmente magnetizados adicionales que tienen la misma dirección Norte-Sur que el primer imán en forma de bucle axialmente magnetizado se proporcionan en el espacio formado entre las proyecciones en forma de bucle separadas, estando los imanes adicionales separados de las direcciones en forma de bucle, y en donde el área central circundada por las proyecciones en forma de bucle y los imanes en forma de bucle se llenan parcialmente con ya sea un imán dipolar de barra central que tiene la misma dirección Norte-Sur que los imanes en forma de bucle circundantes o con una proyección central de la pieza polar, tal que, como se observa desde la superficie o el espacio de soporte, se forma una disposición alterna de proyecciones de piezas polares en forma de bucle separadas e imanes dipolares axialmente magnetizados en forma de bucle, que circundan un área central, en donde el área central se llena ya sea con un imán dipolar de barra o una proyección central como se expone en lo anterior;

b) un dispositivo generador de campo magnético, que comprende dos o más imanes dipolares de barra y dos o más piezas polares, en donde

el dispositivo comprende un número igual de piezas polares e imanes dipolares de barra, en donde los imanes dipolares de barra tienen su eje Norte-Sur sustancialmente perpendicular a la superficie o espacio de soporte, tienen la misma dirección Norte-Sur y se proporcionan en diferentes distancias de la superficie o espacio de soporte, de manera preferente a lo largo de una línea que se extiende perpendicular a la superficie o espacio de soporte, y se separan entre sí; y

proporcionándose las piezas polares en el espacio entre los imanes dipolares de barra y en contacto con los mismos, en donde las piezas polares forman una o más proyecciones que, en la conformación en forma de bucle, circundan un área central en la que se sitúa el imán dipolar de barra situado junto a la superficie o espacio de soporte;

c) un dispositivo generador de campo magnético, que comprende un imán dipolar de barra situado por debajo de la superficie o espacio de soporte y que tiene su dirección Norte-Sur perpendicular a la superficie o espacio de soporte,

una o más piezas polares en forma de bucle dispuestas por arriba del imán y por debajo de la superficie o espacio de soporte, que, para una pluralidad de piezas polares en forma de bucle, se disponen separadas y se anidan coplanarias, rodeando la una o más piezas polares lateralmente un área central bajo la cual se sitúa el imán,

comprendiendo el dispositivo además una primera pieza polar en forma de placa que tiene aproximadamente el mismo tamaño y aproximadamente la misma forma periférica exterior que la pieza polar en forma de bucle más exterior, estando dispuesta la pieza polar en forma de placa por debajo del imán tal que su forma periférica exterior se superpone con la periferia de la parte más exterior de las piezas polares en forma de bucle en dirección de la superficie o espacio de soporte, y que está en contacto con uno de los polos del imán; y una pieza polar central en contacto con el otro polo respectivamente del imán, teniendo la pieza polar central la forma periférica exterior de un bucle, que llena parcialmente el área central y que se separa lateralmente de y es circundada por la una o más piezas polares en forma de bucle; o

d) un dispositivo generador de campo magnético de acuerdo con el artículo c) anterior, en donde una segunda pieza polar en forma de placa que tiene la forma periférica exterior de un bucle se proporciona en una posición por arriba y en contacto con un polo del imán y por debajo y en contacto con la una más piezas polares en forma de bucle y por debajo y en contacto con la pieza polar central, de modo que la pieza polar central ya no está en contacto directo con el polo del imán, siendo la segunda pieza polar en forma de placa de aproximadamente el mismo tamaño y forma que la primera pieza polar en forma de placa.

8. Un conjunto de impresión que comprende los dispositivos generadores de campo magnético como se menciona en la reivindicación 7.

9. Uso de los dispositivos generadores de campo magnético mencionados en la reivindicación 7 para producir la OEL mencionada en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

10. Un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el proceso las etapas de:

a) aplicar en una superficie de soporte o superficie de sustrato una composición de recubrimiento que comprende un material aglutinante y una pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas, en donde al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se constituye por pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos seleccionados del grupo que consiste en pigmentos de interferencia de película fina magnéticos, pigmentos de cristal líquido colestérico magnéticos y mezclas de los mismos, estando dicha composición de recubrimiento en un primer estado (fluido),

b) exponer la composición de recubrimiento en un primer estado al campo magnético de un dispositivo generador de campo magnético, preferentemente uno como se define en la reivindicación 7, orientando así al menos una parte de las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en una pluralidad de áreas en forma de bucle anidadas que rodean un área central de manera que el eje más largo de las partículas en cada una de las áreas

en sección transversal de las áreas en forma de bucle sigue una tangente de una parte negativamente curvada o positivamente curvada de elipses o círculos hipotéticos; y

c) endurecer la composición de recubrimiento a un segundo estado para fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

- 5
11. El proceso de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la etapa de endurecimiento c) se realiza con curado por radiación de luz UV-Vis.
- 10
12. Un sustrato revestido con capa de efecto óptico (OEC) que comprende una o más capas de efecto óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en un sustrato.
13. Un documento de seguridad, preferentemente un billete o un documento de identidad, que comprende una capa de efecto óptico mencionada en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
- 15
14. Uso de la capa de efecto óptico mencionada en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o del sustrato revestido con capa de efecto óptico mencionado en la reivindicación 12 para la protección de un documento de seguridad contra falsificación o fraude o para una aplicación decorativa.

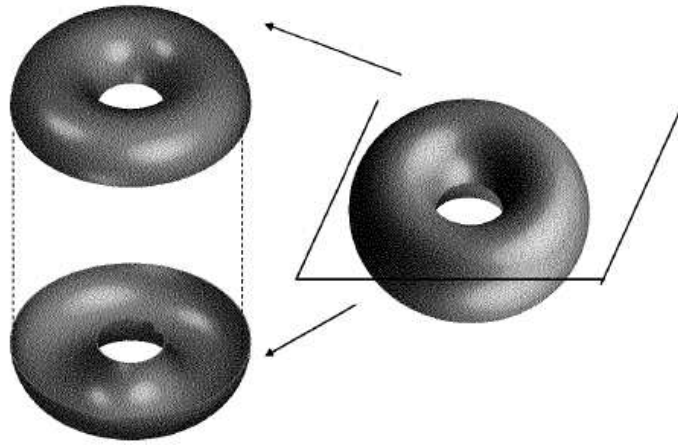


Fig. 1A

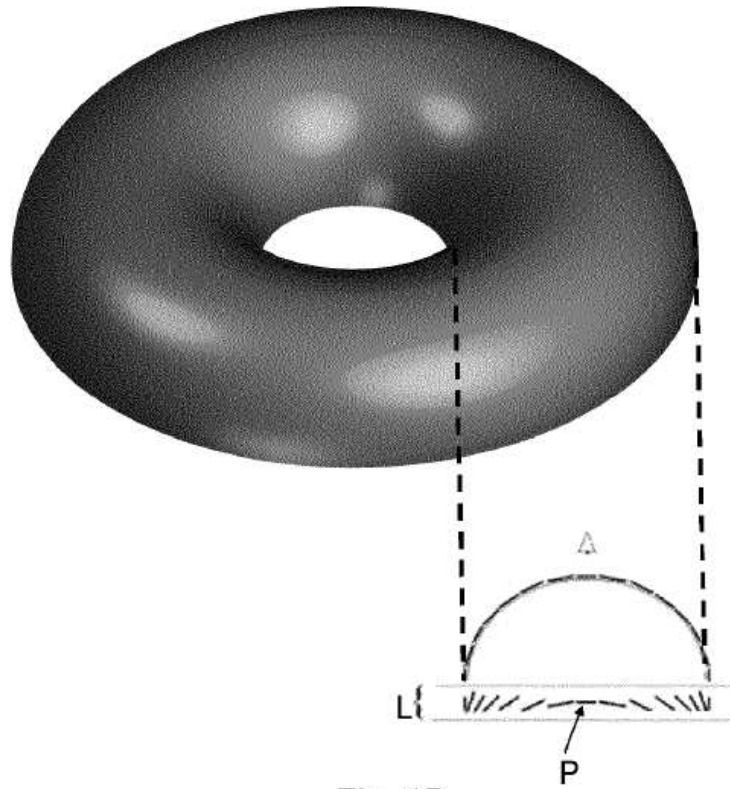


Fig. 1B

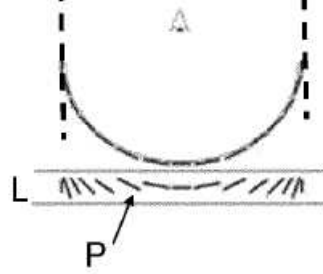
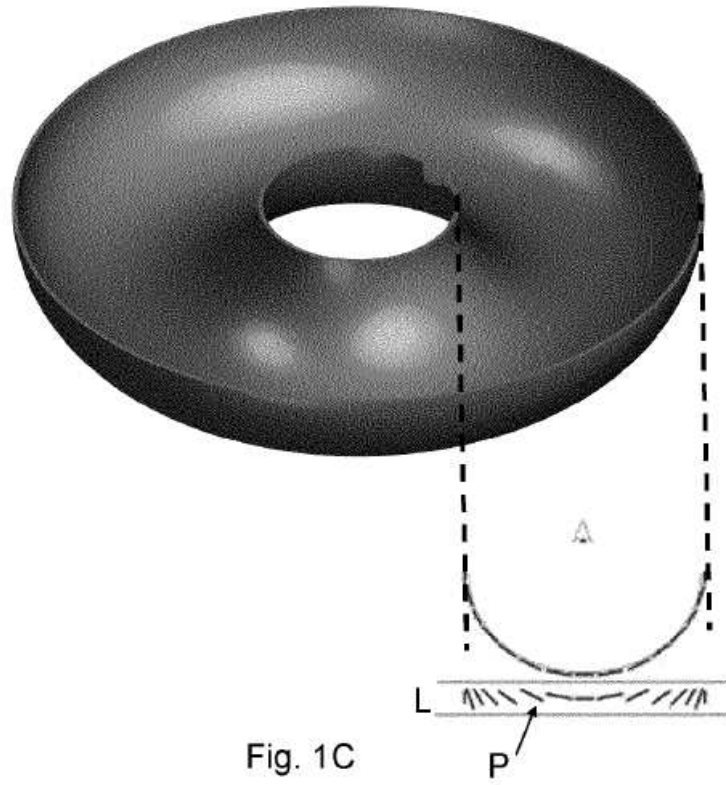


Fig. 1C

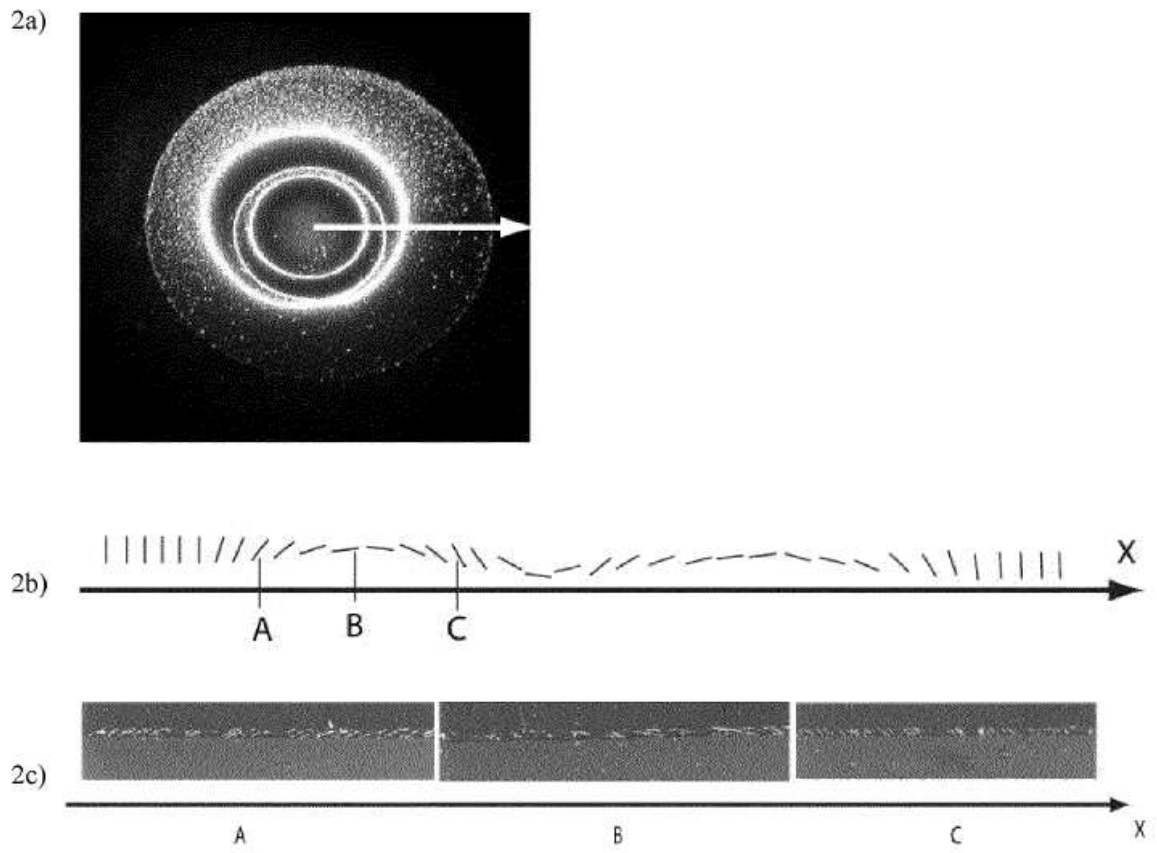


FIGURA 2

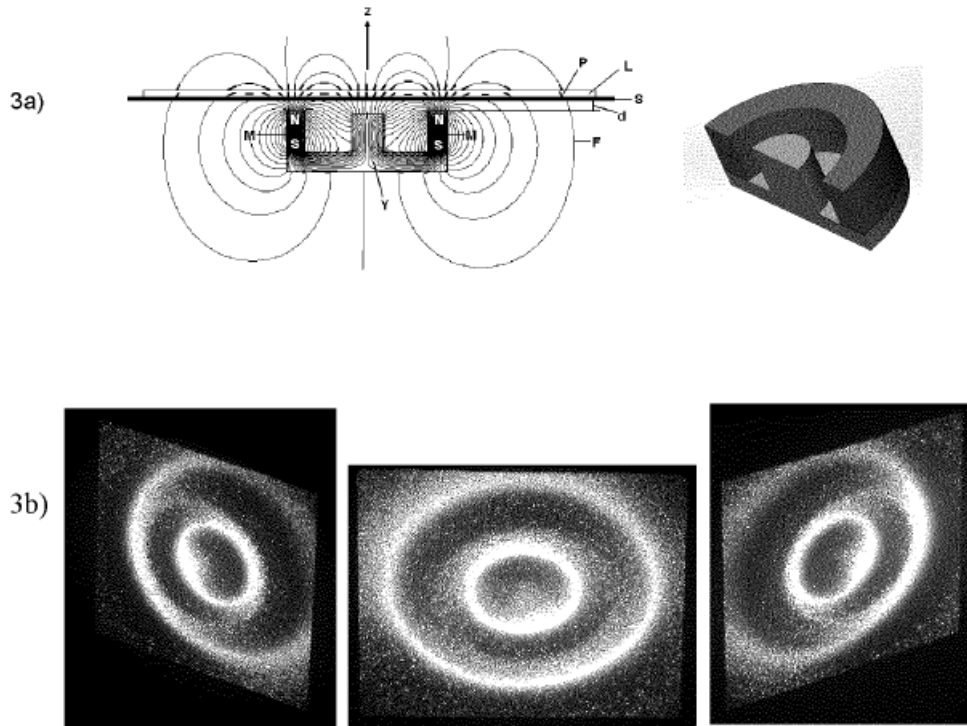


FIGURA 3

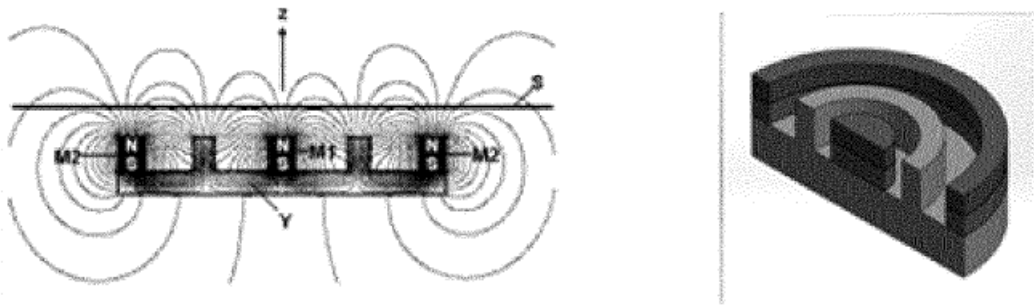


FIGURA 4

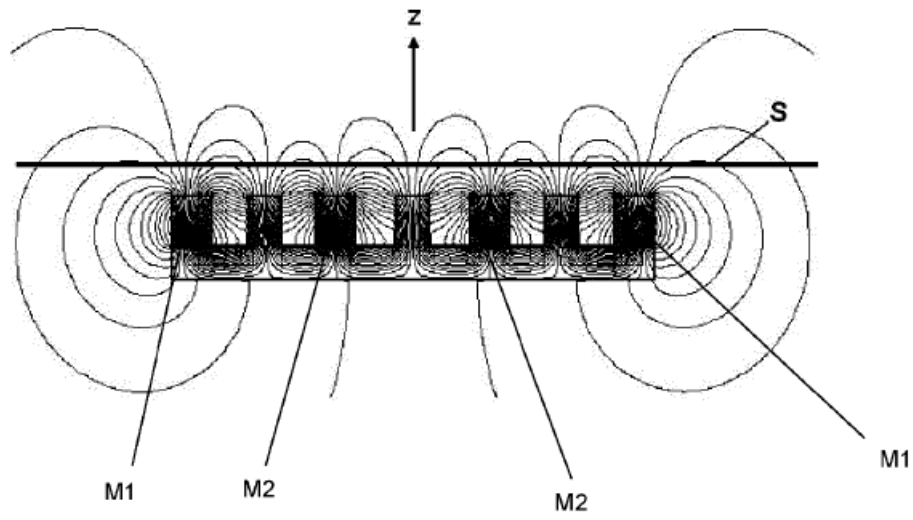


FIGURA 5

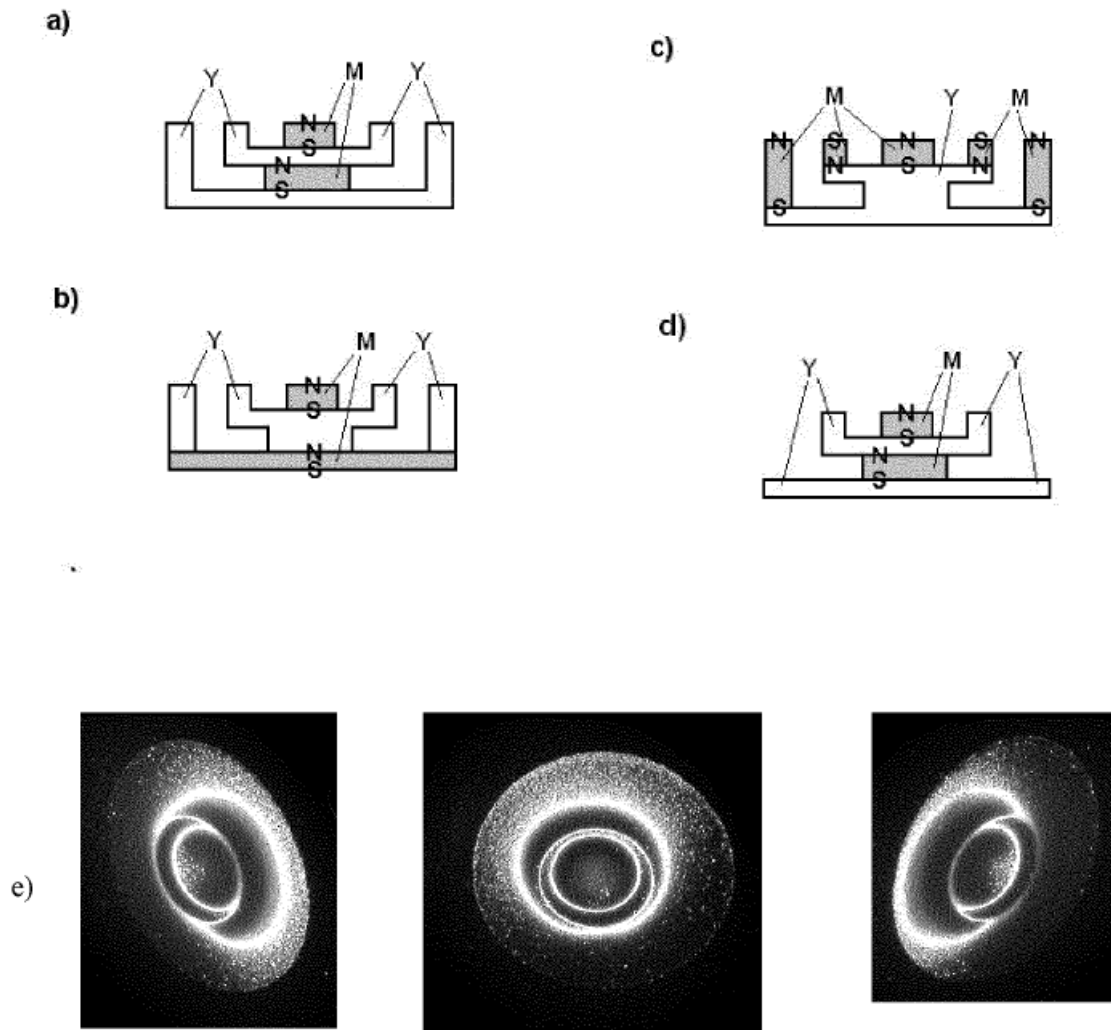


FIGURA 6

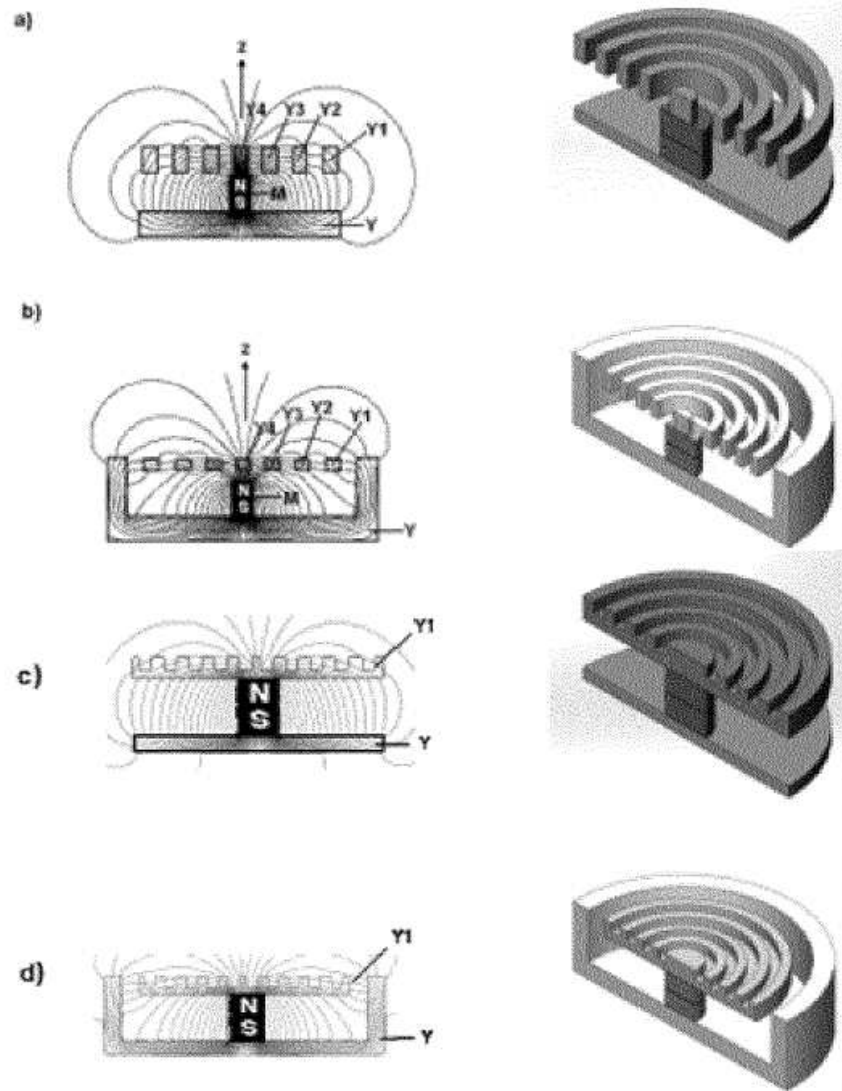


FIGURA 7

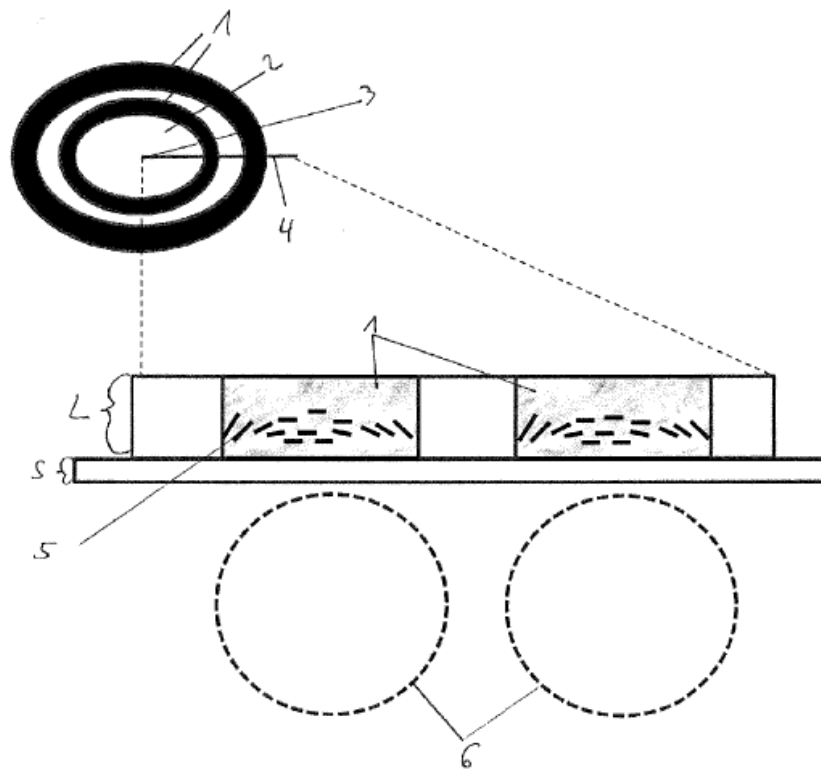


FIGURA 8A

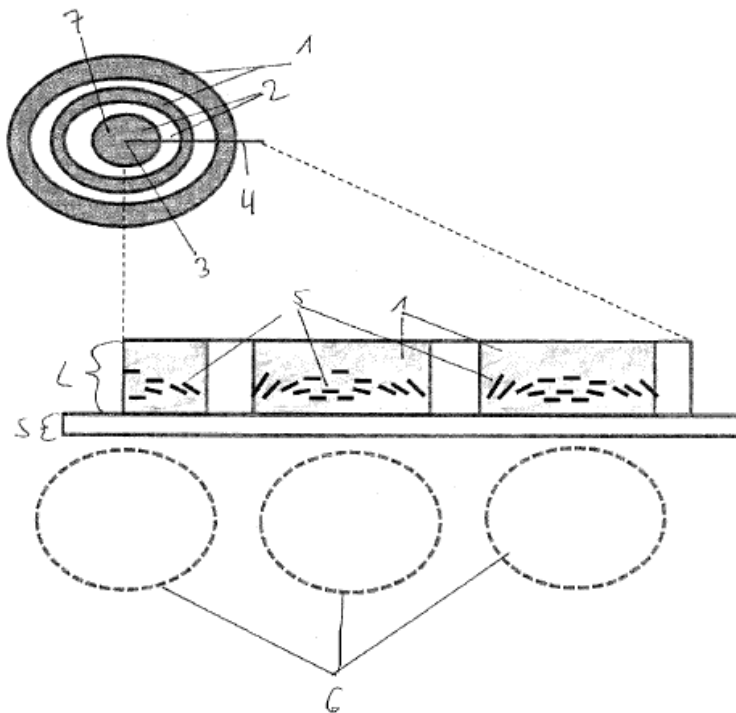


FIGURA 8B

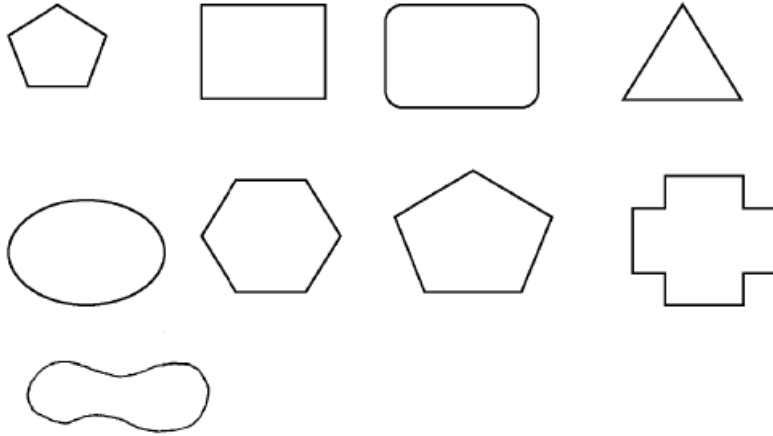


FIGURE FIGURA 9