

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 654**

51 Int. Cl.:

**B05D 3/00** (2006.01)

**B05D 5/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2020** **PCT/EP2020/052265**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2020** **WO20160993**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2020** **E 20701644 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2024** **EP 3921090**

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

30 Prioridad:

**08.02.2019 EP 19156150**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.11.2024**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LOGINOV, EVGENY y**  
**DESPLAND, CLAUDE-ALAIN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 988 654 T3

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

## DESCRIPCIÓN

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

Campo de la invención

La presente invención se refiere al ámbito de la protección de los documentos de valor y de los bienes comerciales de valor o de marca contra la falsificación y la reproducción ilegal. En particular, la presente invención se refiere a los procesos de producción de capas de efectos ópticos (OEL, por sus siglas en inglés) que muestran una apariencia dinámica de ángulo de visión y capa de efecto óptico, así como en cuanto a los usos de dichas OEL como medios antifalsificación en documentos y artículos.

Antecedentes de la invención

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

Las características de seguridad para documentos y artículos de seguridad se pueden clasificar en características de seguridad "encubiertas" y "abiertas". La protección proporcionada por las características de seguridad encubiertas se basa en el concepto de que tales características están ocultas a los sentidos humanos, por lo general requieren equipo especializado y conocimiento para su detección, mientras que las características de seguridad "abiertas" son fácilmente detectables con los sentidos humanos sin ayuda. Tales características pueden ser visibles y/o detectables a través de los sentidos táctiles, mientras que aún son difíciles de producir y/o copiar. Sin embargo, la efectividad de las características de seguridad abierta depende en gran medida de su fácil reconocimiento como una característica de seguridad, porque los usuarios solo entonces realmente realizarán una comprobación de seguridad basada en dicha característica de seguridad si son conscientes de su existencia y naturaleza.

Los recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmento magnético o magnetizable orientadas se revelan, por ejemplo, en US 2,570,856; US 3,676,273; US 3,791,864; US 5,630,877 y US 5,364,689. Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en los recubrimientos permiten la producción de imágenes, diseños y/o patrones inducidos magnéticamente mediante la aplicación de un campo magnético correspondiente, causando una alineación local de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en el recubrimiento no endurecido, seguido de endurecimiento de este último para fijar las partículas en sus posiciones y orientaciones. Esto da lugar a efectos ópticos específicos, es decir, imágenes, diseños o patrones fijos inducidos magnéticamente que son altamente resistentes a la falsificación. Los elementos de seguridad basados en partículas de pigmento magnéticas o magnetizables orientadas sólo pueden producirse teniendo acceso a las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, o a una tinta o composición de recubrimiento correspondiente que comprende dichas partículas, y la tecnología particular empleada para aplicar dicha tinta o composición de recubrimiento y para orientar dichas partículas de pigmento en la tinta o composición de recubrimiento aplicadas, seguido por el endurecimiento de dicha tinta o composición.

Se puede lograr un efecto óptico particularmente llamativo si una función de seguridad cambia su apariencia al cambiar las condiciones de visualización, tal como el ángulo de visión. Un ejemplo es el llamado efecto "barra rodante", como se divulga en US 2005/0106367. Un efecto de "barra rodante" (Figura 1A) se basa en la orientación de partículas de pigmento que imitan una superficie curva a través del recubrimiento. El observador ve una zona de reflexión especular que se aleja o acerca al observador según se incline la característica de seguridad. Una denominada barra rodante positiva comprende partículas de pigmento orientadas de forma cóncava (Figura 1C) y sigue una superficie curvada positivamente; una barra rodante positiva se mueve con el sentido de rotación de la inclinación. Una denominada barra rodante negativa comprende partículas de pigmento orientadas de forma convexa (Figura 1B) y sigue una superficie curvada negativamente; una barra rodante negativa se mueve en sentido contrario a la rotación de la inclinación. Un recubrimiento endurecido que comprende partículas de pigmento con una orientación que sigue una curvatura cóncava (orientación curva positiva), muestra un efecto visual caracterizado por un movimiento ascendente de la barra rodante (barra rodante positiva) cuando el soporte se inclina hacia atrás. La curvatura cóncava se refiere a la curvatura vista por un observador que mire el recubrimiento endurecido desde el lado del soporte que porta el recubrimiento endurecido (Figura 1C). Un recubrimiento endurecido que comprende partículas de pigmento con una orientación que sigue una curvatura convexa (orientación de curva negativa, Figura 1B) muestra un efecto visual caracterizado por un movimiento descendente de la barra rodante (barra rodante negativa) cuando el soporte que lleva el recubrimiento endurecido se inclina hacia atrás (es decir, la parte superior del soporte se aleja del observador mientras que la parte inferior del soporte se acerca al observador) (Figura 1A). Este efecto se utiliza hoy en día para una serie de elementos de seguridad de los billetes, como el "5" y el "10" del billete de 5 o 10 euros, respectivamente.

Otro ejemplo de un elemento de seguridad que tiene un efecto óptico dinámico, en donde dicho efecto dinámico exhibe una banda de luz reflejada desde las partículas de pigmento orientadas magnéticamente que se mueven cuando dicho elemento se inclina se divulga en WO 2018/045233 A1. WO 2018/045233 A1 divulga un efecto óptico dinámico en donde se refleja una banda de luz, dicho movimiento se produce en direcciones perpendiculares a la dirección en la que se

inclina dicha característica. Dicho efecto óptico dinámico divulgado en WO 2018/045233 A1 se denomina efecto óptico orto-paraláctico. Un efecto óptico orto-paraláctico puede describirse como un efecto óptico en el que una característica óptica, tal como una banda que parece más brillante u oscura que otras secciones del elemento de seguridad, parece moverse a través de la característica de seguridad en una dirección ortogonal a la dirección de inclinación de la característica de seguridad. Así, por ejemplo, cuando la característica de seguridad se inclina lateralmente (por ejemplo, sobre un eje latitudinal), puede parecer que el elemento óptico se desplaza en sentido longitudinal. WO 2018/045230 A1 divulga además aparatos y métodos para orientar escamas magnéticas con el fin de producir elementos de seguridad en un sustrato que presente un efecto óptico orto-paraláctico, en donde las escamas orientables magnéticamente se someten a un campo magnético y se fijan en las orientaciones deseadas mediante el uso de una máscara que contiene al menos una abertura, en la que la máscara y al menos una abertura pueden colocarse estratégicamente con respecto al campo magnético para hacer que las escamas orientables magnéticamente se fijen en un ángulo diedro deseado con respecto al sustrato mediante una fuente de radiación.

Queda la necesidad de conjuntos magnéticos y procesos para producir capas de efecto óptico (OEL) basadas en partículas de pigmento magnéticas o magnetizables orientadas en tintas o composiciones de recubrimiento, en donde dichos conjuntos y procesos magnéticos son confiables, fáciles de implementar y capaces de trabajar a una alta velocidad de producción al tiempo que permite la producción de OEL que exhiben un efecto visual orto-paraláctico y son difíciles de producir a gran escala con el equipo disponible para un falsificador.

#### Breve descripción de la invención

En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar conjuntos magnéticos (x00) para producir una capa de efecto óptico (OEL) que exhiba un efecto orto-paraláctico en una superficie de sustrato (x20), en donde dicho conjunto (x00) comprende:

a) un primer dispositivo generador de campo magnético (x30) que comprende n conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente n conjuntos de dos o más imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), siendo n un número entero igual o mayor que 1, en donde cada uno de dichos imanes dipolares de barra (x31) tiene su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20),

en donde, para cada conjunto de dichos n conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31) tienen su polo Norte apuntando en una misma dirección y son sustancialmente paralelos entre sí, y en donde los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) están al menos parcialmente o totalmente incrustados en una matriz de soporte de forma poligonal (x32); y

b) un segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) que comprende uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) que tienen su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20);

en donde la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y la suma vectorial H2 de uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) forman un ángulo  $\alpha$  en el rango de aproximadamente 5° a aproximadamente 175° o en el rango de aproximadamente 185° a aproximadamente 355°, preferiblemente en el rango de aproximadamente 60° a aproximadamente 120° o en el rango de aproximadamente 240° a aproximadamente 300°.

El primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente se coloca debajo o encima del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente.

El primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente y el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente están apilados uno con respecto al otro.

También se describen en la presente los usos de los conjuntos magnéticos (x00) descrito en la presente para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato.

También se describen en la presente aparatos de impresión que comprenden un cilindro magnético giratorio que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x00) descritos en la presente y aparatos de impresión que comprenden una unidad de impresión plana que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x00) descritos en la presente, en donde dichos aparatos de impresión son adecuados para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente sobre un sustrato como los descritos en la presente. En la presente también se describen usos de los aparatos de impresión descritos en la presente para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente en un sustrato como los descritos en la presente.

También se describen en la presente los procesos para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente sobre un sustrato (x20), en donde la OEL que exhibe un efecto orto-paraláctico, y las OEL obtenidas a partir de los mismos. Dichos procesos comprenden los siguientes pasos:

- i) aplicar sobre una superficie de sustrato (x20) una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas, en donde dicha composición de recubrimiento curable por radiación se encuentra en un primer estado para formar una capa de recubrimiento (x10);
- 5 ii) exponer la composición de recubrimiento curable por radiación a un campo magnético de un conjunto magnético estático (x00) descrito en la presente con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas;
- 10 iii) curar al menos parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación del paso ii) a un segundo estado para fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas.

También se describen en la presente métodos de fabricación de un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo, que comprende a) proporcionar un documento de seguridad o un elemento u objeto decorativo, y b) proporcionar una capa de efecto óptico (OEL) como las descritas en la presente, en particular como las obtenidas por el proceso descrito en la presente, de manera que esté compuesta por el documento de seguridad o elemento u objeto decorativo.

#### Breve descripción de los dibujos

20 La **Figura 1A** ilustra esquemáticamente un efecto de “barra rodante” y las Figuras 1B a 1C ilustran esquemáticamente la orientación de las partículas de pigmento de un efecto de “barra rodante” (barra rodante negativa en la Figura 1B y barra rodante positiva en la Figura 1C) sobre un sustrato (S).

25 Las Figuras 2A a 2C ilustran esquemáticamente un conjunto magnético (200) para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre la superficie de un sustrato (220), en donde dicho conjunto magnético (200) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (230) que comprende un conjunto de dos imanes dipolares de barra espaciados (231-a1, 231-a2) y un segundo dispositivo generador de campos magnéticos (240) que comprende un imán dipolar de forma cuadrada (241), en donde el primer dispositivo generador de campos magnéticos (230) está colocado debajo del segundo dispositivo generador de campos magnéticos (240) y ambos están esencialmente centrados entre sí. Los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (220), son sustancialmente paralelos entre sí y están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (232).

30 Las Figuras 2D1 a 2D3 ilustran esquemáticamente los vectores y la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (230). Las Figuras 2D1 a 2D3 ilustran el ángulo  $\alpha$  entre la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (230) y la suma vectorial H2 del imán dipolar de forma cuadrada (241).

35 La **Figura 2E** muestra imágenes de una OEL obtenida utilizando el conjunto magnético (200) ilustrado en las Figuras 2A a 2D, visto desde una posición fija a medida que la muestra se inclina de  $-20^\circ$  a  $+20^\circ$ .

40 Las Figuras 3A a 3C ilustra esquemáticamente un conjunto magnético (300) para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre una superficie de sustrato (320), en donde dicho conjunto magnético (300) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (330) que comprende un conjunto de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (331-a1, 331-a2), un segundo dispositivo generador de campo magnético (340) que comprende un imán dipolar de forma cuadrada (341) y una pieza polar de forma cuadrada (350), en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (330) está situado debajo del segundo dispositivo generador de campos magnéticos (340), en donde la pieza polar de forma cuadrada (350) está situada debajo del primer dispositivo generador de campos magnéticos (330) y en donde dicho primer dispositivo generador de campo magnético (330), dicho segundo dispositivo generador de campo magnético (340) y dicha pieza polar de forma cuadrada (350) están esencialmente centrados entre sí. Los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (320), son sustancialmente paralelos entre sí y están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (332).

50 Las Figuras 3D1 a 3D3 ilustran esquemáticamente los vectores y la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (330). Las Figuras 3D1 a 3D3 ilustran el ángulo  $\alpha$  entre la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (330) y la suma vectorial H2 del imán dipolar de forma cuadrada (341).

55 La **Figura 3E** muestra imágenes de una OEL obtenida utilizando el conjunto magnético (300) ilustrado en las Figuras 3A a 3D, visto desde una posición fija a medida que la muestra se inclina de  $-20^\circ$  a  $+20^\circ$ .

60 Las Figuras 4A a 4C ilustran esquemáticamente un conjunto magnético (400) para producir una capa de efecto óptico (OEL) en la superficie de un sustrato (420), en donde dicho conjunto magnético (400) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (430) que comprende dos conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (primer conjunto: 431-a1 y 431-a2; segundo conjunto 431-b1 y 431-b2) y un segundo dispositivo generador de campo magnético (440) que comprende un imán dipolar de forma cuadrada (441), en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (430) está colocado debajo del segundo dispositivo generador de campo magnético (440) y los dos están esencialmente centrados entre sí. Los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo al sustrato (420), están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (432) y están dispuestos en una forma cuadrada. Los dos imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2) del primer conjunto son sustancialmente paralelos entre sí y los dos imanes dipolares de barra (431-b1, 431-b2) del segundo conjunto son sustancialmente paralelos entre sí.

Las Figuras 4D1 a 4D3 ilustran esquemáticamente los vectores y la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (430). Las Figuras 4D1 a 4D3 ilustran el ángulo  $\alpha$  entre la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (430) y la suma vectorial H2 del imán dipolar de forma cuadrada (441).

La **Figura 4E** muestra imágenes de una OEL obtenida utilizando el conjunto magnético (400) ilustrado en las Figuras 4A a 4D, visto desde una posición fija a medida que la muestra se inclina de  $-20^\circ$  a  $+60^\circ$ .

Las Figuras 5A a 5C ilustran esquemáticamente un conjunto magnético (500) para producir una capa de efecto óptico (OEL) en la superficie de un sustrato (520), en donde dicho conjunto magnético (500) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (530) que comprende dos conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (primer conjunto: 531-a1 y 531-a2; segundo conjunto 531-b1 y 531-b2) y un segundo dispositivo generador de campo magnético (540) que comprende un imán dipolar de forma cuadrada (541), en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (530) está en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (530) está colocado debajo del segundo dispositivo generador de campo magnético (540) y los dos están esencialmente centrados entre sí. Los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo al sustrato (520), están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (532) y están dispuestos en una forma de rombo. Los dos imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2) del primer conjunto son sustancialmente paralelos entre sí y los dos imanes dipolares de barra (531-b1, 531-b2) del segundo conjunto son sustancialmente paralelos entre sí.

Las Figuras 5D1 a 5D3 ilustran esquemáticamente los vectores y la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (530). Las Figuras 5D1 a 5D3 ilustran el ángulo  $\alpha$  entre la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (530) y la suma vectorial H2 del imán dipolar de forma cuadrada (541).

La **Figura 5E** muestra imágenes de una OEL obtenida utilizando el conjunto magnético (500) ilustrado en las Figuras 5A a 5D, visto desde una posición fija a medida que la muestra se inclina de  $-20^\circ$  a  $+60^\circ$ .

#### Descripción detallada

#### Definiciones

Las siguientes definiciones se aplican al significado de los términos empleados en la descripción y recitados en las reivindicaciones.

Como se utiliza en la presente, los artículos indefinidos “un” o “una” indican a uno así como más de uno, y no limita necesariamente su sustantivo referente al singular.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término “sobre” significa que la cantidad o valor en cuestión puede ser el valor específico designado o algún otro valor en su vecindario. Por lo general, el término “aproximadamente” que denota un determinado valor está destinado a denotar un rango dentro de  $\pm 5\%$  de ese valor. Por ejemplo, la frase “alrededor de 100” denota un rango de  $100 \pm 5$ , es decir, el rango de 95 a 105. Generalmente, cuando se utiliza el término “sobre”, se puede esperar que resultados o efectos similares según la invención se puedan obtener dentro de un rango de  $\pm 5\%$  del valor indicado.

El término “sustancialmente paralelo” se refiere a desviarse no más de  $10^\circ$  de la alineación paralela y el término “sustancialmente perpendicular” se refiere a desviarse no más de  $10^\circ$  de la alineación perpendicular.

Como se utiliza en la presente, el término “y/o” significa que ambos o sólo uno de los elementos vinculados por el término están presentes. Por ejemplo, “A y/o B” significa “Solo A, o solo B, o ambos A y B”. En el caso de “solo A”, el término también cubre la posibilidad de que B esté ausente, es decir, “solo A, pero no B”.

El término “que comprende”, tal como se utiliza en el presente documento, tiene la intención de ser no exclusivo y abierto. Así, por ejemplo, la composición de disolución que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, el término “comprende” también abarca, como una realización particular del mismo, los significados más restrictivos de “consiste esencialmente en” y “que consiste en”, de modo que, por ejemplo, “una composición que comprende A, B y opcionalmente C” también pueden consistir (esencialmente) en A y B, o consistir (esencialmente) en A, B y C.

El término “composición de recubrimiento” se refiere a cualquier composición que sea capaz de formar un recubrimiento, en particular una capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente, sobre un sustrato sólido, y que puede aplicarse, preferiblemente, pero no exclusivamente, mediante un método de impresión. La composición de recubrimiento descrita en la presente comprende al menos una pluralidad de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas y un aglutinante.

El término “capa de efecto óptico (OEL)” como se utiliza en la presente denota una capa que comprende al menos una pluralidad de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas, orientadas magnéticamente y un aglutinante, en el que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas están fijas o

congeladas (fijas/congeladas) en posición y orientación dentro de dicho aglutinante.

Una "partícula de pigmento", en el contexto de la presente divulgación, designa un material particulado, que es insoluble en la tinta o composición de recubrimiento, y que proporciona a esta última una respuesta espectral de transmisión/reflexión determinada.

El término "dirección magnética" denota la dirección del vector de campo magnético a lo largo de una línea de campo magnético que apunta, en el exterior de un imán, desde su polo Norte hasta su polo Sur (véase, Handbook of Physics, Springer 2002, páginas 463-464).

El término "curado" designa un proceso que aumenta la viscosidad de una composición de recubrimiento como reacción a un estímulo, para convertir la composición de recubrimiento en un estado en el que las partículas de pigmento magnético o magnetizable que contiene están fijas/congeladas en sus posiciones y orientaciones y ya no pueden moverse ni girar (es decir, un estado curado, endurecido o sólido).

Como se utiliza en la presente, el término "al menos" define una cantidad determinada o más que dicha cantidad, por ejemplo "al menos uno" significa uno, dos o tres, etc.

El término "documento de seguridad" se refiere a un documento que está protegido contra la falsificación o el fraude por al menos una característica de seguridad. Ejemplos de documentos de seguridad incluyen, sin limitación, moneda, documentos de valor, documentos de identidad, etc.

El término "característica de seguridad" denota una imagen, patrón o elemento gráfico abierto o encubierto que se puede utilizar para la autenticación del documento o artículo que lo lleva.

Cuando la presente descripción se refiere a las realizaciones/características "preferidas", las combinaciones de estas realizaciones/características "preferidas" también se considerarán divulgadas como preferidas, siempre y cuando esta combinación de realizaciones/características "preferidas" sea técnicamente significativa.

La presente invención proporciona conjuntos magnéticos (x00) y procesos utilizando dichos conjuntos magnéticos (x00) adecuados para producir capas de efecto óptico (OEL), dichas OEL comprenden una pluralidad de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas y no orientadas aleatoriamente, dichas partículas de pigmento se dispersan dentro de un material endurecido/curado y las capas de efectos ópticos (OEL) obtenidas de ello. Gracias al patrón de orientación de dicha partícula de pigmento magnético o magnetizable, la OEL óptica descrita en la presente proporciona la impresión óptica de un efecto orto-paraláctico, es decir, en el presente caso bajo la forma de una barra vertical reflectante y brillante que se desplaza en dirección longitudinal cuando el sustrato que porta dicha OEL se inclina sobre un eje horizontal/latitudinal o que se desplaza en dirección horizontal/latitudinal cuando el sustrato que porta dicha OEL se inclina sobre un eje longitudinal.

La presente invención proporciona procesos y métodos para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente sobre el sustrato descrito en la presente, y las capas de efecto óptico (OEL) obtenidas con ella, en donde dichos métodos comprenden un paso i) de aplicar sobre la superficie del sustrato de la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente, estando dicha composición de recubrimiento curable por radiación en un primer estado, es decir, un estado líquido o pastoso, en donde la composición de recubrimiento curable por radiación está lo suficientemente húmeda o blanda para que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas dispersas en la composición de recubrimiento curable por radiación puedan moverse, girar y/u orientarse libremente al exponerse al campo magnético.

El paso i) descrito en la presente puede ser llevado a cabo por un proceso de recubrimiento, tales como, por ejemplo, procesos de recubrimiento por rodillo y pulverización o por un proceso de impresión. Preferiblemente, el paso i) descrito en la presente se lleva a cabo mediante un proceso de impresión preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en serigrafía, impresión de huecograbado, impresión flexográfica, impresión de inyección de tinta e impresión calcográfica (también conocida en la técnica como impresión de placas de cobre grabadas e impresión de troquelado de acero grabado), más preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en serigrafía, impresión de huecograbado e impresión flexográfica.

Posteriormente, de manera parcialmente simultánea o simultáneamente con la aplicación de la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en la presente en la superficie del sustrato descrita en la presente (paso ii)), se orienta al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas (paso ii)) al exponer la composición de recubrimiento curable por radiación al campo magnético del conjunto magnético (x00) descrito en la presente y ser estático, para alinear al menos parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas a lo largo de las líneas de campo magnético generadas por el conjunto (x00).

Posteriormente o de manera parcialmente simultánea con el paso de orientación/alineación de al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas mediante la aplicación del campo magnético

descrito en la presente, la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas se fija o se congela. La composición de recubrimiento curable por radiación debe tener, por lo tanto, un primer estado, es decir, un estado líquido o pastoso, en donde la composición de recubrimiento curable por radiación es lo suficientemente húmeda o suave, de modo que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas dispersas en la composición de recubrimiento curable por radiación sean libremente movibles, girables y/u orientables tras la exposición al campo magnético, y un segundo estado curado (por ejemplo, sólido), en donde las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas se fijan o congelan en sus respectivas posiciones y orientaciones.

En consecuencia, los procesos para producir una capa de efecto óptico (OEL) en el sustrato descrito en la presente comprende un paso iii) de curar al menos parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación del paso ii) a un segundo estado para fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas. El paso iii) del curado al menos parcialmente de la composición de recubrimiento curable por radiación puede llevarse a cabo posteriormente o de manera parcialmente simultánea con el paso de orientar/alinear al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas mediante la aplicación del campo magnético descrito en la presente (paso ii)). Preferiblemente, el paso iii) de curado al menos parcialmente de la composición de recubrimiento curable por radiación se lleva a cabo de manera parcialmente simultánea con el paso de orientar/alinear al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas mediante la aplicación del campo magnético descrito en la presente (paso ii)). Por "parcialmente simultáneo" se entiende que ambos pasos se realizan parcialmente de forma simultánea, es decir, que los tiempos de ejecución de cada uno de los pasos se solapan parcialmente. En el contexto descrito en la presente, cuando el curado se realiza de manera parcialmente simultánea con el paso de orientación ii), debe entenderse que el curado se hace efectivo después de la orientación para que las partículas de pigmento tengan el tiempo de orientarse antes del curado o endurecimiento total o parcial de la OEL.

El primer y segundo estado de la composición del recubrimiento curable por radiación se proporcionan mediante el uso de un cierto tipo de composición de recubrimiento curable por radiación. Por ejemplo, los componentes de la composición del recubrimiento curable por radiación distintos de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas pueden tomar la forma de una composición de tinta o revestimiento curable por radiación, como los que se utilizan en aplicaciones de seguridad, por ejemplo, para la impresión de billetes. Los estados primero y segundo mencionados se proporcionan mediante el uso de un material que muestra un aumento de la viscosidad en la reacción a una exposición a una radiación electromagnética. Es decir, cuando el material aglutinante fluido se cura o solidifica, dicho material aglutinante se convierte en el segundo estado, donde las partículas de pigmento magnético o magnetizable, oblongas, no esféricas se fijan en sus posiciones y orientaciones actuales y ya no pueden moverse ni girar dentro del material aglutinante.

Como lo saben los expertos en el arte, los ingredientes compuestos por una composición de recubrimiento curable a radiación que se aplicará sobre una superficie como un sustrato y las propiedades físicas de dicha composición de recubrimiento curable por radiación deben cumplir con los requisitos del proceso utilizado para transferir la composición de recubrimiento curable a la superficie del sustrato. En consecuencia, el material aglutinante compuesto por la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en este documento se elige típicamente entre los conocidos en la técnica y depende del proceso de recubrimiento o impresión utilizado para aplicar la composición de recubrimiento curable por radiación y el proceso de curado por radiación elegido.

En las capas de efecto óptico (OEL) descritas en la presente, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente se dispersan en la composición de recubrimiento curable por radiación curada/endurecida que comprende un material de aglutinante curado que fija/congela la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables. El material curado de aglutinante es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un rango de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 2500 nm. El material aglutinante es, por lo tanto, al menos en su estado curado o sólido (también denominado en la presente de segundo estado), al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un rango de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 2500 nm, es decir, dentro del rango de longitud de onda que se conoce típicamente como el "espectro óptico" y que comprende partes infrarrojas, visibles y UV del espectro electromagnético, de tal manera que las partículas comprendidas en el material aglutinante en su estado curado o sólido y su reflectividad dependiente de la orientación se pueden percibir a través del material aglutinante. Preferiblemente, el material curado aglutinante es al menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética de un rango de longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 800 nm, más preferiblemente comprendidas entre 400 nm y 700 nm. En la presente, el término "transparente" denota que la transmisión de radiación electromagnética a través de una capa de 20 µm del material de aglutinante curado presente en la OEL (sin incluir las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta, pero todos los demás componentes opcionales de la OEL en caso de que tales componentes estén presentes) es al menos 50 %, más preferiblemente al menos 60 %, incluso más preferiblemente al menos 70 %, en la(s) longitud(es) de onda en cuestión. Esto se puede determinar, por ejemplo, midiendo la transmitancia de una pieza de prueba del material aglutinante curado (sin incluir las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas) de acuerdo con métodos de prueba bien establecidos, por ejemplo, DIN 5036-3 (1979-11). Si la OEL sirve como una característica de seguridad encubierta, entonces típicamente serán necesarios medios técnicos para detectar el efecto óptico (completo) generado por la OEL bajo las condiciones de iluminación respectivas que comprenden la longitud de onda no visible seleccionada; dicha detección requiere que la longitud de onda de la radiación incidente se seleccione fuera del rango

visible, por ejemplo, cerca del rango UV. Las partes infrarroja, visible y UV del espectro electromagnético corresponden aproximadamente a los rangos de longitud de onda entre 700-2500 nm, 400-700 nm y 200-400 nm respectivamente.

Como se mencionó anteriormente, la composición del recubrimiento curable por radiación descrita en este documento depende del proceso de recubrimiento o impresión utilizado para aplicar dicha composición de recubrimiento curable por radiación y el proceso de curado elegido. Preferiblemente, el curado de la composición del recubrimiento curable por radiación implica una reacción química que no se invierte mediante un simple aumento de temperatura (por ejemplo, hasta 80 °C) que puede ocurrir durante un uso típico de un artículo que comprende la OEL descrita en este documento. El término "curado" o "curable" se refiere a procesos que incluyen la reacción química, entrecruzamiento o polimerización de al menos un componente de la composición de recubrimiento curable por radiación aplicada de tal manera que se convierte en un material polimérico que tiene un peso molecular mayor que las sustancias de partida. El curado por radiación conduce ventajosamente a un aumento instantáneo de la viscosidad de la composición del recubrimiento curable por radiación después de la exposición a la irradiación de curado, evitando así cualquier movimiento adicional de las partículas de pigmento y, en consecuencia, cualquier pérdida de información después del paso de orientación magnética. Preferiblemente, el paso de curado (paso iii)) se lleva a cabo por curado por radiación, incluido el curado por radiación de luz UV visible o por curado por radiación de haz E, más preferiblemente por curado por radiación de luz UV-Vis.

Por lo tanto, las composiciones de recubrimiento curables por radiación adecuadas para la presente invención incluyen composiciones curables por radiación que pueden curarse mediante radiación de luz UV visible (en lo sucesivo, radiación de luz UV-Vis) o mediante radiación de haz E (en lo sucesivo, radiación EB). Las composiciones curables mediante radiación se conocen en la materia y pueden encontrarse en libros de texto estándar tales como la serie "Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", Vol. IV, Formulation, por C. Lowe, G. Webster, S. Kessel y I. McDonald, 1996 por John Wiley & Sons en asociación con SITA Technology Limited. De acuerdo con una encarnación particularmente preferida de la presente invención, la composición de recubrimiento curable por radiación descrita en el presente documento es una composición de recubrimiento curable por radiación UV-Vis. Por lo tanto, una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente preferiblemente se cura al menos parcialmente mediante radiación de luz UV-Vis, preferiblemente mediante luz LED de ancho de banda estrecho en la región espectral UV-A (315-400 nm) o azul (400-500 nm), más preferible por una fuente LED de alta potencia que emite en la región espectral de 350 nm a 450 nm, con un ancho de banda de emisión típico en el rango de 20 nm a 50 nm. La radiación UV de lámparas de vapor de mercurio o lámparas de mercurio dopado también se puede utilizar para aumentar la tasa de curado de la composición de recubrimiento curable por radiación.

Preferiblemente, la composición de recubrimiento curable por radiación UV-Vis comprende uno o más compuestos seleccionados del grupo que consisten en compuestos radicalmente curables y compuestos cacionalmente curables. La composición de recubrimiento curable por radiación UV-Vis descrita en el presente puede ser un sistema híbrido y comprender una mezcla de uno o más compuestos curables cacionalmente y uno o más compuestos curables radicalmente. Los compuestos curables catiónicamente se curan por mecanismos catiónicos típicamente incluyendo la activación por radiación de uno o más fotoiniciadores que liberan especies catiónicas, tales como ácidos, que a su vez inician el curado para reaccionar y/o reticular los monómeros y/o oligómeros para así curar la composición de recubrimiento curable por radiación. Los compuestos radicalmente curables se curan mediante mecanismos de radicales libres que incluyen típicamente la activación por radiación de uno o más fotoiniciadores, generando así radicales que a su vez inician la polimerización para curar la composición de recubrimiento curable por radiación. Dependiendo de los monómeros, oligómeros o prepolímeros utilizados para preparar el aglutinante comprendido en las composiciones de recubrimiento curables por radiación UV-Vis descritas en la presente, se podrían utilizar diferentes fotoiniciadores. Ejemplos adecuados de fotoiniciadores de radicales libres son conocidos por aquellos expertos en la técnica e incluyen, sin limitación, acetofenonas, benzofenonas, bencildimetilcetales, alfa-aminocetonas, alfa-hidroxicetonas, óxidos de fosfina y derivados del óxido de fosfina, así como mezclas de dos o más de los mismos. Ejemplos adecuados de fotoiniciadores catiónicos son conocidos por aquellos expertos en la técnica e incluyen, sin limitación, sales de onio, tales como sales de yodo orgánico (por ejemplo, sales de diarilo yodinio), oxonio (por ejemplo, sales de triariloxonio) y sales de sulfonio (por ejemplo, sales de triarilsulfonio), así como mezclas de dos o más de los mismos. Otros ejemplos de fotoiniciadores útiles pueden encontrarse en libros de texto estándar tales como "Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", Volumen III, "Photoinitiators for Free Radical Cationic and Anionic Polymerization", 2a edición, por J. V. Crivello y K. Dietliker, editado por G. Bradley y publicado en 1998 por John Wiley & Sons en asociación con SITA Technology Limited. También puede ser ventajoso incluir un sensibilizador junto con uno o más fotoiniciadores para lograr un curado eficiente. Los ejemplos típicos de fotosensibilizadores adecuados incluyen, sin limitación, isopropil-tioxantona (ITX), 1-cloro-2-propoxi-tioxantona (CPTX), 2-cloro-tioxantona (CTX) y 2,4-dietil-tioxantona (DETX), y mezclas de dos o más de los mismos. Uno o más fotoiniciadores comprendidos en las composiciones de recubrimiento curables por radiación UV-Vis están preferiblemente presentes en una cantidad total de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, más preferiblemente aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de las composiciones de recubrimiento curables por radiación UV-Vis.

La composición de recubrimiento curable a la radiación descrita en la presente puede comprender además una o más sustancias de marcador o identificadores y/o uno o más materiales legibles por máquina seleccionados del grupo que consisten en materiales magnéticos (diferentes de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta descritas en la presente), materiales luminiscentes, materiales conductores de electricidad y materiales

absorbentes de infrarrojos. Como se utiliza en la presente, el término “material legible por máquina” se refiere a un material que puede estar comprendido en una capa para conferir una manera de autenticar dicha capa o artículo que comprende dicha capa mediante el uso de un equipo particular para su autenticación.

- 5 La composición del recubrimiento curable por radiación descrita en este documento puede comprender además uno o más componentes colorantes seleccionados del grupo que consisten en partículas de pigmento orgánico, partículas de pigmento inorgánico y colorantes orgánicos, y/o uno o más aditivos. Estos últimos incluyen, sin limitación, compuestos y materiales que se utilizan para ajustar los parámetros físicos, reológicos y químicos de la composición de revestimiento curable por radiación, como la viscosidad (por ejemplo, disolventes, espesantes y tensoactivos), la consistencia (por ejemplo, agentes antisedimentación, materiales de relleno y plastificantes), las propiedades espumantes (por ejemplo, agentes antiespumantes), las propiedades lubricantes (ceras, aceites), la estabilidad UV (fotoestabilizadores), las propiedades de adherencia, las propiedades antiestáticas, la vida útil (inhibidores de polimerización), el brillo, etc. Los aditivos descritos en el presente documento pueden estar presentes en la composición de revestimiento curable por radiación en cantidades y formas conocidas en la técnica, incluidos los denominados nanomateriales en los que al menos una de las dimensiones del aditivo está en el rango de 1 a 1000 nm.

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

- 25 Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente se definen como que tienen, debido a su forma oblonga no esférica, reflectividad no isotrópica con respecto a una radiación electromagnética incidente para la que el material de aglutinante curado o endurecido es al menos parcialmente transparente. Como se utiliza en la presente, el término “reflectividad no isotrópica” denota que la proporción de radiación incidente desde un primer ángulo que es reflejada por una partícula en una cierta dirección (de visión) (un segundo ángulo) es una función de la orientación de las partículas, es decir, que un cambio de la orientación de la partícula con respecto al primer ángulo puede conducir a una magnitud diferente de la reflexión a la dirección de visión. Preferiblemente, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente tienen una reflectividad no isotrópica con respecto a la radiación electromagnética incidente en algunas partes o en el rango completo de longitud de onda de aproximadamente 200 a aproximadamente 2500 nm, más preferiblemente de aproximadamente 400 a aproximadamente 700 nm, de tal manera que un cambio de orientación de la partícula da como resultado un cambio de reflexión por esa partícula en una cierta dirección. Como sabe un experto en la técnica, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en la presente son diferentes de los pigmentos convencionales, en que dichas partículas de pigmento convencionales exhiben el mismo color y reflectividad, independientemente de la orientación de la partícula, mientras que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas en la presente exhiben un reflejo o un color, o ambos, que dependen de la orientación de la partícula.

Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente son preferiblemente partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta.

- 45 Ejemplos adecuados de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente incluyen, sin limitación, partículas de pigmento que comprenden un metal magnético seleccionado del grupo que consiste en cobalto (Co), hierro (Fe), gadolinio (Gd) y níquel (Ni); aleaciones magnéticas de hierro, manganeso, cobalto, níquel y mezclas de dos o más de los mismos; óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel y mezclas de dos o más de ellos; y mezclas de dos o más de los mismos. El término “magnético” en referencia a los metales, aleaciones y óxidos está dirigido a metales, aleaciones y óxidos ferromagnéticos o ferrimagnéticos. Los óxidos magnéticos de cromo, manganeso, cobalto, hierro, níquel o una mezcla de dos o más de los mismos pueden ser óxidos puros o mixtos. Los ejemplos de óxidos magnéticos incluyen, sin limitación, óxidos de hierro, tales como hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), dióxido de cromo ( $\text{CrO}_2$ ), ferritas magnéticas ( $\text{MFe}_2\text{O}_4$ ), espinelas magnéticas ( $\text{MR}_2\text{O}_4$ ), hexaferritas magnéticas ( $\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$ ), ortoferritas magnéticas ( $\text{RFeO}_3$ ), granates magnéticos  $\text{M}_3\text{R}_2(\text{AO}_4)_3$ , en donde M significa metal bivalente, R significa metal trivalente y A significa metal tetravalente.

- Ejemplos de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente incluyen, sin limitación, las partículas de pigmento que comprenden una capa magnética M hecha de uno o más de un metal magnético, tal como cobalto (Co), hierro (Fe), gadolinio (Gd) o níquel (Ni); y una aleación magnética de hierro, cobalto o níquel, en donde dichas partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta pueden ser estructuras multicapa que comprenden una o más capas adicionales. Preferiblemente, una o más capas adicionales son capas A fabricadas independientemente a partir de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en fluoruros metálicos, tales como fluoruro de magnesio ( $\text{MgF}_2$ ), óxido de silicio ( $\text{SiO}$ ), dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), sulfuro de zinc ( $\text{ZnS}$ ) y óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), más preferiblemente dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ); o capas B hechas independientemente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en metales reflectantes y aleaciones metálicas reflectantes, y más

- preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr) y níquel (Ni), y aún más preferiblemente aluminio (Al); o una combinación de una o más capas A como las descritas anteriormente y una o más capas B como las descritas anteriormente. Ejemplos típicos de las partículas pigmentarias magnéticas o magnetizables en forma de plaqueta que son estructuras multicapa descritas anteriormente incluyen, sin limitación, estructuras multicapa A/M, estructuras multicapa A/M/A estructuras multicapa A/M/B, estructuras multicapa A/B/M/A, estructuras multicapa A/B/M/B, estructuras multicapa A/B/M/B/A, estructuras multicapa B/M, estructuras multicapa B/M/B, estructuras multicapa B/A/M/A, estructuras multicapa B/A/M/B, estructuras multicapa B/A/M/B/A, en donde las capas A, las capas magnéticas M y las capas B se eligen entre las descritas anteriormente.
- Al menos una parte de las partículas de pigmento magnético o magnetizable, oblongas, no esféricas descritas en la presente pueden estar constituidas por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, oblongas, no esféricas de cambio de color y/o partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas que no tengan propiedades ópticamente variables. Preferiblemente, al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, oblongas, no esféricas, que permite detectar, reconocer y/o discriminar fácilmente un artículo o documento de seguridad que lleva una tinta, composición recubrimiento curable por radiación, recubrimiento, o la capa que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, oblongas, no esféricas descritas en la presente a partir de sus posibles falsificaciones utilizando los sentidos humanos sin ayuda, las propiedades ópticas de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, en forma de plaqueta también pueden utilizarse como una herramienta legible por máquina para el reconocimiento de la capa de efecto óptico (OEL). Por lo tanto, las propiedades ópticas de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, oblongas, no esféricas pueden utilizarse simultáneamente como una característica de seguridad encubierta o semientrecubierta en un proceso de autenticación en el que se analizan las propiedades ópticas (por ejemplo, espectrales) de las partículas de pigmento. El uso de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, oblongas, no esféricas en composiciones de recubrimiento curables por radiación para producir una OEL mejora la importancia de la OEL como característica de seguridad en aplicaciones de documentos de seguridad, ya que dichos materiales (es decir, partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, oblongas, no esféricas) están reservados al sector de la impresión de documentos de seguridad y no están disponibles comercialmente para el público.
- Además, y debido a sus características magnéticas, las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente son legibles por máquina y, por lo tanto, las composiciones de recubrimiento curables por radiación que comprenden dichas partículas de pigmento pueden detectarse, por ejemplo, con detectores magnéticos específicos. Por lo tanto, las composiciones de recubrimiento curables por radiación que comprenden las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente pueden utilizarse como elemento de seguridad encubierto o semientrecubierto (herramienta de autenticación) para documentos de seguridad.
- Como se mencionó anteriormente, preferiblemente al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables ópticamente variables, oblongas, no esféricas. Estos pueden seleccionarse preferiblemente del grupo que consiste en partículas de pigmento de interferencia magnéticas de película delgada, oblongas, no esféricas, partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnéticas, oblongas, no esféricas, partículas de pigmento recubiertas de interferencia, oblongas, no esféricas que comprenden un material magnético, y mezclas de dos o más de las mismas.
- Las partículas de pigmento de interferencia magnética de película delgada son conocidas por los expertos en la técnica y se divulgan, por ejemplo, en US 4,838,648; WO 2002/073250 A2; EP 0 686 675 B1; WO 2003/000801 A2; US 6,838,166; WO 2007/131833 A1; EP 2 402 401 A1 y en los documentos donde se citen. Preferiblemente, las partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas comprenden partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de cinco capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de seis capas y/o partículas de pigmento que tienen una estructura multicapa Fabry-Perot de siete capas.
- Las estructuras multicapa Fabry-Perot preferidas de cinco capas consisten en estructuras multicapa absorbentes/dieléctricas/reflectoras/dieléctricas/absorbentes en donde el reflector y/o el absorbedor son también una capa magnética, preferiblemente el reflector y/o el absorbedor es una capa magnética que comprende níquel, hierro y/o cobalto, y/o una aleación magnética que comprende níquel, hierro y/o cobalto, y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co).
- Las estructuras multicapa Fabry-Perot preferidas de seis capas consisten en estructuras multicapa absorbentes/dieléctricas/reflectoras/magnéticas/dieléctricas/absorbentes.
- Las estructuras multicapa Fabry Perot preferidas de siete capas consisten en estructuras multicapa absorbentes/dieléctricas/reflectoras/magnéticas/reflectoras/dieléctricas/absorbentes, como se divulga en US 4,838,648.
- Preferiblemente, las capas reflectoras aquí descritas están hechas independientemente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en metales y aleaciones metálicas, preferiblemente seleccionados del grupo que

consiste en metales reflectantes y aleaciones metálicas reflectantes, más preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), oro (Au), platino (Pt), estaño (Sn), titanio (Ti), paladio (Pd), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni), y aleaciones de los mismos, aún más preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en aluminio (Al), cromo (Cr), níquel (Ni) y aleaciones de los mismos, y aún más preferiblemente aluminio (Al).

5 Preferiblemente, las capas dieléctricas se fabrican independientemente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en fluoruros metálicos, tales como fluoruro de magnesio ( $\text{MgF}_2$ ), fluoruro de aluminio ( $\text{AlF}_3$ ), fluoruro de cerio ( $\text{CeF}_3$ ), fluoruro de lantano ( $\text{LaF}_3$ ), fluoruros de aluminio sódico (por ejemplo,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), fluoruro de neodimio ( $\text{NdF}_3$ ), fluoruro de samario ( $\text{SmF}_3$ ), fluoruro de bario ( $\text{BaF}_2$ ), fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ), fluoruro de litio (LiF) y óxidos metálicos, tales como óxido de silicio ( $\text{SiO}$ ), dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), más preferiblemente

10 seleccionados del grupo que consiste en fluoruro de magnesio ( $\text{MgF}_2$ ) y dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) y aún más preferiblemente fluoruro de magnesio ( $\text{MgF}_2$ ). Preferiblemente, las capas absorbentes están hechas independientemente de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en aluminio (Al), plata (Ag), cobre (Cu), paladio (Pd), platino (Pt), titanio (Ti), vanadio (V), hierro (Fe), estaño (Sn), wolframio (W), molibdeno (Mo), rodio (Rh), niobio (Nb), cromo (Cr), níquel (Ni), óxidos metálicos de los mismos, sulfuros metálicos de los mismos, carburos metálicos de los mismos y aleaciones

15 metálicas de los mismos, más preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni), hierro (Fe), óxidos metálicos de los mismos y aleaciones metálicas de los mismos, y aún más preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en cromo (Cr), níquel (Ni), y aleaciones metálicas de los mismos. Preferiblemente, la capa magnética comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o una aleación magnética compuesta por níquel (Ni), hierro (Fe) y/o

20 cobalto (Co); y/o un óxido magnético compuesto por níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co). Cuando se prefieren las partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas que comprenden una estructura Fabry-Perot de siete capas, se prefiere particularmente que las partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnéticas comprendan una estructura multicapa Fabry-Perot de siete capas

25 absorbente/dieléctrico/reflector/magnético/reflector/dieléctrico/absorbente que consiste en una estructura multicapa  $\text{Cr/MgF}_2/\text{Al/M}/\text{Al/MgF}_2/\text{Cr}$ , en donde M una capa magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o una aleación magnética que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co); y/o un óxido magnético que comprende níquel (Ni), hierro (Fe) y/o cobalto (Co).

Las partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnética descritas en la presente pueden ser partículas de pigmento multicapa que se consideran seguras para la salud humana y el medio ambiente y que se basan, por ejemplo,

30 en estructuras multicapa Fabry-Perot de cinco capas, estructuras multicapa Fabry-Perot de seis capas, y estructuras multicapa Fabry-Perot de siete capas, en donde dichas partículas de pigmento incluyen una o más capas magnéticas que comprenden una aleación magnética que tiene una composición sustancialmente libre de níquel que incluye aproximadamente 40 % en peso a aproximadamente 90 % en peso de hierro, aproximadamente 10 % en peso a

35 aproximadamente 50 % en peso de cromo, y aproximadamente 0 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de aluminio. Ejemplos típicos de partículas de pigmento multicapa que se consideran seguras para la salud humana y el medio ambiente se pueden encontrar en EP 2 402 401 A1 que se incorpora en su totalidad en la presente como referencia.

Las partículas de pigmento de interferencia de película delgada magnética descritas en la presente se fabrican típicamente mediante una técnica de deposición establecida para las diferentes capas requeridas en una tela. Después de la

40 deposición del número deseado de capas, por ejemplo, mediante la deposición física de vapor (PVD), la deposición química de vapor (CVD) o la deposición electrolítica, la pila de capas se retira de la banda, ya sea disolviendo una capa de liberación en un disolvente adecuado, o quitando el material de la banda. El material así obtenido se descompone en partículas de pigmento en forma de plaqueta que deben procesarse posteriormente mediante trituración, molienda (como,

45 por ejemplo, procesos de molienda por chorro) o cualquier método adecuado para obtener partículas de pigmento del tamaño requerido. El producto resultante consiste en partículas planas de pigmento en forma de plaqueta con bordes rotos, formas irregulares y diferentes relaciones de aspecto. Puede encontrar más información sobre la preparación de partículas de pigmento de interferencia magnética de película delgada en forma de plaqueta adecuadas, por ejemplo, en EP 1 710 756 A1 y EP 1 666 546 A1 que se incorporan en la presente como referencia.

Las partículas de pigmento de cristal líquido colestérico magnéticas adecuadas que exhiben características ópticamente variables incluyen, sin limitación, partículas de pigmento de cristal líquido colestérico monocapa magnéticas y partículas de pigmento de cristal líquido colestérico multicapa magnéticas. Tales partículas de pigmento se revelan, por ejemplo,

50 en WO 2006/063926 A1, US 6,582,781 y US 6,531,221. WO 2006/063926 A1 revela monocapas y partículas de pigmento obtenidas de las mismas con altas propiedades de brillo y cambio de color con propiedades particulares adicionales como la magnetizabilidad. Las monocapas y partículas de pigmento divulgadas, que se obtienen de ellas mediante la conminución de dichas monocapas, incluyen una mezcla de cristal líquido colestérico reticulado tridimensionalmente y nanopartículas magnéticas. US 6,582,781 y US 6,410,130 divulgan partículas de pigmento colestérico multicapa que comprenden la secuencia  $A^1/B/A^2$ , en donde  $A^1$  y  $A^2$  pueden ser idénticos o diferentes y cada uno comprende al menos una capa colestérica, y B es una capa intermedia que absorbe toda o parte de la luz transmitida por las capas  $A^1$  y  $A^2$  e

55 imparte propiedades magnéticas a dicha capa intermedia. US 6,531,221 revela partículas de pigmento colestérico multicapa en forma de plaquetas que comprenden la secuencia  $A/B$  y opcionalmente C, en donde A y C son capas absorbentes que comprenden partículas de pigmento que imparten propiedades magnéticas, y B es una capa colestérica.

Los pigmentos recubiertos de interferencia adecuados que comprenden uno o más materiales magnéticos incluyen, sin

65 limitación, estructuras que consisten en un sustrato seleccionado del grupo que consiste en un núcleo recubierto con una o más capas, en donde al menos uno de los núcleos o una o más capas tienen propiedades magnéticas. Por ejemplo, los

5 pigmentos recubiertos de interferencia adecuados comprenden un núcleo hecho de un material magnético como los descritos anteriormente, dicho núcleo está recubierto con una o más capas hechas de uno o más óxidos metálicos, o tienen una estructura compuesta por un núcleo hecho de micas sintéticas o naturales, silicatos en capas (por ejemplo, talco, caolín y sericita), vidrios (por ejemplo, borosilicatos), dióxidos de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), óxidos de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxidos de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), grafitos y mezclas de dos o más de los mismos. Además, una o más capas adicionales, como las capas de color pueden estar presentes.

10 Las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente pueden ser tratadas en la superficie de tal manera que las protejan contra cualquier deterioro que pueda ocurrir en la composición de recubrimiento curable por radiación y/o para facilitar su incorporación en la composición de recubrimiento curable por radiación; por lo general, se pueden utilizar materiales inhibidores de la corrosión y/o agentes humectantes.

15 El sustrato descrito en la presente se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en papeles u otros materiales fibrosos, tales como celulosa, materiales compuestos por papel, vidrios, metales, cerámicas, plásticos y polímeros, plásticos o polímeros metalizados, materiales compuestos, y mezclas o combinaciones de los mismos. El papel típico, materiales similares al papel u otros materiales fibrosos están hechos de diversas fibras, incluyendo, sin limitación, abacá, algodón, lino, pulpa de madera y mezclas de los mismos. Como es bien conocido por los expertos en la técnica, las mezclas de algodón y algodón/lino son preferidas para los billetes de banco, mientras que la pulpa de madera se utiliza comúnmente en los documentos de seguridad que no son billetes de banco. Los ejemplos típicos de plásticos y polímeros incluyen poliolefinas, tales como polietileno (PE) y polipropileno (PP), poliamidas, poliésteres como el tereftalato de polietileno (PET), poli(tereftalato de 1,4-butileno) (PBT), 2,6-naftoato de polietileno (PEN) y polivinilcloruro (PVC). También pueden utilizarse como sustrato fibras olefinicas hiladas como las que se venden bajo la marca comercial Tyvek®. Ejemplos típicos de plásticos o polímeros metalizados incluyen los materiales plásticos o polímeros descritos anteriormente que tienen un metal desechado de forma continua o discontinua en su superficie. Ejemplos típicos de metales incluyen, sin limitación, aluminio (Al), cromo (Cr), cobre (Cu), oro (Au), hierro (Fe), níquel (Ni), plata (Ag), combinaciones de los mismos o aleaciones de dos o más de los metales antes mencionados. La metalización de los materiales plásticos o poliméricos descritos anteriormente puede realizarse mediante un proceso de electrodeposición, un proceso de recubrimiento de alto vacío o un proceso de pulverización. Los ejemplos típicos de materiales compuestos incluyen, sin limitación, estructuras multicapa o láminas de papel y al menos un material plástico o polímero como los descritos anteriormente, así como fibras de plástico y/o polímero incorporadas en un material similar al papel o fibroso como los descritos anteriormente. Por supuesto, el sustrato puede comprender otros aditivos que son conocidos por un experto, tales como agentes de dimensionamiento, blanqueadores, auxiliares de procesamiento, reforzadores o agentes de fortalecimiento húmedo, etc. El sustrato descrito en la presente puede proporcionarse en forma de red (por ejemplo, una hoja continua de los materiales descritos anteriormente) o en forma de hojas. Si la capa de efecto óptico (OEL) producida de acuerdo con la presente invención se encuentra en un documento de seguridad, y con el objetivo de aumentar aún más el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y la reproducción ilegal de dicho documento de seguridad, el sustrato podrá comprender material impreso, recubierto, impreso, recubierto, o indicios marcados con láser o perforados con láser, marcas de agua, hilos de seguridad, fibras, planchetes, compuestos luminiscentes, ventanas, láminas, calcomanías y combinaciones de dos o más de los mismos. Con el mismo objetivo de aumentar aún más el nivel de seguridad y la resistencia contra la falsificación y la reproducción ilegal de documentos de seguridad, el sustrato puede comprender una o más sustancias marcador o identificadores y/o sustancias legibles por máquina (por ejemplo, sustancias luminiscentes, sustancias absorbentes de UV/visible/IR, sustancias magnéticas y combinaciones de las mismas).

45 Las Figuras 2A a 5A ilustran esquemáticamente conjuntos magnéticos adecuados (x00) para ser utilizados durante el proceso descrito en la presente. Los conjuntos magnéticos (x00) descritos en la presente son adecuados para la producción y permiten la producción de OEL en el sustrato descrito en la presente proporcionando una impresión óptica de un efecto orto-paraláctico, en donde dichos conjuntos magnéticos (x00) se utilizan para orientar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas con el fin de producir la OEL descrita en la presente. Los conjuntos magnéticos (x00) descritos en la presente se basan en la interacción de al menos a) el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente y b) el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente, que tienen ejes magnéticos mutuamente sesgados. El conjunto magnético (x00) descrito en la presente comprende o consiste en el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente y el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente; en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente comprende o está formado por los n conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados (x31) descritos en la presente y en donde el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) comprende o consiste en uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) descritos en la presente.

60 El primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente comprende n ( $n = 1, 2, 3$ , etc.) conjuntos de imanes dipolares de barra (x31) espaciados entre sí, en donde cada uno de dichos imanes dipolares de barra (x31) tiene su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20); en donde, para cada conjunto de dichos n conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31) tienen su polo Norte apuntando en una misma dirección y son sustancialmente paralelos entre sí; y en donde los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) están al menos parcial o totalmente incrustados en la matriz de soporte de forma poligonal (x32) descrita en la presente.

Por espaciados entre sí se entiende que, para cada conjunto de los  $n$  conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31) no están en contacto directo y están separados por una distancia distinta de cero y que se define como la dimensión del segmento de línea que une dos imanes dipolares de barra (x31) en un ángulo de  $90^\circ$ . En otras palabras, la distancia entre dos imanes dipolares de barra (x31) es igual a la distancia entre los dos paralelos a lo largo de los cuales están alineados dichos imanes dipolares de barra (x31). Preferiblemente, para cada conjunto de los  $n$  conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31), no están en contacto directo y están separados por una distancia correspondiente a al menos 1, más preferiblemente al menos 2, aún más preferiblemente al menos 4, espesor(es) promedio de dichos imanes dipolares de barra (x31). Para las realizaciones en donde se utilizan más de dos imanes dipolares de barra (x31) en uno o más conjuntos de los  $n$  conjuntos, cada distancia entre dichos imanes corresponde al menos a 1, más preferiblemente al menos a 2, aún más preferiblemente al menos a 4, espesor(es) promedio de dichos imanes dipolares de barra (x31).

Como se describe en la presente, una o más matrices de soporte de forma poligonal (x32) descritas en la presente se utilizan para mantener unidos los imanes dipolares de barra separados (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente. Una o más matrices de soporte de forma poligonal (x32) descritas en la presente pueden tener la forma de un polígono regular (con o sin esquinas redondeadas) o de un polígono irregular (con o sin esquinas redondeadas). De acuerdo con una realización, una o más matrices de soporte de forma poligonal (x32) descritas en la presente tienen independientemente forma cuadrada o rectangular.

Una o más matrices de soporte (x32) descritas en la presente están hechas independientemente de uno o más materiales no magnéticos. Los materiales no magnéticos se seleccionan preferiblemente del grupo que consiste en metales no magnéticos, y plásticos y polímeros de ingeniería. Los metales no magnéticos incluyen, sin limitación, aluminio, aleaciones de aluminio, brzasas (aleaciones de cobre y zinc), titanio, aleaciones de titanio y aceros austeníticos (es decir, aceros no magnéticos). Los plásticos y polímeros de ingeniería incluyen, sin limitación, las poliarilcetonas (PAEK) y sus derivados, las polieteretercetonas (PEEK), poliétercetonacetona (PEKK), poliéteretercetonacetona (PEEKK) y poliétercetonaeetercetonacetona (PEKEKK); poliacetales, poliamidas, poliésteres, poliéteres, copoliéteres, poliimidas, polieterimidas, polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE), tereftalato de polibutileno (PBT), polipropileno, copolímero de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), polietilenos fluorados y perfluorados, poliestirenos, policarbonatos, polifenileno sulfuro (PPS) y polímeros de cristal líquido. Los materiales preferidos son PEEK (polietercetonas), POM (polioximetileno), PTFE (politetrafluoroetileno), Nylon® (poliamida) y PPS. Una o más matrices de soporte (x32) de forma poligonal, en particular una o más de forma cuadrada o rectangular, descritas en la presente, comprenden independientemente uno o más huecos, vacíos, hendiduras y/o espacios para sujetar los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente.

Para cada conjunto de los  $n$  conjuntos, los imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente pueden tener la misma forma y/o las mismas dimensiones y/o pueden estar hechos del mismo material. Preferiblemente, para cada conjunto de los  $n$  conjuntos, los imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente tienen la misma forma, las mismas dimensiones y están fabricados con el mismo material. En las realizaciones en donde, para cada conjunto de los  $n$  conjuntos, los imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente tienen la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material, la distancia entre dichos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31) puede expresarse como un múltiplo  $M$  del grosor del imán dipolar de barra, en donde dicho grosor se define como la dimensión del imán dipolar de barra (x31) que es perpendicular a las paralelas a lo largo de las cuales se alinea cada imán dipolar de barra (x31) de un conjunto y, al mismo tiempo, es paralela a la superficie del sustrato (x10). Preferiblemente, el múltiplo  $M$  está comprendido entre aproximadamente 1 y aproximadamente 30, más preferiblemente entre aproximadamente 2 y aproximadamente 20, y aún más preferiblemente entre aproximadamente 4 y aproximadamente 15.

El conjunto magnético (x00) descrito en la presente puede comprender además una o más piezas (x50), en donde dichas una o más piezas polares (x50) se colocan preferiblemente debajo del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y debajo del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descritos en la presente. Una o más piezas (x50) descritas en la presente pueden estar en contacto directo con el primer y segundo dispositivo generador de campo magnético (x30, x40) o pueden estar separadas del primer y segundo dispositivo generador de campo magnético (x30, x40). Una pieza polar denota una estructura compuesta de un material que tiene una alta permeabilidad magnética, preferiblemente una permeabilidad entre aproximadamente 2 y aproximadamente  $1,000,000 \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$  (Newton por amperio cuadrado), más preferiblemente entre aproximadamente 5 y aproximadamente  $50,000 \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ , y aún más preferiblemente entre aproximadamente 10 y aproximadamente  $10,000 \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ . Las piezas polares sirven para dirigir el campo magnético producido por los imanes. Una o más piezas polares (x50) descritas en la presente pueden estar hechas de hierro o de un material plástico en el que estén dispersas partículas magnetizables. Preferiblemente, una o más piezas polares (x50) descritas en la presente están hechas de hierro. Preferiblemente, una o más piezas polares (x50) son independientemente piezas polares (x50) de forma cuadrada o rectangular.

De acuerdo con una realización ilustrada, por ejemplo, en las Figuras 2A y 3A, el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente comprende un ( $n = 1$ ) conjunto de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente un conjunto de dos o más imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), más preferiblemente un conjunto de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), en donde cada uno de dichos imanes dipolares de barra (x31) tiene su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20), en donde todos

los imanes dipolares de barra tienen su polo Norte apuntando en la misma dirección y son sustancialmente paralelos entre sí, y en donde dichos imanes dipolares de barra de un conjunto están al menos parcial o totalmente incrustados en la matriz de soporte (x32) de forma poligonal, en particular cuadrada o rectangular, descrita en la presente, más preferiblemente en la matriz de soporte (x32) de forma cuadrada descrita en la presente. Los imanes dipolares de barra (x31) de un conjunto pueden tener la misma forma, pueden tener las mismas dimensiones y pueden estar hechos del mismo material. De acuerdo con una realización, el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente comprende un ( $n = 1$ ) conjunto de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente un conjunto de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), en donde todos los imanes dipolares de barra (x31) tienen la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.

Para las realizaciones de conjuntos magnéticos (x00) que comprenden el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) que comprende un ( $n = 1$ ) conjunto de imanes dipolares de barra separados entre sí (x31), preferiblemente un conjunto de dos o más, más preferiblemente dos, imanes dipolares de barra separados entre sí (x31) descritos en la presente, dichos conjuntos magnéticos (x00) pueden comprender además una o más piezas polares (x50) descritas en la presente, preferiblemente una o más piezas polares (x50) de forma cuadrada o rectangular, en donde dichas una o más piezas polares (x50) se colocan debajo del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y debajo del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descritos en la presente.

De acuerdo con otra realización, el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente comprende dos o más ( $n = 2, 3, 4$ , etc.) conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente dos o más conjuntos de dos o más imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), más preferiblemente dos o más conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), en donde cada uno de dichos imanes dipolares de barra (x31) tiene su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20); en donde, para cada uno de dichos dos o más conjuntos, los imanes dipolares de barra tienen su polo Norte apuntando en una misma dirección y son sustancialmente paralelos entre sí; y en donde dichos imanes dipolares de barra de los dos o más conjuntos están al menos parcial o totalmente incrustados en la matriz de soporte de forma poligonal, en particular de forma cuadrada o rectangular (x32), descrita en la presente. Preferiblemente, dos o más conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente dos o más conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), más preferiblemente dos o más conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), están dispuestos en forma de bucle, preferiblemente una forma cuadrada, una forma rectangular o una forma de diamante, más preferiblemente una forma cuadrada o una forma de diamante, en donde, para cada conjunto de los  $n$  conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31) pueden tener la misma forma, pueden tener las mismas dimensiones y pueden estar hechos del mismo material, preferiblemente tienen la misma forma, tienen las mismas dimensiones y están hechos del mismo material. De acuerdo con una realización, el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente comprende dos o más ( $n = 2, 3, 4$ , etc.) conjuntos de dos o más (es decir, 2, 3, 4, etc.) imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente dos o más conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), en donde para cada conjunto de los  $n$  conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31) tienen la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.

La forma de bucle descrita en la presente puede ser continua o discontinua. Por "forma de bucle continua", se entiende que los imanes dipolares de barra (x31) de los diferentes conjuntos están en contacto directo formando así la forma de bucle y por "forma de bucle discontinua", se entiende que al menos algunos de los imanes dipolares de barra (x31) de los diferentes conjuntos no están en contacto directo y la forma de bucle así obtenida comprende algunos agujeros, intervalos o huecos entre dichos imanes.

De acuerdo con otra realización, por ejemplo, ilustrada en las Figuras 4A y 5A, el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente comprende dos o más ( $n = 2, 3, 4$ , etc.) conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente dos conjuntos de dos o más imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), más preferiblemente dos conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), en donde cada uno de dichos imanes dipolares de barra (x31) tiene su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20); en donde, para cada uno de dichos dos o más conjuntos, los imanes dipolares de barra tienen su polo Norte apuntando en una misma dirección y son sustancialmente paralelos entre sí, y en donde dichos imanes dipolares de barra (x31) de los dos o más conjuntos están al menos parcial o totalmente incrustados en la matriz de soporte (x32) de forma poligonal, en particular de forma cuadrada o rectangular, descrita en la presente, más preferiblemente en la matriz de soporte (x32) de forma cuadrada descrita en la presente. Preferiblemente, los dos conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), más preferiblemente dos conjuntos de dos o más imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), más preferiblemente dos conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), están dispuestos en forma de bucle, preferiblemente en forma cuadrada o en forma de rombo, en donde, para cada conjunto de los dos o más conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31) pueden tener la misma forma, pueden tener las mismas dimensiones y pueden estar hechos del mismo material, preferiblemente tienen la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.

Para las realizaciones de conjuntos magnéticos (x00) que comprenden el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) que comprende dos o más ( $n = 2, 3, 4$ , etc.) conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente dos conjuntos de dos o más, más preferiblemente dos o cuatro, aún más preferiblemente dos, imanes dipolares de barra separados entre sí (x31) descritos en la presente, dichos conjuntos magnéticos (x00) pueden

comprender además una o más piezas polares (x50) descritas en la presente, preferiblemente una o más piezas polares (x50) de forma cuadrada o rectangular, en donde dichas una o más piezas polares (x50) se colocan debajo del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y debajo del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descritos en la presente.

El segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente comprende uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) que tienen su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20). Cuando el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente comprende más de uno, es decir, dos o más, imanes dipolares (x41) de forma cuadrada o rectangular, dichos imanes dipolares (x41) tienen su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20) y tienen la misma dirección magnética.

El primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente puede estar dispuesto encima del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente o puede estar dispuesto debajo del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente. Preferiblemente, y como se muestra en las Figuras 2A a 5A, el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente se dispone debajo del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente; en otras palabras, durante el proceso para producir la capa de efecto óptico (OEL) descrita en la presente, el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas se dispone encima del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) y dicho segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) se dispone encima del primer dispositivo generador de campo magnético (x30). De acuerdo con una realización, durante el proceso para producir la OEL descrita en la presente, el sustrato (x20) que porta la capa de recubrimiento (x10) que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas se dispone encima del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40), dicho segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) se dispone encima del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y dicho primer dispositivo generador de campo magnético (x30) se dispone encima de una o más piezas polares (x50).

El eje magnético del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y el eje magnético del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) son sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato (x20) sobre la que se produce dicha capa de efecto óptico (OEL). El primer dispositivo generador de campos magnéticos (x30) descrito en la presente que comprende  $n$  ( $n = 1, 2, 3$ , etc.) conjuntos de imanes dipolares de barra (x31) tiene una suma vectorial  $H1$  de los ejes magnéticos de dichos imanes dipolares de barra (x31) y el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente que comprende uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) tiene una suma vectorial  $H2$  de los ejes magnéticos de dichos imanes dipolares (x41), en donde el término "eje magnético" denota en el contexto de la presente invención un vector unitario que conecta los centros magnéticos de las caras de los polos Norte y Sur de un imán y que va del polo Sur al polo Norte (por razones de claridad, el eje magnético se muestra en las Figuras 2D a 5D como apuntando desde el polo Norte). El primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descritos en la presente están apilados, preferiblemente dispuestos de forma coaxial. Los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y su eje magnético están dispuestos de tal manera que la suma vectorial  $H1$  de los ejes magnéticos de dichos imanes dipolares de barra (x31) de dicho primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y la suma vectorial  $H2$  de uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) forman un ángulo  $\alpha$  en la gama de aproximadamente  $5^\circ$  a aproximadamente  $175^\circ$  o en la gama de aproximadamente  $185^\circ$  a aproximadamente  $355^\circ$ , preferiblemente en la gama de aproximadamente  $60^\circ$  a aproximadamente  $120^\circ$  o en la gama de aproximadamente  $240^\circ$  a aproximadamente  $300^\circ$ .

Los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y los imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) están preferiblemente hechos de forma independiente de materiales de alta coercitividad (también conocidos como materiales magnéticos fuertes). Los materiales adecuados de alta coercitividad son materiales con un valor máximo de producto energético  $(BH)_{\max}$  de al menos  $20 \text{ kJ/m}^3$ , preferiblemente al menos  $50 \text{ kJ/m}^3$ , más preferiblemente al menos  $100 \text{ kJ/m}^3$ , incluso más preferiblemente al menos  $200 \text{ kJ/m}^3$ . Se fabrican preferiblemente con uno o más materiales magnéticos sinterizados o aglomerados con polímeros seleccionados del grupo que consiste en Alnicos, tales como, por ejemplo, Alnico 5 (R1-1-1), Alnico 5 DG (R1-1-2), Alnico 5-7 (R1-1-3), Alnico 6 (R1-1-4), Alnico 8 (R1-1-5), Alnico 8 HC (R1-1-7) y Alnico 9 (R1-1-6); hexaferritas de fórmula  $M\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}$ , (por ejemplo, hexaferrita de estroncio ( $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) o hexaferritas de bario ( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ )), ferritas duras de la fórmula  $M\text{Fe}_2\text{O}_4$  (por ejemplo, como ferrita de cobalto ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) o magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )), en donde  $M$  es un ion metálico bivalente), cerámica 8 (SI-1-5); materiales magnéticos de tierras raras seleccionados del grupo que comprende RECos (con  $\text{RE} = \text{Sm}$  o  $\text{Pr}$ ),  $\text{RE}_2\text{TM}_{17}$  (con  $\text{RE} = \text{Sm}$ ,  $\text{TM} = \text{Fe}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Hf}$ ),  $\text{RE}_2\text{TM}_{14}\text{B}$  (con  $\text{RE} = \text{Nd}$ ,  $\text{Pr}$ ,  $\text{Dy}$ ,  $\text{TM} = \text{Fe}$ ,  $\text{Co}$ ); aleaciones anisotrópicas de  $\text{Fe-Cr-Co}$ ; materiales seleccionados del grupo de  $\text{PtCo}$ ,  $\text{MnAlC}$ , Cobalto RE 5/16, Cobalto RE 14. Preferiblemente, los materiales de alta coercitividad de las barras magnéticas se seleccionan de los grupos que consisten en materiales magnéticos de tierras raras, y más preferiblemente del grupo que consiste en  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  y  $\text{SmCo}_5$ . Se prefieren especialmente los materiales compuestos magnéticos permanentes fácilmente realizables que comprenden un polvo de material de relleno magnético permanente, como el estroncio-hexaferrita ( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) o el neodimio-hierro-boro ( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ), en una matriz tipo plástico o caucho.

El conjunto magnético (x00) descrito en la presente puede comprender además una placa magnetizada (x60) que

comprende uno o más relieves superficiales, grabados y/o recortes que representan uno o más indicios, en donde dicha placa magnetizada se dispone entre el sustrato (x20) y el dispositivo generador de campo magnético (x30, x40), orientada así hacia el sustrato (x20) (véase la Figura 6A). Como se utiliza en la presente, el término "indicio" significa diseños y patrones, incluyendo, sin limitación, símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, letras, palabras, números, logotipos y dibujos. Uno o más relieves superficiales, grabados y/o recortes de la placa magnetizada (x60) llevan los indicios que se transfieren a la OEL en su estado no curado mediante la modificación local del campo magnético generado por el conjunto magnético (x00) descrito en la presente. Ejemplos adecuados de placas magnetizadas (x60) que comprenden uno o más relieves de superficie, grabados y/o recortes descritos en la presente para la presente invención se pueden encontrar en WO 2005/002866 A1, WO 2008/046702 A1, WO 2008/139373 A1, WO 2018/019594 A1 y WO 2018/033512 A1.

La placa magnetizada (x60) que comprende uno o más grabados y/o recortes descritos en la presente puede estar hecha de cualquier material magnético permanente mecanizable, tales como materiales compuestos magnéticos permanentes, que comprenden un polvo magnético permanente en una matriz maleable de metal o polímero. La placa magnetizada (x60) descrita en la presente es preferiblemente una placa unida a polímero de material magnético, es decir, una placa magnetizada (x60) hecha de un material compuesto que comprende un polímero. Su polímero (por ejemplo, polímero similar al caucho o plástico) actúa como un aglutinante estructural y el material magnético permanente en polvo actúa como un extensor o material de relleno. Las placas magnetizadas hechas de un material compuesto que comprende un polímero y un material magnético permanente en polvo combinan ventajosamente las propiedades magnéticas deseables (alta coercitividad) de los imanes de ferrita, Alnico, tierras raras u otros, que de otro modo serían quebradizos y poco manejables, con las propiedades mecánicas deseables (flexibilidad, maquinabilidad, resistencia a los golpes) de un metal maleable o un material plástico. Los polímeros preferidos incluyen materiales flexibles tipo caucho, tales como cauchos de nitrilo, cauchos de hidrocarburos EPDM, poliisoprenos, poliamidas (PA), sulfuros de polifenileno (PPS), y polietilenos clorosulfonados.

Entre los materiales magnéticos permanentes en polvo preferidos se incluyen el cobalto, el hierro y sus aleaciones, el dióxido de cromo, las espinelas de óxido magnético genéricas, los granates magnéticos genéricos, las ferritas magnéticas genéricas, incluyendo las hexaferritas, tales como la hexaferrita de calcio, estroncio y bario ( $\text{CaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ , respectivamente), aleaciones genéricas de alnico, aleaciones genéricas de samario-cobalto ( $\text{SmCo}$ ) y aleaciones genéricas de tierras raras-hierro-boro (como  $\text{NdFeB}$ ), así como derivados químicos magnéticos permanentes de los mismos (tales como los indicados por el término genérico) y mezclas de los mismos. Las placas hechas de un material compuesto que comprende un polímero y un polvo magnético permanente se pueden obtener de muchas fuentes diferentes, tal como del Grupo ARNOLD (Plastiform®) o de Materiali Magnetici, Albairate, Milano, IT (Plastoferrite).

La placa magnetizada (x60) descrita en la presente, en particular la placa magnetizada (x60) hecha del material compuesto que comprende el polímero y el material magnético permanente en polvo descrito en la presente, se puede obtener en cualquier tamaño y forma deseados, por ejemplo, como placas delgadas y flexibles que se pueden doblar y trabajar mecánicamente, por ejemplo, corte a medida o forma, utilizando herramientas y máquinas de ablación mecánica comúnmente disponibles, así como ablación de aire o líquida por chorro, o herramientas de ablación láser.

Uno o más grabados superficiales y/o recortes de la placa magnetizada (x60) descritos en la presente, en particular la placa magnetizada (x60) hecha del material compuesto que comprende el polímero y el material magnético permanente en polvo descrito en la presente, pueden ser producidos por cualquier corte, métodos de grabado o conformado conocidos en la técnica, incluidos, entre otros, herramientas de fundición, moldeo, grabado a mano o ablación seleccionadas del grupo que consisten en herramientas de ablación mecánica (incluidas las herramientas de grabado controladas por computadora), herramientas de ablación gaseosa o líquida por chorro, por grabado químico, grabado electroquímico y herramientas de ablación láser (por ejemplo, láseres de  $\text{CO}_2$ , Nd-YAG o excimer). Como entiende la persona experta en la técnica y como se describió en la presente, la placa magnetizada (x60) descrita en la presente, en particular la placa magnetizada (x60) hecha del material compuesto que comprende el polímero y el material magnético permanente en polvo descrito en la presente, también se puede cortar o moldear a un tamaño y forma particular, en lugar de grabarse. Se pueden cortar orificios o se pueden montar piezas recortadas en un soporte.

Uno o más grabados y recortes de la placa magnetizada (x60), en particular la placa magnetizada (x60) hecha del material compuesto que comprende el polímero y el material magnético permanente en polvo descrito en la presente, pueden llenarse con un polímero, que puede contener materiales de relleno. Dicho material de relleno puede ser un material magnético blando, para modificar el flujo magnético en las ubicaciones de uno o más grabados/recortes, o puede ser cualquier otro tipo de material magnético o no magnético, con el fin de modificar las propiedades del campo magnético, o simplemente para producir una superficie lisa. La placa magnetizada (x60), en particular la placa magnetizada (x60) hecha del material compuesto que comprende el polímero y el material magnético permanente en polvo descrito en la presente, puede además ser tratada en la superficie para facilitar el contacto con el sustrato, reduciendo la fricción y/o el desgaste y/o la carga electrostática en una aplicación de impresión de alta velocidad.

Preferiblemente, la placa magnetizada (x60) descrita en la presente está hecha del material compuesto que comprende el polímero y el material magnético permanente en polvo descrito en la presente, preferiblemente de plastoferrita, y comprende uno o más grabados. La placa de plastoferrita se graba con un patrón deseado de alta resolución en forma de indicio, bien utilizando una herramienta de grabado mecánica o, preferiblemente, utilizando una herramienta de grabado automatizada con láser de  $\text{CO}_2$ , Nd-YAG

La placa magnetizada (x60) descrita en la presente hecha del material compuesto que comprende el polímero y el material magnético permanente en polvo descrito en la presente, preferiblemente hecho de plastroferrita, puede proporcionarse como una placa preformada, y los uno o más grabados y/o irregularidades de la superficie que representan los indicios se preparan posteriormente de acuerdo con los requisitos específicos de uso.

La distancia (d) entre el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) descrito en la presente y el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descrito en la presente está comprendida preferiblemente entre aproximadamente 0 y aproximadamente 10 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0 mm y aproximadamente 5 mm, y aún más preferiblemente 0.

La distancia (h) entre la superficie superior del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) o del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) descritos en la presente y la superficie inferior del sustrato (x20) orientado hacia el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) o hacia el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) está comprendida preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 10 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 7 mm, y aún más preferiblemente entre aproximadamente 1 mm y 7 mm.

La distancia (e) entre el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) o el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) y la una o más piezas polares (x50) descritas en la presente es, independientemente, preferiblemente entre aproximadamente 0 y aproximadamente 5 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0 mm y aproximadamente 2 mm.

Los materiales de los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30), de los imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40), de una o más piezas polares (x50) cuando estén presentes, y las distancias (d), (h) y (e) se seleccionan de manera que el campo magnético resultante de la interacción del primer dispositivo generador de campo magnético (x30), del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) y de una o más piezas polares (x50), cuando estén presentes, sea adecuado para producir las capas de efectos ópticos (OEL) descritas en la presente, es decir, dicho campo magnético resultante es capaz de orientar partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas en una composición de recubrimiento curable por radiación aún no curada sobre el sustrato (x20), que se disponen en el campo magnético del conjunto magnético (x00) para producir una impresión óptica de efecto orto-paraláctico.

Las Figuras 2A a 2D ilustra un ejemplo de conjunto magnético (200) adecuado para producir capas de efecto óptico (OEL) que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas sobre un sustrato (220) de acuerdo con la presente invención. El conjunto magnético (200) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (230) formado por un conjunto de dos imanes dipolares de barra separados entre sí (231-a1, 231-a2) y un segundo dispositivo generador de campo magnético (240) formado por un imán dipolar de forma cuadrada (241).

Como se muestra en las Figuras 2A a 2B, los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (230) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (220), son sustancialmente paralelos entre sí y están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (232). Los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) tienen preferiblemente la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.

El imán dipolar de forma cuadrada (241) del segundo dispositivo generador de campo magnético (240) se coloca encima de los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (230); es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (241) se coloca entre los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) y el sustrato (220).

Como se muestra en las Figuras 2A a 2D, los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) están dispuestos de tal manera que la suma vectorial  $H_1$  de los ejes magnéticos ( $h_{231-a1}$ ,  $h_{231-a2}$ ) de dichos dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) forma un ángulo  $\alpha$  comprendido entre  $5^\circ$  y aproximadamente  $175^\circ$ , preferiblemente entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ , en particular  $68^\circ$ , con el eje magnético  $H_2$  del imán dipolar de forma cuadrada (241).

La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de forma cuadrada (241) y la superficie superior de los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) es preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 10 mm, más preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 5 mm, y aún más preferiblemente de aproximadamente 0, es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (241) y los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) están en contacto directo.

La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de forma cuadrada (241) y la superficie del sustrato (220) orientada hacia el conjunto magnético (200) es preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 10 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 7 mm, y aún más preferiblemente entre aproximadamente 1 mm y 7 mm.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético estático (200) ilustrado en las Figuras 2A a 2C se muestra en la Figura 2E en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (220) entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$ . La OEL así obtenida proporciona la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desliza lateralmente al inclinar el sustrato (220).

Las Figuras 3A a 3D ilustra un ejemplo de conjunto magnético (300) adecuado para producir capas de efecto óptico (OEL) que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas sobre un sustrato (320) de acuerdo con la presente invención. El conjunto magnético (300) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (330) formado por un conjunto de dos imanes dipolares de barra separados entre sí (331-a1, 331-a2), un segundo dispositivo generador de campo magnético (340) formado por un imán dipolar de forma cuadrada (341) y una pieza polar de forma cuadrada (350).

Como se muestra en las Figuras 3A a 3B, los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (330) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (320), son sustancialmente paralelos entre sí y están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (332). Los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) tienen preferiblemente la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.

El imán dipolar de forma cuadrada (341) del segundo dispositivo generador de campo magnético (340) se coloca encima de los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (330); es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (341) se coloca entre los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) y el sustrato (320).

Los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (330) se colocan encima de la pieza polar de forma cuadrada (350), es decir, los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) se colocan entre el imán dipolar de forma cuadrada (341) y la pieza polar de forma cuadrada (350).

Como se muestra en las Figuras 3A a 3D, los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) están dispuestos de tal manera que la suma vectorial  $H_1$  de los ejes magnéticos ( $h_{331-a1}$ ,  $h_{331-a2}$ ) de dichos dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) forma un ángulo  $\alpha$  comprendido entre  $5^\circ$  y aproximadamente  $175^\circ$ , preferiblemente entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ , en particular  $90^\circ$ , con el eje magnético  $H_2$  del imán dipolar de forma cuadrada (341).

La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de forma cuadrada (341) y la superficie superior de los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) es preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 10 mm, más preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 5 mm, y aún más preferiblemente de aproximadamente 0, es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (341) y los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) están en contacto directo.

La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de forma cuadrada (341) y la superficie del sustrato (320) orientada hacia el conjunto magnético (300) es preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 10 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 7 mm, y aún más preferiblemente entre aproximadamente 1 mm y 7 mm.

La distancia (e) entre la superficie inferior de los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) y la superficie superior de la pieza polar cuadrada (350) está comprendida preferiblemente entre aproximadamente 0 y aproximadamente 5 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0 y aproximadamente 2 mm.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético estático (300) ilustrado en las Figuras 3A a 3D se muestra en la Figura 3E en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (320) entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$ . La OEL así obtenida proporciona la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desliza lateralmente al inclinar el sustrato (320).

Las Figuras 4A a 4D ilustra un ejemplo de conjunto magnético (400) adecuado para producir capas de efecto óptico (OEL) que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas sobre un sustrato (420) de acuerdo con la presente invención. El conjunto magnético (400) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (430) formado por dos conjuntos de dos, es decir, cuatro, imanes dipolares de barra espaciados entre sí (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) y un segundo dispositivo generador de campo magnético (440) formado por un imán dipolar de forma cuadrada (441).

Como se muestra en las Figuras 4A a 4B, los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (430) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (420) y están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (432). Para cada uno de los dos conjuntos, los dos imanes dipolares de barra tienen preferiblemente la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material, en particular, los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) tienen preferiblemente la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.

Como se muestra en las Figuras 4A a 4B, el primer conjunto (a) de los dos conjuntos comprende dos imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2) que son sustancialmente paralelos entre sí y que tienen su polo Norte apuntando en una misma

primera dirección, y el segundo conjunto (b) de los dos conjuntos comprende dos imanes dipolares de barra (431-b1, 431-b2) que son sustancialmente paralelos entre sí y que tienen su polo Norte apuntando en una misma segunda dirección. Los cuatro imanes dipolares de barra (431) están dispuestos en forma de bucle, en particular en forma cuadrada.

5 El imán dipolar de forma cuadrada (441) del segundo dispositivo generador de campo magnético (440) se coloca encima de los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (430); es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (441) se coloca entre los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) y el sustrato (420).

10 Como se muestra en las Figuras 4A a 4D, los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) están dispuestos de tal manera que la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos ( $h_{431-a1}$ ,  $h_{431-a2}$ ,  $h_{431-b1}$ ,  $h_{431-b2}$ ) de dichos cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) forma un ángulo comprendido entre 185° y aproximadamente 355°, preferiblemente entre 240° y 300°, en particular 247,5°, con el eje magnético H2 del imán dipolar de forma cuadrada (441).

15 La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de forma cuadrada (441) y la superficie superior de los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) es preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 10 mm, más preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 5 mm, y aún más preferiblemente de aproximadamente 0, es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (441) y los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) están en contacto directo.

20 La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de forma cuadrada (441) y la superficie del sustrato (420) orientada hacia el conjunto magnético (400) es preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 10 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 7 mm, y aún más preferiblemente entre aproximadamente 1 mm y 7 mm.

25 La OEL resultante producida con el conjunto magnético estático (400) ilustrado en las Figuras 4A a 4D se muestra en la Figura 4E en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (420) entre -20° y +60°. La OEL así obtenida proporciona la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desplaza lateralmente al inclinar el sustrato (420).

30 Las Figuras 5A a 5D ilustra un ejemplo de conjunto magnético (500) adecuado para producir capas de efecto óptico (OEL) que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas sobre un sustrato (520) de acuerdo con la presente invención. El conjunto magnético (500) comprende un primer dispositivo generador de campo magnético (530) formado por dos conjuntos de dos, es decir, cuatro, imanes dipolares de barra espaciados entre sí (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) y un segundo dispositivo generador de campo magnético (540) formado por un imán dipolar de forma cuadrada (541).

35 Como se muestra en las Figuras 5A a 5B, los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (530) tienen un eje magnético sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (520) y están incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (532). Para cada uno de los dos conjuntos, los dos imanes dipolares de barra tienen preferiblemente la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material, en particular, los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) tienen la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.

40 Como se muestra en las Figuras 5A a 5B, el primer conjunto (a) de los dos conjuntos comprende dos imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2) que son sustancialmente paralelos entre sí y que tienen su polo Norte apuntando en una misma primera dirección, y el segundo conjunto (b) de los dos conjuntos comprende dos imanes dipolares de barra (531-b1, 531-b2) que son sustancialmente paralelos entre sí y que tienen su polo Norte apuntando en una misma segunda dirección. Los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) están dispuestos en forma de bucle, en particular en forma de rombo.

45 El imán dipolar de forma cuadrada (541) del segundo dispositivo generador de campo magnético (540) se coloca encima de los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (530); es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (541) se coloca entre los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) y el sustrato (520).

50 Como se muestra en las Figuras 5D1 a 5D3, los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) están dispuestos de tal manera que la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos ( $h_{531-a1}$ ,  $h_{531-a2}$ ,  $h_{531-b1}$ ,  $h_{531-b2}$ ) de dichos cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) forma un ángulo  $\alpha$  comprendido entre 5° y aproximadamente 175°, preferiblemente entre 60° y 120°, en particular 90°, con el eje magnético H2 del imán dipolar de forma cuadrada (541).

55 La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de forma cuadrada (541) y la superficie superior de los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) es preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 10 mm, más preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 5 mm, y aún más preferiblemente de aproximadamente 0, es decir, el imán dipolar de forma cuadrada (541) y los cuatro imanes dipolares

de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) están en contacto directo.

La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de forma cuadrada (541) y la superficie del sustrato (520) orientada hacia el conjunto magnético (500) es preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 10 mm, más preferiblemente entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 7 mm, y aún más preferiblemente entre aproximadamente 1 mm y 7 mm.

La OEL resultante producida con el conjunto magnético estático (500) ilustrado en las Figuras 5A a 5D se muestra en la Figura 5E en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (520) entre 20° y +60°. La OEL así obtenida proporciona la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desplaza lateralmente al inclinar el sustrato (520).

La presente invención proporciona además aparatos de impresión que comprenden un cilindro magnético giratorio y uno o más conjuntos magnéticos (x00) descritos en la presente, en donde uno o más conjuntos magnéticos (x00) están montados en ranuras circunferenciales o axiales del cilindro magnético giratorio, así como conjuntos de impresión que comprenden una unidad de impresión plana y uno o más de los conjuntos magnéticos (x00) descritos en la presente, en donde se montan uno o más conjuntos magnéticos en los huecos de la unidad de impresión plana. La presente invención proporciona además usos de dichos aparatos de impresión para producir las capas de efecto óptico (OEL) descritas en la presente en un sustrato como los descritos en la presente.

El cilindro magnético giratorio está diseñado para ser utilizado en, o junto con, o ser parte de un equipo de impresión o recubrimiento, y llevar uno o más conjuntos magnéticos descritos en la presente. En una realización, el cilindro magnético giratorio es parte de una prensa de impresión industrial rotativa, alimentada por hojas o alimentada por bobina que funciona a alta velocidad de impresión de forma continua.

La unidad de impresión de superficie plana está diseñada para utilizarse en, o junto con, o ser parte de un equipo de impresión o recubrimiento, y llevar uno o más de los conjuntos magnéticos descritos en la presente. En una realización, la unidad de impresión plana forma parte de una prensa de impresión industrial alimentada por hojas que funciona de forma discontinua.

Los aparatos de impresión que comprenden el cilindro magnético giratorio descrito en la presente o la unidad de impresión plana descrita en la presente pueden incluir un alimentador de sustrato para alimentar un sustrato como los descritos en la presente que tengan sobre él una capa de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente, de modo que los conjuntos magnéticos generan un campo magnético que actúa sobre las partículas de pigmento para orientarlas para formar la OEL descrita en la presente. En una realización de los aparatos de impresión que comprenden un cilindro magnético giratorio descrito en la presente, el sustrato es alimentado por el alimentador de sustrato en forma de hojas o una red. En una realización de los aparatos de impresión que comprenden una unidad de impresión plana descrita en la presente, el sustrato se alimenta en forma de hojas.

Los aparatos de impresión que comprenden el cilindro magnético giratorio descrito en la presente o la unidad de impresión plana descrita en la presente pueden incluir un recubrimiento o una unidad de impresión para aplicar la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas descritas en la presente en el sustrato descrito en la presente, la composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas que están orientadas por el campo magnético generado por los conjuntos magnéticos descritos en la presente para formar una capa de efecto óptico (OEL). En una realización de los aparatos de impresión que comprenden un cilindro magnético giratorio descrito en la presente, el recubrimiento o unidad de impresión funciona de acuerdo con un proceso rotativo y continuo. En una realización de los aparatos de impresión que comprenden una unidad de impresión plana descrita en la presente, el recubrimiento o unidad de impresión funciona de acuerdo con un proceso lineal y discontinuo.

Los aparatos de impresión que comprenden el cilindro magnético giratorio descrito en la presente o la unidad de impresión plana descrita en la presente pueden incluir una unidad de curado para al menos parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación compuesta por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas que han sido orientadas magnéticamente por los conjuntos magnéticos descritos en la presente, fijando así la orientación y la posición de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas para producir una capa de efecto óptico (OEL).

La forma de la capa de recubrimiento (x10) de las capas de efecto óptico (OEL) descritas en la presente puede ser continua o discontinua. De acuerdo con una realización, la forma de la capa de recubrimiento (x10) representa uno o más indicios, puntos y/o líneas. La forma de la capa de recubrimiento (x10) puede consistir en líneas, puntos y/o indicios separados entre sí por un área libre.

Las capas de efecto óptico (OEL) descritas en la presente pueden proporcionarse directamente sobre un sustrato sobre el que permanecerán permanentemente (por ejemplo, para las aplicaciones de billetes). Alternativamente, también se puede proporcionar una OEL en un sustrato temporal para fines de producción, del que se retira posteriormente la OEL. Esto puede, por ejemplo, facilitar la producción de la OEL, especialmente cuando el material aglutinante se encuentra todavía en su estado fluido. A partir de entonces, después de curar al menos parcialmente la composición de recubrimiento

para la producción de la OEL, el sustrato temporal puede ser retirado de la OEL.

Alternativamente, una capa adhesiva puede estar presente en la OEL o puede estar presente en el sustrato que comprende una OEL, dicha capa adhesiva está en el lado del sustrato opuesto al lado donde se proporciona la OEL o en el mismo lado que la OEL y en la parte superior de la OEL. Por lo tanto, se puede aplicar una capa adhesiva a la OEL o al sustrato. Tal artículo puede adjuntarse a todo tipo de documentos u otros artículos o artículos sin impresión u otros procesos que impliquen maquinaria y bastante esfuerzo. Alternativamente, el sustrato descrito en la presente que comprende la OEL descrita en la presente puede estar en forma de lámina de transferencia, que puede aplicarse a un documento o a un artículo en un paso de transferencia separado. Para este propósito, el sustrato está provisto de un recubrimiento de liberación, en el que se producen las OEL como se describen en la presente. Se pueden aplicar una o más capas adhesivas sobre la OEL producida.

También se describen en la presente sustratos, tales como los descritos en la presente que comprenden más de una, es decir, dos, tres, cuatro, etc. capas de efecto óptico (OEL) obtenidas por el proceso descrito en la presente.

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

Como se mencionó en la presente, la capa de efecto óptico (OEL) producida de acuerdo con la presente invención puede utilizarse con fines decorativos, así como para proteger y autenticar un documento de seguridad. Los ejemplos típicos de elementos u objetos decorativos incluyen, entre otros, artículos de lujo, envases cosméticos, piezas de automóviles, aparatos electrónicos/eléctricos, muebles y lacas de uñas.

Los documentos de seguridad incluyen, sin limitación, documentos de valor y bienes comerciales de valor. Ejemplos típicos de documentos de valor incluyen, sin limitación, billetes, escrituras, boletos, cheques, vales, sellos fiscales y etiquetas fiscales, acuerdos y similares, documentos de identidad, tales como pasaportes, tarjetas de identidad, visas, permisos de conducir, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacciones, documentos o tarjetas de acceso, boletos de entrada, boletos de transporte público o títulos y similares, preferiblemente billetes de banco, documentos de identidad, documentos de concesión de derechos, permisos de conducir y tarjetas de crédito. El término "bien comercial de valor" se refiere a los materiales de empaque, en particular a los artículos cosméticos, artículos nutracéuticos, artículos farmacéuticos, alcoholes, artículos de tabaco, bebidas o productos alimenticios, artículos eléctricos/electrónicos, tejidos o joyas, es decir, artículos que deben protegerse contra la falsificación y/o la reproducción ilegal para garantizar el contenido del empaque, tales como, por ejemplo, medicamentos auténticos. Entre los ejemplos de estos materiales de empaque se incluyen, sin limitación, etiquetas de marca de autenticación, etiquetas de prueba de manipulación y sellos. Se señala que los sustratos divulgados, los documentos de valor y los bienes comerciales de valor se dan exclusivamente con fines ejemplificadores, sin restringir el alcance de la invención.

Alternativamente, la capa de efecto óptico (OEL) se puede producir sobre un sustrato auxiliar, tal como, por ejemplo, un hilo de seguridad, una banda de seguridad, una lámina, una calcomanía, una ventana o una etiqueta y, en consecuencia, transferirse a un documento de seguridad en un paso separado.

El experto puede prever varias modificaciones de las realizaciones específicas descritas anteriormente. El alcance de la invención se define de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

## Ejemplos

Los conjuntos magnéticos (x00) ilustrados en las Figuras 2A-2D a Figura 5A-5D se utilizaron para orientar partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables, oblongas, no esféricas en una capa de recubrimiento, en particular impresa (x10), de la tinta de serigrafía curable por UV descrita en la Tabla 1 para producir las capas de efecto óptico (OEL) mostradas en las Figuras 2E a 5E. La tinta de serigrafía curable por UV se aplicó sobre un papel comercial negro (Gascogne Laminates M-cote 120) (x20), dicha aplicación se realiza mediante serigrafía manual utilizando una pantalla T90 para formar una capa recubrimiento que tiene un espesor de aproximadamente 20 µm. El sustrato que porta la capa aplicada de la tinta de serigrafía curable por UV se colocó en el conjunto magnético. El patrón de orientación magnética obtenido de las partículas de pigmento ópticamente variables en forma de plaqueta fue entonces, de manera parcialmente simultánea con el paso de orientación (es decir, mientras que el sustrato (x20) que lleva la capa recubrimiento (x10) de la tinta de serigrafía curable por UV todavía estaba en el campo magnético estático del conjunto magnético (x00)), solucionado exponiendo durante aproximadamente 0,5 segundo a la capa de curado por UV que comprende las partículas de pigmento utilizando una lámpara UV-LED de Phoseon (tipo FireFlex 50 x 75 mm, 395 nm, 8 W/cm<sup>2</sup>).

Tabla 1. Tinta de serigrafía curable por UV (composición de recubrimiento):

|                                              |        |
|----------------------------------------------|--------|
| Oligómero de epoxiacrilato                   | 28 %   |
| Monómero de triacrilato de trimetilolpropano | 19,5 % |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Monómero de diacrilato de tripropilenglicol                                                                                                                                                                                                                                    | 20 %   |
| Genorad 16 (Rahn)                                                                                                                                                                                                                                                              | 1 %    |
| Aerosil 200 (Evonik)                                                                                                                                                                                                                                                           | 1 %    |
| Speedcure TPO-L (Lambson)                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 %    |
| Irgacure® 500 (BASF)                                                                                                                                                                                                                                                           | 6 %    |
| Genocure® EPD (Rahn)                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 %    |
| BYK® 371 (BYK)                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 %    |
| Tego Foamex N (Evonik)                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 %    |
| Partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables de 7 capas (*)                                                                                                                                                                                                         | 16,5 % |
| (*) partículas de pigmento magnéticas ópticamente variables de oro a verde que tienen una forma de escamas (partículas de pigmento en forma de plaqueta) aproximadamente 9 µm de diámetro D50 y aproximadamente 1 µm de espesor, obtenidas de Viavi Solutions, Santa Rosa, CA. |        |

### Ejemplo 1 (Figuras 2A a 2E)

5 El conjunto magnético (200) utilizado para preparar la capa de efecto óptico (OEL) del Ejemplo 1 en el sustrato (220) se ilustra en las Figuras 2A a 2D.

10 El conjunto magnético (200) estaba formado por un primer dispositivo generador de campo magnético (230) que comprendía un conjunto de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (231-a1, 231-a2) incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (232) y un segundo dispositivo generador de campo magnético (240) que comprendía un imán dipolar de forma cuadrada (241), en donde el segundo dispositivo generador de campo magnético (240) estaba colocado encima del primer dispositivo generador de campo magnético (230).

15 Los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (230) tenían sus respectivos ejes magnéticos ( $h_{231-a1}$ ,  $h_{231-a2}$ ) sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato (220) (es decir, estaban magnetizados a lo largo de toda su anchura A5) y tenían su polo Norte apuntando en la misma dirección. Los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del conjunto magnético (230) tenían las siguientes dimensiones: 30 mm (A4) x 3 mm (A5) x 6 mm (A6) y estaban hechos de NdFeB N42. Dichos dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) eran sustancialmente paralelos entre sí y la distancia (A11) entre ellos era de 15 mm. El múltiplo M, que expresa la relación entre la distancia entre los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) y el grosor de dichos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2), se calcula como  $A11/A5$  y es igual a 5.

La matriz de soporte de forma cuadrada (232) tenía las siguientes dimensiones: 40 mm (A1) x 40 mm (A2) x 7 mm (A3) y estaba hecho de polioximetileno (POM).

25 El imán dipolar de forma cuadrada (241) del segundo dispositivo generador de campo magnético (240) tenía su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (220) (es decir, estaba magnetizado a lo largo de su longitud B1). El imán dipolar de forma cuadrada (241) tenía las siguientes dimensiones: 30 mm (B1) x 30 mm (B2) x 2 mm (B3). El imán dipolar de forma cuadrada (241) estaba hecho de NdFeB NdFeB N52.

30 El primer dispositivo generador de campo magnético (230) y el segundo dispositivo generador de campo magnético (240) se dispusieron de tal manera que el centro de la disposición paralela de los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del primer conjunto magnético (230) se alineó con el centro del imán dipolar de barra de forma cuadrada (241) del segundo conjunto magnético (240).

35 La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de barra de forma cuadrada (241) del segundo dispositivo generador de campo magnético (240) y la superficie superior de los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (230) era de 0 mm, es decir, los dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) y el imán dipolar de barra de forma cuadrada (241) estaban en contacto directo. La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de barra de forma cuadrada (241) del segundo dispositivo generador de campo magnético (240) y la superficie del sustrato (220) orientada hacia el imán dipolar en forma de anillo era de aproximadamente 2,5 mm.

45 Los dos imanes dipolares de barra sustancialmente paralelos (231-a1, 231-a2) se dispusieron de forma que formaran un ángulo  $\beta$  ( $= 90^\circ - \alpha$ ) de  $22^\circ$  con la longitud (A1) de la matriz de soporte cuadrada (232) y que, como se muestra en las Figuras 2D1 a 2D3, la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos ( $h_{231-a1}$  y  $h_{231-a2}$ ) de dichos dos imanes dipolares de barra (231-a1, 231-a2) formara un ángulo  $\alpha$  de  $68^\circ$  con el eje magnético H2 del imán dipolar de forma cuadrada (241).

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (200) ilustrado en las Figuras 2A a 2C se muestra en la Figura 2E

en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (220) entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$ . La OEL así obtenida presentaba un efecto orto-paraláctico y proporcionaba la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desplazaba lateralmente al inclinar el sustrato (220), en particular desplazándose de derecha a izquierda de  $-20^\circ$  a  $+20^\circ$ .

## 5 Ejemplo 2 (Figuras 3A a 3E)

El conjunto magnético (300) utilizado para preparar la capa de efecto óptico (OEL) del Ejemplo 2 en el sustrato (320) se ilustra en la Figura 3A-D.

10 El conjunto magnético (300) estaba formado por un primer dispositivo generador de campo magnético (330) que comprendía un conjunto de dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (332); un segundo dispositivo generador de campo magnético (340) que comprendía un imán dipolar de forma cuadrada (341) y una pieza polar de forma cuadrada (350), en donde el segundo dispositivo generador de campo magnético (340) se colocó encima del primer dispositivo generador de campo magnético (330) y en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (330) se colocó encima de la pieza polar de forma cuadrada (350).

Los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (330) tenían sus respectivos ejes magnéticos ( $h_{331-a1}$ ,  $h_{331-a2}$ ) sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato (320) (es decir, estaban magnetizados a lo largo de toda su anchura (A5)) y tenían su polo Norte apuntando en la misma dirección. Los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del conjunto magnético (330) tenían las siguientes dimensiones: 40 mm (A4) x 3 mm (A5) x 6 mm (A6) y estaban hechos de NdFeB N45. Dichos dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) eran sustancialmente paralelos entre sí y la distancia (A11) entre ellos era de 21 mm. El múltiplo M, que expresa la relación entre la distancia entre los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) y el grosor de dichos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2), se calcula como  $A11/A5$  y es igual a 7.

25 La matriz de soporte de forma cuadrada (332) tenía las siguientes dimensiones: 50 mm (A1) x 50 mm (A2) x 8 mm (A3) y estaba hecho de polioximetileno (POM).

30 El imán dipolar de forma cuadrada (341) del segundo dispositivo generador de campo magnético (340) tenía su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (320) (es decir, estaba magnetizado a lo largo de su longitud B1). El imán dipolar de forma cuadrada (341) tenía las siguientes dimensiones: 38 mm (B1) x 38 mm (B2) x 2 mm (B3). El imán dipolar de forma cuadrada (341) estaba hecho de NdFeB N42.

35 La pieza polar de forma cuadrada (350) era de hierro puro y tenía las siguientes dimensiones: 40 mm (C1) x 40 mm (C2) x 1 mm (C3).

40 El primer dispositivo generador de campo magnético (330), el segundo dispositivo generador de campo magnético (340) y la pieza polar de forma cuadrada (350) se dispusieron de tal manera que el centro de la disposición paralela de los imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer conjunto magnético (330) estuviera alineado con el centro del imán dipolar de barra de forma cuadrada (341) del segundo conjunto magnético (340) y que el centro de la disposición paralela de los imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer conjunto magnético (330) estuviera alineado con el centro de la pieza polar de forma cuadrada (350).

45 La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de barra de forma cuadrada (341) del segundo dispositivo generador de campo magnético (340) y la superficie superior de los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (340) era de aproximadamente 0 mm, es decir, los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) y el imán dipolar de barra de forma cuadrada (341) estaban en contacto directo. La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de barra en forma cuadrada (341) del segundo dispositivo generador de campo magnético (340) y la superficie del sustrato (320) orientada hacia el imán dipolar en forma de barra cuadrada (341) era de aproximadamente 2,5 mm. La distancia (e) entre la superficie superior de la pieza polar de forma cuadrada (350) y la superficie inferior de la matriz de soporte de forma cuadrada (332) era de 0 mm, es decir, había una distancia (A3-A6) de aproximadamente 2 mm entre los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) del primer dispositivo generador de campo magnético (340) y la pieza polar de forma cuadrada (350).

55 Los dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) se dispusieron de forma que la suma vectorial H1 de los dos ejes magnéticos ( $h_{331-a1}$  y  $h_{331-a2}$ ) de dichos dos imanes dipolares de barra (331-a1, 331-a2) formara un ángulo  $\alpha$  de  $90^\circ$  con el eje magnético H2 del imán dipolar de forma cuadrada (341).

60 La OEL resultante producida con el conjunto magnético (300) ilustrado en las Figuras 3A a 3D se muestra en la Figura 3E en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (320) entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$ . La OEL así obtenida presentaba un efecto orto-paraláctico y proporcionaba la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desplazaba lateralmente al inclinar el sustrato (20), en particular desplazándose de derecha a izquierda de  $-20^\circ$  a  $+20^\circ$ .

## 65 Ejemplo 3 (Figuras 4A a 4E)

El conjunto magnético (400) utilizado para preparar la capa de efecto óptico (OEL) del Ejemplo 3 en el sustrato (420) se

ilustra en la Figura 4A-D.

El conjunto magnético (400) comprendía un primer dispositivo generador de campo magnético (430) que incluía dos (a, b) conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (432), y un segundo dispositivo generador de campo magnético (440) que comprendía un imán dipolar de forma cuadrada (441), en donde el segundo dispositivo generador de campo magnético (440) estaba colocado encima del primer dispositivo generador de campo magnético (430).

Los cuatro imanes dipolares (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (430) tenían sus respectivos ejes magnéticos ( $h_{431-a1}$ ,  $h_{431-a2}$ ,  $h_{431-b1}$ ,  $h_{431-b2}$ ) sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato (420) (es decir, estaban magnetizados a lo largo de su anchura A5). El primer conjunto (a) comprendía dos imanes dipolares (431-a1, 431-a2) que tenían su polo Norte apuntando en una misma primera dirección y el segundo conjunto (b) comprendía dos imanes dipolares (431-b1, 431-b2) que tenían su polo Norte apuntando en una misma segunda dirección.

Los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) de los conjuntos primero (a) y segundo (b) del conjunto magnético (430) tenían las siguientes dimensiones: 30 mm (A4) x 3 mm (A5) x 6 mm (A6) y estaban hechos de NdFeB N42. Los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) estaban dispuestos en una forma cuadrada, en donde dichos imanes (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) estaban dispuestos en la matriz de soporte cuadrada (432) de tal manera que el eje de simetría paralelo a los imanes (431b-1 y 431-b2) formaba un ángulo  $\beta = 22,5^\circ$  con la longitud (A1) de la matriz de soporte de forma cuadrada (432). El múltiplo M, que expresa la relación entre la distancia entre dos imanes dipolares de barra de cada conjunto (431-a1/431-a2 y 431-b1/431-b2) y el espesor de dichos imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2), se calcula como A4/A5 y es igual a 10.

La matriz de soporte de forma cuadrada (432) tenía las siguientes dimensiones: 50 mm (A1) x 50 mm (A2) x 7 mm (A3) y estaba hecho de polioximetileno (POM).

El imán dipolar de forma cuadrada (441) del segundo dispositivo generador de campo magnético (440) tenía su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (420) (es decir, estaba magnetizado a lo largo de su longitud B1). El imán dipolar de forma cuadrada (441) tenía las siguientes dimensiones: 38 mm (B1) x 38 mm (B2) x 2 mm (B3). El imán dipolar de forma cuadrada (441) estaba hecho de NdFeB N42.

El primer dispositivo generador de campo magnético (430) y el segundo dispositivo generador de campo magnético (440) se dispusieron de tal manera que el centro de la disposición de forma cuadrada formada por los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) del primer conjunto magnético (430) se alineó con el centro del imán dipolar de barra de forma cuadrada (441) del segundo conjunto magnético (440).

La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de barra de forma cuadrada (441) del segundo dispositivo generador de campo magnético (440) y la superficie superior de los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (440) era de 0 mm, es decir, los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) y el imán dipolar de barra de forma cuadrada (441) estaban en contacto directo. La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de barra de forma cuadrada (441) del segundo dispositivo generador de campo magnético (440) y la superficie del sustrato (420) orientada hacia el imán dipolar de barra de forma cuadrada (441) era de aproximadamente 2 mm.

Los cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) estaban dispuestos de tal manera que la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos ( $h_{431-a1}$ ,  $h_{431-a2}$ ,  $h_{431-b1}$  y  $h_{431-b2}$ ) de dichos cuatro imanes dipolares de barra (431-a1, 431-a2, 431-b1, 431-b2) formaban un ángulo  $\alpha$  de  $247,5^\circ$  con el eje magnético H2 del imán dipolar de forma cuadrada (441).

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (400) ilustrado en las Figuras 4A a 4D se muestra en la Figura 4E en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (420) entre  $-20^\circ$  y  $+60^\circ$ . La OEL así obtenida presentaba un efecto orto-paraláctico y proporcionaba la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desplazaba lateralmente al inclinar el sustrato (420), en particular desplazándose de izquierda a derecha de  $-20^\circ$  a  $+60^\circ$ .

#### Ejemplo 4 (Figuras 5A a 5E)

El conjunto magnético (500) utilizado para preparar la capa de efecto óptico (OEL) del Ejemplo 4 en el sustrato (520) se ilustra en la Figura 5A-D.

El conjunto magnético (500) comprendía un primer dispositivo generador de campo magnético (530) que incluía dos (a, b) conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) incrustados en una matriz de soporte de forma cuadrada (532), y un segundo dispositivo generador de campo magnético (540) que comprendía un imán dipolar de forma cuadrada (541), en donde el segundo dispositivo generador de campo magnético (540) estaba colocado encima del primer dispositivo generador de campo magnético (530).

Los cuatro imanes dipolares (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (530)

tenían sus respectivos ejes magnéticos ( $h_{531-a1}$ ,  $h_{531-a2}$ ,  $h_{531-b1}$ ,  $h_{531-b2}$ ) sustancialmente paralelos a la superficie del sustrato (520) (es decir, estaban magnetizados a lo largo de su anchura A5). El primer conjunto (a) comprendía dos imanes dipolares (531a1, 531-a2) sustancialmente paralelos entre sí y con su polo Norte apuntando en una misma primera dirección y el segundo conjunto (b) comprendía dos imanes dipolares (531b1, 531-b2) sustancialmente paralelos entre sí y con su polo Norte apuntando en una misma segunda dirección.

Los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) de los conjuntos primero (a) y segundo (b) del conjunto magnético (530) tenían las siguientes dimensiones: 30 mm (A4) x 3 mm (A5) x 6 mm (A6) y estaban hechos de NdFeB N42. Los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) se dispusieron en forma de rombo, teniendo la diagonal más corta una dimensión (A7) de 36,6 mm y la diagonal más larga una dimensión (A8) de 47,6 mm. El múltiplo  $M$ , que expresa la relación entre la distancia entre dos imanes dipolares de barra de cada conjunto (531-a1/531-a2 y 531-b1/531-b2) y el espesor (A5) de dichos imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2), se calcula a partir de A4, A5 y A7 (o A8) y es igual a 9,7, en donde

$$M = \frac{A4}{A5} \sin \left[ 2 \sin^{-1} \left( \frac{1}{2} \frac{A7}{A4} \right) \right] = \frac{A4}{A5} \sin \left[ 2 \cos^{-1} \left( \frac{1}{2} \frac{A8}{A4} \right) \right]$$

La matriz de soporte de forma cuadrada (532) tenía las siguientes dimensiones: 50 mm (A1) x 50 mm (A2) x 7 mm (A3) y estaba hecho de polioximetileno (POM).

El imán dipolar de forma cuadrada (541) del segundo dispositivo generador de campo magnético (540) tenía su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (520) (es decir, estaban magnetizados a lo largo de su longitud (B1)). El imán dipolar de forma cuadrada (541) tenía las siguientes dimensiones: 38 mm (B1) x 38 mm (B2) x 2 mm (B3). El imán dipolar de forma cuadrada (541) estaba hecho de NdFeB N42.

El primer dispositivo generador de campo magnético (530) y el segundo dispositivo generador de campo magnético (540) se dispusieron de tal manera que el centro de la disposición en forma de bucle de rombo formada por los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) del primer conjunto magnético (530) se alineó con el centro del imán dipolar de barra de forma cuadrada (541) del segundo conjunto magnético (540).

La distancia (d) entre la superficie inferior del imán dipolar de barra de forma cuadrada (541) del segundo dispositivo generador de campo magnético (540) y la superficie superior de los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) del primer dispositivo generador de campo magnético (530) era de 0 mm, es decir, los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) y el imán dipolar de barra de forma cuadrada (541) estaban en contacto directo. La distancia (h) entre la superficie superior del imán dipolar de barra de forma cuadrada (541) del segundo dispositivo generador de campo magnético (540) y la superficie del sustrato (520) orientada hacia el imán dipolar de barra de forma cuadrada (541) era de aproximadamente 2 mm.

Los cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) estaban dispuestos de tal manera que la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos ( $h_{531-a1}$ ,  $h_{531-a2}$ ,  $h_{531-b1}$  y  $h_{531-b2}$ ) de dichos cuatro imanes dipolares de barra (531-a1, 531-a2, 531-b1, 531-b2) formaban un ángulo  $\alpha$  de 90° con el eje magnético H2 del imán dipolar de forma cuadrada (541).

La OEL resultante producida con el conjunto magnético (500) ilustrado en las Figuras 5A a 5D se muestra en la Figura 5E en diferentes ángulos de visión inclinando el sustrato (520) entre -20° y +60°. La OEL así obtenida presentaba un efecto orto-paraláctico y proporcionaba la impresión óptica de una barra vertical reflectante y brillante que se desplazaba lateralmente al inclinar el sustrato (520), en particular desplazándose de derecha a izquierda de -20° a +60°.

## REIVINDICACIONES

1. Un conjunto magnético (x00) para producir una capa de efecto óptico (OEL) que presente un efecto orto-paraláctico en la superficie de un sustrato (x20), en donde dicho conjunto magnético (x00) comprende:
  - a) un primer dispositivo generador de campo magnético (x30) que comprende n conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), siendo n un número entero igual o mayor que 1, en donde cada uno de dichos imanes dipolares de barra (x31) tiene su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20),
    - en donde, para cada conjunto de dichos n conjuntos, los imanes dipolares de barra (x31) tienen su polo Norte apuntando en una misma dirección y son sustancialmente paralelos entre sí, y
    - en donde los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) están al menos parcialmente o totalmente incrustados en una matriz de soporte de forma poligonal (x32); y
  - b) un segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) que comprende uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) que tienen su eje magnético Norte-Sur sustancialmente paralelo a la superficie del sustrato (x20);
    - en donde la suma vectorial H1 de los ejes magnéticos de los imanes dipolares de barra (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y la suma vectorial H2 de uno o más imanes dipolares de forma cuadrada o rectangular (x41) forman un ángulo  $\alpha$  en el rango de aproximadamente 5° a aproximadamente 175° o en el rango de aproximadamente 185° a aproximadamente 355°, preferiblemente en el rango de aproximadamente 60° a aproximadamente 120° o en el rango de aproximadamente 240° a aproximadamente 300°,
    - en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) se coloca debajo o encima del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40), y
    - en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y el segundo dispositivo generador de campo magnético (x40) están apilados uno con respecto al otro.
2. El conjunto magnético (x00) de conformidad con la reivindicación 1, en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) comprende n conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente n conjuntos de dos o más, más preferiblemente n conjuntos de dos, imanes dipolares de barra (x31), siendo n igual a 1.
3. El conjunto magnético (x00) de conformidad con la reivindicación 1, en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) comprende n conjuntos de imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), preferiblemente n conjuntos de dos o más, más preferiblemente n conjuntos de dos, imanes dipolares de barra (x31), siendo n un número entero mayor que 1, en donde dichos n conjuntos de imanes dipolares de barra están dispuestos en forma de bucle, preferiblemente en forma cuadrada o en forma de rombo.
4. El conjunto magnético (x00) de conformidad con la reivindicación 3, en donde el primer dispositivo generador de campo magnético (x30) comprende dos conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31), en donde dichos dos conjuntos de dos imanes dipolares de barra (x31) están dispuestos preferiblemente en forma de bucle.
5. El conjunto magnético (x00) de conformidad con la reivindicación 4, en donde los dos conjuntos de dos imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31) están dispuestos preferiblemente en forma de cuadrado o de rombo.
6. El conjunto magnético (x00) de conformidad con cualquier reivindicación precedente, en donde para cada conjunto de los n conjuntos, los imanes dipolares de barra espaciados entre sí (x31) del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) tienen la misma forma, las mismas dimensiones y están hechos del mismo material.
7. El conjunto magnético (x00) de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la matriz de soporte de forma poligonal (x32) es una matriz de soporte de forma cuadrada (x32) o una matriz de soporte de forma rectangular (x32).
8. El conjunto magnético (x00) de conformidad con cualquier reivindicación anterior, que comprende además una o más piezas polares (x50), preferiblemente una o más piezas polares (x50) de forma cuadrada o rectangular, en donde dichas una o más piezas polares (x50) están colocadas debajo del primer dispositivo generador de campo magnético (x30) y debajo del segundo dispositivo generador de campo magnético (x40).
9. Un uso del conjunto magnético (x00) recitado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato.
10. Un aparato de impresión que comprende un cilindro magnético giratorio que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x00) recitados en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, o un aparato de impresión que comprende una unidad de impresión plana que comprende al menos uno de los conjuntos magnéticos (x00) recitados en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

11. Un proceso para producir una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato (x20), la capa de efecto óptico (OEL) exhibiendo un efecto orto-paraláctico, en donde dicho proceso comprende los siguientes pasos:
- 5 i) aplicar sobre una superficie de sustrato (x20) una composición de recubrimiento curable por radiación que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas, en donde dicha composición de recubrimiento curable por radiación se encuentra en un primer estado para formar una capa de recubrimiento (x10);
- 10 ii) exponer la composición de recubrimiento curable por radiación a un campo magnético de un conjunto magnético estático (x00) recitado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 con el fin de orientar al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas;
- 15 iii) curar al menos parcialmente la composición de recubrimiento curable por radiación del paso ii) a un segundo estado para fijar las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas en sus posiciones y orientaciones adoptadas.
12. El proceso de conformidad con la reivindicación 11, en donde el paso iii) se lleva a cabo mediante curado por radiación de luz UV-Vis, y preferiblemente el paso iii) se lleva a cabo parcialmente de forma simultánea con el paso ii).
13. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en donde al menos una parte de la pluralidad de partículas magnéticas o magnetizables, oblongas, no esféricas está constituida por partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, ópticamente variables, oblongas, no esféricas.
14. El proceso de conformidad con la reivindicación 13, en donde los pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables no esféricos se seleccionan del grupo que consiste en pigmentos magnéticos de interferencia de película delgada, pigmentos magnéticos de cristal líquido colestéricos, y mezclas de los mismos.
- 25 15. Una capa de efecto óptico (OEL) producida por el proceso recitado en cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14.

Fig. 1A

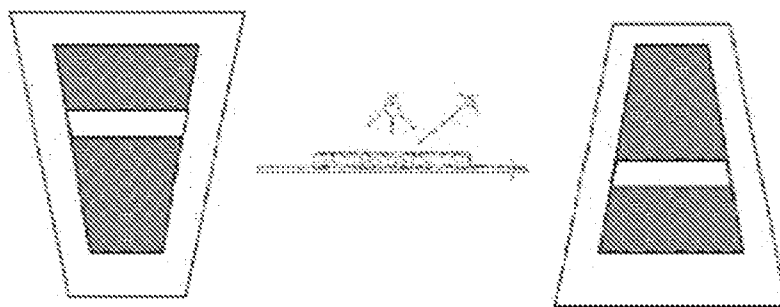


Fig. 1B

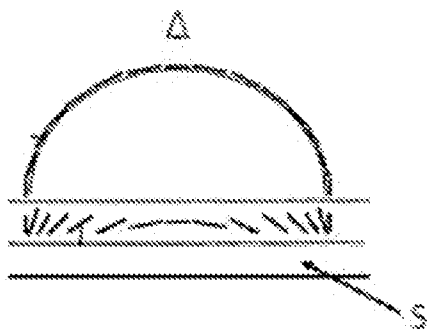


Fig. 1C

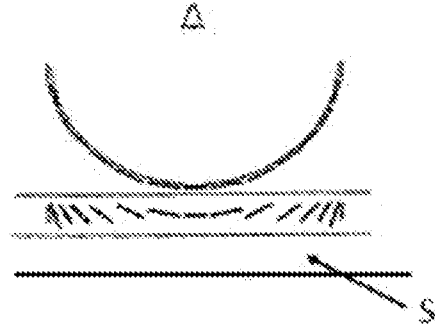


Fig. 2A

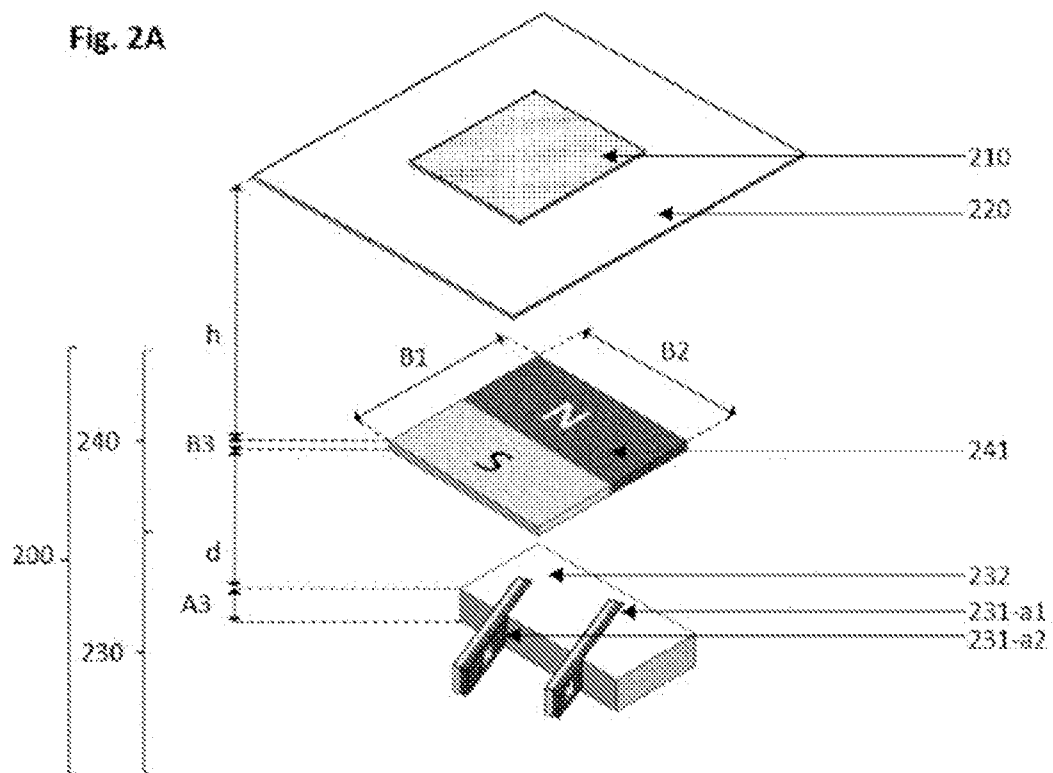


Fig. 2B

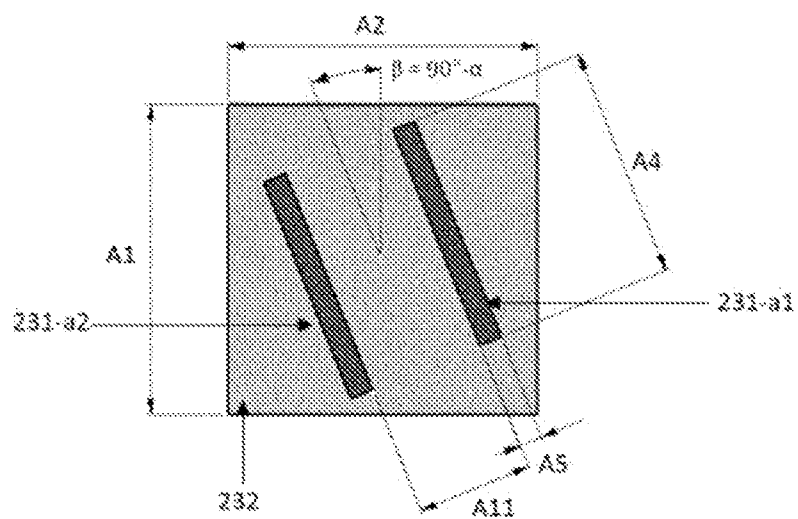


Fig. 2C

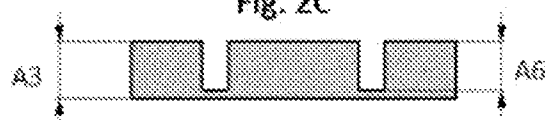


Fig. 2D-1

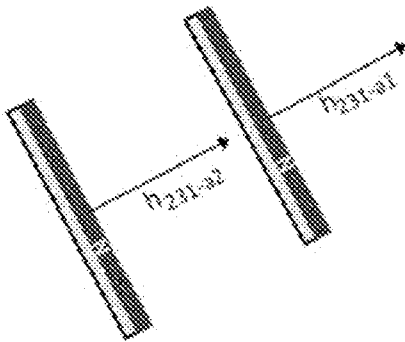


Fig. 2D-3

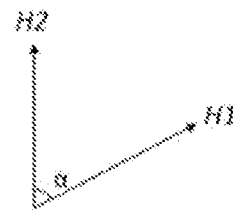


Fig. 2D-2

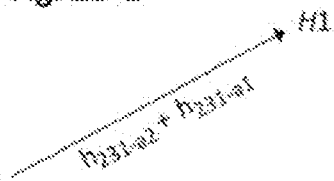


Fig. 2E

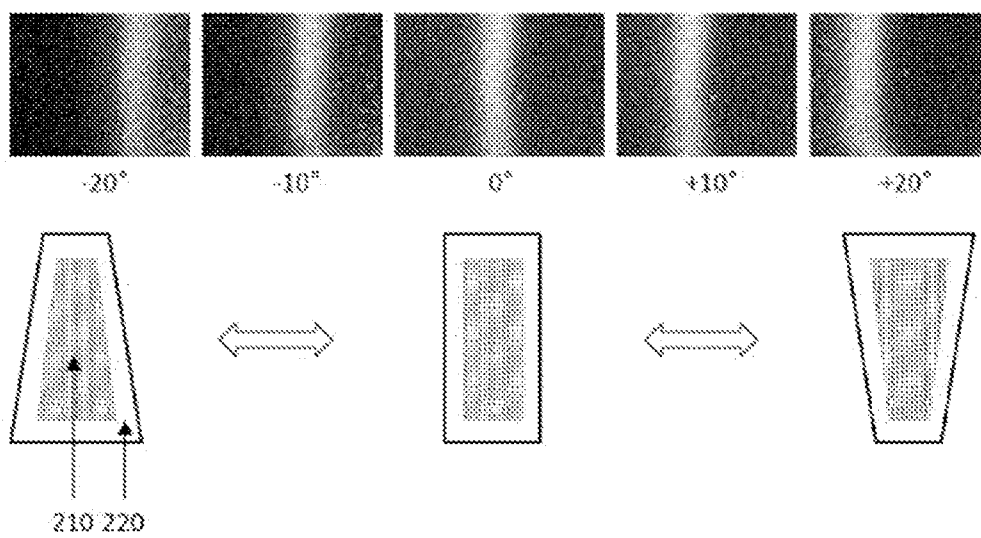


Fig. 3A

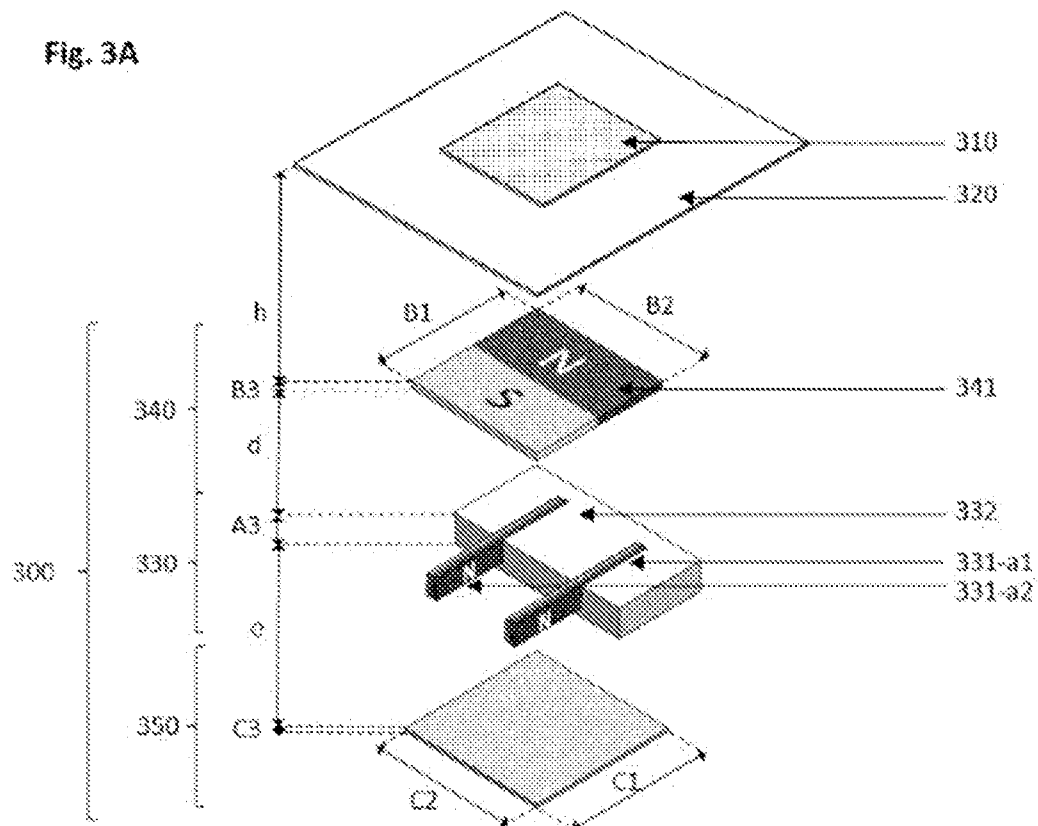


Fig. 3B

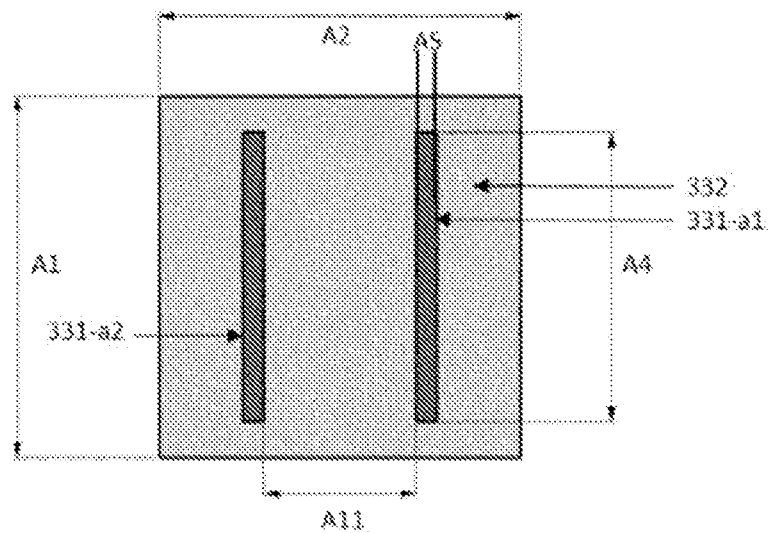


Fig. 3C



Fig. 3D-1

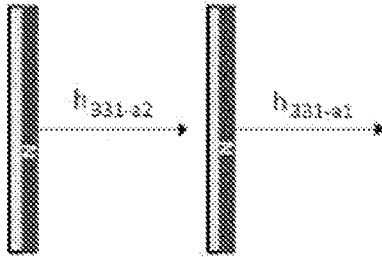


Fig. 3D-3

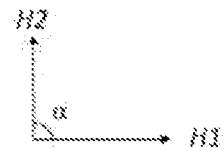


Fig. 3D-2

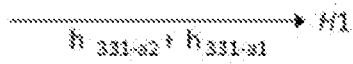


Fig. 3E

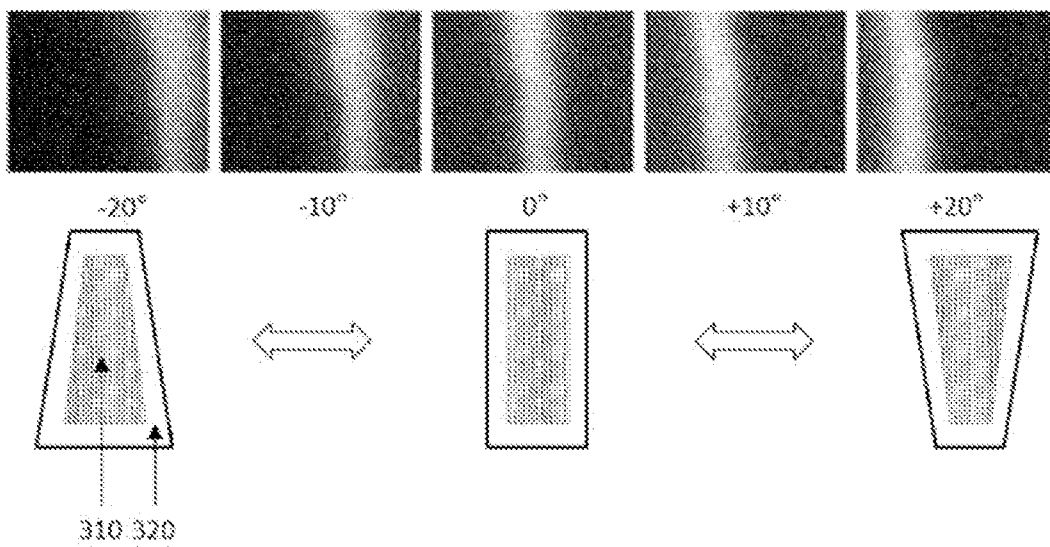


Fig. 4A

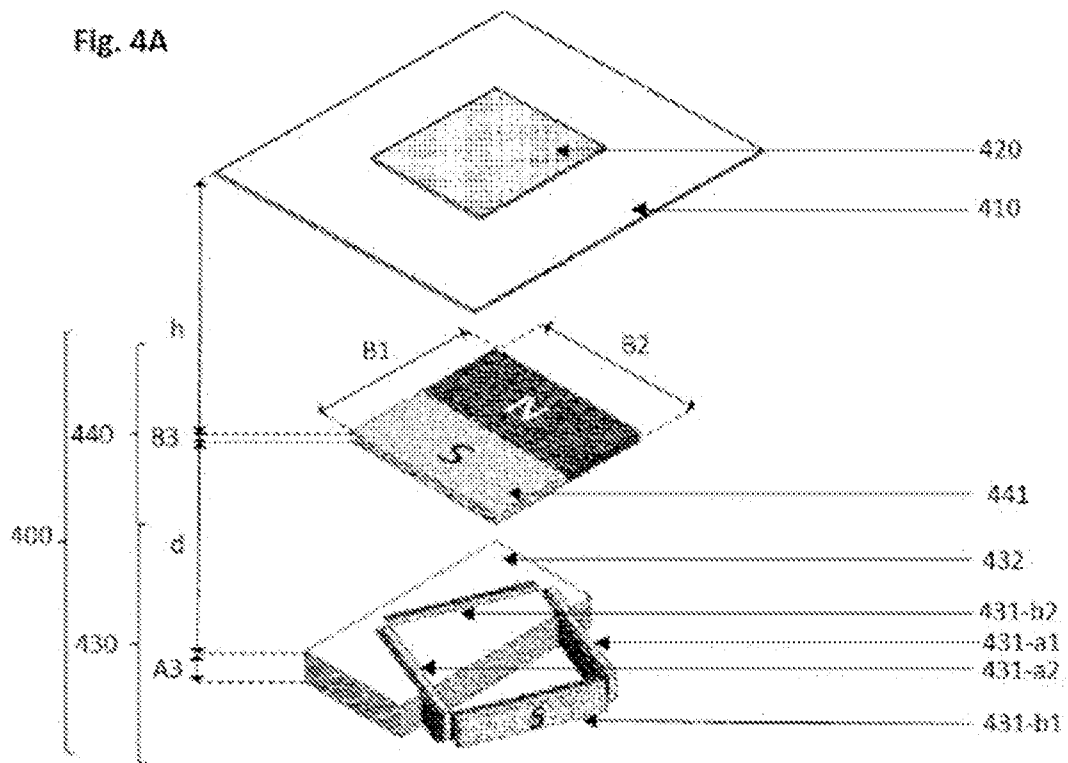


Fig. 4B

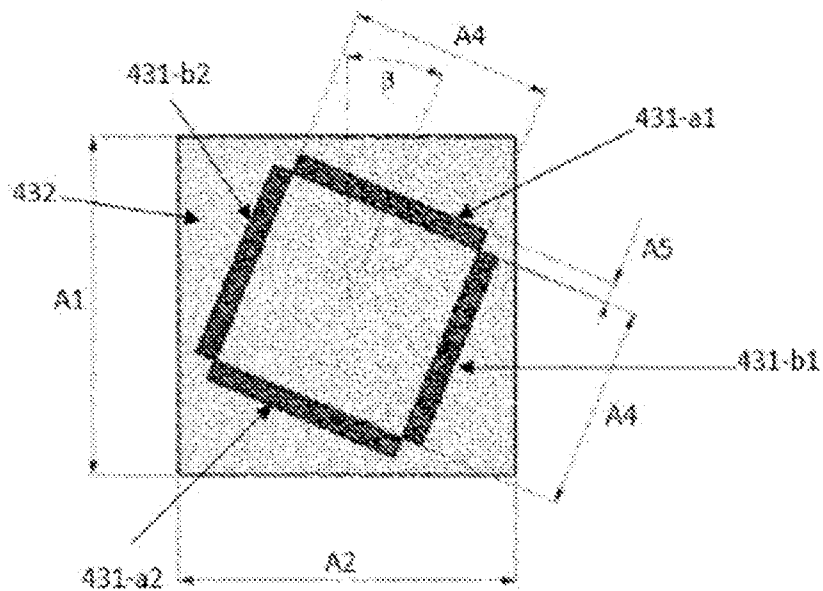


Fig. 4C

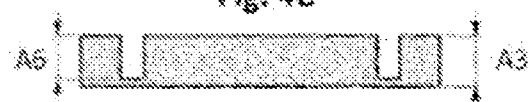


Fig. 4D-1

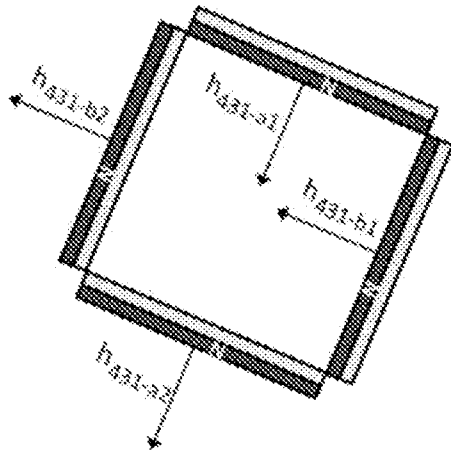


Fig. 4D-3

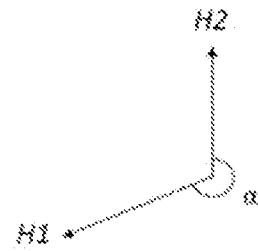


Fig. 4D-2

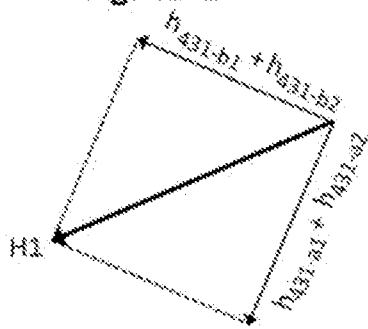


Fig. 4E

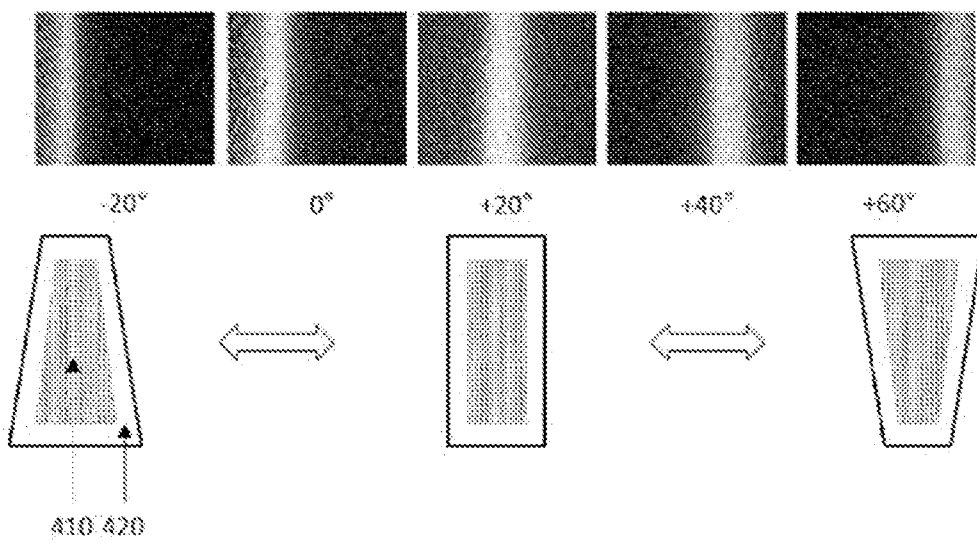


Fig. 5A

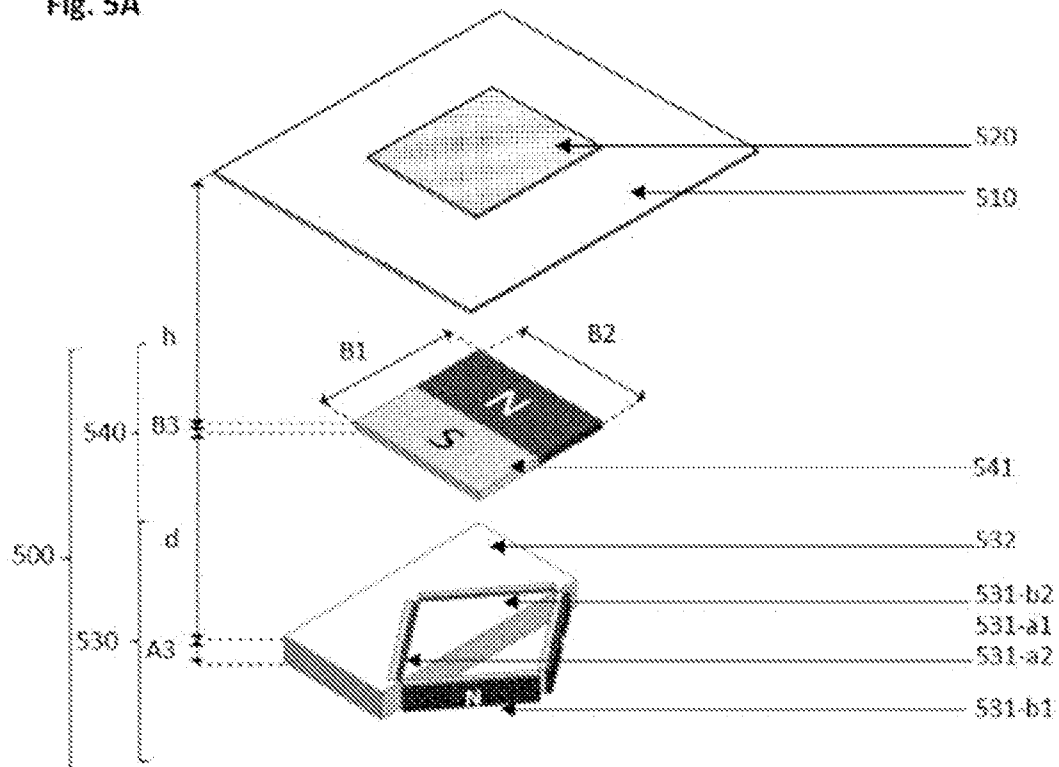


Fig. 5B

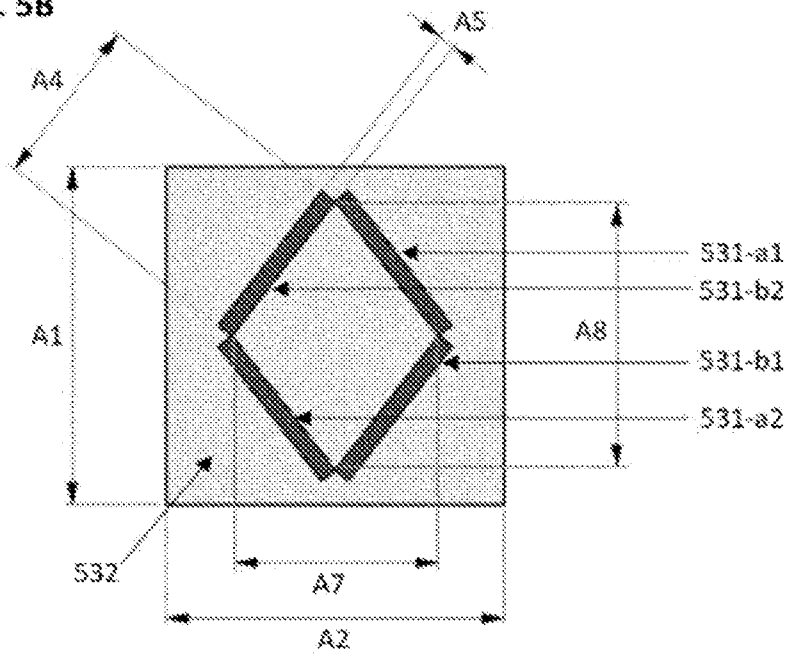


Fig. 5C

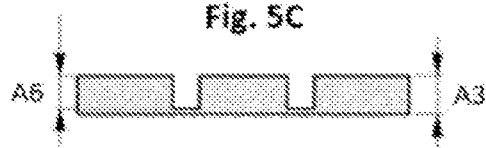


Fig. 5D-1

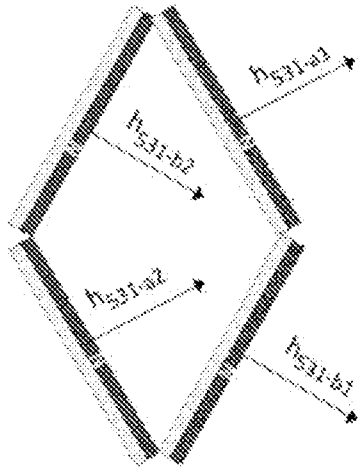


Fig. 5D-3

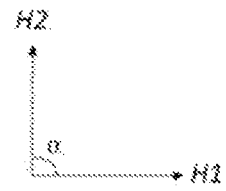


Fig. 5D-2

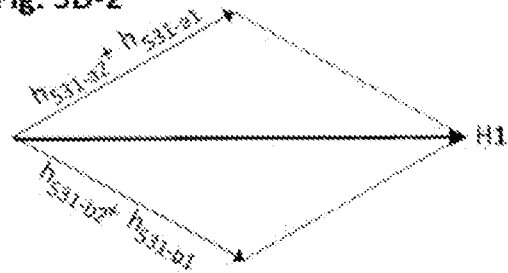


Fig. 5E

