

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 555**

51 Int. Cl.:

B05D 5/06 (2006.01)

B05D 3/00 (2006.01)

B42D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2013** **PCT/EP2013/058986**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013** **WO13167425**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2013** **E 13719553 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018** **EP 2846932**

54 Título: **Capa de efecto óptico**

30 Prioridad:

07.05.2012 EP 12003551

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

22.06.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

DEGOTT, PIERRE;
SCHMID, MATHIEU;
DESPLAND, CLAUDE ALAIN y
AMERASINGHE, CÉDRIC

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 673 555 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

Capa de efecto óptico

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los elementos gráficos y se dirige a una capa de efecto óptico que muestra un efecto óptico que depende del ángulo de visión y a un dispositivo y un método para producir la capa de efecto óptico. En particular, una de las aplicaciones de la capa de efecto óptico es en el campo de los elementos de seguridad para la protección de billetes de papel moneda, pasaportes y otros documentos, y para la protección de marcas. Juntamente con lo recién expuesto, o como alternativa, la capa de efecto óptico también se puede utilizar para fines decorativos.

Antecedentes de la invención

Los rasgos de seguridad como, por ejemplo, para documentos de seguridad, se pueden clasificar, por un lado, en rasgos *encubiertos* de seguridad y, por otro, en rasgos *abiertos*. La protección que brindan los rasgos encubiertos de seguridad se basa sobre el concepto de que tales rasgos son difíciles de detectar y, típicamente, demandan equipo y conocimientos especializados para la detección. Los rasgos abiertos de seguridad se basan sobre el concepto de ser fácilmente detectables por los sentidos humanos desnudos como, por ejemplo, rasgos tales que puedan ser visibles o detectables, o ambas cosas a la vez, mediante el sentido del tacto, al mismo tiempo que siguen siendo difíciles de producir o copiar o de que se les haga ambas cosas a la vez. Sin embargo, la efectividad de los rasgos abiertos de seguridad depende, en gran medida, de su fácil reconocimiento como rasgo de seguridad, porque la mayoría de los usuarios y, en especial, los que carecen del conocimiento previo sobre los rasgos de seguridad de un documento o artículo protegido con esos rasgos, recién entonces llevarán a cabo una verificación de seguridad que se base sobre el mencionado rasgo de seguridad, si es que esos usuarios tienen el conocimiento real de la existencia y la naturaleza de ese rasgo.

En la tecnología es conocida la utilización de tintas que contienen pigmentos que se pueden orientar en forma magnética, en particular los pigmentos magnéticos ópticamente variables también, para la producción de elementos abiertos de seguridad como, por ejemplo, en el campo de los documentos de seguridad.

La WO 2005/002866 A1, por ejemplo, describe elementos mejorados impresos de seguridad ópticamente variables que constan de una imagen de alta resolución representada por partículas orientadas de pigmento magnético ópticamente variable en una capa endurecida de revestimiento. Tal imagen de alta resolución se produce en un proceso de impresión, utilizándose un dispositivo especial para orientación magnética. Al documento de seguridad primero se lo marca con una composición de revestimiento que consta de partículas magnéticas o magnetizables, tales como escamas de pigmento magnético ópticamente variable. El documento marcado posteriormente se expone, mientras el revestimiento todavía está *mojado*, al campo magnético del dispositivo para orientación magnética, que consta de una plancha magnética permanente con magnetización grabada con indicios. Las partículas magnéticas o magnetizables del revestimiento se orientan bajo la influencia del campo magnético del dispositivo de orientación, con lo que se forma una imagen de los mencionados indicios marcados. Posteriormente, al revestimiento se lo endurece, de modo de *congelar* las partículas magnéticas o magnetizables en sus posiciones y orientaciones.

Pigmentos magnéticos ópticamente variables que se puede utilizar con este propósito se dieron a conocer en, por ejemplo, la US 4 838 648 y la EP 686 675 B1. Tintas y composiciones de revestimiento correspondientes se dieron a conocer en la WO 2007/131833 A1.

La WO 2008/046702 A1 (que describe rasgos que se encuentran dentro del preámbulo de la reivindicación 1) describe más tipos de imágenes inducidas en forma magnética, producidas mediante la orientación de partículas de pigmento magnético ópticamente variable en una capa de revestimiento, así como un dispositivo para la producción de los mencionados tipos de imágenes. El dispositivo consta de la combinación de una plancha magnetizada con magnetización permanente que está grabada con indicios y que tiene un imán adicional, o más de uno, montado, con respecto a la plancha magnética grabada, de manera tal de mantenerlos contra las fuerzas magnéticas inherentes que tienen lugar entre ellos.

La WO 2004/007095 A2 describe un dispositivo para orientar escamas de pigmento magnético en una capa de revestimiento expuesta al campo magnético de un imán bipolar, o de más de uno, para producir revestimientos brillantes ópticamente variables que son estéticamente atractivos y que, aun cuando planos, muestran una suave variación del color y de la reflectividad cuando cambia el ángulo de visión, lo que trae reminiscencias de un objeto de tres dimensiones que flota o está en movimiento. En particular, el dispositivo que se describe en la WO 2004/007095 es notable por cómo permite la orientación de las escamas de pigmento magnético en una capa de revestimiento de manera tal de producir un efecto de *barra rodante* en el revestimiento resultante. Una imagen impresa del tipo *barra rodante* muestra una banda contrastante que da la impresión de moverse (*rodar*) cuando la imagen se inclina, y eso se puede obtener con una sola etapa de impresión y empleándose una sola formulación de tinta. Los elementos impresos que exhiben un movimiento aparente de los rasgos de una imagen cuando se cambia el ángulo de visión, tal como el efecto del tipo *barra rodante*, son medios de protección anticopia para documentos de seguridad, que se pueden reconocer y utilizar con facilidad para la autenticación de un documento de seguridad. El dispositivo que se

describe en la WO 2004/007095, sin embargo, puede mostrar el inconveniente de que los útiles efectos del tipo *barra rodante* solamente se pueden producir en una longitud relativamente reducida y, por eso, podrían resultar difíciles de reconocer como rasgo de seguridad.

Esto se ilustra en las **Figuras 1a y 1b**, cada una de las cuales muestra, en forma esquemática, un imán bipolar DM que genera un campo magnético bipolar, y un sustrato S colocado dentro del mencionado campo magnético, en uno de los lados y a cierta distancia d, del imán DM y esencialmente paralelo al eje magnético de ese imán, o sea, a la línea virtual que se extiende entre el polo norte magnético del imán y su polo sur. El imán bipolar de la **Figura 1a** tiene una extensión mayor L a lo largo de su eje magnético, que la que tiene el imán bipolar de la **Figura 1b** a lo largo de su respectivo eje magnético. En ambos casos se proporcionan partículas reflectantes, por ejemplo, partículas de pigmento dispersas dentro de una capa de material aglutinante líquido que hay encima del sustrato S y típicamente las orienta el campo magnético de una manera tal que la respectiva extensión mayor de cada partícula quede considerablemente alineada con las líneas de campo del campo magnético en la posición de la partícula. Tal como se puede observar cuando se comparan las **Figuras 1a y 1b**, el imán bipolar que se utiliza en el dispositivo para orientar las partículas en una capa correspondiente sobre un sustrato S deben tener, como mínimo, la longitud L sobre la que se ha de producir el efecto de *barra rodante*. El imán bipolar largo DM que se muestra en la **Figura 1a** solamente tiene líneas de campo débilmente curvadas en la ubicación del sustrato S, en tanto que el imán bipolar corto DM que se muestra en la **Figura 1b** tiene líneas de campo con un grado mayor de curvatura en la ubicación del sustrato S. Como consecuencia, la impresión de *barra rodante* que se obtiene como resultado para el caso del imán largo de la **Figura 1a** exhibe una zona brillante grande z, que únicamente muestra un leve desplazamiento aparente cuando cambia el ángulo de visión, o sea, un efecto dinámico mediocre y que difícilmente atrae la mirada, en tanto que, en comparación, la impresión de *barra rodante* que se obtiene como resultado en el caso del imán corto de la **Figura 1b** solamente muestra una zona brillante pequeña z que exhibe, sin embargo, un fuerte desplazamiento aparente cuando se cambia el ángulo de visión. No obstante, debido a la longitud bastante limitada que corresponde al imán bipolar corto, el rasgo de seguridad no atrae la mirada y no es fácil de reconocer, en especial si quien mira no tiene el conocimiento previo de la presencia de ese rasgo o del efecto óptico o de estas dos cosas al mismo tiempo. Por consiguiente sigue existiendo la necesidad de rasgos de seguridad que muestren un efecto óptico dinámico atrayente en toda una longitud extensa.

Compendio de la invención

Los documentos EP2 314 386 A1, WO 2006/114 286 A1, WO 02/090002 A2 y EP0 556 449 A1 constituyen otra tecnología anterior.

En consecuencia, uno de los objetos de la presente invención es proporcionar una capa de efecto óptico en, por ejemplo, un documento u otro artículo, que exhiba un movimiento aparente, que depende del ángulo de visión, de rasgos de una imagen sobre una longitud extensa. Es de especial interés proporcionar una capa así de efecto óptico en carácter de rasgo abierto mejorado de seguridad fácil de detectar o juntamente con, o como alternativa de, un rasgo encubierto de seguridad en, por ejemplo, el campo de la seguridad de documentos. De conformidad con otro objeto más de la presente invención, una capa así de efecto óptico también es adecuada para propósitos decorativos.

Como algo digno de tenerse en cuenta, la presente invención proporciona una solución para los objetos arriba mencionados al suministrar una capa de efecto óptico (de ahora en adelante abreviada *OEL*), un dispositivo y un método para producir esa capa; un documento de seguridad que consta de una OEL así y la utilización de tal OEL como rasgo de seguridad, de conformidad con las reivindicaciones anexas.

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes.

En un primer aspecto de la presente invención se proporciona una OEL que consta de un material aglutinante que es, como mínimo, parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una longitud de onda, o de más de una, dentro del intervalo de 200 nm a 2500 nm, o sea, dentro de la porción del espectro electromagnético al que típicamente se hace referencia llamándolo *espectro óptico*. Una pluralidad de partículas no esféricas que tienen reflectividad no isotrópica se dispersa dentro del mencionado material aglutinante y a las partículas se las orienta de conformidad con un patrón que se extiende sobre una longitud a lo largo de una primera dirección dentro de una superficie extensa de la capa de efecto óptico. En una primera sección transversal de la capa de efecto óptico, que es considerablemente perpendicular a la superficie extensa y a lo largo de la primera dirección, el promedio local de un ángulo entre (i) una recta que va a lo largo de una dimensión observada más larga dentro de la correspondiente sección transversal de esas partículas no esféricas, que intersectan con la mencionada primera sección transversal y (ii) la mencionada primera dirección varía de conformidad con una función θ de una posición a lo largo de la mencionada primera dirección, que es la suma de una primera función creciente o decreciente en forma monótona θ_1 de la mencionada posición y una segunda función alternante θ_2 de la mencionada posición.

Rasgos abiertos de seguridad basados sobre una tal OEL extensa y mejorada son significativamente más apreciables, es decir, atraen más la mirada, que los efectos ópticos convencionales de *barra rodante* o relacionados, como aquellos sobre los que se discurió arriba en relación con las **Figuras 1a y 1b**, en las que, o la extensión espacial del efecto obtenible podría ser muy limitada, o solo se podría obtener un tenue efecto de movimiento dinámico. Dado que un rasgo de seguridad de documentos es especialmente efectivo si se lo percibe o utiliza, o ambas cosas a la vez, con

facilidad, la seguridad o la protección, o ambas cosas a la vez, de documentos contra las falsificaciones o la reproducción ilegal que se puede obtener con una tal OEL mejorada se puede aumentar de manera significativa, ya que la probabilidad de que al rasgo de seguridad realmente (i) lo reconozca como tal un usuario, (ii) se lo utilice para verificar la autenticidad de un documento o de otro artículo así protegidos y (iii) se lo distinga de manera segura de un rasgo no auténtico, o sea de uno falso, de seguridad, aumenta poderosamente. Debido a su naturaleza, el efecto óptico que proporciona la presente invención no se puede reproducir con un mero copiado como, por ejemplo, mediante las fotocopadoras que hay en el mercado y, por eso, brinda un mayor nivel de seguridad en comparación con otros efectos ópticos. La OEL mejorada puede utilizarse, por ejemplo, como rasgo abierto de seguridad para documentos de seguridad tales como billetes de papel moneda o pasaportes o, en general, para cualquier artículo o pieza tal como productos valiosos de consumo o partes de repuesto o similares, donde la protección importa. Además, o como alternativa, al efecto se lo puede emplear como rasgo encubierto de seguridad, cuando el efecto óptico tiene lugar (por lo menos, en forma adicional) para longitudes de onda que están por fuera del intervalo visible del espectro óptico, a las que únicamente se puede detectar con equipo adecuado de autenticación que sea sensible a la radiación en las respectivas porciones no visibles del espectro. Además, el efecto óptico, debido a su dependencia del ángulo de visión y a su mayor extensión espacial, también es muy adecuado para propósitos de decoración, incluyéndolo en combinación con su uso como rasgo de seguridad.

Dicho en otras palabras, y más en términos de la función θ , la forma total de la función θ es tal que es ondulante o fluctuante, con su tendencia total, o bien continuamente decreciente o bien continuamente creciente, en función de la posición. Por tendencia total continuamente decreciente o continuamente creciente se quiere decir que cuando se extrae el promedio sobre varias fluctuaciones, el promedio de la función θ , o bien crece en forma continua, o bien disminuye en forma continua, de conformidad con la posición. La segunda función alternante θ_2 asegura que la función θ exhibe pluralidad de posiciones en las que la derivada de θ respecto de la posición es cero, es decir donde la función es, en lenguaje liso y llano, plana. De preferencia, la función θ forma una pluralidad de máximos y mínimos locales (es decir, picos y valles) en estas posiciones planas, que llevan a un efecto visual como de estampado, formado por pluralidad de puntos oscuros y pluralidad de puntos brillantes. Estos puntos se mueven de un extremo a otro de la capa de efecto óptico de manera direccional, cuando la OEL se inclina. En otras palabras, la función θ varía de modo tal que si cambia el ángulo de visión de la capa de efecto óptico, un patrón de zonas brillantes y oscuras sobre la superficie extensa de la capa de efecto óptico parecerá moverse a lo largo de la primera dirección (x).

En un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un dispositivo para producir una capa de efecto óptico, a través de la orientación de partículas magnéticas o magnetizables dispersas dentro de un material aglutinante. El dispositivo consta de una disposición de un imán, o de más de uno, que consta de una plancha magnética magnetizada. La disposición de un imán, o de más de uno, se configura de manera de producir un campo magnético combinado que consta de (a) un primer componente de campo magnético que es considerablemente similar a un campo bipolar magnético y que tiene su dirección Norte - Sur alineada de manera considerablemente paralela a la mencionada plancha magnética magnetizada, y (b) un segundo componente de campo magnético que consta de una superposición de campos magnéticos individuales locales similares a bipolos y, por eso, corresponde a una alteración de los polos magnéticos Norte y Sur a lo largo de una primera dirección considerablemente paralela a la mencionada dirección Norte-Sur. El primer componente de campo magnético y el segundo componente de campo magnético se superponen, cuando menos, en una zona adyacente a una superficie extensa de la mencionada plancha magnética magnetizada, donde se puede producir la capa de efecto óptico.

Por consiguiente, el dispositivo es adecuado para producir una OEL que está de conformidad con el primer aspecto, en los casos en los que las partículas que hay dentro del material aglutinante sean partículas magnéticas o magnetizables.

En un tercer aspecto de la presente invención se proporciona un método para producir una capa de efecto óptico. El método comprende exponer un fluido, o sea, un material aglutinante todavía no endurecido que consta de una pluralidad de partículas no esféricas magnéticas o magnetizables que tienen reflectividad no isotrópica y que están dispersas dentro del mencionado material aglutinante, al campo magnético de un dispositivo que va de conformidad con el segundo aspecto de la presente invención, en una región adyacente a una superficie extensa de la plancha magnética magnetizada del dispositivo. Orientando de ese modo las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas que están dentro del material aglutinante. El método comprende, además, el endurecimiento concomitante o posterior del material aglutinante, de modo tal de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas en las posiciones y orientaciones que hubieran adoptado. El material aglutinante es, por lo menos en su estado endurecido, cuando menos, parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una longitud de onda, o de más de una, en el intervalo de los 200 nm a los 2500 nm.

Así, el método proporciona una capa de efecto óptico que va de conformidad con el primer aspecto de la presente invención, en los casos en que las partículas que hay dentro del material aglutinante sean partículas magnéticas o magnetizables.

En un cuarto aspecto se proporciona un documento de seguridad que consta de una capa de efecto óptico que va de conformidad con el primer aspecto.

En un quinto aspecto se proporciona la utilización de una capa de efecto óptico acorde con el primer aspecto de la

presente invención, en carácter de rasgo de seguridad o de elemento de seguridad, en aplicaciones de seguridad para documentos.

En las reivindicaciones dependientes se proporcionan diversas modalidades y variantes de preferencia que obedecen a los aspectos arriba mencionados.

5 **Breve descripción de las figuras**

La presente invención se describe abajo en detalle y con referencia a las figuras, en las cuales:

La **Figura 1** ilustra en forma esquemática dos capas OEL de efecto óptico conocido como *efecto de barra rodante*, correspondientes a la tecnología anterior, y el modo en que se las puede obtener: **a)** utilizándose un imán bipolar largo y **b)** utilizándose un imán bipolar corto;

10 La **Figura 2** ilustra en forma esquemática un revestimiento de efecto óptico (OEC) que consta de dos componentes separados de capa de efecto óptico (OEL) dispuestos sobre una capa de sustrato;

La **Figura 3a** ilustra en forma esquemática una OEL que tiene una superficie plana y una sección transversal perpendicular a esa superficie y a lo largo de una primera dirección dentro de una superficie extensa de la OEL;

15 La **Figura 3b** ilustra en forma esquemática una OEL que tiene una superficie curva y una sección transversal perpendicular a esa superficie y a lo largo de una primera dirección dentro de una superficie extensa de la OEL;

La **Figura 4** ilustra la variación del ángulo de elevación de partículas de pigmento que tienen forma de lámina, con respecto al plano de sustrato en una sección transversal a lo largo de la línea indicada (R_1 - R_2) de una OEL ejemplar que consta de las mencionadas partículas, sobre un sustrato, de conformidad con una modalidad de la presente invención;

20 La **Figura 5** ilustra el ángulo de elevación de las partículas de pigmento que tienen forma de lámina, con respecto al plano de sustrato, tal como se ve en tres secciones transversales coplanares de SEM que se tomaron en tres puntos indicados A, B y C a lo largo de la línea indicada (R_1 - R_2) de la **Figura 4**;

25 La **Figura 6** ilustra en forma esquemática la variación del ángulo θ de las partículas (de ahora en adelante también denominado en la presente *ángulo de elevación*), con respecto a una primera dirección x dentro de la superficie de una OEL, a lo largo de la cual la imagen da la impresión de moverse, en función θ de una posición sobre una longitud a lo largo de la dirección x como, por ejemplo, la línea indicada (R_1 - R_2) de la **Figura 5**, así como una correspondiente primera función θ_1 ejemplar, en concordancia con una modalidad de la presente invención;

La **Figura 7** muestra una OEL de conformidad con un ejemplo de la presente invención, tal como se la ve bajo ángulos inclinados de visión (**a-c**, **f-h**) y bajo ángulos de visión casi ortogonales (**d-e**);

30 La **Figura 8** ilustra en forma esquemática la estructura de un dispositivo para producir una OEL que va de conformidad con una de las modalidades ejemplares de un primer conjunto principal de modalidades de la presente invención;

La **Figura 9** ilustra en forma esquemática diversos patrones ejemplares de magnetización de la magnetización bidimensional multipolar de una plancha magnética perteneciente al dispositivo que se describe en la presente invención;

35 La **Figura 10** ilustra en forma esquemática la estructura de un dispositivo para producir una OEL, de conformidad con otra modalidad ejemplar del primer conjunto principal de modalidades de la presente invención;

La **Figura 11** ilustra en forma esquemática patrones útiles de magnetización para realizar en forma práctica la magnetización multipolar de una de las planchas magnéticas, o de más de una, de un dispositivo que va acorde con algunas modalidades de la presente invención;

40 La **Figura 12** ilustra en forma esquemática la estructura de un dispositivo para producir una OEL, en concordancia con aún otra modalidad más que sirve de ejemplo, en un primer conjunto principal de modalidades de la presente invención;

La **Figura 13** ilustra en forma esquemática la estructura ejemplar de un dispositivo para la producción de una OEL, de conformidad con un segundo conjunto principal de modalidades ejemplares de la presente invención;

45 La **Figura 14** ilustra en forma esquemática una sección transversal longitudinal hecha a través de la plancha magnética del dispositivo de la **Figura 13**;

La **Figura 15** muestra el correspondiente campo magnético calculado que genera el dispositivo de la **Figura 13**;

Las **Figuras 16-18** ilustran en forma esquemática diversos electroimanes ejemplares, que se pueden utilizar como parte de las disposiciones de imanes en los dispositivos para la producción de una OEL, en concordancia con diversas

modalidades de la presente invención;

La **Figura 19** representa la foto de un revestimiento para efecto óptico que se obtuvo mediante la utilización adicional de una plancha de sostén grabada y permanentemente magnética, en la orientación de partículas dentro de una OEL, de conformidad con modalidades de la presente invención.

- 5 La **Figura 20** ilustra en forma esquemática una disposición específica ejemplar de imanes, para realizar en forma práctica la presente invención de conformidad con otra modalidad ejemplar práctica de un primer conjunto principal de modalidades.

La **Figura 21** muestra las líneas calculadas de campo magnético correspondientes a la disposición de imanes de la **Figura 20**. Aquí se omite la designación de los polos magnéticos;

- 10 La **Figura 22** ilustra en forma esquemática la orientación de las partículas de pigmento que tienen forma de láminas (escamas de pigmento) a lo largo de las líneas de campo magnético que son resultado de la disposición de los imanes que se ve en la **Figura 20** en la ubicación de la plancha de sostén (SP) (**Figura 22b**) y el correspondiente reflejo de la luz ingresante en las partículas orientadas de pigmento que tienen forma de láminas (**Figura 22a**).

Descripción detallada de la invención

15 I. Capa de efecto óptico (OEL)

Una capa de efecto óptico ("OEL") de conformidad con la presente invención consta de un material aglutinante y de una pluralidad de partículas no esféricas orientadas en forma no aleatoria, que tienen reflectividad no isotrópica y que están dispersas dentro del material aglutinante.

- 20 En todo el transcurso de la presente descripción, el término *orientación* se refiere a la relación general entre el sistema de coordenadas de la partícula orientada y el sistema de coordenadas de la capa de efecto óptico. En el caso de sistemas de coordenadas ortonormales, por lo general se necesitan tres valores de ángulo (rotaciones en torno de los ejes z, y también x de las partículas) para definir la orientación de una partícula.

- 25 En lo que viene a continuación, la expresión *ángulo de elevación* de una partícula se ha de referir, en un corte transversal vertical practicado a través de la capa de efecto, a lo largo de una dirección x en el plano de la capa de efecto, al ángulo fácilmente observable que se forma entre: (i) una recta que pasa a lo largo de la dimensión más larga observada dentro de la correspondiente forma en sección transversal de una partícula intersecada y (ii) la mencionada dirección x.

- 30 El material aglutinante es, por lo menos en su estado endurecido (véase el párrafo siguiente), cuando menos transparente en forma parcial a la radiación electromagnética de una longitud de onda, o de más de una, en el intervalo de los 200 nm a los 2500 nm o sea, dentro del intervalo de longitudes de onda al que típicamente se denomina *espectro óptico* y que comprende porciones en el infrarrojo, visible y UV del espectro electromagnético. En particular, el material aglutinante puede ser, cuando menos, parcialmente transparente en el intervalo del espectro visible comprendido entre 400 nm y 700 nm. De esa manera, la radiación electromagnética incidente como, por ejemplo, la luz visible que entra en la OEL a través de la superficie de esa capa puede llegar a las partículas dispersas dentro de la OEL y reflejarse ahí, y la luz reflejada puede salir de la OEL otra vez, para producir el efecto óptico buscado. Si a las longitudes de onda se las selecciona por fuera del intervalo visible como, por ejemplo, en el intervalo próximo al UV, entonces la OEL también puede servir como rasgo encubierto de seguridad, pues entonces típicamente serán necesarios medios técnicos para detectar el efecto óptico (completo) generado por la OEL en condiciones respectivas de iluminación que comprendan las longitudes de onda no visibles elegidas. Las porciones en el infrarrojo, visible y UV del espectro electromagnético corresponden, de manera aproximada, a los intervalos de longitudes de onda comprendidos entre 700-2500 nm, 400-700 nm y 200-400 nm, respectivamente.

- 45 Además, el material aglutinante tiene un primer estado, fluido, en el cual las partículas dispersas en su seno se pueden rotar, en lo esencial, libremente. El mencionado primer estado fluido se puede transformar en un segundo estado, endurecido, en el que a las partículas se las fija en las posiciones y orientaciones que adoptaron y no pueden rotar más. Por ejemplo, el material aglutinante puede ser una composición de revestimiento y, de modo más especial, una composición de tinta tal como las que se utilizan en aplicaciones de seguridad como, por ejemplo, para la impresión de billetes de papel moneda. Cuando se endurece el material aglutinante fluido, por ejemplo por secado o curado por irradiación con luz adecuada (por ejemplo, luz UV- VIS), el mencionado material aglutinante se convierte en el segundo estado, el endurecido, en el que a las partículas se las fija en la posición y la orientación que tenían en ese momento y ya no se las puede mover ni rotar dentro del material aglutinante.

- 55 La **Figura 2** ilustra en forma esquemática una sección transversal de una OEL 202 ejemplar que tiene partículas no esféricas reflectantes 300 dispersas en esta, de conformidad con algunas modalidades de la presente invención. La OEL 202 consta de dos partes de capa separadas 203 y 204 dispuestas sobre una capa 205 de sustrato. Las porciones 203 y 204 pueden estar conectadas entre sí, o no estarlo, en la tercera dimensión perpendicular a la sección transversal y forman un revestimiento de efecto óptico (OEC) que comprende el sustrato y la OEL misma. La OEL 202 se puede disponer sobre el sustrato 205, por lo menos en forma temporal. Esto es de particular utilidad en las

aplicaciones en las que la OEL corresponde a una tinta como, por ejemplo, una tinta de seguridad o algún otro material de revestimiento, y se dispone en forma permanente sobre un sustrato tal como un billete de papel moneda, un pasaporte u otro documento de valor, mediante, por ejemplo, impresión. Sin embargo, el sustrato también puede estar, en cambio, unido de modo temporal a la OEL, por ejemplo para facilitar la producción de la OEL, en especial mientras el material aglutinante aún se encuentra en su estado fluido. De ahí en adelante, al sustrato se lo puede quitar de la OEL. Como alternativa, el sustrato puede constar de una capa adhesiva y, de esa manera, el OEC que comprende la OEL y la capa adhesiva se pueden unir a toda clase de documentos o de otros artículos o piezas, sin impresión ni otros procesos que entrañen maquinaria y un esfuerzo bastante grande. En particular, en algunas modalidades, el OEC está en forma de papel metálico de transferencia, que se puede unir a un documento o a una pieza en una etapa aparte de transferencia: en casos así, el sustrato lleva un revestimiento de liberación sobre el cual se dispone un OEC tal como el que se ha descrito en la presente memoria. Además, sobre el revestimiento de efecto óptico puede estar presente una capa adhesiva.

La OEL que se describe en la presente es, de preferencia, un revestimiento curado por radiación y puede ser, en particular, una capa de revestimiento curado por radiación en los intervalos visible o de UV, o en ambos a un mismo tiempo, del espectro; de mayor preferencia, en el intervalo de longitudes de onda de 380 nm a 420 nm, donde se consigue, o podría conseguirse, equipo con base en LED para el curado en el UV.

Al sustrato 205 se lo puede seleccionar del grupo consistente en materiales no tejidos, materiales tejidos, metales y materiales de polímeros plásticos, y combinaciones de todos estos. Los materiales no tejidos que se prefieren son papel, cartón y fibra de olefina termosoldada tal como la Tyvek®. Los materiales tejidos que se prefieren son las telas imprimibles por computadora. Los materiales poliméricos plásticos que se prefieren son el polietileno (PE), el polipropileno (PP), en especial el PP orientado en forma biaxial, y el polietileno-tereftalato (PET). Entre los metales figuran, sin limitaciones, los que se utilizan para la preparación de monedas metálicas y los que se utilizan para la preparación de materiales metalizados de polímeros plásticos, tales como hilos metalizados de seguridad. Los sustratos de particular preferencia son los papeles para billete de papel moneda y los sustratos poliméricos de billetes de papel moneda, así como sustratos híbridos, comprendidos capas de papel y polímero o partes o fibras. Al sustrato 205 se lo puede seleccionar, además, a partir de materiales transparentes y de materiales opacos y, además, pueden llevar indicios impresos, revestidos o marcados por láser o perforados por láser. Adicionalmente, el sustrato 205 puede llevar ulteriores revestimientos o capas adicionales (no ilustrados) encima o debajo de la OEL o en la cara opuesta a la OEL. En particular, el sustrato puede llevar una capa de imprimador bajo la OEL que se describe en la presente invención, que sirve para, por ejemplo, realzar la calidad de la imagen producida por orientación de pigmentos y transferida en forma magnética, para favorecer la adhesión y otros procesos similares. Además, el sustrato puede llevar un revestimiento protector sobre la OEL que sirve, por ejemplo, para aumentar la resistencia al desgaste y a la suciedad de esa OEL, para cambiar su brillo óptico, y demás.

El sustrato, la OEL o cualesquiera capas de revestimiento adicionales que se describieran más arriba, o todos estos a un mismo tiempo, también pueden constar, además, de una sustancia marcadora, o de más de una, que se selecciona, de preferencia, del grupo consistente en sustancias luminiscentes en UV/visible/IR; sustancias absorbentes en UV/visible/IR y sustancias magnéticas, y combinaciones de todas estas. Las mencionadas sustancias también pueden servir como ulteriores rasgos de seguridad que permitan la autenticación automática de, por ejemplo, un documento de seguridad, por parte de un aparato de autenticación tal como una máquina procesadora en alta velocidad de billetes de papel moneda.

Cada una de la pluralidad de partículas no esféricas dispersas dentro del material aglutinante tiene reflectividad no isotrópica con respecto a una radiación electromagnética incidente para la cual el material aglutinante es, cuando menos, parcialmente transparente, por lo menos en el estado de endurecimiento. En este texto, la expresión *reflectividad no isotrópica* se refiere a la fracción variante de radiación incidente que una partícula refleja en una dirección de visión, en función de la orientación de la partícula. De ese modo, si al material aglutinante que contiene las partículas reflectantes orientadas, es decir, la OEL, se inclina con respecto a la dirección de visión bajo condiciones dadas de iluminación, la fracción de radiación reflejada de cada una de las partículas puede cambiar en forma individual para cada partícula. En general, las partículas que hay en el material aglutinante pueden ser partículas de pigmento tales como, por ejemplo, partículas de pigmento dentro de un material de revestimiento tal como una tinta.

Las partículas tienen forma no esférica y pueden tener, por ejemplo, forma de elipsoide achatado u oblongo, forma de lámina o ser partículas con forma de aguja, o mezclas de todas estas. De ese modo, aún si la reflectividad intrínseca por unidad de área de superficie (por ejemplo, por μm^2) es uniforme de un extremo al otro de toda la superficie de una partícula así, debido a la forma no esférica de la partícula, la reflectividad es no isotrópica porque la región visible de la partícula depende de la dirección desde la que se mira la partícula.

En algunas modalidades, las partículas pueden constar de un material magnético o magnetizable que permite la utilización de un campo magnético externo para orientar las partículas dentro del material aglutinante de la OEL según el patrón que se desee para la orientación. De ese modo, una partícula magnética permanente se orienta de manera tal que el eje magnético se orienta con la dirección de la línea del campo magnético externo, en el sitio donde está la partícula. A una partícula magnetizable sin un campo magnético permanente intrínseco la orienta el campo magnético externo, de manera tal que la dirección de la dimensión más larga de la partícula (de ahora en adelante también denominada longitud o tamaño de la partícula) se orienta con una línea de campo magnético en el sitio donde está la

partícula.

Para que se las oriente a lo largo de las líneas de campo magnético, las partículas magnéticas o magnetizables deben tener forma no esférica como, por ejemplo, achatada u oblonga. Las partículas magnéticas o magnetizables adecuadas pueden ser de cualquier tipo de pigmento magnético, de preferencia láminas (escamas) o agujas o mezclas de estas. Entre los ejemplos de partículas magnéticas útiles figuran, sin limitación, partículas con forma de lámina (por ejemplo, escamas) o de aguja que constan de material ferromagnético o ferrimagnético, tal como cobalto, hierro o níquel, o una aleación magnética de manganeso, cobalto, hierro o níquel, o un óxido magnético puro o mezclado de cromo, manganeso, cobalto, hierro o níquel, o una mezcla de todos estos. Entre los ejemplos de óxidos magnéticos figuran, sin limitación, los óxidos de hierro puros y mezclados, tales como la hematita (Fe_2O_3), la magnetita acicular (Fe_3O_4), las ferritas magnéticas (MFe_2O_4), las ortoferritas magnéticas (RFeO_3), las hexaferritas magnéticas ($\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$), los granates magnéticos ($\text{R}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$) o similares, donde M es un ion metálico bivalente y R es un ion trivalente del grupo que consta de itrio y las tierras raras; óxido de cobalto (CO_3O_4) y dióxido de cromo (CrO_2).

Las partículas magnéticas o magnetizables adecuadas de máxima preferencia son partículas magnéticas ópticamente variables. En especial, las partículas pueden ser escamas de pigmento ópticamente variable. En algunas modalidades de preferencia, las partículas pueden constar, además de una pila de interferencia Fabry-Perot en película delgada generadora de color que conste de una secuencia de cinco capas absorbidora/ dieléctrica / magnética / dieléctrica / absorbidora o una secuencia de siete capas absorbidora / dieléctrica / reflectora / magnética / reflectora / dieléctrica / absorbidora, tal como la que se describe en las US 4 838 648, EP 686 675 B1, WO 02/73250 A2 o en la WO 03/00801 A2. Las correspondientes tintas y composiciones de revestimiento se dieron a conocer en la WO 2007/131833 A1. Es digno de señalarse que el color de las partículas magnéticas ópticamente variables depende del ángulo de visión con respecto al plano de la escama de pigmento, lo que da por resultado que alrededor de las zonas brillantes de la capa de efecto óptico (OEL) aparezca un margen de color diferente. Por ejemplo, en el caso de escamas de pigmento ópticamente variable desde el verde hacia el azul, que aparecen verdes en un ángulo ortogonal de visión y azul, en ángulo rasante, las zonas brillantes de la OEL aparecen en verde con un margen azul sobre fondo oscuro. El empleo de pigmento magnético ópticamente variable en la OEL de la presente invención realza, de ese modo, el contraste de las zonas brillantes y mejora el impacto visual de la OEL en las aplicaciones de seguridad de documentos y decorativas. La utilización de partículas magnéticas ópticamente variables también agrega un nivel adicional de seguridad a la OEL, porque un tipo así de material se reserva a la industria de la impresión de seguridad y no está comercialmente disponible para el público general. Para el caso de la radiación visible, la presencia de ambos, tanto el movimiento aparente de las zonas como el desplazamiento del color cuando cambia el ángulo de visión, son de fácil verificación a ojo desnudo.

Las partículas dispersas dentro del material aglutinante se orientan de conformidad con un patrón que se extiende una longitud a lo largo de una primera dirección (x) dentro de una superficie extensa de la OEL: por ejemplo, en el caso que se da en la **Figura 2**, esta superficie extensa podría ser la superficie superior de la OEL 202.

La orientación de las partículas no esféricas dentro de la OEL se puede definir tal como se ilustra en las **Figura 3a y Figura 3b**.

La **Figura 3a** muestra en general, una OEL 300 con partículas ejemplares 302 a 305 que representan una pluralidad de partículas dispersas dentro de la OEL 300. En general, las partículas no esféricas están dispersas por todo el volumen de la OEL, en tanto que, para los fines de discurrir sobre su orientación dentro de la OEL, todas las partículas ejemplares 302 a 305 están situadas dentro de una misma (primera) sección transversal 308 de la OEL, definida por un plano virtual 301 tal como se describe con mayor detalle abajo. Puesto que las partículas ejemplares 302 a 305 están ubicadas dentro del plano 301 se intersecan con el plano 301, respectivamente la (primera) sección transversal 308, que, de ese modo, define una forma en sección transversal para cada una de las partículas 302 a 305, cada una de las cuales se representa en forma gráfica con una línea corta que representa su diámetro más largo que aparece dentro de la forma en sección transversal de la partícula. A modo de ejemplo, nada más que para la partícula no esférica 303, la forma en sección transversal de la partícula también se ilustra como elipse, el diámetro mayor de la cual corresponde a la línea corta que representa la partícula 303. La cantidad total de partículas reflectantes no esféricas en la OEL se puede escoger en forma adecuada en función de la aplicación que se deseare; sin embargo, para conformar un patrón que cubra una superficie y genere un efecto visible, por lo general se precisan varios miles de partículas por milímetro cuadrado de superficie de la OEL. La pluralidad de partículas no esféricas que en conjunto producen el efecto óptico puede corresponder a toda, o nada más que a un subconjunto, de la cantidad total de partículas dispersas dentro del material aglutinante. Por ejemplo, las partículas que producen el efecto óptico se pueden combinar con otras partículas que el material aglutinante contuviera, las que pueden ser partículas de pigmento de color convencional o especial.

La OEL, en cuanto objeto físico, en general tiene tres dimensiones Dim_1 , Dim_2 y Dim_3 y su extensión a lo largo de, como mínimo, una dimensión tal como se ilustra en, por ejemplo, la **Figura 3a** su espesor a lo largo de la Dim_2 , típicamente es mucho menor que su extensión a lo largo de la(s) otra(s) dimensión(es) como, por ejemplo, las dimensiones Dim_1 y Dim_3 en la **Figura 3a**. En consecuencia, la extensión de la OEL a lo largo de, como mínimo, una de las dimensiones, por ejemplo a lo largo de la Dim_1 , puede ser predominante. Para los fines prácticos, es decir para crear un efecto óptico que se extienda en toda una longitud significativa, por lo común se selecciona la porción mayor, o las porciones mayores, de superficie como, por ejemplo, las caras, de la OEL, para mostrar el efecto óptico deseado.

De preferencia se selecciona una porción de la superficie o de la cara de la OEL, a la que se extiende en dos de las dimensiones de la OEL, a lo largo de la cual exhibe su extensión mayor. Así, en el ejemplo de la **Figura 3a**, las dimensiones Dim_1 y Dim_3 se extienden por una superficie 306 así de la OEL 300. Esta porción o cara selecta de la superficie se puede designar como superficie extensa 306 de la OEL 300 o, de modo equivalente, del material aglutinante, y se puede elegir una primera dirección x dentro de esta superficie extensa 306, a lo largo de la cual se produce una imagen, que depende del ángulo de visión, que parece moverse, como mínimo, a lo largo de esta primera dirección x y por toda una longitud 307, cuando cambia el ángulo de visión relativo a la primera dirección x . La longitud puede ser la misma, o menor, que la extensión de la OEL a lo largo de la primera dirección. El ángulo de visión cambia, por ejemplo, cuando la superficie extensa 306 de la OEL 300 se inclina con respecto a la línea de visual que hay entre los ojos del observador y la OEL 300, de manera tal que el ángulo (de visión) entre la primera dirección 306 y la línea de visión varía. El efecto se produce por la pluralidad de partículas dispersas dentro de la OEL, tal como se explica con más detalle abajo. De preferencia, la longitud 307 a lo largo de la primera dirección x es de cuando menos, 20 mm, con el objeto de proporcionar un realce del movimiento aparente de la imagen que atraiga la vista, cuando cambia el ángulo de visión.

Las partículas tienen una orientación no aleatoria dentro de la OEL 300, la que forma un patrón de orientación que se extiende por toda una longitud 307 a lo largo de, como mínimo, la primera dirección x que hay dentro de la superficie extensa 306 de la OEL 300. Para expresar la orientación de una partícula se define un plano en sección transversal 301, plano al que cruza de un extremo a otro la primera dirección x dentro de la superficie extensa y una normal NM a la superficie extensa de la capa. En el ejemplo de la **Figura 3a**, esta normal NM está a lo largo de la dimensión Dim_2 de la OEL. De ese modo, el plano 301 define una sección transversal perpendicular 308 a través de la OEL. En la **Figura 3a**, cada una de las partículas ejemplares 302 a 205 están situadas dentro de esta sección transversal 308 y las líneas cortas que representan las partículas representan el respectivo diámetro mayor de las partículas dentro de la forma en sección transversal que tienen dentro del plano 301 que define la sección transversal 308.

La **Figura 3b** ilustra otro ejemplo de OEL 310 con partículas 312 dispersas en esta, que tiene una superficie extensa 313 curva, en particular una cilíndrica, que se extiende a lo largo de una primera dimensión Dim_1 y una tercera dimensión Dim_3 . También en este ejemplo se define un plano al que abarca una primera dirección x dentro de la superficie extensa 313 y una normal NM a la superficie extensa, por ejemplo paralela a la segunda dimensión Dim_2 . En los ejemplos de las **Figuras 3a y 3b**, la primera dirección es a lo largo de la primera dimensión Dim_1 y la respectiva normal NM , a lo largo de la segunda dimensión Dim_2 . De esa manera, el plano define una sección transversal 311 a través de la OEL curva en la que se sitúan las partículas ejemplares 312.

La orientación de una partícula se puede describir, entonces, por medio de un ángulo de elevación θ fácilmente mensurable que se forma entre la primera dirección x y una línea a lo largo de la dimensión más larga de la forma en sección transversal de la partícula dentro del plano 301. Para cada partícula se puede definir una posición P como coordenada a lo largo de la primera dirección de un punto sobre la forma en sección transversal de la partícula. En particular, la coordenada puede corresponder a una proyección perpendicular del punto en la partícula, sobre la mencionada primera dirección. Por ejemplo, el punto en la forma en sección transversal de la partícula se puede tomar como el centro de gravedad de la forma en sección transversal de la partícula o como el punto central de la dimensión más larga de la partícula dentro de la forma en sección transversal o como el punto dentro de la forma en sección transversal que tiene el menor (o el mayor) valor de coordenada a lo largo de la mencionada primera dirección de cualquier punto de la partícula en la forma en sección transversal. Este último caso se ilustra en la **Figura 3a**, donde el respectivo punto que está más a la izquierda de las formas en sección transversal de las partículas 302 y 305 se selecciona para definir la posición P como coordenada correspondiente a lo largo de la primera dirección.

El valor promedio del ángulo de elevación θ (definido tal como se describiera arriba) de las partículas que hay dentro de la pluralidad de partículas cuya posición P (tal como se la definiera arriba) cae dentro de un intervalo centrado en una posición P a lo largo de la primera dirección, define una función $\theta(P)$ de la posición P en, como mínimo, toda una longitud a lo largo de la primera dirección, por ejemplo en la **Figura 3a** por toda la longitud 407. A este ángulo promedio también se lo denomina *promedio local del ángulo de elevación θ* o *promedio local del ángulo* y, de ese modo, se lo toma como promedio de los respectivos ángulos de elevación por sobre toda una población local de partículas situadas en el corte transversal (primero) perpendicular a través de la OEL. De esa manera, el mencionado cálculo del promedio local de los ángulos se lleva a cabo sobre nada más que esas partículas, que se intersectan con la sección transversal (por ejemplo, la sección transversal 308 o 311 en la **Figura 2**) dentro de un intervalo acotado $[P - \delta; P + \delta]$ de longitud 2δ y atribuido como ángulo promedio local a la posición P a lo largo de la sección transversal. Típicamente, la mencionada longitud 2δ se encuentra dentro del intervalo de 50 a 1000 micrómetros. El ángulo del que se ha de extraer el promedio es el ángulo entre una recta a lo largo de la dimensión más larga observada dentro de la correspondiente sección transversal de una partícula no esférica intersectada y la primera dirección x en la posición P .

De conformidad con la presente invención, el ángulo de elevación promedio local de las partículas que están dentro de la pluralidad de partículas no esféricas dispersas dentro del material aglutinante satisface una función $\theta(P)$ correspondiente, que es una función igual a la suma de una primera función $\theta_1(P)$ y una segunda función $\theta_2(P)$. La primera función $\theta_1(P)$ es una primera función que aumenta o disminuye en forma monótona, de la mencionada posición P , y la segunda función $\theta_2(P)$ es una segunda función alternante de la mencionada posición P . En el contexto de la presente, función alternante significa cualquier función que oscile entre valores positivos y negativos en torno de un valor medio de cero.

La **Figura 4** ilustra una vista superior de una OEL que sirve de ejemplo y del correspondiente patrón de orientación de las partículas que hay en esta, de conformidad con una modalidad de la presente invención. La imagen de la OEL se produce por medio de la reflexión de luz incidente en forma ortogonal, por parte de las partículas no esféricas. En este ejemplo, las partículas están en forma de partículas planas con forma de lámina que tienen un espesor mucho menor que la extensión de ellas en las otras dos dimensiones. La primera dirección dentro de la superficie extensa visible de la OEL se indica como la línea que va entre los puntos R_1 y R_2 , y a la variación de la orientación promedio de las partículas con respecto a la primera dirección se la muestra por encima de la línea (a los fines de la ilustración, a las partículas representadas en forma esquemática se las muestra giradas 90 grados alrededor del eje definido por la línea entre R_1 y R_2) y se la vuelve a copiar (en bien de una mejor visibilidad) debajo de la imagen. De ese modo, la orientación de las partículas se muestra en forma de una sección transversal perpendicular de las escamas a lo largo de la línea R_1 - R_2 , tal como la que se obtiene a partir de microfotografías electrónicas de la trinchera pulida de cortes verticales a lo largo de la mencionada línea, similar a las microfotografías de la **Figura 6**. Como las partículas son partículas con forma de lámina, la forma de su sección transversal corresponde, de forma aproximada, a una línea delgada. Sobre la base de esta forma, las partículas tienen su reflectividad máxima (zona de proyección máxima) en una dirección perpendicular a la superficie extensa de ellas y, en consecuencia, en una vista ortogonal, en la imagen de la OEL las zonas brillantes corresponden a partículas cuya orientación coincide aproximadamente con la de la superficie, es decir que tienen un ángulo bajo θ , con respecto a la superficie de la OEL, tal que la luz incidente se vuelve a reflejar de manera considerable en la misma dirección (ortogonal). Las zonas oscuras de la imagen de la OEL corresponden, por una parte, a partículas cuya orientación tiene una inclinación significativa con respecto a la superficie extensa de la OEL, de modo tal que reflejan la luz que cae sobre ellas en un ángulo que se aparta de la dirección ortogonal. Debe señalarse, sin embargo, que la imagen de la **Figura 4** únicamente muestra la imagen de reflexión para la luz que incide en forma ortogonal y un ángulo de visión de 90 grados respecto de la imagen. La **Figura 4** no muestra, ni puede mostrar, la dependencia que el ángulo de visión tiene respecto de la imagen de una OEL y, por eso, el efecto deseado de una imagen móvil, lo que solamente se puede conseguir con una OEL real de conformidad con la presente invención, y no con una mera foto de ella tomada desde un solo ángulo de visión.

La **Figura 5** muestra tres microfotografías electrónicas de secciones transversales de la OEL de la **Figura 4** cortada en sentido perpendicular a su superficie (superior) extensa. En este ejemplo, la OEL se dispone sobre un sustrato y, de ese modo, forma un OEC. Las microfotografías se tomaron en las ubicaciones A, B y C, respectivamente, que en la **Figura 4** se identifican a lo largo de la primera dirección, es decir a lo largo de la línea indicada (R_1 - R_2) y cada una muestra el sustrato (en la parte inferior) cubierto por la OEL que consta de partículas 500 orientadas y con forma de láminas. La orientación promedio de las partículas situadas a lo largo de la primera dirección x dentro de los respectivos intervalos $[P - \delta; P + \delta]$ en las posiciones P se muestra informada para las mencionadas ubicaciones A, B y C de la **Figura 4**, tal como se puede verificar por comparación con las microfotografías correspondientes A, B, y C de la **Figura 5**.

La **Figura 6** representa en forma gráfica el ángulo de elevación promedio local $\theta(P)$ de las partículas de pigmento (*Orientación de las escamas*) distribuidas dentro de los respectivos intervalos $[P - \delta; P + \delta]$ a lo largo de la primera dirección x , es decir la orientación de las escamas de pigmento con respecto al plano de la superficie de la OEL a lo largo de la primera dirección x , es decir a lo largo de la línea (R_1 - R_2) de la **Figura 4** y de la **Figura 5**, en función de sus respectivas posiciones P en la mencionada línea (véase la curva similar a una onda, en negrita). La zona gris que hay alrededor de la curva de $\theta(P)$ ilustra en forma esquemática (no en escala) una desviación estándar σ de la distribución del ángulo $\theta(P)$ de elevación de las escamas, correspondiente a las partículas (escamas) que hay dentro del intervalo $[P - \delta; P + \delta]$. Lo notable es que las escamas o partículas nunca están perfectamente alineadas y su orientación, y por eso su ángulo de elevación, fluctúa en torno de un valor medio, en concordancia con una desviación estándar.

La línea ejemplar de puntos que se ve en la **Figura 6** corresponde a un ángulo promedio de elevación de 10° . Todas las partículas que se hallan en esas posiciones P , donde la línea punteada cruza la función similar a una onda $\theta(P)$ reflejan la radiación electromagnética incidente en la misma dirección, es decir a lo largo de la misma línea de visión en la OEL, en el correspondiente ángulo de visión. En consecuencia, si a la OEL se la mira en un cierto ángulo de visión respecto de su superficie (en la **Figura 4**, tanto la dirección de la luz incidente como la línea de visión son considerablemente verticales respecto de la superficie extensa que se representa de la OEL), donde esas escamas que tienen un ángulo de elevación de alrededor de 10° dentro de la OEL están orientadas de modo tal que la radiación electromagnética incidente que cae sobre la superficie de ellas se refleja a lo largo de una línea de visión en la dirección del observador y la OEL en la posición P de estas partículas, aparece brillante (por ejemplo, en la ubicación B de la **Figura 4**). Por otro lado, aquellas zonas de la OEL cuyas orientaciones promedio de las partículas difieren de manera considerable de 10° , de modo tal que las partículas muestran una reflectividad mucho menor con respecto a la dirección de la radiación incidente y la línea de visión, aparecen más oscuras (por ejemplo, en las ubicaciones A y C de la **Figura 4**). Si el ángulo de visión cambia como, por ejemplo, cuando la OEL y su primera dirección se inclinan respecto de la línea de visión, entonces en la **Figura 6** esto es equivalente a desplazar la línea punteada arriba o abajo respectivamente, hacia un ángulo σ de elevación promedio local más alto o más bajo. En consecuencia, las intersecciones entre la línea punteada y la curva de $\theta(P)$ también se desplazan hacia una ubicación P diferente a lo largo de la primera dirección y, como consecuencia, el patrón de zonas brillantes y oscuras en la superficie extensa de la OEL también parece desplazarse a lo largo de la primera dirección x . En particular, cuando la línea punteada llega a un punto en el que se interseca con un máximo local o un mínimo local de $\theta(P)$ y a la OEL se la ladea más,

entonces la zona brillante que corresponde al máximo, o al mínimo, local desaparece. De manera análoga, se produce una nueva zona brillante cuando, al ladearse la OEL, la línea punteada que se desplaza se acerca a un máximo local desde arriba o, respectivamente, a un mínimo local desde abajo, y, de ese modo, establece una nueva intersección en una Posición P en la que no hubo intersección antes.

- 5 Otra curva más (recta) que se muestra en la **Figura 6** representa una modalidad ejemplar de una primera función $\theta_1(P)$ que disminuye en forma monótona a lo largo de la longitud (es decir, el intervalo de posiciones desde o hasta 25 mm en este ejemplo), a partir de un valor máximo $\theta_{1,\text{máx}}$ de alrededor de 35° hasta un valor mínimo $\theta_{1,\text{mín}}$ de alrededor de -35° y, de ese modo, cubre un intervalo de valores distintos de cero, en este ejemplo de 70° . De preferencia, la diferencia entre el valor máximo $\theta_{1,\text{máx}}$ y el valor mínimo $\theta_{1,\text{mín}}$ es de, como mínimo, 30° , es decir, los valores de la
- 10 mencionada primera función $\theta_1(P)$ que crece o disminuye monótonamente cubren una diferencia de, como mínimo, 30 grados en toda esa longitud. También son posibles otras selecciones de la primera función, las que pueden ser lineales o no serlo en toda una longitud que va lo largo de la primera dirección.

- La segunda función $\theta_2(P)$ (que no se representa en la **Figura 6**) es, entonces, igual a la diferencia entre las funciones $\theta_2(P) = \theta(P) - \theta_1(P)$. Es una función alternante, es decir que oscila entre valores positivos y negativos en torno de un
- 15 valor medio de cero. De preferencia su amplitud es la mitad, o menos, que el intervalo cubierto por los valores de la primera función $\theta_1(P)$. Así, a la segunda función $\theta_2(P)$ se la puede interpretar como modulación de la primera función $\theta_1(P)$. En consecuencia, a la primera función se la puede considerar un componente principal y a la segunda función, un componente auxiliar de la función $\theta(P) = \theta_1(P) + \theta_2(P)$.

- El principal componente $\theta_1(P)$ determina de modo considerable el ángulo local de elevación promedio de las partículas sobre la longitud que hay a lo largo de la primera dirección, en tanto que el componente auxiliar alternante causa una modulación del ángulo local promedio de elevación de las partículas determinado por el componente principal. Una vez más, con referencia a las **Figuras 4 y 5**, las partículas que hay en la región A apuntan su cara hacia arriba y la izquierda; las partículas en la región B apuntan su cara hacia arriba y las partículas en la región C apuntan su cara hacia arriba y la derecha. El componente principal puede aumentar o disminuir en forma monótona por sobre la
- 25 longitud, a lo largo de la primera dirección. En especial, el componente principal puede ser una función lineal $\theta_1(P) = aP+b$, correspondiente al gradiente lineal de una línea de campo magnético de forma parabólica, de un imán bipolar (DM), tal como en la **Figura 1**. El componente principal también puede seguir una función más compleja de la posición P por sobre la longitud que va a lo largo de la primera dirección x como, por ejemplo, en la línea (R₁-R₂) en los ejemplos que se dieron arriba.

- La función alternante que actúa como componente auxiliar puede ser, o bien una función periódica $\theta_2(P+K) = \theta_2(P)$ de período K, tal como una función seno o bien, una función más general, no periódica. En particular, en algunas modalidades, la segunda función tiene una amplitud lo suficientemente grande como para hacer que la suma $\theta(P)$ de la primera función $\theta_1(P)$ y la segunda función $\theta_2(p)$ sea una función no monótona cuya derivada primera cambia de signo dos veces, como mínimo, en toda la longitud que hay a lo largo de la primera dirección. De preferencia, la
- 35 amplitud del componente auxiliar, es decir la modulación del ángulo local promedio de elevación de las partículas que causa la excursión positiva o negativa del mencionado ángulo a partir del ángulo promedio de elevación de las partículas, está en el intervalo de 5° a 30° ; de mayor preferencia en el intervalo de 10° a 20° , correspondiente a un intervalo de valores para el primer componente de, como mínimo, el doble de elevado. De esa manera, la altura de un *bache* de la **Figura 5** entre un mínimo y un máximo siguiente de θ (o viceversa) corresponde entonces, en forma
- 40 aproximada, al doble de la modulación, es decir, de preferencia de 10° a 60° ; de mayor preferencia en el intervalo de 20° a 40° , que es menos que el intervalo de valores que va de -35° a $+35^\circ$, es decir, un total de 70° , cubiertos por el componente principal. De esa manera, el componente principal puede predominar a pesar de la variación del componente auxiliar. En general, el predominio (en términos de amplitud) del componente principal por sobre el componente auxiliar es lo deseable para conseguir que el efecto óptico deseado brinde una imagen que parece moverse de una manera que atraiga la mirada a lo largo de la longitud, según varía al ángulo de visión.
- 45

- En algunas modalidades, el patrón de orientación también se extiende a lo largo de una segunda dirección y dentro de la superficie extensa de la OEL, respectivamente el material aglutinante, siendo la segunda dirección y diferente de la primera dirección x. Entonces, en una segunda sección transversal de la mencionada OEL que sea considerablemente perpendicular a la mencionada superficie extensa y que vaya a lo largo de la segunda dirección y,
- 50 el ángulo local promedio entre (i) una recta que va a lo largo de una dimensión observada más larga dentro de la correspondiente forma en sección transversal de esas partículas no esféricas que se intersecan con la mencionada segunda sección transversal; y (ii) la mencionada segunda dirección y varía de conformidad con una tercera función (θ_3) de una posición a lo largo de la mencionada segunda dirección y. De ese modo, la tercera función se define de manera similar a las primera y segunda funciones θ_1 y θ_2 , sin embargo, a lo largo de la diferente dirección y. En particular, en algunas modalidades, esta tercera función θ_3 puede ser una función alternante de la mencionada posición a lo largo de la mencionada dirección y.
- 55

- En modalidades adicionales, el mencionado ángulo local promedio a lo largo de la segunda dirección y puede variar de conformidad con una cuarta función θ_4 de una posición a lo largo de la mencionada segunda dirección y. Esta cuarta función θ_4 es la suma de una función que es igual a la mencionada primera función θ_1 de la mencionada posición, pero a lo largo de la mencionada segunda dirección y (y no como la primera función misma, a lo largo de la primera dirección x) y una quinta función alternante θ_5 de la mencionada posición a lo largo de la mencionada segunda
- 60

dirección y. De ese modo, la imagen que producen las partículas no esféricas orientadas en la superficie extensa del efecto óptico de la OEL muestra una estructura no solo a lo largo de la primera dirección sino, como mínimo, a lo largo de la segunda dirección y.

En una modalidad particular, la función $\theta(P)$ muestra, en lo sustancial, una simetría de rotación respecto de las rotaciones de la primera dirección dentro de la mencionada superficie extensa del material aglutinante y alrededor de un punto particular en la superficie extensa mediante un ángulo de rotación, por lo menos para ángulos selectos de rotación. En otras palabras, si a la primera dirección se la rota dentro de la superficie extensa de la OEL mediante un ángulo de rotación para el cual tenga lugar esa simetría de rotación, entonces la función $\theta(P)$ no se altera por esta rotación. En consecuencia, el efecto óptico definido a través de la función $\theta(P)$ también permanece sin cambios bajo tal rotación.

Por ejemplo, en algunas modalidades tanto la primera función $\theta_1(P)$ como la segunda función $\theta_2(x)$ son invariantes con respecto a las rotaciones de la primera dirección dentro de la superficie extensa de la OEL, entonces, también la función suma $\theta(P)$ muestra esta invariancia. En consecuencia, la OEL así obtenida no tiene una dirección preferida sino que, en cambio, muestra el mismo efecto óptico a lo largo de cualquier dirección para un ángulo dado de visión y dirección de radiación incidente respecto de la superficie extensa de la OEL.

En aún otras modalidades particularmente preferidas, solamente uno del componente principal y el auxiliar muestran esta simetría rotacional con respecto a las rotaciones de la primera dirección, al menos para ángulos de rotación seleccionados.

En modalidades particulares de la OEL se utiliza una porción pequeña de elementos de imagen, ortogonales a la mencionada primera dirección para realizar en forma práctica un elemento de seguridad. Los mencionados elementos de imagen tienen la propiedad de *aparecer* y *desaparecer* en función del ángulo de visión, tal como se describiera arriba, y se los puede utilizar para realizar en forma práctica una *imagen latente* en un documento, es decir, una imagen que solamente es visible bajo determinados ángulos de visión y que, por consiguiente, es difícil de copiar.

En otra modalidad particular adicional de la OEL está(n) ausente(s), u oculta(s) una porción, o porciones, de elementos de imagen ortogonales a la mencionada primera dirección, lo que da por resultado la *aparición por encendido - apagado* de aquellos elementos de imagen que están presentes, en vez de en una aparición con movimiento dinámico, de los elementos de imagen del revestimiento con efecto óptico OEC con el cambio de ángulo de visión. Esto típicamente se puede conseguir con un OEC discontinuo constituido por varios elementos de la OEL.

La **Figura 7** ilustra una imagen ejemplar de una OEL acorde con la presente invención, en ocho ángulos diferentes de inclinación a lo largo de la mencionada primera dirección. Un borde grande denota el costado de la imagen, que está próxima al observador; un borde pequeño denota el costado de la imagen que está alejado del observador. En otras palabras, la posición del observador en el caso de la **Figura 7a** es en el lado superior de la OEL, en tanto que está en el lado inferior, en el caso de la **Figura 7h**. Los ángulos correspondientes de inclinación, es decir los ángulos de visión respecto de la superficie de la OEL, son tal como sigue: **Figura 7a**: -60°; **Figura 7b**: -45°; **Figura 7c**: -30°; **Figura 7d**: -15°; **Figura 7e**: +15°; **Figura 7f**: +30°; **Figura 7g**: +45°; **Figura 7h**: +60°. La progresión o regresión llamativa, no fotocopiable y evidente de elementos de imagen percibida claros y oscuros se hace de inmediato evidente al ojo desnudo cuando se inclina la OEL.

Por último, en algunas modalidades la OEL puede constar de, además de la mencionada pluralidad de partículas no esféricas, como mínimo una de las siguientes: partículas magnéticas en las que no hay cambio del color; partículas magnéticas incoloras; partículas no magnéticas en las que hay cambio del color; partículas no magnéticas en las que no hay cambio del color y partículas no magnéticas incoloras. De ese modo, se pueden conferir o alterar más propiedades a la OEL tales como, por ejemplo, su color o su cambio del color con el ángulo de visión, o ambas propiedades a la vez, juntamente con el efecto óptico dinámico arriba descrito. En particular, esas partículas adicionales pueden ser partículas de pigmento.

II. Dispositivo de orientación

La presente invención también describe un dispositivo para orientar partículas magnéticas o magnetizables dispersas dentro de un material aglutinante. De ese modo, al dispositivo se lo puede utilizar para producir una OEL tal como se describiera arriba, en los casos en que las partículas sean magnéticas o magnetizables.

El dispositivo consta de una disposición de un imán, o de más de uno que consta de una plancha magnética magnetizada y que está configurado de modo tal de producir un campo magnético combinado. El campo magnético combinado consta de un primer componente de campo magnético y un segundo componente de campo magnético. El primer componente de campo magnético es considerablemente similar a un campo bipolar magnético y tiene su dirección Norte-Sur alineada de manera considerablemente paralela a la mencionada plancha magnética magnetizada. El segundo componente de campo magnético consta de una superposición de campos magnéticos individuales locales similares a bipolos y, por eso, corresponde a una alteración de los polos magnéticos Norte y Sur a lo largo de una primera dirección considerablemente paralela a la mencionada dirección Norte-Sur. El primer componente de campo magnético y el segundo componente de campo magnético se superponen en, por lo menos, una región adyacente a una superficie extensa de la mencionada plancha magnética magnetizada, es decir, en una

región en la vecindad de la superficie de la plancha magnética magnetizada con la que la plancha forma un confín. Esta región define una región de orientación en la que se ha de colocar la OEL para orientar partículas magnéticas o magnetizables no esféricas que tienen reflectividad no isotrópica y se hallan dispersas dentro de esa región. En esta región de orientación, las líneas de campo del campo magnético de la disposición de imanes tienen una forma deseada que va acorde con la orientación buscada para las partículas que se especificara arriba.

Debido a que las partículas magnéticas o magnetizables que hay dentro del material aglutinante, cuando este se halla en estado fluido y las partículas son giratorias dentro de ese material, se alinean a lo largo de las líneas de campo del modo que se describiera arriba, la orientación respectiva que se logra de la partículas (es decir, el eje magnético de las partículas, en el caso de las partículas magnéticas, o el diámetro mayor, en el caso de las partículas magnetizables) coincide, por lo menos en promedio, con la dirección local de las líneas de campo magnético en las posiciones de las partículas. De este modo, el dispositivo es apto para producir una OEL que va de conformidad con el primer aspecto de la presente invención.

En un primer conjunto de modalidades principales que se describen más abajo en la presente, la disposición de un imán, o de más de uno consta de un imán, o más de uno (de ahora en adelante denominados *primer(os) imán/imanes*), configurado(s) para producir el primer componente de campo magnético, y una plancha magnética magnetizada MP configurada para producir el segundo componente de campo magnético. De ese modo, en el primer conjunto de modalidades principales, los dos componentes de campo magnético se generan por separado, es decir mediante imanes separados.

En alguna de las modalidades, los primeros imanes constan de un imán bipolar DM que se configura de modo tal que su eje magnético, definido por la línea que conecta sus polos magnéticos Norte y Sur, se alinea en forma considerablemente paralela con la primera dirección o con una tangente a esa dirección. Las **Figuras 1a y 1b** muestran ejemplos de una configuración así, en la que el imán bipolar DM que se muestra representa el primer imán. Se señala que en las **Figuras 1a y 1b**, que se relacionan con la tecnología anterior, falta la plancha magnética que genera el segundo componente de campo magnético.

Además, cuando menos uno de los primeros imanes se puede montar de modo tal que se lo pueda rotar en un plano considerablemente paralelo al plano de la mencionada plancha magnética magnetizada MP. De ese modo se puede generar un componente efectivo de campo magnético correspondiente a la primera función, para mostrar, por lo menos con cierto grado de aproximación, una simetría de rotación. Además, la plancha magnética puede ser giratoria, es decir, en combinación con los primeros imanes alrededor del mismo eje, de modo tal que se pueda generar un campo magnético efectivo mediante la rotación de la disposición de imanes, que es simétrica en sentido de rotación, al menos a lo largo de un intervalo de ángulos de rotación, generando de esta forma una simetría rotacional correspondiente dentro de la OEL cuyas partículas magnéticas o magnetizables no esféricas se orientan de ese modo durante la rotación de la disposición de los imanes.

En particular, si la rotación se produce alrededor de un giro completo de 360 grados o más se produce un campo magnético promediado en sentido circular, para la producción de una OEL que no tiene una dirección preferida, pero muestra el efecto óptico de la presente invención a lo largo de cualquier dirección, bajo un eje arbitrario de inclinación en el plano de la OEL.

La plancha magnética magnetizada MP puede tener una primera superficie y una segunda extensa opuesta, donde la primera superficie está situada más cerca de la región de orientación que la segunda superficie extensa, y una magnetización multipolar que, como mínimo, va de un extremo al otro de su primera superficie. En particular, esta magnetización multipolar de la plancha magnética MP puede ser una magnetización multipolar bidimensional alternada.

Al hacerse la comparación con la descripción de arriba de la OEL, se reconoce que el único primer imán, o los primeros imanes, es (son) responsables por la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables dentro de la OEL, de conformidad con el componente principal θ_1 de la función θ de orientación. La plancha magnética magnetizada MP es responsable por la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables dentro de la OEL, de conformidad con el componente auxiliar θ_2 de la función de orientación. En consecuencia, los primeros imanes son responsables por la generación del efecto básico de una imagen móvil que depende del ángulo de visión, en tanto que la plancha magnética magnetizada MP es responsable por la generación de modulaciones del componente principal, las que, además, son necesarias para lograr el efecto óptico mejorado que proporciona la presente invención.

Ahora se explica una modalidad ejemplar de un dispositivo que obedece al primer conjunto de modalidades principales, con referencia a la **Figura 8**. En este ejemplo, una plancha magnética MP tiene una magnetización multipolar de polos alternantes Norte y Sur, por lo menos de un extremo al otro de la superficie superior de la plancha. Un imán bipolar DM se dispone por debajo de la superficie inferior de la mencionada plancha magnética MP, con su dirección D_1 Norte-Sur considerablemente paralela al plano de la mencionada plancha magnética MP. Un medio de sostén, en forma de plancha de sostén SP se puede proporcionar sobre la parte superior de la plancha magnética, de preferencia en forma considerablemente paralela a esa plancha. Además, la superficie superior de la plancha de sostén se puede ubicar a una distancia d de la plancha magnética MP, en función de la forma de las líneas de campo magnético, de modo tal que la forma buscada de las líneas de campo tiene lugar en la región de orientación que está por encima de la

superficie superior del medio de sostén. Típicamente, esta distancia d está en el intervalo comprendido entre 0.1 y 5 milímetros. En una modalidad de preferencia, el espesor de la plancha de sostén SP es igual a la mencionada distancia d , lo que permite un armado sólido, en lo mecánico, del dispositivo, sin vacíos intermedios. La plancha de sostén SP puede ser un material no magnético o uno magnético.

- 5 Cuando una capa del material aglutinante no endurecido y que contiene las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas dispersas dentro de aquel material se coloca sobre la plancha de sostén por encima de la disposición de imanes, las partículas magnéticas o magnetizables que hay dentro de la capa (fluida) se orientan para alinearse con las líneas de campo del campo magnético combinado del imán bipolar DM y la plancha magnética MP en las ubicaciones de las partículas.
- 10 La mencionada magnetización multipolar de la mencionada plancha magnética MP puede ser cualquier alternancia tipo franja de polos magnéticos Norte y Sur, tal como un patrón regular lineal de franjas en una dirección determinada D_1 , un patrón de franjas lineales irregulares (**Figura 9a**) o un patrón de franjas curvas (**Figura 9b**) o un patrón de franjas de forma arbitraria. La magnetización alternante multipolar de la plancha magnética MP puede ser, además, un patrón circular (**Figura 9c**), un patrón elíptico o, de modo más general, cualquier patrón de circuito cerrado.
- 15 La magnetización multipolar puede estar presente, además, tan solo en una sola superficie (por ejemplo, la superior) de la plancha magnética MP o puede recorrer todo el espesor de la plancha, apareciendo con igual intensidad sobre ambas superficies extensas opuestas (por ejemplo, la superior y la inferior) de la plancha.

La dirección Norte-Sur D_1 del imán bipolar DM se puede elegir de conformidad con las exigencias de diseño y lo notable es que define la primera dirección x , a lo largo de la cual la OEL producida exhibe el movimiento aparente de elementos de imagen percibido con ángulo cambiante de visión como, por ejemplo, cuando se hace la inclinación en torno de un eje ortogonal a la mencionada primera dirección x .

- 25 Se explica una modalidad ejemplar alternativa del dispositivo, con referencia a la **Figura 10**. La plancha magnética MP que se describe en la presente invención tiene una magnetización multipolar bidimensional, que puede ser cualquier alternancia que cubre una superficie de polos magnéticos Norte y Sur, tal como un patrón cuadrado (**Figura 11a**), un patrón rectangular, un patrón triangular (**Figura 11b**), un patrón derivado de una simetría hexagonal (**Figura 11c**) o cualquier embaldosado arbitrario regular o irregular de una superficie con polos magnéticos N/S alternantes. Caso contrario, esta modalidad es similar a la de la **Figura 9**.

- 30 Aún otra modalidad alternativa ejemplar del dispositivo se explica con referencia a la **Figura 12**. La plancha magnética MP según la presente se realiza en forma práctica como combinación de una primera y una segunda planchas magnéticas superpuestas MP_1 y MP_2 , respectivamente, donde la primera plancha magnética MP_1 tiene una magnetización multipolar unidimensional con polaridad magnética alternante a lo largo de una primera dirección D_2 , que puede ser igual a la dirección D_1 del eje magnético neto entre los polos Norte y Sur efectivos de los primeros imanes (por ejemplo, del imán bipolar DM) en el plano de la mencionada primera plancha magnética y la mencionada segunda plancha magnética MP_2 tiene una magnetización multipolar unidimensional con polaridad magnética alternante a lo largo de una segunda dirección D_3 en el plano de la mencionada segunda plancha magnética y las mencionada primera y mencionada segunda planchas se disponen en posición considerablemente paralela entre ellas.
- 35

El ángulo de rotación alfa α entre la dirección D_2 de polaridad magnética alternante de la mencionada primera plancha MP_1 y la dirección D_3 de polaridad magnética alternante de la mencionada segunda plancha MP_2 no es restringido y puede corresponder a las necesidades particulares de diseño.

- 40 Las mencionadas primera y segunda planchas magnéticas MP_1 y MP_2 se disponen una respecto de la otra de una manera tal que la primera plancha MP_1 se dispone con su superficie extensa muy ajustada o a cierta distancia como, por ejemplo, apartada por un separador, sobre la superficie extensa de la segunda plancha MP_2 , de modo tal que los campos magnéticos de ambas planchas desplieguen una acción combinada en la ubicación de la OEL.

- 45 En general, en algunas modalidades, la mencionada plancha magnética MP también se puede instrumentar como combinación de dos, o más, planchas magnéticas MP_1 , MP_2 ,..., MP_i que tienen magnetizaciones individuales multipolares unidimensionales o bidimensionales, con polaridad magnética alterna de un extremo a otro de, como mínimo, una superficie extensa de las mencionadas planchas magnéticas. La mencionada magnetización multipolar unidimensional de la mencionada primera y la mencionada segunda planchas MP_1 , MP_2 ,..., MP_i puede ser, una vez más, cualquier alternancia tipo franja de polos magnéticos Norte y Sur, tal como un patrón regular lineal de franjas, un patrón de franjas lineales irregulares (**Figura 9a**) o un patrón de franjas curvas (**Figura 9b**) o un patrón de franjas de forma arbitraria o, más aún, pueden ser patrones circulares (**Figura 9c**), patrones elípticos, o de modo más general, cualesquiera patrones de circuito cerrado. La magnetización multipolar que se necesita puede estar presente, además, solo en una sola cara (por ejemplo, la superior) de las mencionadas planchas magnéticas MP, MP_1 , MP_2 ,..., MP_i o puede recorrer todo el espesor de las planchas MP, MP_1 , MP_2 ,..., MP_i , apareciendo con igual intensidad sobre la superficie superior, así como sobre la superficie inferior, de las planchas MP, MP_1 , MP_2 ,..., MP_i .
- 55

Al imán bipolar DM se lo puede orientar de manera tal que su dirección Norte-Sur D_1 , que define la mencionada primera dirección x de la OEL, sea considerablemente paralela al plano de la mencionada plancha magnética MP o a las mencionadas planchas magnéticas combinadas MP_1 , MP_2 ,..., MP_i . A su vez, las planchas magnéticas individuales

MP1, MP2,..., MPi pueden ser considerablemente paralelas entre sí.

En un segundo conjunto de modalidades principales del dispositivo que responde al presente invento, que se describe abajo con referencia a las **Figuras 13, 14 y 15**, la disposición de imanes de un imán, o de más de uno, consta de una plancha magnética magnetizada MP que contiene una pluralidad de elementos individuales de imán ME configurados para producir, juntos, el primer componente de campo magnético, así como para generar una superposición de campos magnéticos individuales parecidos a bipolos en carácter de segundo componente de campo magnético. De este modo, en el segundo conjunto de modalidades principales, los dos componentes de campo magnético se generan juntos, es decir, los generan los mismos imanes.

La plancha magnética magnetizada MP contiene, o consiste en, una pluralidad de elementos individuales de imán que se disponen dentro de la plancha magnética MP, a lo largo de, como mínimo, una dirección dentro de la plancha magnética, y esta dirección es considerablemente paralela a la mencionada primera dirección y tiene sus ejes magnéticos, es decir, sus direcciones Norte-Sur, considerablemente en el plano de la plancha magnética y están separados de sus respectivos elementos vecinos de imán por espacios. Los espacios generan una superposición de campos magnéticos locales individuales parecidos a bipolos, correspondientes a una alternancia de polos magnéticos Norte y Sur a lo largo de una primera dirección D_1 , en carácter de segundo campo magnético alternante. Los elementos magnéticos juntos también producen el mencionado primer componente de campo magnético monótono a lo largo de la mencionada primera dirección, lo que entraña que los ejes magnéticos de los componentes no están orientados al azar en el plano de la plancha magnética, sino que están orientados de modo de producir conjuntamente el campo magnético total de la plancha.

En una variante de preferencia, los imanes individuales también están dispuestos dentro de la plancha magnética magnetizada MP, a lo largo de una segunda dirección dentro de la plancha magnética magnetizada MP. La segunda dirección es diferente de la primera dirección y es tal que, también a lo largo de la segunda dirección, cada imán individual está separado de sus respectivos imanes individuales vecinos por un espacio y los imanes individuales tienen sus ejes magnéticos orientados de modo de producir el campo magnético total de la plancha. En algunas modalidades, esta disposición muestra una analogía con un *tablero de ajedrez*, en el que solamente los campos negros (o, como alternativa, los blancos) llevan los elementos magnéticos, en tanto que los campos blancos (respectivamente, los campos negros) representan los espacios.

Con la salvedad de estas diferencias, las modalidades del segundo conjunto de modalidades principales son similares al primer conjunto de modalidades principales y, en consecuencia, las respectivas porciones de la descripción relativa al primer conjunto de modalidades principales que no se basen de modo estricto sobre estas diferencias, también se aplican al segundo conjunto de modalidades principales.

Ahora se describe con más detalle un ejemplo del segundo conjunto de modalidades principales, con referencia a las **Figuras 13, 14 y 15**.

La **Figura 13** muestra un dispositivo en el que la plancha magnética MP misma se dispone de modo tal de asumir, además, la función del imán bipolar DM. En una modalidad así, varios elementos de imán ME que, de preferencia, tienen magnetismo permanente, constituyen el plano de la mencionada plancha magnética MP y están dispuestos y fijados de modo tal de i) dar por resultado intersticios (huecos magnéticos) entre polos magnéticos alternantes Norte y Sur, y para ii) dar por resultado un campo total neto bipolar de la plancha magnética en una dirección D_1 que es considerablemente paralela al plano de la mencionada plancha magnética MP. Los mencionados intersticios (huecos magnéticos) pueden ser espacios vacíos. Los elementos de imán ME pueden estar fijados sobre una plancha base no magnética. Como alternativa, los mencionados intersticios (huecos magnéticos) pueden estar llenos con material no magnético. En ambos casos, esto tiene la ventaja de dar por resultado una construcción más sólida en lo mecánico. De preferencia, la proporción matemática entre el tamaño del hueco y el tamaño del elemento de imán ME es de, como mínimo, 0.1.

La **Figura 14** representa, en forma esquemática, una sección longitudinal a través de una modalidad ejemplar de una plancha magnética así, en la que se identifican los polos Norte y los Polos Sur.

La **Figura 15** muestra el correspondiente campo magnético calculado. En la ubicación de una zona tridimensional dibujada en forma esquemática, aquí realizada en forma práctica por una plancha opcional de sostén SP, el ángulo de elevación de las líneas de campo magnético con respecto al plano de la plancha de sostén SP y a lo largo de la sección representada de la plancha de sostén SP, es la suma de una primera función θ_1 tal como se la describe arriba, que puede ser decreciente en forma monótona, como componente principal (es decir, el efecto del campo bipolar macroscópico a lo largo de la dirección D_1) y una función alternante θ_2 como componente auxiliar (es decir el efecto de los huecos magnéticos), lo que refleja así las condiciones que se describiera arriba con referencia a, y representado en, la **Figura 6**.

Las explicaciones siguientes son, una vez más, aplicables en general y por eso no son específicas para la primera o segunda modalidades principales:

La plancha magnética MP, respectivamente las planchas magnéticas combinadas MP1, MP2,..., MPi están, de preferencia, más extendidas que la OEL que se ha de producir, con el objeto de evitar efectos de borde debidos a la

desviación de los campos magnéticos en los bordes de la plancha.

Cualquiera de los imanes de la disposición de imanes, comprendidos la mencionada plancha magnética MP; respectivamente en el caso del primer conjunto de modalidades principales, las mencionadas planchas magnéticas combinadas MP1, MP2,..., MPi, así como cualquiera de los primeros imanes como, por ejemplo, el mencionado imán bipolar DM, además pueden constar de un imán permanente, un electroimán o una combinación de estos. Los imanes permanentes tienen la ventaja de campos magnéticos fijos, lo que permite el armado y el ajuste del dispositivo de orientación en la manera uno sirve para todos, para facilitar el uso. Los electroimanes presentan la ventaja de permitir campos magnéticos variables y la inversión de la polaridad, lo que es útil en una operación más flexible, donde se debe obtener más de un revestimiento para efecto diferente, utilizándose el mismo dispositivo. De ese modo, para dar pie a una operación flexible, un imán, o varios de los imanes del dispositivo, se puede(n) realizar prácticamente como electroimanes. Los electroimanes se realizan en forma práctica como horquillas de hierro que tienen la forma requerida y polos magnéticos y llevan los arrollamientos apropiados de alambre, por lo usual de cobre aislado o alambre de aluminio (*alambre de imán*), donde se puede lanzar una corriente eléctrica para producir un correspondiente campo magnético.

Por ejemplo, en las modalidades de las **Figuras 16, 17 y 18**, o bien la plancha magnética MP o bien el imán bipolar DM o, todavía, un imán vertical VM adicional o cualquier combinación de estos, se puede representar en forma práctica como electroimanes para permitir campos magnéticos variables (véase **Figura 16**). La **Figura 17 y la Figura 18** ilustran en forma esquemática modalidades ejemplificadoras de horquillas de hierro con polos magnéticos y arrollamientos de alambre para una plancha magnética multipolar de una dimensión y una plancha magnética multipolar de dos dimensiones, respectivamente. Aún más, es posible realizar en forma práctica dispositivos para campos magnéticos variables todavía más diferenciados, en los que cada polo del yugo de hierro se proporciona con su propio arrollamiento individual. En el caso de imanes permanentes se puede emplear cualquier clase de material magnético permanente para realizar en forma práctica los imanes como, por ejemplo, en modalidades relacionadas que se describieran arriba, las planchas magnéticas MP, MP1, MP2, ..., MPi y el imán bipolar DM. Los imanes permanentes pueden ser, por ejemplo, de Alnico, hexaferrita de bario o de estroncio, aleaciones de cobalto; o aleaciones raras térreas-hierro, tales como la aleación de neodimio-hierro-boro. De particular preferencia son, sin embargo, los materiales compuestos magnéticos fácilmente maleables, que constan de un relleno magnético permanente, tal como hexaferrita de estroncio ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) o polvo de neodimio-hierro-boro ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$), en una matriz de tipo de plástico o de caucho. A tales materiales se los describió en la tecnología como Plastoferitas.

La plancha magnética MP, respectivamente las planchas magnéticas combinadas MP1, MP2,..., MPi pueden además llevar relieve, grabados o recortes de superficie sobre sus respectivas superficies, con lo que causan una modulación adicional del primer componente de imán como, por ejemplo, del imán bipolar DM en algunas modalidades, que tiene un efecto de la imagen proporcionada por la OEL que se ha de producir y que, adicional y simultáneamente, permite transferir indicios gráficos dentro de la OEL, como se muestra en el Ejemplo 2 que se describe abajo y en la **Figura 19**.

Como principio general, para todas las modalidades de la presente invención, la distancia d entre la ubicación de la OEL, por ejemplo la ubicación de la zona bidimensional, y la disposición de imanes se elige, de preferencia, de modo tal de obtener un equilibrio adecuado del primer componente de campo magnético, correspondiente a la primera función θ_1 y la modulación alternante debida al segundo componente de campo magnético correspondiente a la segunda función $\theta_2(x)$. Por un lado, para una distancia d pequeña, el componente alternante de segundo campo magnético puede predominar y el primer componente macroscópico de campo magnético ser bastante despreciable por comparación. Por otro lado, para una distancia d grande, el componente alternante de segundo campo magnético puede volverse despreciable y el primer componente macroscópico de campo magnético puede predominar (lo que brinda un efecto similar a un efecto puro de *barra rodante*). De ese modo, en modalidades de preferencia de la presente invención, se elige una distancia d , en la que tanto el primer como el segundo componentes de campo magnético están presentes en fuerzas adecuadas en la posición de la OEL cuando las partículas están orientadas, con el objeto de lograr un efecto óptico optimizado deseado de la OEL.

Por razones similares, de preferencia la proporción matemática entre (i) la longitud de la plancha magnética magnetizada MP medida a lo largo de una dirección que es paralela a la mencionada primera dirección y (ii) la mencionada distancia d , supera un valor de 5.0.

Además, el dispositivo puede constar de un medio de sostén que tiene una superficie para sostener el material aglutinante durante la orientación de las partículas magnéticas o magnetizables que tiene en su seno, de modo tal que la región de orientación se define como el espacio adyacente a una superficie del medio de sostén. En particular, el sostén puede ser una plancha o unidad rotatoria de un aparato de impresión. Como alternativa, el medio de sostén puede ser un componente aparte del dispositivo, tal como una plancha separada para llevar la OEL dentro de la región de orientación o en la vecindad de esta región. En una variante más, el medio de sostén puede constar de un componente para generar un colchón de aire que sostiene la OEL dentro de la región de orientación. En una variante de la presente invención, la plancha de sostén SP consta de un material magnético, en particular un material con magnetismo permanente; de preferencia, un compuesto magnético fácilmente maleable, un material del tipo plastoferita, que consta de un relleno magnético permanente tal como hexaferrita de estroncio ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) o polvo de neodimio-hierro-boro ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$) en una matriz de tipo plástico o tipo caucho. En especial, en una modalidad de

preferencia de esta variante, la plancha de sostén SP de material magnético puede estar magnetizada de manera permanente y puede llevar indicios en la forma de relieve, grabados o recortes, en la superficie. Al igual que en el caso de la plancha magnética magnetizada que lleva indicios (tal como se describe arriba), esta modalidad adicional y simultáneamente permite transferir indicios gráficos al interior de la OEL, como se muestra en el Ejemplo 2 que se describe abajo y en la **Figura 19**.

En algunas modalidades de preferencia del dispositivo, a la disposición de imanes se la puede configurar, en general, como componente de un aparato de impresión. En particular, a la disposición de imanes se la puede configurar como inserción que se adapta para que se la inserte dentro de un nicho que hay en el interior de una plancha o una unidad rotatoria de un aparato de impresión. Entonces, a la región de orientación se la puede definir, por lo menos parcialmente, como el espacio adyacente a la superficie exterior de la plancha o de la unidad rotatoria o se la puede definir como una región a una distancia dada de la mencionada superficie. En algunas modalidades específicas, la disposición de imanes está especialmente adaptada para que se la inserte en el nicho de la plancha o de la unidad rotatoria cilíndrica de un aparato de impresión, de modo tal que cuando se la inserta, su superficie exterior remanente se alinea con la superficie de la plancha, respectivamente la superficie de la unidad rotatoria. En ese caso, la plancha magnética MP o las planchas magnéticas combinadas MP1, MP2,..., MPi, así como una plancha opcional de sostén SP, están correspondientemente diseñadas y adaptadas a la superficie cilíndrica de la unidad rotatoria, con el objeto de asegurar un buen contacto con el sustrato.

Por último, con referencia a las **Figuras 20 a 22** y con el propósito de ilustrar otra vez para el primer conjunto de modalidades principales y el principio de funcionamiento de la combinación de una plancha magnética MP multipolar con un imán bipolar DM se corrobora mediante el cálculo del campo magnético de un dispositivo que va acorde con esas modalidades de la presente invención, mediante la utilización del programa *Vizimag 2.5* (J. Beetesón, 2003). La disposición de imanes que se utiliza en el cálculo se muestra en la **Figura 20**. En este ejemplo, la plancha magnética MP está compuesta por seis imanes dispuestos en paralelo con una fuerza relativa 20 y con polos alternantes Norte y Sur en dirección vertical. Un imán bipolar DM dispuesto en forma horizontal bajo la plancha magnética MP tiene una fuerza relativa de 100. El patrón de campo magnético que se calculó sobre la base de esta disposición de imanes se representa en la **Figura 21**. La evolución del vector de campo magnético de un extremo al otro de la plancha de sostén SP queda dada, en forma aproximada, por la línea de campo FL trazada en negrita. La **Figura 22a** representa el reflejo especular de luz incidente en forma vertical en partículas parecidas a láminas que están alineadas a lo largo de la mencionada línea de campo FL trazada en negrita. La **Figura 22b** representa un patrón de orientación de escamas de pigmento en una OEL correspondiente a la mencionada línea de campo FL trazada en negrita.

Con referencia ahora a la **Figura 22a**, se puede ver que:

i) Dentro de cada una de las zonas “1”, “2”, “3”, las posiciones de reflejo especular, es decir las partes brillantes de la imagen, parecen moverse cuando cambia el ángulo de visión; cuando se mira desde la parte superior a la imagen, las posiciones señaladas con “a” están en la condición de reflejo especular; cuando se cambia el ángulo de visión ahora, pasando hacia arriba a la izquierda, las posiciones señaladas con “b” están en la condición de reflejo especular, es decir, las partes brillantes de la imagen parecen moverse hacia la izquierda. De manera análoga, cuando se cambia el ángulo de visión hacia arriba a la derecha, las posiciones señaladas con “c” están en la condición de reflejo especular, es decir, las partes brillantes de la imagen parecen moverse hacia la derecha.

ii) El movimiento aparente de las zonas brillantes con el cambio de los ángulos de visión invierte la dirección en el momento en que se mira desde el otro lado, es decir para los revestimientos que se obtienen mediante la aplicación del dispositivo de orientación magnética desde la parte superior, en vez de desde el fondo, y para el revestimiento sobre un sustrato transparente, lo que permite mirarlos desde el anverso y desde el reverso.

iii) Algunas zonas *desaparecen* por completo de la vista en un ángulo de visión limitante: la zona “1” aparece brillante con ángulos de visión que oscilan entre la vista rasante desde el lado izquierdo hasta la vista casi ortogonal (posición “c” de la zona 1), pero aparece oscura (*desaparece*) con los ángulos de visión más bajos desde la derecha, porque ya no hay escamas de pigmento en la condición de reflejo especular en los mencionados ángulos más bajos de visión para la zona “1”. La zona “2” aparece brillante con ángulos de visión que van desde alrededor de 30° en vista desde la izquierda, hasta alrededor de 30° en vista desde la derecha y *desaparece* en vista rasante de cada lado. La zona “3” aparece brillante con ángulos de visión que van desde la vista rasante desde la derecha hasta alrededor de vista ortogonal, y *desaparece* con ángulos menores de visión desde la izquierda.

III. Método para producir una OEL

La presente invención describe, además, un método para producir una OEL y una OEL que se puede obtener a partir de ese método. El método para producir una capa de efecto óptico consta de la etapa de exponer un material aglutinante fluido que es, cuando menos, parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una longitud de onda, o de más de una, en el intervalo de los 200 nm a los 2500 nm y consta de una pluralidad de partículas no esféricas magnéticas o magnetizables que tienen reflectividad no isotrópica y que están dispersas dentro del mencionado material aglutinante, es decir una OEL tal como se la describiera en la sección I de arriba, al campo magnético de un dispositivo tal como se lo describiera en la sección II de arriba. A la OEL se la expone, en la mencionada región adyacente a una superficie extensa de la plancha magnética magnetizada MP del dispositivo, con

lo que se orientan las partículas no esféricas magnéticas o magnetizables que hay dentro del material aglutinante. El método comprende, además, la etapa de concomitante, o posteriormente, endurecer el material aglutinante, de modo de fijar las partículas no esféricas magnéticas o magnetizables en las posiciones y orientaciones que adoptaron.

5 Durante la exposición del campo magnético combinado del dispositivo de orientación, a la OEL se la mantiene, de preferencia, a una distancia d de la plancha magnética MP del dispositivo de orientación. La distancia d puede estar, en particular, en el intervalo comprendido entre 0.1 y 5 milímetros.

10 De preferencia, al material aglutinante se lo endurece mediante curado por radiación, que tiene la ventaja de producir un aumento instantáneo de la viscosidad de la composición de revestimiento después de la exposición a la radiación de curado, con lo que se evita el desplazamiento adicional de las partículas y, como consecuencia, cualquier pérdida de información después de la etapa de orientación magnética.

15 Se prefiere el curado por radiación por medio de la fotopolimerización, bajo la influencia de luz actínica que tenga un componente de longitud de onda en el UV o parte azul del espectro electromagnético (típicamente, 300 nm a 550 nm; de máxima preferencia, 380 nm a 420 nm; *curado por UV visible*). El material aglutinante para el curado por UV visible debe estar formulado de manera correspondiente, constando de, como mínimo, un fotoiniciador. El equipo para el curado por UV visible puede comprender una lámpara de alta potencia con un diodo emisor de luz (LED), tal como se puede obtener de PHOSEON Technology o una lámpara de descarga por arco, tal como una lámpara de arco con mercurio a presión media (MPMA) o lámpara de arco con vapor de metal, en carácter de fuente de la radiación actínica.

20 En el caso de un OEC que conste de un sustrato y de, como mínimo, una OEL, el campo magnético del dispositivo de orientación se puede aplicar, además, o bien desde el costado del sustrato que lleva la, como mínimo una OEL o desde el costado del sustrato opuesto a la OEL. De preferencia, el sustrato S se dispone sobre una plancha de sostén SP del dispositivo durante la orientación de las partículas dentro de la OEL.

25 En una modalidad en particular del método, a la disposición de imanes o, por lo menos, a la porción de esa disposición que genera el primer componente de campo magnético, se la rota en un plano considerablemente paralelo a la OEL o al plano de la plancha magnética o magnetizada MP del dispositivo, o en ambos planos a la vez, durante la etapa de orientación, de modo de producir un campo magnético que, cuando menos, es aproximadamente circular y promediado. La así obtenida OEL, en lo sustancial carece de dirección preferencial, pero muestra el efecto de la presente invención a lo largo de cualquier dirección, bajo un eje arbitrario de inclinación en el plano de la OEL.

30 En una modalidad en particular del método en el caso de un OEC, el sustrato es un sustrato transparente que permite la visión de la OEL desde ambos lados, el anverso y el reverso. La OEL de la presente invención notablemente tiene la particularidad de que el sentido de su movimiento aparente según el cambio de ángulo visual, se invierte si se lo ve desde el anverso o desde el reverso, respectivamente. Mientras que los elementos oscuros de imágenes aparentemente avanzan cuando aumenta el ángulo de visión en el anverso de la OEL, estos elementos oscuros de la imagen aparentemente retroceden cuando aumenta el ángulo de visión en el reverso de la misma OEL.

35 De conformidad con aún otra modalidad más del proceso, cuando menos una primera y una segunda OEL se combinan sobre la misma superficie de un sustrato S, estando la primera OEL orientada y curada mediante la aplicación del campo magnético del dispositivo de orientación descrito arriba de la presente invención, desde el lado del sustrato que lleva la OEL (*anverso*), estando la segunda OEL orientada y cura mediante lo aplicación del campo magnético del mismo dispositivo determinado mencionado desde el lado del sustrato opuesto a la OEL (*reverso*), donde la mencionada primera dirección dir_1 dentro de la superficie extensa de la primera OEL y de la segunda OEL es la misma en la mencionada primera y en la mencionada segunda aplicaciones.

40 En una variante más de la modalidad de arriba, las mencionada primera y mencionada segunda OEL se disponen, cuando menos en parte, sobre la parte superior de cada una. Cuando se las mira de tal manera que la dirección de las OEL correspondientes a la mencionada primera dirección, es decir dirección D1 de un imán bipolar DM que genera el primer componente de campo magnético del campo magnético combinado del dispositivo de orientación, se hace a lo largo de la línea que hay entre los dos ojos del observador, las OEL combinadas exhiben un efecto de profundidad tridimensional, que es útil como elemento de seguridad o como rasgo decorativo.

45 Aún más variantes de las modalidades de arriba se obtienen si las mencionadas primeras direcciones D1 son diferentes en las mencionadas primera y segunda aplicaciones del dispositivo o si un primer dispositivo se utiliza en la mencionada primera aplicación y un segundo dispositivo diferente en la mencionada segunda aplicación.

50 También es posible proporcionar un revestimiento o una capa, o más, adicionales sobre la superficie de la mencionada OEL o sobre el sustrato de un OEC o sobre partes del mismo. En el caso de un OEC, los revestimientos o capas adicionales se pueden agregar o bien antes de, o bien después de, la aplicación de la OEL de la presente invención al sustrato. En particular, al sustrato se le puede aplicar una capa de imprimado antes de aplicársela a la OEL de la presente invención, con el objeto de realzar la calidad de una imagen por orientación de pigmento transferida en forma magnética o para promover la adhesión o un revestimiento protector se puede aplicar sobre la OEL de la presente invención, o hacerse todas estas cosas a la vez, lo que sirve, por ejemplo, para aumentar la resistencia al desgaste y a la suciedad de la OEL o para mejorar su apariencia óptica como, por ejemplo, para hacerla más brillante u opaca en función de las necesidades particulares.

En aún otra modalidad más, a la OEL se la produce en forma de hoja metálica de transferencia, la que se puede aplicar a un documento o una pieza en una etapa aparte de transferencia. Con este fin al sustrato se lo proporciona con un revestimiento de liberación sobre el cual se produce una OEL con revestimiento de efecto óptico tal como se describiera más arriba en la presente. A la OEL así producida se le puede aplicar una capa autoadhesiva.

- 5 A una OEL que responde al presente invento se la puede utilizar, por ejemplo, para fines decorativos, así como para la protección y la autenticación de un documento de seguridad tal como un billete de papel moneda, un documento de valor, un documento de identidad y un documento de acceso; una tarjeta para transacciones financieras, un pasaje para medios de transporte o la etiqueta de un producto. En consecuencia, un objeto decorativo o un documento de seguridad pueden llevar una OEL de la presente invención.

10 **IV. Modalidades ejemplares específicas**

Ahora la presente invención se ilustrará más con la ayuda de dos modalidades ejemplares específicas:

Ejemplo 1:

Un dispositivo ejemplar de conformidad con la presente invención se compone de:

- 15 - Un soporte polimérico con una superficie superior convexa (50 x 50 mm), cilíndricamente curva en torno de un eje D2 (diámetro de curvatura de la superficie: 275 mm). La superficie inferior del soporte es plana y el espesor máximo del soporte en su centro mide 2.7 mm;
- Un imán bipolar agrupado DM (30 x 30 x 6 mm), magnetizado a través del espesor de 30 mm, situado en contacto con la superficie inferior plana del soporte. El eje de magnetización del imán bipolar DM está a lo largo de una dirección D1 paralela a la superficie inferior del mencionado soporte y perpendicular al eje cilíndrico D2 de la superficie superior curva del soporte;
- 20 - Una plancha magnética de compuesto flexible MP2 (NdFeB en aglutinante polimérico; 40 x 40 mm; espesor, 1.5 mm) situada arriba y en paralelo a la mencionada superficie convexa superior del mencionado soporte polimérico. La mencionada plancha magnética MP2 está magnetizada a través de su espesor con una sucesión de franjas alternantes de polo magnético N y S a lo largo de la dirección axial D2. La alternancia de franjas N y S que señalan hacia fuera de la superficie de la MP2 forma una estructura repetitiva con una periodicidad de 6 mm a lo largo de la dirección D2.
- 25 - Una plancha magnética de compuesto flexible MP1 de ferrita adherido con caucho ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ en caucho de nitrilo, 40 x 40 mm; 1.5 mm de espesor) situada en contacto con, y directamente sobre, la mencionada plancha magnética MP2. La mencionada plancha MP1 se magnetiza a través de su espesor de 1.5 mm con una sucesión repetitiva de franjas alternantes de polos N y S a lo largo de una dirección esencialmente paralela a un eje D1 paralelo a D3. D1 forma un ángulo alfa de 90 grados con D2 y un ángulo de 0 grados con D3. La alternancia de franjas de polos N y S que señalan hacia fuera de la superficie de MP1 forma una estructura repetitiva con una periodicidad de 6 mm a lo largo del perímetro de la superficie curva de MP1.
- 30 - Una plancha magnética (SP) de compuesto flexible adherido con caucho ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ en caucho de nitrilo, 40 x 40 mm; 1 mm de espesor) situado directamente en contacto con la plancha magnética MP1 y uniformemente magnetizada a través de su superficie de 1 mm de espesor, con un solo polo N que apunta en sentido radial hacia la plancha magnética MP1.
- 35

Una zona rectangular sólida (17 x 27 mm) se imprimió sobre el anverso de un sustrato de papel, utilizándose una composición de revestimiento con curado por UV para serigrafía, de conformidad con la WO 2007/131833 A1. Al sustrato de papel impreso se lo puso en contacto con el dispositivo mientras la tinta todavía estaba *mojada*, con el reverso del sustrato mirando hacia la superficie de la plancha de sostén SP. Se mantuvo el contacto entre el papel impreso y el dispositivo durante alrededor de 1 segundo, para permitir la orientación de las partículas magnéticas que contenía la composición de revestimiento impreso. Posteriormente, el sustrato que llevaba la composición de revestimiento orientada se sacó del dispositivo y a la composición para revestimiento se la curó por irradiación UV para producir un revestimiento sólido que contenía las partículas orientadas ópticamente variables. La **Figuras 7** representa el efecto visual resultante cuando a la impresión se la ladea hacia atrás a) - d) y hacia delante e) - h).

40

45

Ejemplo 2:

Al dispositivo que se describiera en el ejemplo 1 se lo modifica haciendo rotar el imán bipolar DM agrupado alrededor de su eje principal normal a la superficie, de manera de formar un ángulo de +45° entre D3 y D2, y un ángulo de -45° con D1 y a la superficie de la plancha de sostén SP magnética se la grabó con la imagen de un caballito de mar (profundidad del grabado: 0.5 mm).

50

A una zona rectangular sólida (17 x 27 mm) rodeada con dos bordes decorativos se la imprimió sobre el anverso de un sustrato de papel, utilizándose una composición de revestimiento con curado por UV para serigrafía, de conformidad con la WO 2007/131833 A1. Al sustrato de papel impreso se lo puso en contacto con el dispositivo modificado del Ejemplo 2 mientras la tinta todavía estaba *mojada*, con el reverso del sustrato mirando hacia la superficie de la plancha

de sostén (SP). Se mantuvo el contacto entre el papel impreso y el dispositivo durante alrededor de 1 segundo, para permitir la orientación de las partículas magnéticas contenidas en la composición de revestimiento impreso. Posteriormente, al sustrato que llevaba la composición de revestimiento orientada se lo sacó del dispositivo y a la composición para revestimiento se la curó por irradiación UV para producir un revestimiento sólido que contenía las partículas orientadas ópticamente variables.

5

El revestimiento sólido resultante que contenía partículas orientadas exhibe un patrón poderosamente dinámico y de variación de color en función del ángulo de visión, en combinación con una imagen perceptible del caballito de mar grabado, como se muestra en la **Figura 19**. Este ejemplo ilustra la combinación de un patrón geométrico dinámico de variación del color producido por la combinación de imanes (DM, MP1, MP2) con, en lo esencial, indicios estáticos producidos por la plancha de sostén magnética SP grabada.

10

REIVINDICACIONES

1. Una capa de efecto óptico (202; 300; 310; OEL), que comprende un material aglutinante que es, al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una o más longitudes de onda en un intervalo de 200 nm a 2500 nm; y una pluralidad de partículas no esféricas (200; 302 a 305; 312) que tienen reflectividad no isotrópica y que se dispersan dentro del mencionado material aglutinante y que se orientan de conformidad con un patrón que se extiende sobre una longitud (307) a lo largo de una primera dirección (x) dentro de una superficie extensa (306; 313) de la capa de efecto óptico,
 5 caracterizada por que
 en una primera sección transversal (308; 311) de la mencionada capa de efecto óptico, en posición considerablemente perpendicular a la mencionada superficie extensa (306; 313) y a lo largo de la mencionada primera dirección (x), el promedio local de un ángulo entre (i) una línea recta que va a lo largo de una dimensión observada más larga dentro de la correspondiente forma en sección transversal de esas partículas no esféricas (200; 302 a 305; 312), que se intersecan con la mencionada primera sección transversal (308; 311), y (ii) la mencionada primera dirección (x)
 10 varía de conformidad con una función (θ) de una posición (P) a lo largo de la mencionada primera dirección (x), cuya función es la suma de una primera función creciente o decreciente (θ_1) en forma monótona de la mencionada posición (P) y una segunda función alternante (θ_2) de la mencionada posición (P), de forma que, si el ángulo de visión de la capa de efecto óptico cambia, un patrón de áreas brillantes y áreas oscuras en la superficie extensa de la capa de efecto óptico aparecerá para moverse a lo largo de la primera dirección (x).
 15
2. Capa de efecto óptico de conformidad con la reivindicación 1, donde el material aglutinante es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una o más longitudes de onda en el intervalo del espectro visible entre 400 nm y 700 nm.
 20
3. Capa de efecto óptico de conformidad con la reivindicación 1 o 2, donde la capa de efecto óptico (203) se dispone sobre un sustrato (205) para formar un revestimiento de efecto óptico (OEC) que comprende el sustrato (205) y la capa de efecto óptico (202; 300; 310; OEL).
 25
4. Capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde las mencionadas partículas no esféricas (200; 302 a 305; 312) comprenden un material magnético o magnetizable y/o donde las mencionadas partículas no esféricas (200; 302 a 305; 312) se seleccionan del grupo que consta de partículas con forma de láminas, partículas en forma de agujas y mezclas de estas.
 30
5. Capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde las mencionadas partículas no esféricas (200; 302 a 305; 312) son partículas magnéticas ópticamente variables, donde las mencionadas partículas magnéticas no esféricas ópticamente variables comprenden preferentemente una pila de interferencia Fabry-Perot en película delgada.
 35
6. Capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde los valores de la mencionada primera función que crece o decrece (θ_1) en forma monótona abarcan una diferencia de al menos 30 grados sobre la mencionada longitud (307).
 40
7. Capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde en una segunda sección transversal de la mencionada capa de efecto óptico (202; 300; 310; OEL) considerablemente perpendicular a la mencionada superficie extensa (306; 313) y a lo largo de una segunda dirección (y) dentro de la superficie extensa (306; 313), que es diferente de la primera dirección (x), el ángulo local promedio entre
 45 (i) una línea recta que va a lo largo de una dimensión observada más larga dentro de la correspondiente forma en sección transversal de esas partículas no esféricas (200; 302 a 305; 312), que se intersecan con la mencionada segunda sección transversal, y
 (ii) la mencionada segunda dirección (y)
 varía de conformidad con una tercera función (θ_3) de una posición a lo largo de la mencionada segunda dirección (y), donde la función (θ_3) es una función alternante de la mencionada posición a lo largo de la mencionada segunda dirección (y).
 50
8. Capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde en una segunda sección transversal de la mencionada capa de efecto óptico (202; 300; 310; OEL) considerablemente perpendicular a la mencionada superficie extensa (306; 313) y a lo largo de una segunda dirección (y) dentro de la superficie extensa (306; 313), que es diferente de la primera dirección (x), el ángulo local promedio entre
 (i) una línea recta que va a lo largo de una dimensión observada más larga dentro de la correspondiente forma en sección transversal de esas partículas no esféricas (200; 302 a 305; 312), que se intersecan con la mencionada segunda sección transversal; y

(ii) la mencionada segunda dirección (y)

varía de conformidad con una cuarta función (θ_4) de una posición a lo largo de la mencionada segunda dirección (y), donde la cuarta función (θ_4) es la suma de una función que es igual a la mencionada primera función (θ_1) de la mencionada posición a lo largo de la mencionada segunda dirección (y) y una quinta función (θ_5) alternante de la mencionada posición a lo largo de la mencionada segunda dirección (y) de modo que la capa de efecto óptico muestre una estructura no solamente a lo largo de la primera dirección sino también a lo largo de la segunda dirección.

9. Capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la capa de efecto óptico (202; 300; 310; OEL) comprende, además de la mencionada pluralidad de partículas no esféricas al menos uno de:

- partículas magnéticas en las que no hay cambio del color;
- partículas magnéticas incoloras;
- partículas no magnéticas en las que hay cambio del color;
- partículas no magnéticas en las que no hay cambio del color;
- partículas no magnéticas incoloras.

10. Dispositivo para producir una capa de efecto óptico (202; 300, 310; OEL) por medio de la orientación de partículas magnéticas o magnetizables (200; 302 a 305; 312) dispersas dentro de un material aglutinante, donde el dispositivo comprende: una disposición de uno o más imanes (MP, MP1,..., MPi, DM) que comprende uno o más de los primeros imanes y una plancha magnética magnetizada (MP, MP1,..., MPi) y que está configurada para producir un campo magnético combinado que comprende

(a) un primer componente de campo magnético que es considerablemente similar a un campo bipolar magnético y que tiene su dirección Norte-Sur (D_i) alineada de manera considerablemente paralela a la mencionada plancha magnética magnetizada (MP); y

(b) un segundo componente de campo magnético que comprende una superposición de campos magnéticos individuales locales similares a bipolos y por eso, corresponde a una alteración de los polos magnéticos Norte y Sur a lo largo de una primera dirección considerablemente paralela a la mencionada dirección Norte-Sur (D_i); en donde el primer componente de campo magnético y el segundo componente de campo magnético se superponen, por lo menos en una región adyacente a una superficie extensa de la mencionada plancha magnética magnetizada (MP),

uno o más de los primeros imanes estando ordenados para orientar las partículas magnéticas y magnetizables dentro de la capa de efecto óptico de conformidad con un principal componente θ_1 de una función de orientación θ , la placa magnética magnetizable está ordenada para orientación de las partículas magnéticas o magnetizables dentro de la capa de efecto óptico de conformidad con un componente auxiliar θ_2 de la función de orientación θ , la función de orientación θ es una función de una posición (P) a lo largo de una primera dirección (x), el componente principal θ_1 es una primera función incrementada σ disminuida de forma monótona de posición, el componente auxiliar θ_2 es una segunda función alternante de posición,

en donde la función de orientación coincide, con la dirección local de las líneas de campo magnético en las posiciones respectivas, siendo la forma total de la función θ tal que es ondulante o fluctuante, donde la tendencia general aumenta constantemente o disminuye constantemente en función de la posición, garantizando la segunda función alternante θ_2 que la función θ exhibe una pluralidad de posiciones donde la derivada de θ con respecto de la posición es cero, de modo que formar una pluralidad de máximos y mínimos locales en estas posiciones.

11. Dispositivo de conformidad con la reivindicación 10, donde la disposición de uno o más imanes (MP, MP1,..., MPi, DM) comprende:

(a) uno o más imanes configurados para producir el primer componente de campo magnético; y

(b) una plancha magnética magnetizada (MP) configurada para producir el segundo componente de campo magnético, donde los mencionados uno o más imanes están preferentemente configurados para producir el primer componente de campo magnético que comprende un imán bipolar (DM) que tiene su dirección Norte-Sur D_i considerablemente alineada en paralelo con la mencionada plancha magnética magnetizada (MP) y/o donde al menos uno de los mencionados uno o más imanes configurados para producir el primer componente de campo magnético está montado preferentemente de modo tal que se pueda rotar en un plano considerablemente paralelo al plano de la mencionada plancha magnética magnetizada (MP).

12. Un dispositivo de conformidad con la reivindicación 10, donde la disposición de uno o más imanes (MP, MP1,..., MPi, DM) comprende una plancha magnética magnetizada (MP) que contiene una pluralidad de elementos individuales de imán dispuestos dentro de la plancha magnética magnetizada y a lo largo de al menos una dimensión de la plancha magnética magnetizada, la dimensión es considerablemente paralela a la mencionada primera dirección, de modo tal

que a lo largo de la mencionada dimensión los elementos de imán:

- forman una hilera,
- están separados de sus respectivos elementos de imán vecinos por un espacio, y

- 5 - tienen su eje magnético considerablemente alineado y apuntando en una misma dirección de alineamiento; en donde la mencionada plancha magnética magnetizada (MP) que contiene los mencionados elementos de imán (ME) se configura, de esa manera, para producir el campo magnético combinado que comprende tanto el primer componente de campo magnético, como el segundo, donde la plancha magnética magnetizada (MP) comprende preferentemente elementos de imán (ME) adicionales dispuestos a lo largo de una segunda dimensión de la plancha magnética magnetizada, siendo esta segunda dimensión diferente de la primera dimensión, de modo tal que, también a lo largo
- 10 de la segunda dimensión, los elementos de imán (ME) están separados de sus respectivos elementos de imán (ME) vecinos por un espacio y tienen su eje magnético considerablemente alineado y apuntando en la mencionada dirección de alineamiento y/o donde la proporción matemática entre el tamaño del espacio y el tamaño del elemento de imán (ME) es al menos 0.1.
- 15 13. Dispositivo de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, donde la mencionada plancha magnética magnetizada (MP) está compuesta por dos, o más, planchas magnéticas (MP₁, MP₂,..., MP_i) y/o donde la mencionada plancha magnética magnetizada (MP) lleva indicios en la forma de relieve, grabados o recortes en la superficie.
- 20 14. Dispositivo de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13; donde el dispositivo comprende, además, un medio de sostén (SP) para mantener la capa de efecto óptico a una distancia (d) de la mencionada plancha magnética magnetizada (MP), donde preferentemente la proporción matemática de
 - (i) la longitud de la plancha magnética magnetizada (MP) medida a lo largo de una dirección que es paralela a la mencionada primera dirección (D_i), y
 - (ii) la mencionada distancia (d)
 supera un valor de 5.0.
- 25 15. Dispositivo de conformidad con la reivindicación 14, donde el mencionado medio de sostén (SP) comprende un material magnético permanente magnetizado, donde el mencionado medio de sostén (SP) lleva preferentemente indicios en la forma de relieve, grabados o recortes en la superficie.
- 30 16. Dispositivo de conformidad con una de las reivindicaciones 10 a 15, donde el dispositivo está configurado como un componente de un aparato de impresión y adaptado para que se lo inserte en un nicho de una plancha de impresión o una unidad rotatoria del aparato de impresión.
- 35 17. Método para producir una capa de efecto óptico, que comprende las etapas de: exponer un material aglutinante fluido que comprende una pluralidad de partículas no esféricas magnéticas o magnetizables (200; 302 a 305; 312) que tienen reflectividad no isotrópica y que están dispersas dentro del mencionado material aglutinante, al campo magnético de un dispositivo de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16 en la mencionada región adyacente a una superficie extensa de la plancha magnética magnetizada (MP) del dispositivo, orientando de ese modo las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (200; 302 a 305; 312) que están dentro del material aglutinante; y endurecer el material aglutinante de modo tal de fijar las partículas magnéticas o magnetizables no esféricas (200; 302 a 305; 312) en las posiciones y orientaciones que hubieran adoptado,
- 40 en donde por lo menos en su estado endurecido, el material aglutinante es, cuando menos, parcialmente transparente a la radiación electromagnética de una longitud de onda, o de más de una, en el intervalo de los 200 nm a los 2500 nm.
- 45 18. Documento de seguridad que comprende una capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
19. Uso de una capa de efecto óptico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en carácter de rasgo de seguridad o elemento de seguridad en aplicaciones de seguridad de documentos.

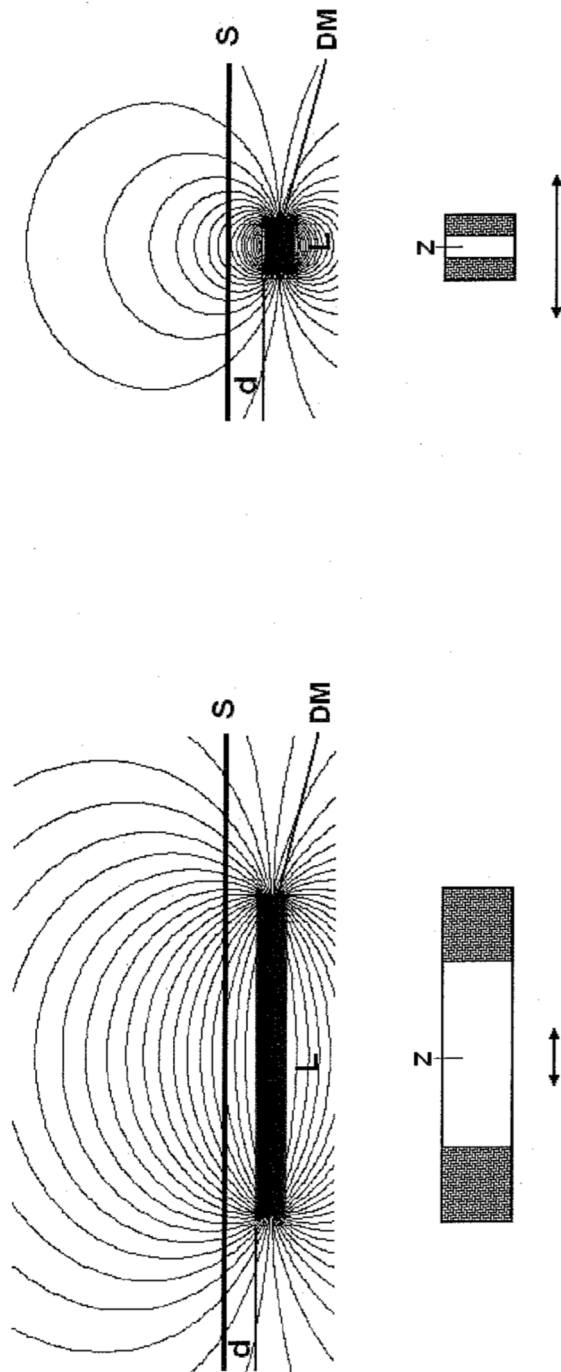


Fig. 1a

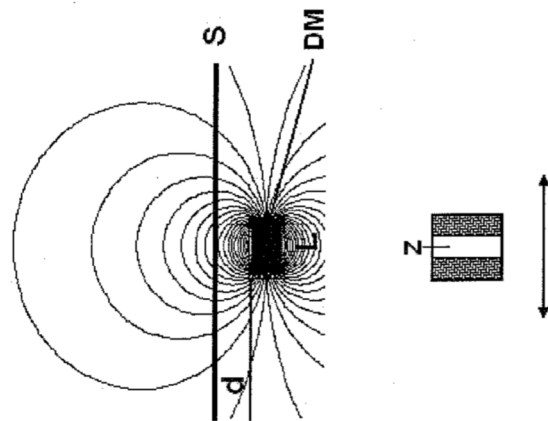
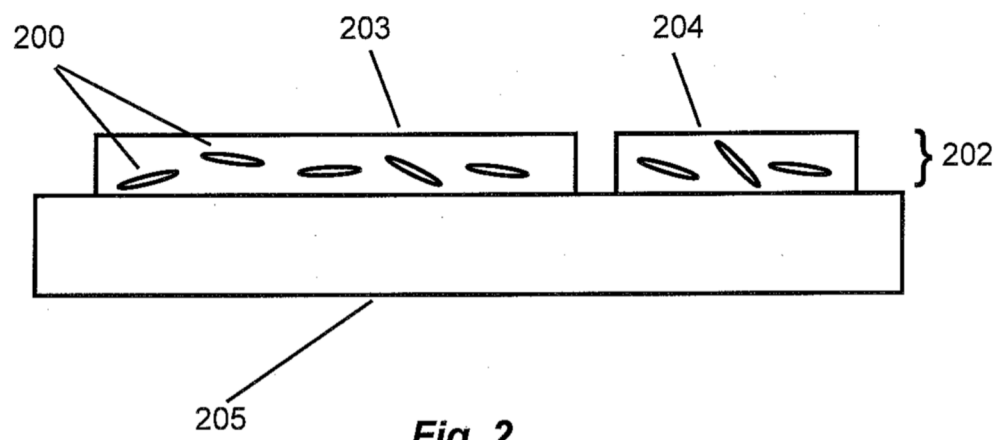


Fig. 1b



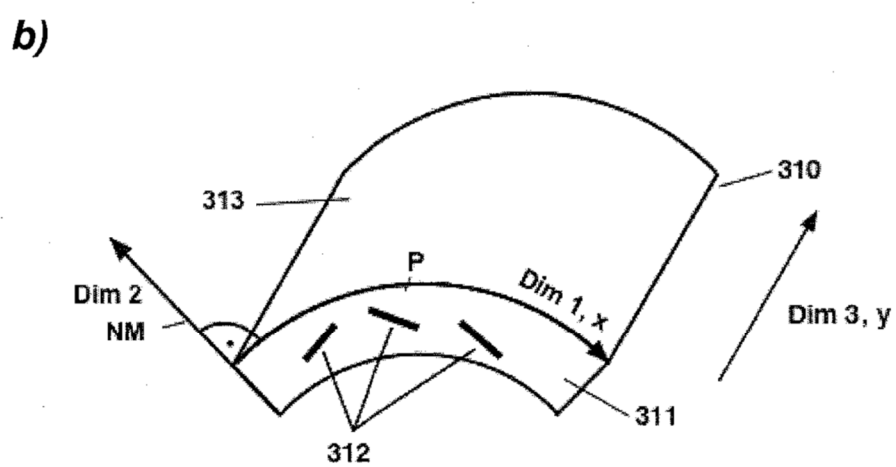
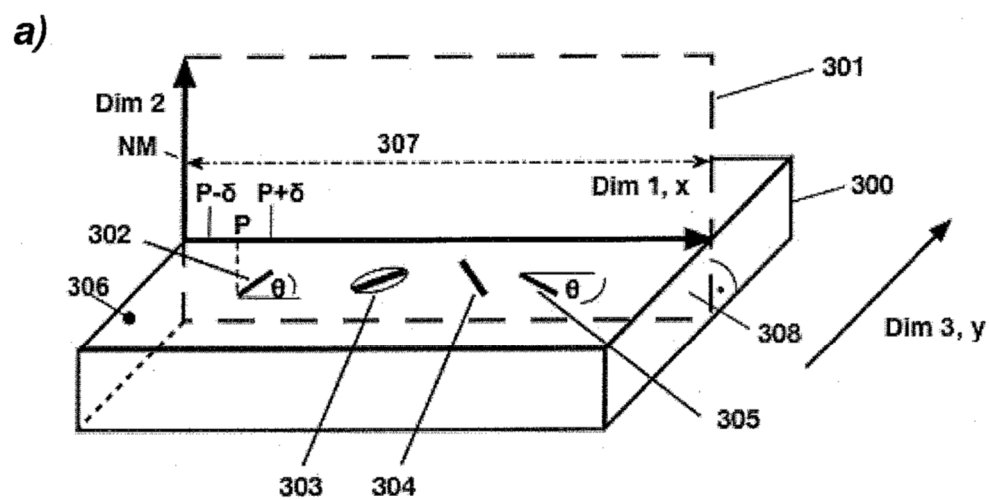


Fig. 3

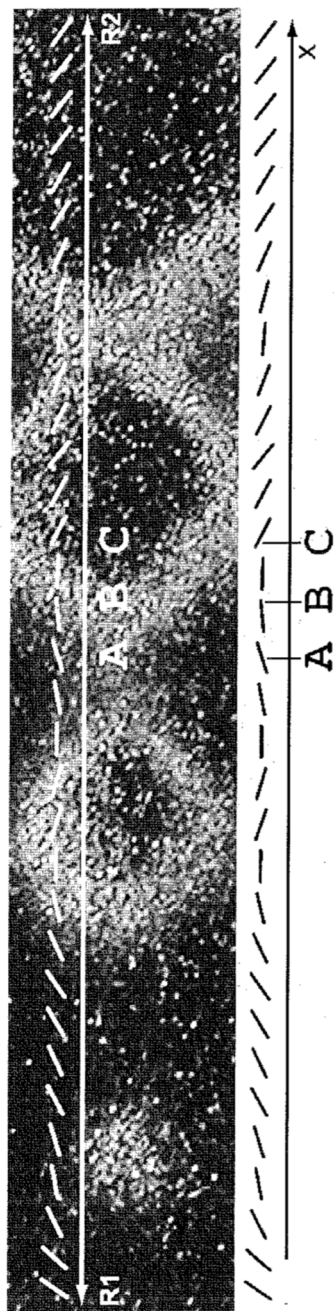


Fig. 4

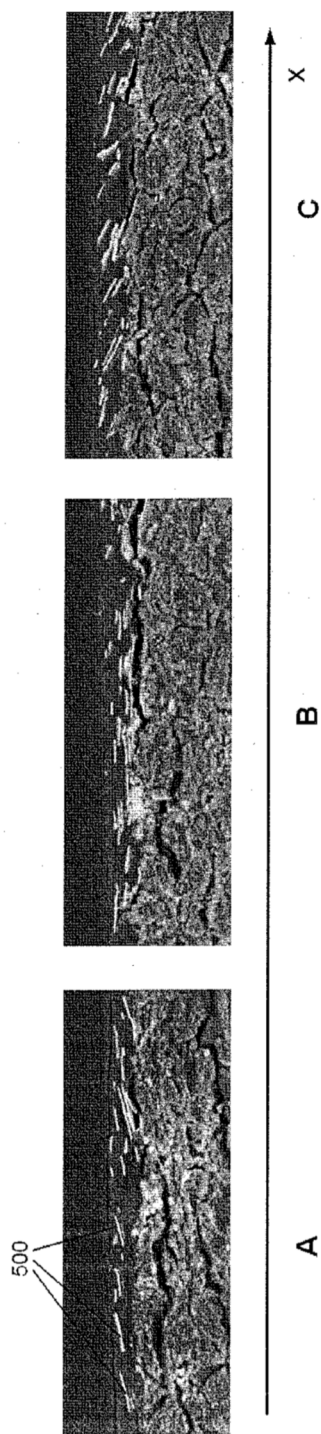


Fig. 5

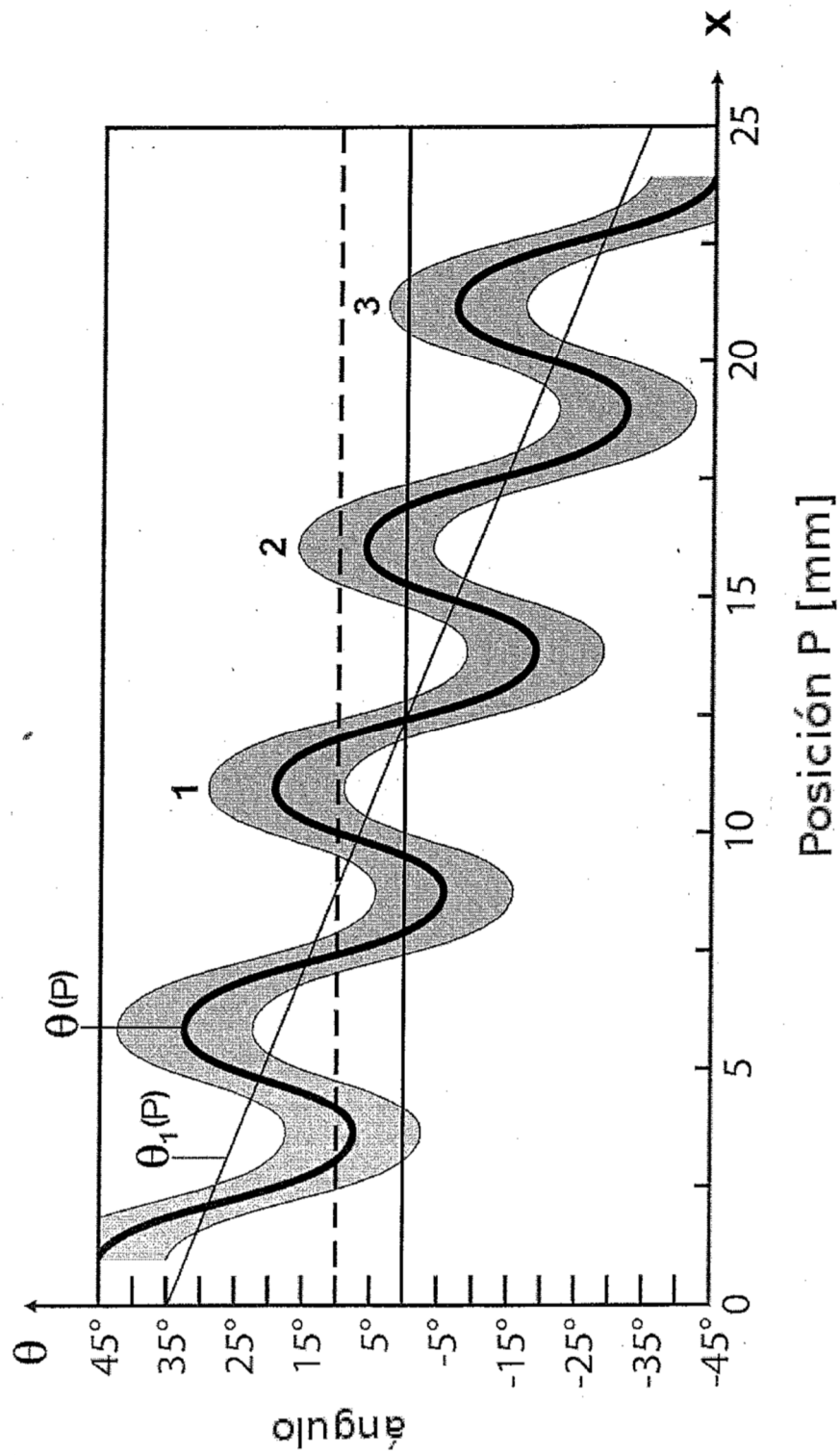


Fig. 6

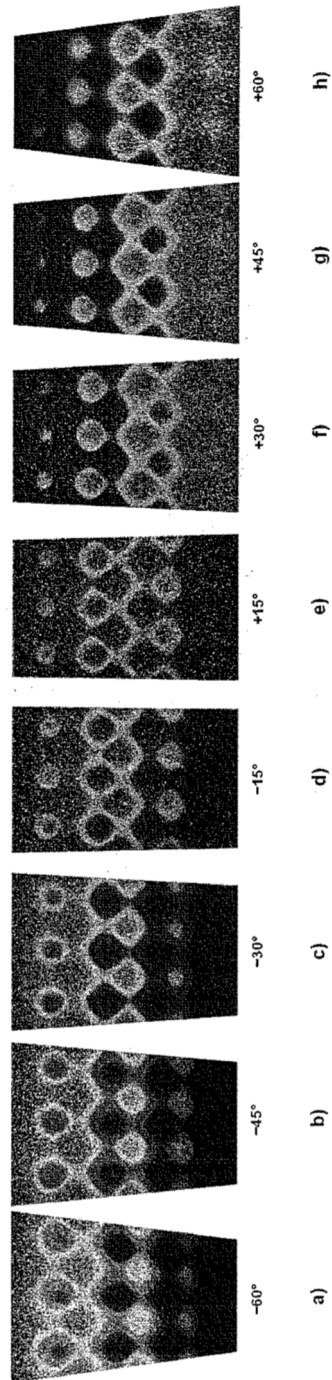


Fig. 7

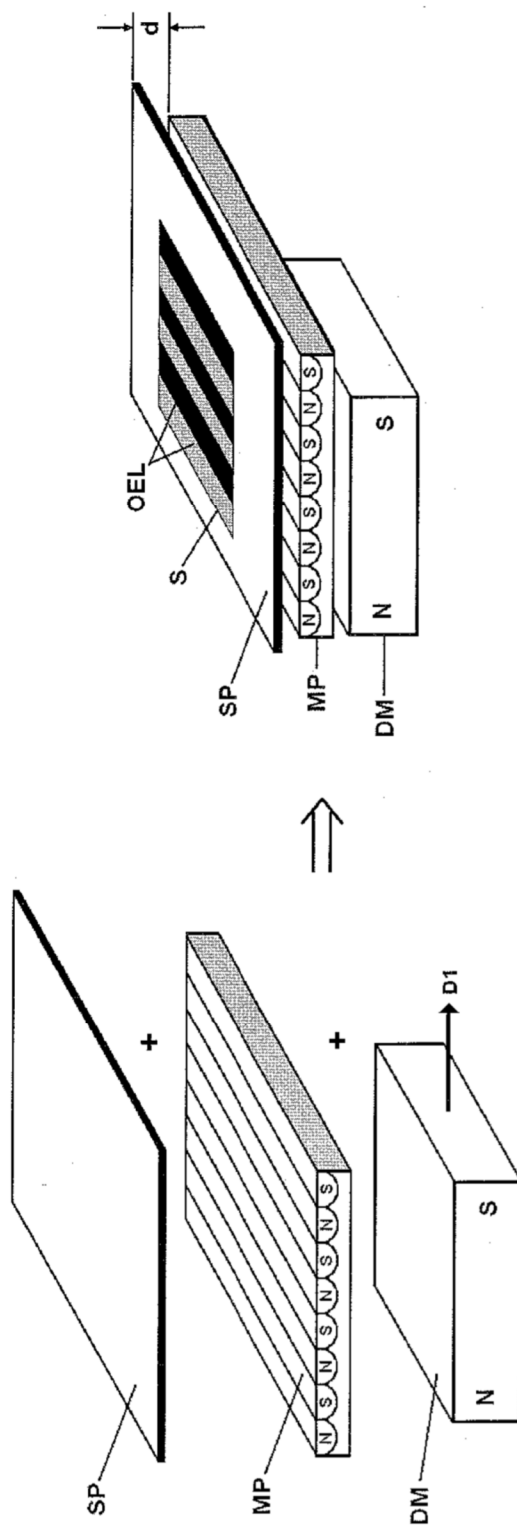


Fig. 8

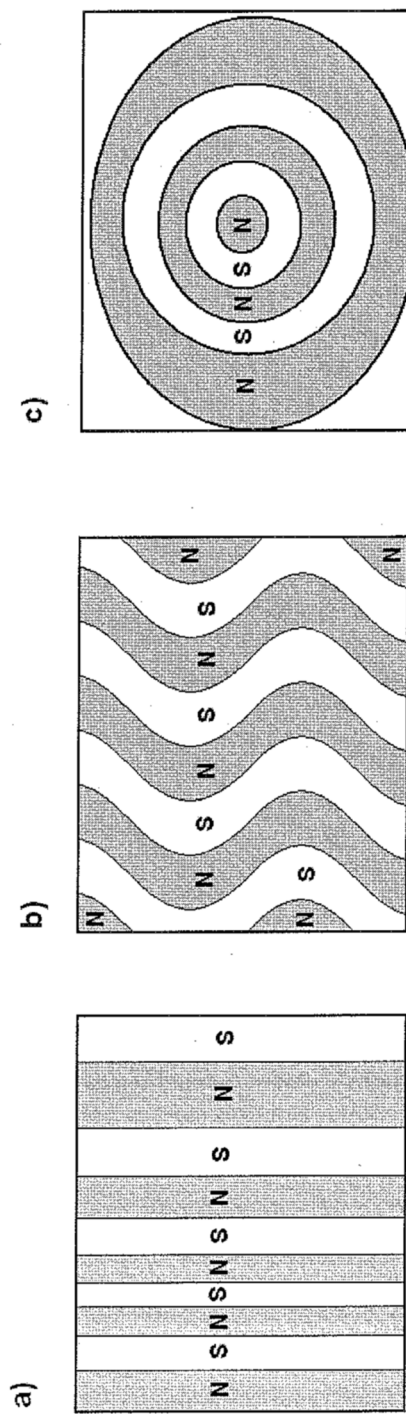


Fig. 9

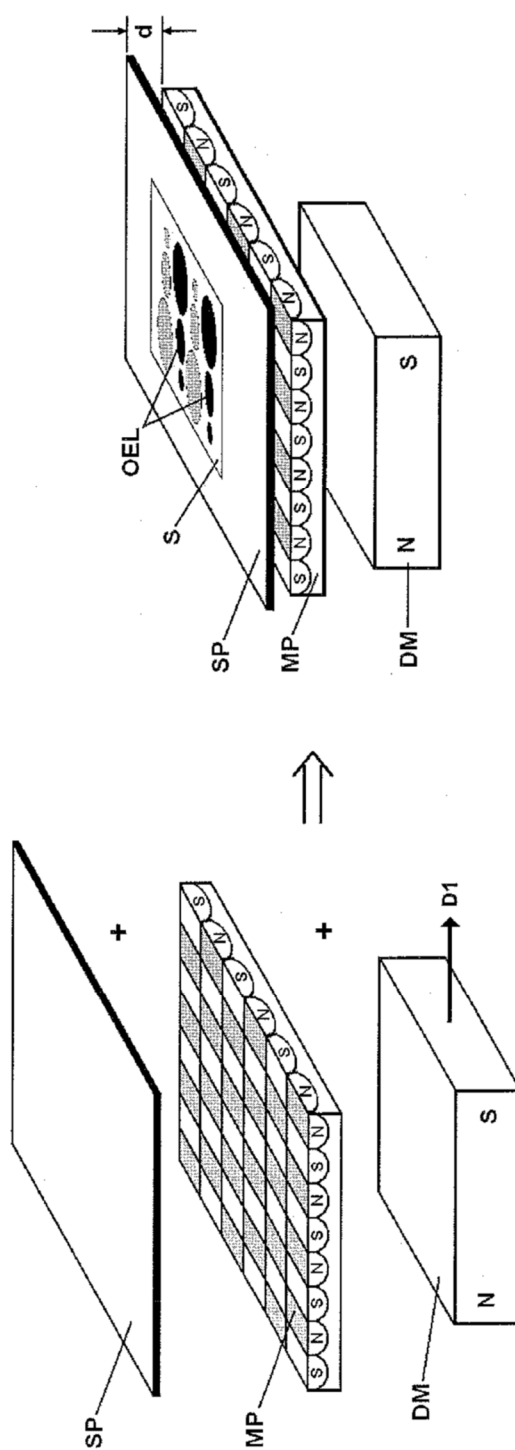


Fig. 10

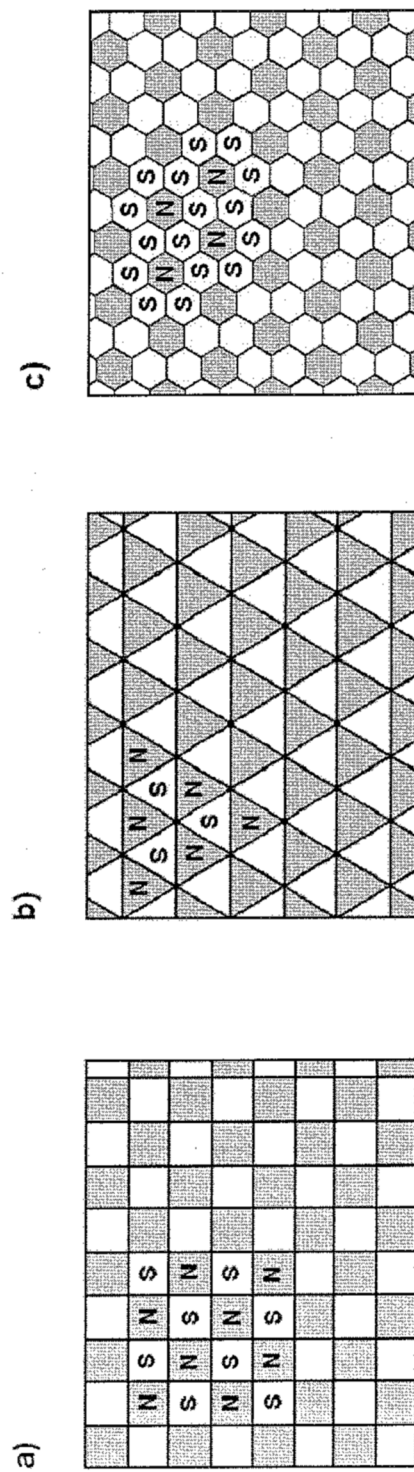


Fig. 11

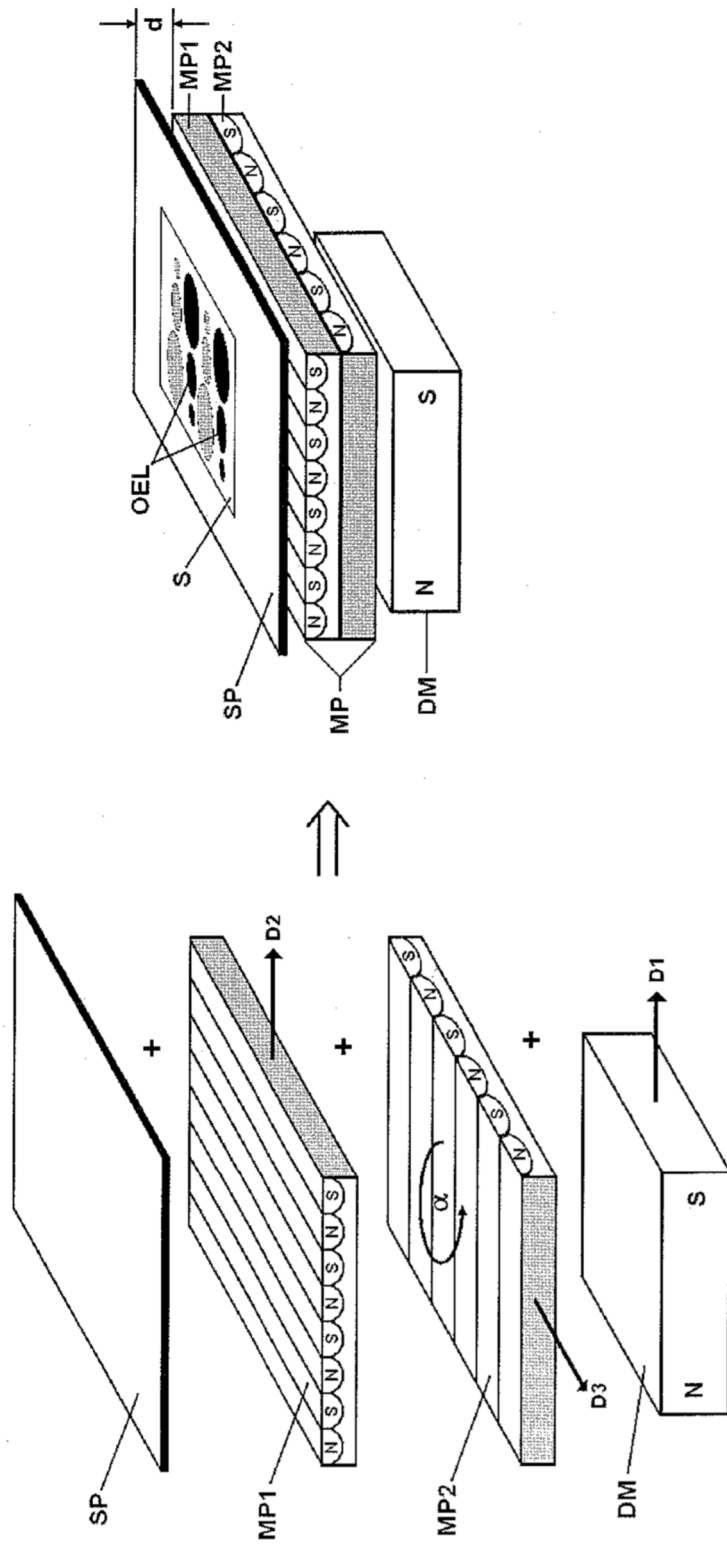


Fig. 12

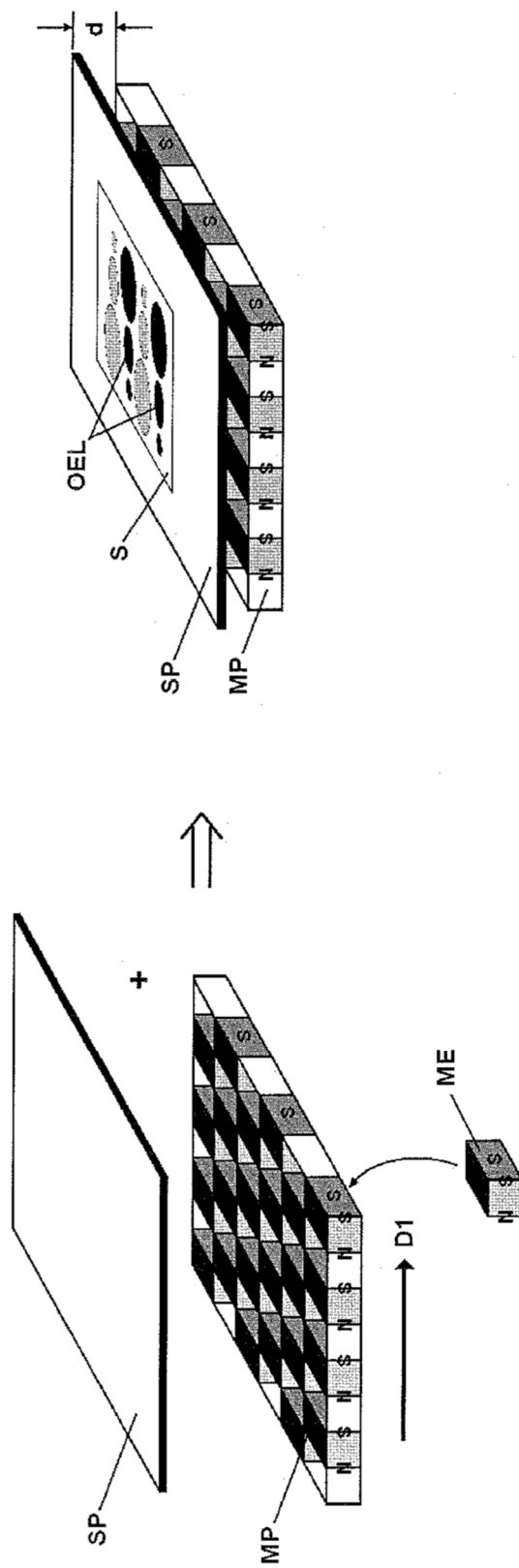


Fig. 13



Fig. 14

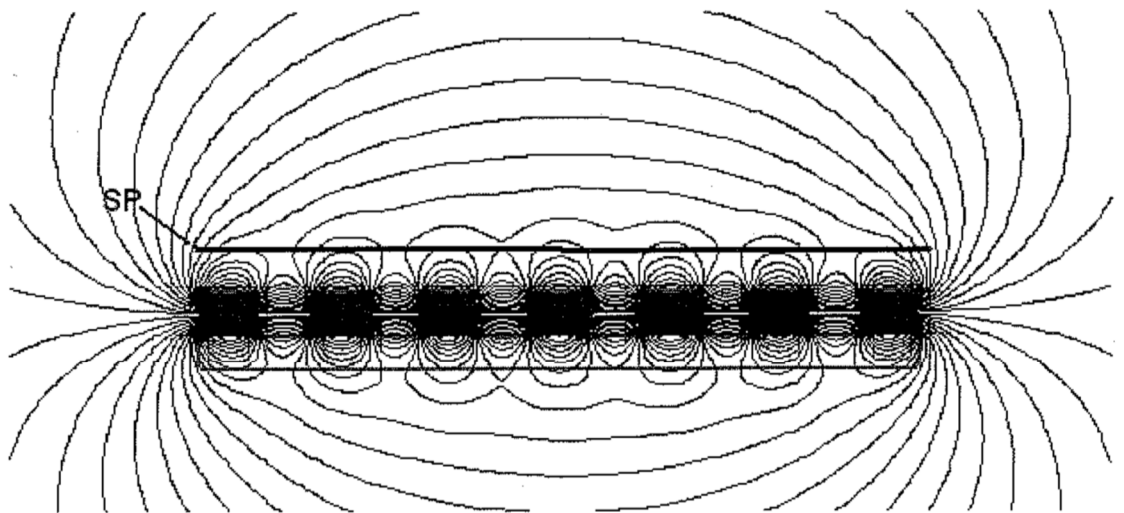


Fig. 15

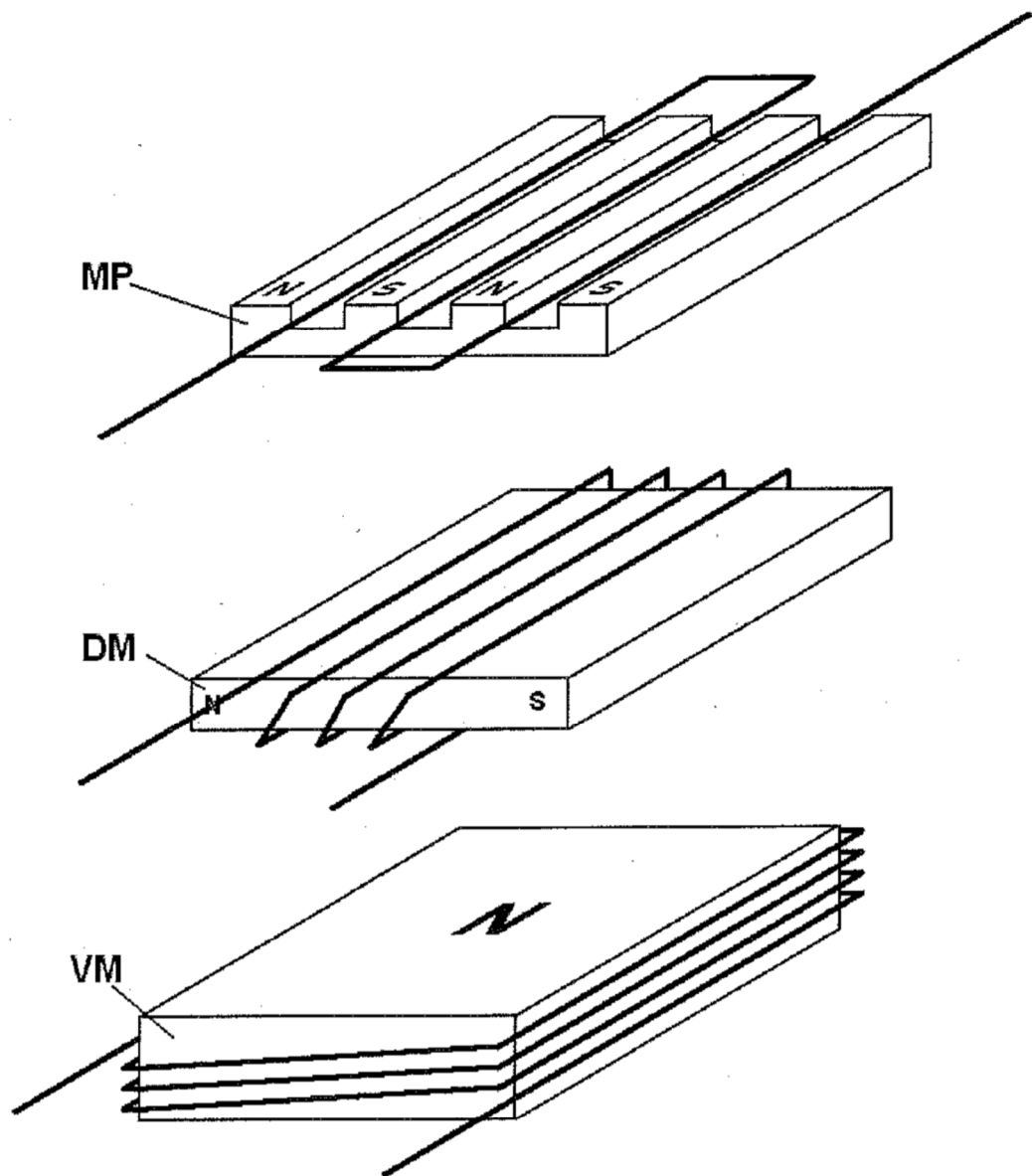


Fig. 16

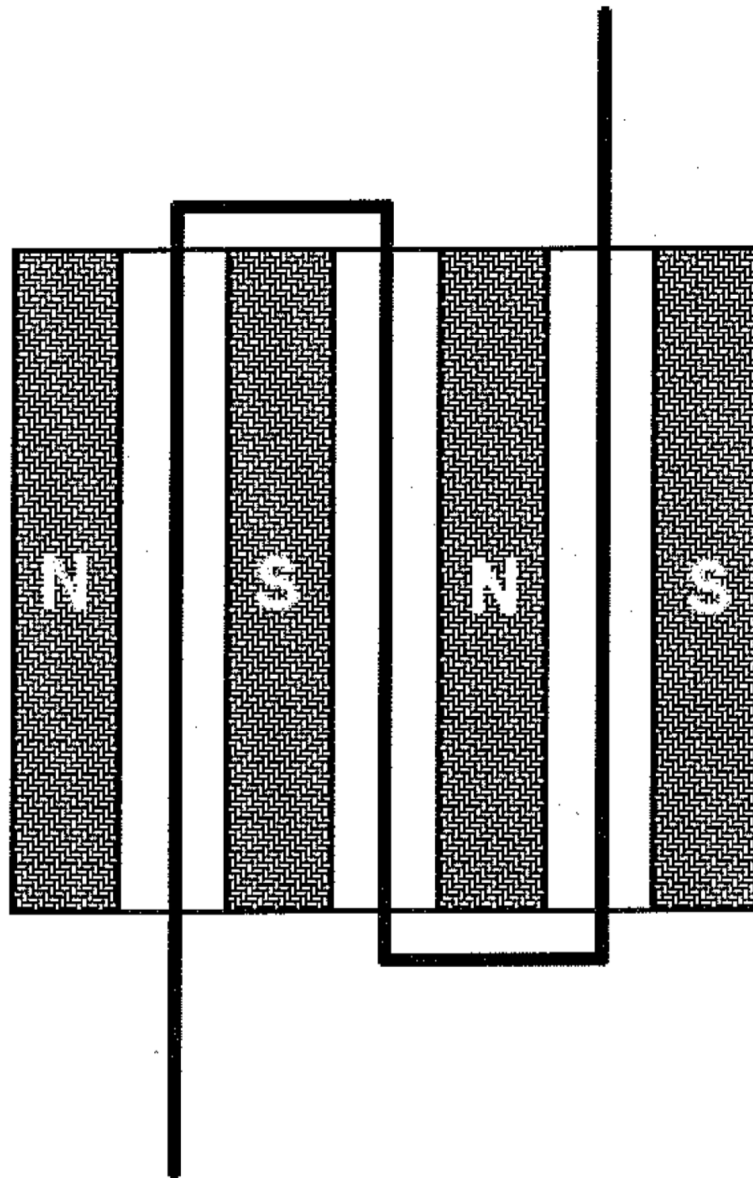


Fig. 17

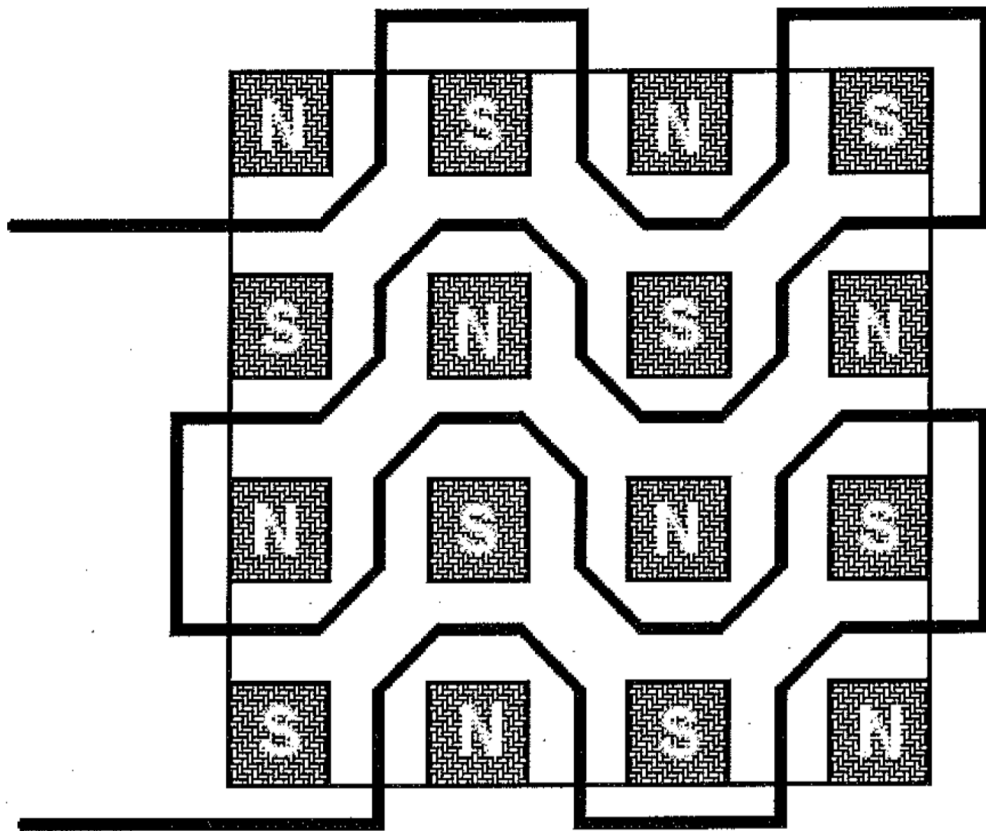


Fig. 18

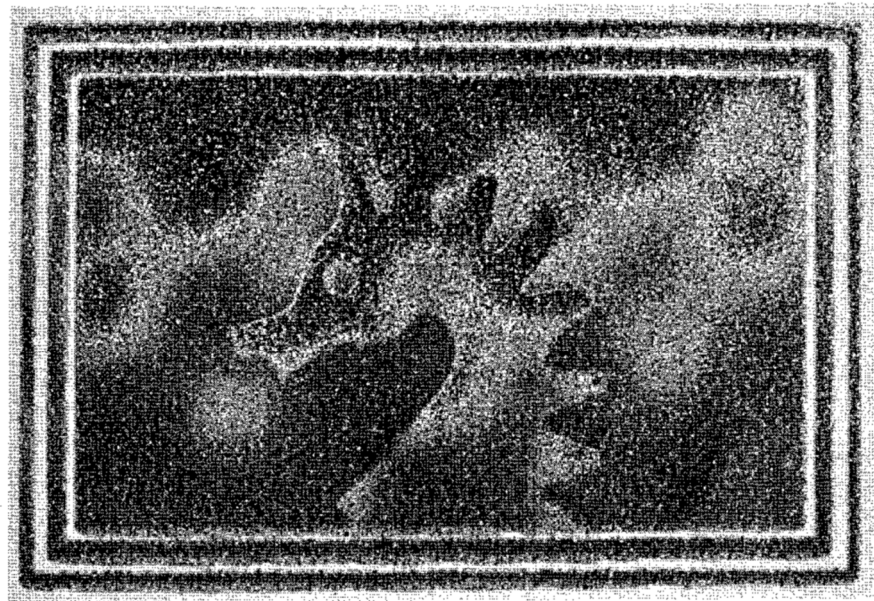


Fig. 19

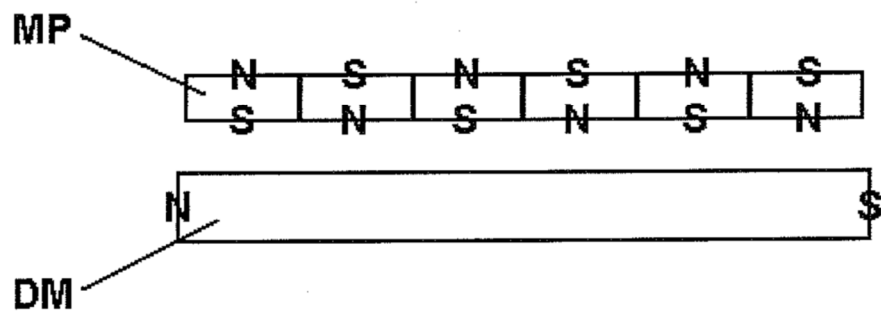


Fig. 20

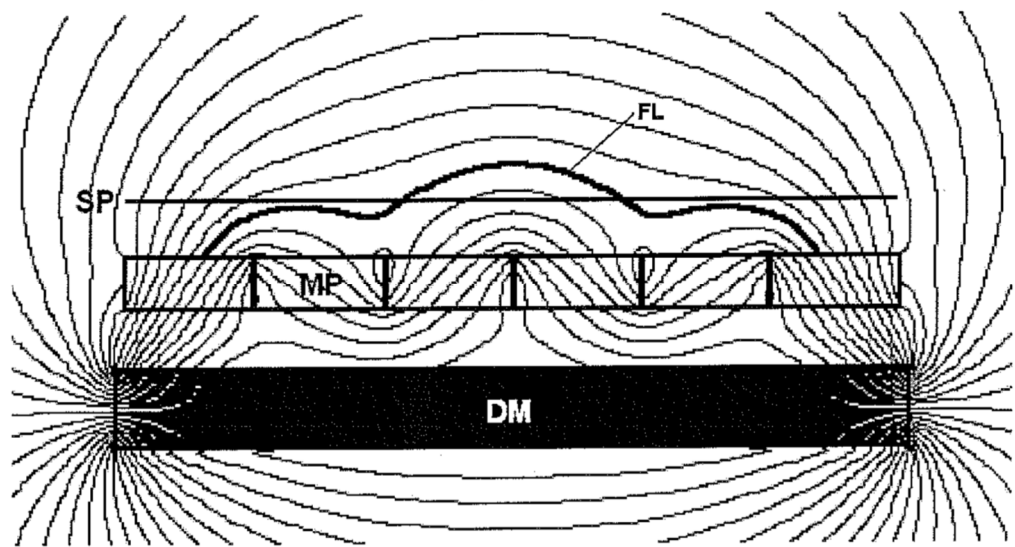


Fig. 21

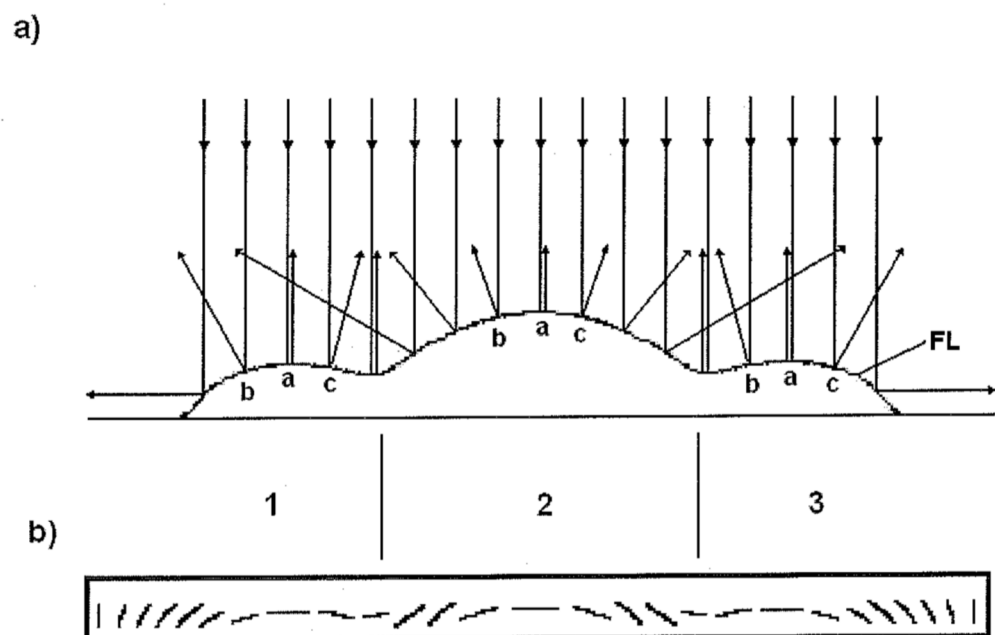


Fig. 22