

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 151**

51 Int. Cl.:

B05D 3/00 (2006.01)

B05D 5/06 (2006.01)

H01F 41/16 (2006.01)

B41M 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2014 PCT/EP2014/075943**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15082344**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2014 E 14803165 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3077126**

54 Título: **Dispositivos para producir capas de efecto óptico**

30 Prioridad:

04.12.2013 EP 13195717

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

21.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

TORO GORDILLO, Ignacio

ES 2 755 151 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

Dispositivos para producir capas de efecto óptico

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la protección de documentos de valor y bienes comerciales de valor contra la falsificación y la reproducción ilegal. En particular, la presente invención se refiere a dispositivos para su uso con equipos de impresión o recubrimiento, para orientar partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento sin endurecer sobre un sustrato, y a procesos para producir capas de efecto óptico (CEO).

Antecedentes de la invención

En la técnica se conoce el uso de tintas, composiciones de recubrimiento, recubrimientos, o capas, que contienen partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables, en particular también partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables, para la producción de elementos de seguridad, por ejemplo, en el campo de la seguridad de documentos. Los recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables orientadas se desvelan, por ejemplo, en los documentos US 2.570.856; US 3.676.273; US 3.791.864; US 5.630.877 y US 5.364.689. En los documentos WO 2002/090002 A2 y WO 2005/002866 A1 se han desvelado recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmentos magnéticos orientadas que cambian de color, que dan como resultado efectos ópticos particularmente atractivos, útiles para la protección de documentos de seguridad.

Las características de seguridad, por ejemplo, para documentos de seguridad, generalmente pueden clasificarse en características de seguridad "encubiertas" y características de seguridad "manifiestas". La protección proporcionada por las características de seguridad "encubiertas" se basa en el concepto de que dichas características requieren equipo especializado y conocimientos para la detección, mientras que las características de seguridad "manifiestas" se basan en el concepto de ser detectables con los sentidos humanos sin ayuda, por ejemplo, dichas características pueden ser visibles/o detectable a través de los sentidos táctiles sin dejar de ser difíciles de producir y/o copiar. Sin embargo, la eficacia de las características de seguridad manifiestas depende en gran medida de su reconocimiento como característica de seguridad, porque los usuarios y, en particular, aquellos que no tienen ningún conocimiento previo de las características de seguridad de un documento o elemento protegido con el mismo, solo realizarán entonces un control de seguridad basado en dicha característica de seguridad si tienen conocimiento real de su existencia y naturaleza.

Las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en tintas de impresión o recubrimientos permiten la producción de capas de efecto óptico (CEO), que comprenden una imagen, diseño o patrón inducidos magnéticamente que se obtienen mediante la aplicación de un campo magnético correspondiente, provocando una orientación local de las partículas de pigmentos magnéticas o magnetizables en el recubrimiento aún no endurecido, seguida del endurecimiento del recubrimiento. El resultado es una imagen, diseño o patrón inducidos magnéticamente permanentemente fijos. Se han desvelado materiales y tecnologías para la orientación de partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en composiciones de recubrimiento mediante la aplicación de campos magnéticos exteriores en los documentos US 3.676.273; US 3.791.864; EP 406.667 B1; EP 556.449 B1; EP 710.508 A1; WO 2004/007095 A2; WO 2004/007096 A2; WO 2005/002866 A1; así como en el documento WO 2008/046702 A1 y otros documentos; en los mismos el campo magnético exterior aplicado permanece esencialmente estático con respecto a la CEO durante la etapa de orientación, como puede producirse con imanes permanentes exteriores o electroimanes energizados. De esta manera, pueden producirse imágenes, diseños y patrones inducidos magnéticamente que son altamente resistentes a la falsificación. El elemento de seguridad en cuestión solo puede ser producido por alguien que tenga acceso a ambas, las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables o la tinta correspondiente, y la tecnología particular empleada para imprimir dicha tinta y orientar dicho pigmento en la tinta impresa.

Los patrones de orientación magnética obtenidos u obtenibles con campos magnéticos estáticos pueden predecirse aproximadamente a partir de la geometría de la disposición del imán, a través de una simulación del patrón de línea de campo magnético tridimensional.

Mediante la aplicación de un campo magnético exterior, una partícula de pigmento magnético se orienta de manera que su eje magnético esté alineado con la dirección de la línea de campo magnético exterior en la ubicación de la partícula de pigmento. Una partícula de pigmento magnetizable sin un campo magnético permanente intrínseco es orientada por el campo magnético exterior de manera que la dirección de su dimensión más larga esté alineada con una línea de campo magnético en la ubicación de la partícula de pigmento. Una vez que las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables están alineadas, la composición de recubrimiento se endurece y las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables alineadas se fijan con ella en sus posiciones y orientaciones.

Pueden obtenerse características de seguridad altamente útiles, dinámicas y estéticamente atractivas basadas en

imágenes, diseños o patrones inducidos magnéticamente que proporcionan la ilusión óptica de movimiento mediante una interacción dinámica de partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento endurecida con un campo magnético exterior variable en el tiempo. En este proceso, la partícula de pigmento magnético o magnetizable interactúa dinámicamente con su medio de recubrimiento circundante, adoptando una posición y una orientación de menor resistencia hidrodinámica. La descripción detallada del mecanismo implicado fue proporcionada por J.H.E. Promislow et al. (*Aggregation kinetics of paramagnetic colloidal particles*, *J. Chem. Phys.*, 1995, 102, p. 5492-5498) y por E. Climent et al. (*Dynamics of self-assembled chaining in magnetorheological fluids*, *Langmuir*, 2004, 20, p. 507-513).

En un intento de producir recubrimientos o capas que comprendan partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables orientadas dinámicamente, se han desarrollado métodos para generar campos magnéticos variables en el tiempo de intensidad suficiente. Se describen ensamblajes de imán y métodos que generan campos magnéticos variables en el tiempo en los documentos EP 1 810 756 A2 y US 2007/0172261 A1. Estos medios conocidos en la técnica se basan en engranajes y ejes o en motores exteriores al imán giratorio para mover o hacer girar un imán permanente dentro del cuerpo de un cilindro rotativo del equipo de impresión o recubrimiento.

El documento CN 102529326 A desvela un dispositivo de orientación magnética que comprende un dispositivo de accionamiento y un imán, el dispositivo de accionamiento hace que el imán rote alrededor de un eje de rotación y el campo magnético producido por el imán rotativo se usa para orientar magnéticamente partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en tinta magnética impresa sobre un sustrato de manera de formar un patrón orientado magnéticamente con un aspecto tridimensional.

Sin embargo, en determinadas máquinas de impresión, en particular las máquinas de impresión rotativas alimentadas con láminas y con bobina, las restricciones mecánicas de la construcción del cilindro rotativo del equipo de impresión o recubrimiento no permiten el uso de dispositivos mecánicos o motores eléctricos del tipo conocido en la técnica. Por tanto, los dispositivos de orientación magnética existentes y las tecnologías de la técnica anterior no proporcionan imanes fuertes de accionamiento rotativo dentro del espacio restringido disponible en el cilindro rotativo del equipo de impresión o recubrimiento, donde hasta ahora solo se han utilizado imanes estáticos.

Por tanto, sigue existiendo la necesidad de un dispositivo de orientación magnética fácilmente reemplazable y modular que encaje en un cilindro rotativo existente del equipo de impresión o recubrimiento y que sea capaz de generar un campo magnético rotativo deseado que sea al mismo tiempo mecánicamente robusto de manera de resistir las fuerzas de aceleración en la máquina de impresión.

35 Sumario de la invención

En consecuencia, es un objeto de la presente invención superar las deficiencias de la técnica anterior como se ha analizado anteriormente. Esto se consigue proporcionando un método de fabricación de una capa de efecto óptico (CEO) asociada a un sustrato, comprendiendo dicho método:

proporcionar un sustrato asociado a una composición de recubrimiento que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables;
proporcionar un ensamblaje de imán permanente que produce un primer campo magnético;
proporcionar un ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado y un accionador que produce un segundo campo magnético oscilante o rotativo que interactúa con el primer campo magnético para hacer girar el ensamblaje de imán para hacer rotar el primer campo magnético; y
aplicar el primer campo magnético mientras el primer campo magnético rota haciendo girar el ensamblaje de imán permanente para orientar de manera agregada las partículas magnéticas o magnetizables para crear la capa de efecto óptico.

La presente invención también proporciona un aparato para crear una capa de efecto óptico (CEO) asociada a un sustrato, comprendiendo dicho aparato:

un mecanismo de alimentación de sustrato,
un ensamblaje de imán permanente con capacidad de girar que produce un primer campo magnético para orientar partículas magnéticas o magnetizables en una composición de recubrimiento asociada al sustrato, y
un ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado y un accionador configurado para producir un segundo campo magnético oscilante o rotativo que interactúa con el primer campo magnético producido por el ensamblaje de imán giratorio para hacer girar el ensamblaje de imán permanente, haciendo rotar de este modo el primer campo magnético para orientar de manera agregada partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables comprendidas en una composición de recubrimiento asociada al sustrato para producir la capa de efecto óptico.

El aparato que se describe en el presente documento comprende un primer generador de campo magnético fuerte con capacidad de girar para generar un primer campo magnético lo suficientemente fuerte para cambiar la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento

húmeda y aún no endurecida asociada al sustrato tras la exposición al mismo y un segundo generador de campo magnético débil para generar un segundo campo magnético oscilante o rotativo más débil que el primer campo pero lo suficientemente fuerte para interactuar con el primer campo magnético y de ese modo provocar que el primer generador de campo magnético fuerte gire para de este modo hacer rotar el primer campo magnético para orientar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables tras la exposición del sustrato al primer campo magnético para producir una CEO deseada. Preferentemente, el primer generador de campo magnético fuerte comprende un ensamblaje de imán permanente y el segundo generador de campo magnético comprende un ensamblaje de electroimán. Preferentemente, el segundo campo magnético generado por el segundo generador de campo magnético es demasiado débil para alterar la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables tras la exposición de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables al segundo campo magnético.

Una ventaja que ofrece la presente invención es que el campo magnético requerido para orientar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables también se usa en interacción con el campo magnético del ensamblaje de electroimán para hacer girar el ensamblaje de imán permanente. Esto permite una disposición compacta y de baja potencia, por ejemplo, en comparación con un motor eléctrico separado conectado al ensamblaje magnético por un eje de transmisión. Mientras que la presente invención puede producir la capa de efecto óptico deseada usando solo dos campos magnéticos, las disposiciones de la técnica anterior requieren al menos tres o más campos magnéticos, dos asociados a un motor y un tercero asociado al campo magnético de reorientación de partículas que se ha de configurar para producir el efecto deseado. Se prescinde de la necesidad de un tercer campo magnético o más.

En el presente documento también se describen usos del aparato que se describe en el presente documento para fabricar una capa de efecto óptico sobre el sustrato, siendo dicho sustrato preferentemente un documento de seguridad.

En el presente documento también se describen métodos para proteger un documento de seguridad, comprendiendo dicho método las etapas de i) aplicar la composición de recubrimiento que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables que se describe en el presente documento sobre el sustrato que se describe en el presente documento, ii) exponer la composición de recubrimiento al campo magnético del aparato que se describe en el presente documento de manera de orientar de manera agregada al menos una parte de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables y iii) endurecer la composición de recubrimiento de manera de fijar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en sus orientaciones adoptadas.

Breve descripción de los dibujos

La dirección magnética se representa como S → N en las figuras.

Las **Figuras 1a** ilustran esquemáticamente un cilindro rotativo (CI) que lleva un ensamblaje de imán (EI) permanente giratorio que tiene su eje giratorio (EG) perpendicular al eje de rotación (ER) del cilindro rotativo (CI) y perpendicular a la tangente de la superficie del cilindro rotativo (CI). El eje de giro (EG) se extiende ortogonalmente a través del sustrato transportado en el cilindro (CI).

Las **Figuras 1b** ilustran esquemáticamente un cilindro rotativo (CI) que lleva un ensamblaje de imán (EI) permanente giratorio que tiene su eje giratorio (EG) paralelo al eje de rotación (ER) del cilindro rotativo (CI). El eje de giro (EG) se extiende paralelo al sustrato transportado en el cilindro (CI).

Las **Figuras 1c** ilustran esquemáticamente un cilindro rotativo (CI) que lleva un ensamblaje de imán (EI) permanente giratorio que tiene su eje giratorio (EG) perpendicular al eje de rotación (ER) del cilindro rotativo (CI) y paralelo a la tangente del cilindro rotativo (CI). El eje de giro (EG) se extiende paralelo al sustrato transportado en el cilindro (CI).

La **Figura 2a** ilustra esquemáticamente un dispositivo que se describe en el presente documento que comprende una carcasa (a y b), una bobina de hilo magnético (B1) y un elemento de efecto Hall (EH1) opcional.

La **Figura 2b** es una vista despiezada del dispositivo de la Figura 2a que comprende una carcasa (a y b) con una muesca (U), un ensamblaje de imán (EI) permanente, una bobina de hilo magnético (B1) y un elemento de efecto Hall (EH1) opcional.

La **Figura 2c** ilustra esquemáticamente un dispositivo que se describe en el presente documento que comprende una bobina de hilo magnético de dos elementos (B1_a y B1_b) dispuesta debajo de un ensamblaje de imán (EI) permanente con un eje giratorio (EG).

La **Figura 2d** ilustra esquemáticamente un dispositivo que se describe en el presente documento que comprende una bobina de hilo magnético de dos elementos (B1_c y B1_d) dispuesta a cada lado de un ensamblaje de imán (EI) permanente con un eje giratorio (EG).

La **Figura 2e** ilustra esquemáticamente un dispositivo que se describe en el presente documento que comprende una bobina de hilo magnético de dos elementos (B1_c y B1_d) dispuesta a cada lado de un ensamblaje de imán (EI) permanente que tiene un eje giratorio (EG) y que comprende (i) un imán permanente (I1) en forma de disco y (ii) un imán secundario (I2) en forma de una placa magnética grabada y que tiene su eje magnético perpendicular al eje magnético del imán permanente (I1) y perpendicular al eje giratorio (EG).

La **Figura 3** ilustra esquemáticamente una primera realización de ejemplo del dispositivo que se describe en

- el presente documento que tiene un ensamblaje de imán (EI) permanente en una carcasa (C) y una única bobina de hilo magnético (B1) y un elemento de Hall (EH1) opcional comprendidos en un circuito integrado, estando el elemento de Hall (EH1) opcional ubicado en el medio del lado exterior de la bobina de hilo magnético (B1).
- 5 **La Figura 4** ilustra esquemáticamente una segunda realización de ejemplo del dispositivo que se describe en el presente documento que tiene un ensamblaje de imán (EI) permanente en una carcasa (C), un par de bobinas de hilo magnético (B1, B2) cruzadas y un par de elementos Hall (EH1, EH2) opcionales.
- 10 **La Figura 5** ilustra esquemáticamente una tercera realización de ejemplo del dispositivo que se describe en el presente documento que tiene un ensamblaje de imán (EI) permanente en una carcasa (C), tres bobinas de hilo magnético (B1, B2, B3) dispuestas en ángulos mutuos y elementos Hall (EH1, EH2, EH3) opcionales.
- 15 **Las Figuras 6a-6c** ilustran esquemáticamente tres realizaciones de circuitos de accionamiento de motores eléctricos para accionar las bobinas de hilo magnético de las realizaciones de la Fig. 3, la Fig. 4 y la Fig. 5 y, por tanto, hacer girar un ensamblaje de imán (EI) permanente que se describe en el presente documento.
- La Figura 7** ilustra esquemáticamente un esquema de circuito integrado para accionar una única bobina de hilo magnético (B1) para hacer girar un ensamblaje de imán (EI) permanente que se describe en el presente documento.
- 20 **Las Figuras 8a-8c** muestran tres capas de efecto óptico (CEO) obtenidas aplicando un dispositivo que se describe en el presente documento a una capa de tinta que comprende partículas magnéticas o magnetizables, que posteriormente se endurece.

25 Descripción detallada

Definiciones

Las siguientes definiciones aclaran el significado de los términos utilizados en la descripción y en las reivindicaciones.

30 Como se usa en el presente documento, el artículo indefinido "un" o "una" indica tanto uno como más de uno y no necesariamente limita su sustantivo de referencia al singular.

35 Como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente" significa que la cantidad, el valor o el límite en cuestión puede ser el valor específico designado o algún otro valor en su proximidad. Generalmente, el término "aproximadamente" que indica un determinado valor tiene por objeto indicar un intervalo dentro del $\pm 5\%$ del valor. Como ejemplo, la frase "aproximadamente 100" indica un intervalo de 100 ± 5 , es decir, el intervalo de 95 a 105. Generalmente, cuando se usa el término "aproximadamente", puede esperarse que puedan obtenerse resultados o efectos similares de acuerdo con la invención dentro de un intervalo del $\pm 5\%$ del valor indicado. Sin embargo, una

40 cantidad, valor o límite específicos complementados con el término "aproximadamente" tienen por objeto desvelar también la propia cantidad, valor o límite como tal, es decir, sin el complemento "aproximadamente".

45 Como se usa en el presente documento, el término "y/o" significa que pueden estar presentes todos o solo uno de los elementos de dicho grupo. Por ejemplo, "A y/o B" significará "solo A o solo B o ambos A y B". En el caso de "solo A", la expresión también abarca la posibilidad de que B esté ausente, es decir, "solo A, pero no B".

50 La expresión "que comprende" como se usa en el presente documento tiene por objeto ser no exclusiva y abierta. De este modo, por ejemplo, una composición de recubrimiento que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, la expresión "que comprende" también abarca, como una realización particular de la misma, los significados más restrictivos de "que consiste esencialmente en" y "que consiste en", de manera que, por ejemplo, "una composición de recubrimiento que comprende un compuesto A" también puede consistir (esencialmente) en el compuesto A.

55 Como se usa en el presente documento, la expresión "recubrimiento húmedo" significa un recubrimiento aplicado, que aún no está endurecido, por ejemplo, un recubrimiento en el que las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables contenidas aún son capaces de cambiar sus posiciones y orientaciones bajo la influencia de fuerzas exteriores que actúan sobre ellas.

60 La expresión "composición de recubrimiento" se refiere a cualquier composición que sea capaz de formar un recubrimiento, tal como una capa de efecto óptico sobre un sustrato sólido y que puede aplicarse, por ejemplo, mediante un método de impresión.

65 La expresión "capa de efecto óptico (CEO)", como se usa en el presente documento, indica una capa que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables orientadas no esféricas y un aglutinante, en la que la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables no esféricas se fija dentro del aglutinante de manera de formar una imagen inducida magnéticamente.

Como se usa en el presente documento, la expresión "sustrato recubierto con efecto óptico (REO)" se usa para indicar el producto resultante de proporcionar la CEO sobre un sustrato. El REO puede consistir en el sustrato y la CEO, pero también puede comprender otros materiales y/o capas diferentes de la CEO.

5 Como se usa en el presente documento, la expresión "ensamblaje de imán" (EI) se usa para indicar un dispositivo que comprende al menos uno o más imanes permanentes (I1, I2, I3, ... In). El ensamblaje de imán (EI) puede comprender además una o más piezas fabricadas a partir de material magnetizable (Y1, Y2, Y3, ... Yn) (también denominadas piezas polares) y/o una o más piezas de material no magnético.

10 La expresión "eje magnético" o "eje Sur-Norte" indica una línea teórica que conecta el polo Sur y el polo Norte de un imán y que se extiende a través de ellos. Estos términos no incluyen ninguna dirección específica. Por el contrario, las expresiones "dirección Sur-Norte" y S→N en las figuras indican la dirección a lo largo del eje magnético desde el polo Sur hasta el polo Norte.

15 Las expresiones "girar", "con capacidad de girar" o "que gira" se refieren a la rotación del ensamblaje de imán (EI) permanente que se describe en el presente documento, independientemente de su frecuencia de rotación.

20 Las expresiones "cilindro rotativo" o "cilindro con capacidad de rotar" se refieren a un cilindro rotativo o con capacidad de rotar que forma parte de un equipo de impresión o recubrimiento y que tiene piezas magnéticas que comprenden uno o más ensamblajes de imán (EI) permanentes que se describen en el presente documento, teniendo como objetivo dicho cilindro rotativo o con capacidad de girar orientar partículas magnéticas o magnetizables de una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida.

25 La expresión "sustancialmente paralelo" se refiere a no desviarse más de 20° de la alineación paralela y la expresión "sustancialmente perpendicular" se refiere a no desviarse más de 20° de la alineación perpendicular.

30 Las expresiones "elemento de seguridad" o "característica de seguridad" se usan para indicar una imagen o elemento gráfico que puede usarse con fines de autenticación. El elemento de seguridad o la característica de seguridad pueden ser manifiestas y/o encubiertas.

Descripción detallada de la invención

35 La presente invención se refiere a un aparato particular para fabricar CEO con la ayuda de ensamblajes de imán (EI) permanentes con capacidad de girar. El aparato que se describe en el presente documento es adecuado para ser parte de un equipo de impresión o recubrimiento. En particular, el aparato que se describe en el presente documento puede estar comprendido en un cilindro rotativo de un equipo de impresión o recubrimiento utilizado para orientar partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento aplicada a un sustrato.

40 El aparato que se describe en el presente documento comprende un primer generador de campo magnético fuerte con capacidad de girar para generar un primer campo magnético lo suficientemente fuerte para cambiar la orientación de partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida asociada al sustrato tras la exposición al mismo y un segundo generador de campo magnético débil para generar un segundo campo magnético oscilante o rotativo más débil que el primer campo pero lo
45 suficientemente fuerte para interactuar con el primer campo magnético. Dicho segundo campo magnético provoca que el primer generador de campo magnético fuerte gire, haciendo rotar de este modo el primer campo magnético para orientar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables tras la exposición del sustrato al primer campo magnético para producir una CEO deseada. Preferentemente, el primer generador de campo magnético fuerte comprende un ensamblaje de imán permanente y el segundo generador de campo magnético comprende un
50 ensamblaje de electroimán. Preferentemente, el segundo campo magnético generado por el segundo generador de campo magnético es demasiado débil para alterar la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables tras la exposición de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables al segundo campo magnético. En una realización de los aspectos del método y del aparato, el campo magnético producido por el ensamblaje de electroimán es al menos 2, al menos 5, al menos 10 veces más débil que la intensidad del campo
55 magnético producido por el ensamblaje de imán permanente en sus puntos más fuertes, respectivamente. Esta disposición reduce cualquier interferencia que el ensamblaje de electroimán tenga al orientar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables y también reduce los requisitos de potencia para el ensamblaje de electroimán.

60 El aparato que se describe en el presente documento tiene una superficie que se ha de poner en contacto con, o cerca de, una superficie de sustrato que lleva una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en un aglutinante. En el aparato, el sustrato se alimenta mediante el mecanismo de alimentación con el fin de exponer las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables dispersas en la composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida al campo magnético
65 producido por el ensamblaje de imán permanente. Se considera que las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables están expuestas al campo magnético cuando están lo suficientemente cerca del campo magnético de

manera que la intensidad del campo local del campo magnético sea lo suficientemente fuerte para dar lugar a la reorientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables de manera agregada para producir la CEO deseada. En una realización, una distancia entre el ensamblaje de imán permanente y la composición de recubrimiento sobre el sustrato que comprende la partícula de pigmento magnético o magnetizable está entre 0,5 mm y 5 mm. El ensamblaje de imán permanente se hace girar de este modo para hacer rotar el primer campo magnético. El primer campo magnético rotativo actúa sobre las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables dispersas en una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida para inducir una orientación de agregado para crear de este modo la CEO deseada. Haciendo rotar el campo magnético producido por el ensamblaje de imán permanente en el transcurso de la exposición de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables al primer campo magnético, pueden producirse efectos ópticos rotacionalmente simétricos y la porción del sustrato que lleva la CEO puede continuar alimentándose corriente abajo del ensamblaje magnético. Por ejemplo, puede producirse una capa de efecto óptico que tiene un área de rodadura de brillo relativo a medida que se inclina el sustrato. Los efectos de ejemplo se desvelan en las solicitudes de patente europeas relacionadas 13150694.1 y 13150693.3.

El aparato que se describe en el presente documento comprende al menos un ensamblaje de imán (EI) permanente con capacidad de girar, cuyo eje de giro puede tener una orientación arbitraria con respecto a la superficie del sustrato, dicho eje de giro, en particular, puede ser sustancialmente perpendicular (Figura 1a) o sustancialmente paralelo (Figura 1b y 1c) a dicha superficie de sustrato. Durante el funcionamiento, dicho ensamblaje de imán (EI) permanente está girando a una frecuencia requerida. El ensamblaje de imán permanente comprendido en el aparato que se describe en el presente documento tiene preferentemente un eje de magnetización predominante perpendicular a su eje de giro. Sin embargo, también son posibles otras realizaciones. En una realización de los aspectos del aparato y del método, un eje central de giro del ensamblaje de imán permanente pasa ortogonalmente a través de una parte del sustrato en el transcurso de la exposición. Como alternativa o adicionalmente, el ensamblaje de imán permanente define uno o más ejes magnéticos que se extienden paralelos a una superficie de la parte del sustrato que se somete al primer campo magnético. Se ha descubierto que estas disposiciones proporcionan capas de efectos ópticamente interesantes.

El aparato que se describe en el presente documento comprende un ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado y un accionador. Dicho ensamblaje de bobinado comprende uno o más bobinados en particular una o más bobinas de hilo magnético, produciendo un segundo campo magnético oscilante o rotativo que interactúa con el primer campo magnético para hacer girar el ensamblaje de imán permanente para hacer rotar el primer campo magnético.

Como se muestra en las Figuras 2a y 2b, el aparato que se describe en el presente documento comprende un ensamblaje de imán (EI) permanente como se describe en el presente documento, una carcasa fabricada, por ejemplo, a partir de las piezas a y b y una o más bobinas de hilo magnético (C_n , $n = 1$), que puede ser una bobina de hilo magnético enrollada al aire. El ensamblaje de imán permanente puede hacerse girar dentro del ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado que comprende el uno o más bobinados, en particular la una o más bobinas de hilo magnético, dirigiendo corriente eléctrica adecuadamente a dicho ensamblaje de bobinado.

El ensamblaje de imán (EI) permanente del dispositivo que se describe en el presente documento cumple simultáneamente para las funciones de

- i) orientar partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida, y
- ii) actuar como el rotor de un ensamblaje de motor que comprende el ensamblaje de bobinado, que comprende el uno o más bobinados, en particular la uno o más bobinas de hilo magnético y el ensamblaje de imán permanente.

De esta manera, es posible limitar el mecanismo de accionamiento a las piezas estrictamente necesarias y reducir el tamaño del aparato.

En una realización del aspecto del aparato, el ensamblaje de imán permanente se configura como un rotor de un motor síncrono y el ensamblaje de bobinado y el accionador se configuran como un estator del motor síncrono de manera que el ensamblaje de imán permanente gira sincrónicamente con el segundo campo magnético oscilante o rotativo. En una realización del aspecto del método, el ensamblaje de imán permanente gira sincrónicamente con el segundo campo magnético oscilante o rotativo. Estas realizaciones proporcionan facilidad de control de la velocidad de giro del ensamblaje de imán permanente.

El ensamblaje de imán permanente se dispone con respecto al ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado de manera que cuando la porción del sustrato que contiene las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables se acerque estrechamente al ensamblaje de imán permanente, el primer campo magnético alcance el sustrato con intensidad suficiente para orientar de manera agregada las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida, según se desee. Cualquier carcasa o cubierta para el ensamblaje de imán permanente, cualquier interferencia del segundo

campo magnético oscilante o rotativo del ensamblaje de electroimán y cualquier material intermedio entre el ensamblaje de imán permanente y el sustrato se seleccionan, por tanto, preferentemente de manera adecuada para evitar el obstáculo de la penetración y la forma deseada del primer campo magnético expuesto a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables.

5 El ensamblaje de imán (EI) permanente que se describe en el presente documento comprende, por tanto, al menos uno o más imanes permanentes (I1, I2, I3, ... In). Cuando el ensamblaje de imán (EI) permanente comprende más de un imán permanente, la dirección Sur-Norte de cada uno de los imanes permanentes (I1, I2, I3, ... In) puede disponerse en cualquier orientación relativa entre sí. Cuando el ensamblaje de imán (EI) permanente comprende más de un imán permanente, los imanes permanentes pueden fabricarse a partir del mismo material magnético o de diferentes materiales magnéticos. Como alternativa, el ensamblaje de imán (EI) permanente puede comprender uno o más imanes permanentes (I1, I2, I3, ...In) junto con una o más piezas de material magnetizable (Y1, Y2, Y3,...Yn), y/o una o más piezas de material no magnético.

15 Los al menos uno o más imanes permanentes (I1, I2, I3, ... In) comprendidos en el ensamblaje de imán (EI) permanente que se describen en el presente documento se fabrican a partir de material magnético fuerte. El al menos uno o más imanes permanentes tienen un campo magnético suficientemente fuerte para orientar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables y esta intensidad del campo magnético se utiliza en interacción con el segundo campo magnético oscilante o rotativo del ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado que comprende uno o más bobinados, en particular una o más bobinas de hilo magnético, para hacer girar el ensamblaje de imán permanente. Los materiales magnéticos fuertes adecuados son materiales que tienen un valor máximo de producto de energía $(BH)_{\text{máx}}$ de al menos 20 kJ/m^3 , preferentemente al menos 50 kJ/m^3 , más preferentemente al menos 100 kJ/m^3 , incluso más preferentemente al menos 200 kJ/m^3 .

25 Los al menos uno o más imanes permanentes (I1, I2, I3, ... In) comprendidos en el ensamblaje de imán (EI) permanente se fabrican preferentemente a partir de material magnético sinterizado o unido a polímero seleccionado entre el grupo que consiste en Alnicos, tal como por ejemplo, Alnico 5 (R1-1-1), Alnico 5 DG (R1-1-2), Alnico 5-7 (R1-1-3), Alnico 6 (R1-1-4), Alnico 8 (R1-1-5), Alnico 8 HC (R1-1-7) y Alnico 9 (R1-1-6); ferritas tales como, por ejemplo, hexaferrita de estroncio ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$), hexaferrita de bario, cerámica 5 (SI-1-6), cerámica 7 (SI-1-2), cerámica 8 (SI-1-5); materiales de imán de tierras raras seleccionados entre el grupo que comprende RECo_5 (con RE = Sm o Pr), $\text{RE}_2\text{TM}_{17}$ (con RE = Sm, TM = Fe, Cu, Co, Zr, Hf), $\text{RE}_2\text{TM}_{14}\text{B}$ (con RE = Nd, Pr, Dy, TM = Fe, Co); aleaciones anisotrópicas de Fe Cr Co; materiales seleccionados entre el grupo de PtCo, MnAlC, RE Cobalto 5/16, RE Cobalto 14.

35 De acuerdo con una realización preferente, el ensamblaje de imán (EI) permanente tiene un momento dipolar magnético neto exterior ortogonal a su eje de giro. Esto tiene la ventaja de que el ensamblaje de imán permanente puede accionarse dentro de una única bobina de hilo magnético.

40 Cuando el ensamblaje de imán (EI) permanente comprende dos o más imanes permanentes (I1, I2, I3, ... In), los dos o más imanes permanentes se disponen preferentemente en una disposición mecánicamente simétrica con respecto al eje de giro de manera que el ensamblaje de imán (EI) permanente esté equilibrado mecánicamente cuando gira. Por otro lado, los dos o más imanes permanentes pueden ser magnéticamente simétricos o magnéticamente asimétricos con respecto al eje de giro (EG) del ensamblaje de imán (EI) permanente.

45 De acuerdo con otra realización preferida, el ensamblaje de imán (EI) permanente comprende un imán permanente giratorio (I1) y uno o más imanes secundarios (I2, I3, ... In), siendo uno de dichos imanes secundarios una placa magnética grabada tal como las que se describen por ejemplo, en los documentos WO 2005/002866 A1 y WO 2008/046702 A1, con el objetivo de modificar localmente el campo magnético del imán permanente (I1). El grabado influye en el primer campo magnético para crear la CEO deseada. En una realización, el grabado representa al menos parte de la CEO deseada y se reproduce en las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables con la influencia del primer campo magnético.

50 De acuerdo con otra realización preferida, el ensamblaje de imán (EI) permanente puede comprender, además del imán permanente (I1) y/o los imanes secundarios (I2, I3, ... In), una o más piezas hechas de material magnetizable (Y1, Y2, Y3, ...Yn). Las piezas magnetizables también se denominan piezas polares y sirven para dirigir el campo magnético generado por los imanes permanentes del ensamblaje de imán. La una o más piezas polares comprenden preferentemente uno o más materiales que tienen una alta permeabilidad magnética, preferentemente una permeabilidad entre aproximadamente 2 y aproximadamente $1.000.000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ (Newton por amperio cuadrado), más preferentemente entre aproximadamente 5 y aproximadamente $50.000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ y aún más preferentemente entre aproximadamente 10 y aproximadamente $10.000 \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$. Las piezas polares sirven para dirigir el campo magnético generado por los imanes. Preferentemente, la una o más piezas polares que se describen en el presente documento comprenden o consisten en yugos de hierro (Y); pero también pueden fabricarse a partir de un material plástico en el que se dispersan partículas magnetizables. La una o más piezas polares pueden fabricarse a partir del mismo material o de diferentes materiales.

65 Para orientar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento, el

campo magnético del ensamblaje de imán (EI) permanente debe ser accesible en el exterior del aparato.

El ensamblaje de imán (EI) permanente que se describe en el presente documento puede tomar la forma de un disco o de un polígono regular, comprendiendo dicho disco o polígono opcionalmente un orificio circular o poligonal. Opcionalmente, el orificio circular o poligonal puede rellenarse con al menos un material seleccionado entre el grupo que consiste en materiales no magnéticos, materiales magnetizables y materiales magnéticos permanentes. En una realización particular, el ensamblaje de imán (EI) permanente tiene la forma de un anillo circular.

Como alternativa, el ensamblaje de imán (EI) permanente puede tomar la forma de un polígono irregular o de cualquier cuerpo irregular. En un caso de este tipo, el ensamblaje de imán permanente puede estar comprendido en una carcasa que tenga la forma exterior de un disco o de un polígono regular como se ha descrito anteriormente, con el fin de equilibrar correctamente las fuerzas mecánicas mientras gira. Las piezas adicionales necesarias para completar la carcasa se fabrican a partir de al menos un material seleccionado entre el grupo que consiste en materiales no magnéticos, materiales magnetizables y materiales magnéticos permanentes.

En una realización de los aspectos del método y del aparato, el ensamblaje de imán permanente se proporciona como un objeto plano. Esta característica permite la facilidad de integración en el aparato, en particular en los rebajes situados en la superficie periférica exterior del cilindro descrito anteriormente. En una realización, el ensamblaje de imán permanente se dispone de manera que el giro sea alrededor de un eje central que pase a través de las superficies principales opuestas del objeto plano. En una realización, el ensamblaje de imán permanente incluye uno o más bordes circunferenciales que se extienden entre las superficies principales opuestas para formar superficies de apoyo que se apoyan contra las superficies de apoyo correspondientes de una carcasa durante el giro del ensamblaje de imán permanente.

El ensamblaje de imán (EI) permanente que se describe en el presente documento es dipolar o multipolar. Cuando el ensamblaje de imán permanente es multipolar, puede ser cuadrupolar, hexapolar, octapolar, deca polar o dodecapolar. Preferentemente, el ensamblaje de imán permanente es dipolar o cuadrupolar e incluso más preferentemente es dipolar.

De manera similar, el campo magnético del estator, es decir, el ensamblaje que comprende una carcasa fabricada a partir de, por ejemplo, dos piezas a y b, y el ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado que comprende uno o más bobinados, en particular la una o más bobinas de hilo magnético (C_n , $n = 1$), se mantiene preferentemente lo más débil posible, con el fin de reducir al mínimo cualquier perturbación de la orientación magnética de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables inducida por el ensamblaje de imán (EI) permanente. La única función del estator es mantener el movimiento giratorio del ensamblaje de imán (EI) permanente en rotación a la frecuencia deseada contra las fuerzas de fricción.

La frecuencia de giro del ensamblaje de imán permanente se elige preferentemente de manera que el ensamblaje de imán permanente experimente al menos una revolución completa en el transcurso de la exposición de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables al campo magnético. El ensamblaje de imán permanente girará al menos una vez a través de una revolución completa para garantizar que se produzca una orientación agregada rotacionalmente simétrica de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables mediante la rotación resultante del primer campo magnético para crear la capa de efecto óptico deseada. Cuando el ensamblaje de imán permanente que se describe en el presente documento es parte de un cilindro rotativo para orientar partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables de la composición de recubrimiento impresa, la frecuencia de giro requerida depende de la velocidad de impresión del equipo de impresión o recubrimiento que comprende dicho cilindro rotativo, de la posición del dispositivo de endurecimiento y de la construcción del ensamblaje de imán (EI) permanente. En una realización, el ensamblaje de bobinado y el accionador se configuran para producir el segundo campo magnético oscilante o rotativo de manera que el ensamblaje de imán permanente experimente al menos una revolución completa mientras el sustrato es soportado por el cilindro y se mantiene relativamente estacionario con respecto al mismo. La velocidad de rotación de la periferia exterior del cilindro rotativo y, por tanto, la velocidad de movimiento del sustrato en la dirección de la máquina, y la velocidad de giro del ensamblaje de imán permanente se ajustan de manera que el ensamblaje de imán permanente gire al menos una vez mientras la parte correspondiente del sustrato está en el cilindro rotativo y, por tanto, está expuesta al primer campo magnético. La porción expuesta del sustrato, y por tanto las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables, permanece estacionaria con respecto al cilindro rotativo durante el giro del primer campo magnético para garantizar la calidad de la capa de efecto óptico. En una realización del aspecto del método, el ensamblaje de imán permanente gira al menos una revolución completa durante la aplicación del primer campo magnético rotativo a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables a medida que el ensamblaje de imán permanente y el sustrato se mueven en la dirección de la máquina a la misma velocidad.

Para velocidades de impresión industrial típicas de al menos 8000 hojas por hora, por ejemplo, de 8.000 a 10.000 hojas por hora, la frecuencia de giro requerida es preferentemente de al menos aproximadamente 5 Hz, más preferentemente de al menos aproximadamente 20 Hz e incluso más preferentemente de al menos aproximadamente 50 Hz.

Después de la aplicación de la composición de recubrimiento, preferentemente mediante un proceso de impresión, dicho proceso de impresión se selecciona preferentemente entre el grupo que consiste en serigrafía, impresión por huecograbado e impresión por flexografía, las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables se orientan sometiéndolas al primer campo magnético del ensamblaje de imán permanente giratorio, alineando de este modo las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en consecuencia. Posteriormente o parcialmente de manera simultánea (como se describe en el documento WO 2012/038531 A1) con la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables por sometimiento al primer campo magnético del ensamblaje de imán permanente giratorio, la composición de recubrimiento que comprende dichas partículas de pigmento se endurece para de este modo fijar o congelar las partículas de pigmentos magnéticos en el estado orientado. Por "parcialmente de manera simultánea", se entiende que ambas etapas se realizan en parte de manera simultánea, es decir, los tiempos de realización de cada una de las etapas se superponen parcialmente. En el contexto que se describe en el presente documento, cuando el endurecimiento se realiza parcialmente de manera simultánea a la etapa de orientación b), debe entenderse que el endurecimiento debe ser eficaz después de la orientación, de manera que las partículas de pigmento se orienten antes del endurecimiento completo de la CEO.

Por tanto, el aparato que se describe en el presente documento puede incluir adicionalmente un dispositivo de endurecimiento para que la composición de recubrimiento se endurezca parcialmente de manera simultánea o después de que las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables se hayan orientado y las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables se puedan fijar o congelar en el estado orientado. El dispositivo de endurecimiento puede disponerse a lo largo de la trayectoria del sustrato por encima del cilindro que se describe en el presente documento.

El endurecimiento de la composición de recubrimiento generalmente se induce aplicando un estímulo exterior a la composición de recubrimiento (i) después de su aplicación sobre una superficie de sustrato y (ii) posteriormente o parcialmente de manera simultánea a la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables. Ventajosamente, el endurecimiento de la composición de recubrimiento se realiza parcialmente de manera simultánea a la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables. Por tanto, preferentemente la composición de recubrimiento es una tinta o composición de recubrimiento seleccionada entre el grupo que consiste en composiciones curables por radiación, composiciones de secado térmico, composiciones de secado oxidativo y combinaciones de las mismas. Particular y preferentemente, la composición de recubrimiento es una tinta o composición de recubrimiento seleccionada entre el grupo que consiste en composiciones curables por radiación. El curado por radiación, en particular el curado UV-Vis, conduce ventajosamente a un aumento rápido de la viscosidad de la composición de recubrimiento después de la exposición a la radiación de curado, evitando de este modo cualquier movimiento adicional de las partículas de pigmentos y, en consecuencia, cualquier pérdida de orientación después de la etapa de orientación magnética.

Se descubrió adicionalmente que podría ensamblarse un sistema muy compacto si el movimiento del ensamblaje de imán permanente no se restringe con un eje o husillo rígido para transferir la fuerza del motor, como enseña la técnica anterior. Por tanto, un conjunto preferido de realizaciones son aquellas en las que el ensamblaje de imán permanente puede girar libremente alrededor de su eje principal de inercia dentro de la carcasa. En un caso de este tipo, el ensamblaje de imán permanente se proporciona como una articulación con capacidad de rotar de un cojinete de articulación. El giro del ensamblaje de imán permanente se produce por deslizamiento contra una superficie de apoyo dispuesta radialmente como en un cojinete de articulación. El uso de apoyo de tipo de deslizamiento proporciona una construcción relativamente simple.

Cuando el ensamblaje de imán permanente se proporciona como una articulación con capacidad de rotar de un cojinete de articulación, la carcasa puede definir la parte de apoyo de dicho cojinete de articulación descrito anteriormente en el presente documento. La carcasa puede incluir superficies de apoyo superiores e inferiores a través de las cuales pasa un eje de rotación central del ensamblaje de imán permanente. La carcasa puede soportar el ensamblaje de bobinado que comprende el uno o más bobinados, en particular la una o más bobinas de hilo magnético. En particular, la carcasa puede soportar uno o más bobinados, en particular una o más bobinas de hilo magnético, del ensamblaje de bobinado envolviéndolos alrededor de la carcasa, opcionalmente una superficie exterior de la carcasa. La carcasa puede montarse de forma desmontable en el cilindro rotativo o con capacidad de rotar que se describe en el presente documento. Proporcionar una carcasa modular de este tipo que incluye tanto el ensamblaje de bobinado que comprende el uno o más bobinados, en particular la una o más bobinas de hilo magnético, y el ensamblaje de imán permanente permite una fácil integración en la maquinaria para fabricar la capa de efecto óptico sobre el sustrato y el servicio de la misma. Las diversas características que se describe en este párrafo relacionadas con la carcasa pueden aplicarse individualmente a la carcasa, independientemente del orden proporcionado anteriormente, y pueden combinarse dos o más de estas características de la carcasa.

La carcasa que comprende las piezas, tales como, por ejemplo, a y b, debe fabricarse a partir de un material poco o no conductor de electricidad, puesto que los materiales conductores eléctricos ralentizarían notablemente el movimiento del ensamblaje de imán permanente y/o aumentarían el consumo de energía de las bobinas de hilo magnético, debido a la generación de corrientes parásitas. Los polímeros diseñados mediante ingeniería o plásticos que incluyen, sin limitación, poliamidas, poliésteres, copoliésteres, polietilenos de alta densidad, poliestirenos, policarbonatos y polímeros de cristal líquido son, por tanto, los materiales preferidos para la construcción de la

carcasa del dispositivo. Más preferentemente, la carcasa que se describe en el presente documento se fabrica a partir de un material de baja fricción o una composición que comprende uno o más materiales de baja fricción. Los ejemplos típicos de materiales de baja fricción incluyen, sin limitación, resinas de politetrafluoroetileno (PTFE) y resinas de poliacetal (también denominadas polioximetileno, POM). Sin embargo, también pueden usarse como material de la carcasa metales de baja conducción tales como el titanio y las aleaciones de titanio o los aceros no magnéticos. Los materiales a base de titanio tienen la ventaja de una excelente estabilidad mecánica mientras se trabajan fácilmente.

Las dos piezas a y b que se describen en el presente documento de la carcasa pueden fabricarse a partir del mismo material o de diferentes materiales.

El ensamblaje de imán permanente puede estar recubierto con un material de baja fricción, tal como, por ejemplo, parileno, politetrafluoroetileno (PTFE), resina de poliacetal o carbono pirolítico (grafito).

El dispositivo que se describe en el presente documento puede comprender un eje opcional. Al contrario de la técnica anterior, donde el eje tiene como objetivo transferir la fuerza del motor, el eje opcional que se describe en el presente documento solo sirve para mantener el ensamblaje de imán permanente en su posición de giro y se restringe dentro de la carcasa. En una realización preferida, el ensamblaje de imán permanente tiene capacidad de girarse libremente alrededor del eje central, sin tocar la carcasa de otro modo. El eje puede anclarse en dos cojinetes dispuestos encima y debajo del ensamblaje de imán permanente. Preferentemente, el eje se ancla en un solo cojinete en el lado opuesto de la superficie impresa, tal como para dejar libre el lado del ensamblaje de imán permanente más cercano a la superficie impresa. Una disposición de este tipo tiene la ventaja de no perturbar el campo de orientación magnética. Preferentemente, los cojinetes son cojinetes de bolas que tienen bolas no magnéticas, preferentemente poco o nada conductoras de electricidad. En una realización adicional, el ensamblaje de imán permanente puede estar enteramente comprendido dentro de un único rodamiento de bolas del diámetro correspondiente, que tiene bolas no magnéticas, preferentemente poco o nada conductoras de electricidad.

Con el objetivo de reducir la fricción entre el ensamblaje de imán permanente y su carcasa, pueden usarse agentes lubricantes. Dichos agentes lubricantes incluyen, sin limitación, aceites minerales, aceites vegetales, aceites sintéticos, grasas, grasas de silicona, grasas de fluoropolímero, ferrofluidos a base de aceite y a base de agua, así como lubricantes sólidos tales como, por ejemplo, polvo de grafito, disulfuro de wolframio, disulfuro de molibdeno y politetrafluoroetileno.

Como se ha descrito anteriormente, el aparato que se describe en el presente documento comprende un estator que comprende el ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado que comprende el uno o más bobinados, en particular la una o más bobinas de hilo magnético. La una o más bobinas de hilo magnético son preferentemente bobinas simples de hilo magnético enrolladas al aire sin un núcleo magnético.

Como alternativa, las una o más bobinas de hilo magnético pueden comprender un núcleo magnético de material magnético blando, tal como, por ejemplo, hierro recocido, níquel, cobalto, acero al carbono, acero al silicio, carbonil hierro, ferrita blanda como ferrita de manganeso-cinc o ferrita de níquel-cinc, aleaciones de níquel-hierro, aleaciones de cobalto-hierro, aleaciones de metales amorfos como Metglas® (aleación de hierro-boro). El hilo magnético es preferentemente un hilo magnético aislado con laca y más preferentemente un cable de cobre aislado con laca, tal como los utilizados para enrollar bobinas de electroimán.

La una o más bobinas de hilo magnético se enrollan preferentemente directamente sobre la carcasa que se describe en el presente documento, que comprende el ensamblaje de imán permanente descrito anteriormente en el presente documento y configurado adecuadamente de manera de soportar las vueltas de hilo de las bobinas de hilo magnético. En una realización preferida y como se muestra en la Figura 2b, la carcasa puede comprender hendiduras en forma de U (también denominadas muescas) (U) para recibir los enrollamientos de la bobina de hilo magnético.

Como ya se ha mencionado, el aparato se configura para hacer girar el ensamblaje de imán permanente mediante el establecimiento de un campo magnético secundario a través del ensamblaje de electroimán que oscila o rota para hacer girar el ensamblaje de imán permanente por interacción del primer campo magnético del ensamblaje de imán permanente y el segundo campo magnético oscilante o rotativo producido por el ensamblaje de electroimán. Cuando el ensamblaje de electroimán comprende un ensamblaje de bobinado que comprende uno o más bobinados, en particular la una o más bobinas de hilo magnético, y un accionador, uno o más imanes permanentes del ensamblaje de imán permanente se hacen girar accionando una corriente a través del ensamblaje de electroimán, que produce un segundo campo magnético que oscila (accionador de bobinado único) o rota (2, 3 o más bobinados) para girar el ensamblaje de imán permanente mediante una interacción del campo magnético del ensamblaje de imán permanente y el segundo campo magnético oscilante o rotativo producido por el ensamblaje de electroimán accionado. Este aparato puede considerarse un motor eléctrico por el cual el ensamblaje de bobinado que comprende uno o más bobinados, en particular la una o más bobinas de hilo magnético, proporcionan un estator, y el ensamblaje de imán permanente proporciona un accionador y un rotor.

- En una realización del aspecto del aparato, el ensamblaje de bobinado y el accionador se configuran como un estator polifásico para producir el campo magnético rotativo. El ensamblaje de bobinado y el accionador de corriente se configuran como bifásicos, trifásicos o más (aunque preferentemente trifásicos), para producir el segundo campo magnético rotativo. Se aplicará una corriente bifásica, trifásica o más a los bobinados respectivos del ensamblaje de bobinado. El campo magnético resultante producido por el ensamblaje de bobinado rotará de una manera conocida (en sí). El campo magnético rotativo interactúa con el primer campo magnético producido por el ensamblaje de imán permanente para forzar el giro del ensamblaje de imán permanente. Un sistema polifásico puede proporcionar un mejor control del giro del ensamblaje de imán permanente que una solución monofásica.
- En una realización del aspecto del aparato, el ensamblaje de bobinado comprende una pluralidad de bobinados conectados al accionador y los bobinados se accionan en secuencia para producir el segundo campo magnético rotativo. El ensamblaje de imán permanente gira a medida que el ensamblaje de imán permanente sigue la rotación del segundo campo magnético rotativo. El accionador puede configurarse para aplicar corriente alterna de fase adecuadamente desplazada (por ejemplo, sinusoidal) a los bobinados, respectivamente, o el accionador puede configurarse para aplicar corriente de fase desplazada a los bobinados, respectivamente en forma de onda cuadrada. Es decir, el accionador puede configurarse para activar (o subir) secuencialmente uno de los bobinados con los otros bobinados desactivados (o bajados) y repetir esto en secuencia para crear el segundo campo magnético rotativo.
- En una realización del aspecto del método, el ensamblaje de electroimán comprende una pluralidad de bobinados y se aplica un suministro eléctrico a los bobinados de manera de crear el segundo campo magnético rotativo. Puede haber dos, tres o más bobinados conectados respectivamente a una fase diferente del suministro eléctrico. El suministro eléctrico se desplaza de fase adecuadamente entre las fases plurales para proporcionar un segundo campo magnético rotativo rotacionalmente simétrico. El segundo campo magnético rotativo interactúa con el primer campo magnético del ensamblaje de imán permanente para forzar el giro del ensamblaje de imán permanente.
- La Figura 2a ilustra esquemáticamente un dispositivo que comprende una bobina de hilo magnético (B1) fabricada a partir de un hilo magnético que rodea las piezas a y b de la carcasa. La Figura 2b ilustra esquemáticamente una vista despiezada del dispositivo representado en la Figura 2a.
- Como alternativa, la una o más bobinas de hilo magnético consisten en bobinas de hilo magnético de dos elementos (B1_a y B1_b), como se muestra en la Figura 2c. Dichos dos elementos se disponen uno al lado del otro por debajo del ensamblaje de imán (EI) permanente, en el lado del (EI) orientado hacia afuera de la superficie del cilindro rotativo. Se enrollan de manera que su eje magnético esté sustancialmente paralelo al eje de giro del ensamblaje de imán (EI) permanente. La ventaja de esta disposición de la bobina de hilo magnético es que es posible acercarse mucho al ensamblaje de imán permanente a un sustrato que lleva una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables.
- En otra variante más y como se muestra en la Figura 2d, puede disponerse una bobina de hilo magnético de dos elementos (B1_c y B1_d) a cada lado del ensamblaje de imán (EI) permanente formando de este modo una disposición lineal perpendicular al eje de giro (EG) y enrollada de manera que el eje magnético de la bobina esté perpendicular al eje de giro del ensamblaje de imán permanente. La ventaja de esta disposición es que el espesor de todo el dispositivo se reduce al mínimo posible y es posible acercarse mucho al ensamblaje de imán permanente a un sustrato que lleva una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables.
- En otra variante más y como se muestra en la Figura 2e, el ensamblaje de imán (EI) puede comprender un imán permanente (I1) y un imán permanente (I2) que son una placa magnética grabada.
- De acuerdo con una realización, el método que se describe en el presente documento comprende detectar uno o más atributos del primer campo magnético, por ejemplo, la intensidad u otro indicador de posición rotacional, y controlar el tiempo de accionamiento del ensamblaje de bobinado en función del atributo detectado. De acuerdo con una realización, el aparato que se describe en el presente documento comprende un ensamblaje de sensor, proporcionándose dicho ensamblaje de sensor para detectar un atributo del primer campo magnético, por ejemplo, la intensidad u otro indicador de posición rotacional, generado mediante el ensamblaje de imán permanente, y el aparato comprende un controlador (por ejemplo, un procesador o circuito de control) configurado para usar el atributo detectado para la activación de tiempo del ensamblaje de electroimán, es decir, configurado para controlar el tiempo de activación del ensamblaje de bobinado en función del atributo detectado, por ejemplo, la intensidad u otro indicador de posición rotacional. En una realización, el controlador implementa un bucle de control basado en el atributo detectado para controlar la velocidad de giro del ensamblaje de imán permanente. En una realización del aspecto del método, el método comprende detectar el atributo del primer campo magnético generado por el ensamblaje de imán permanente, usando el atributo detectado, por ejemplo, la intensidad, para la activación de tiempo del ensamblaje de electroimán. El método puede comprender implementar un bucle de control basado en el atributo detectado para controlar la velocidad de giro del ensamblaje de imán permanente. El ensamblaje de sensor puede comprender uno o más sensores. El número de sensores puede coincidir con el número de bobinados en el ensamblaje de bobinado. El sensor puede ser sensores de efecto Hall.

- En una realización preferida y como se muestra en la Figura 4, el ensamblaje de imán (EI) permanente está contenido dentro de un par de bobinas de hilo magnético cruzadas (B1 y B2), preferentemente dispuestas perpendicularmente entre sí; una configuración cruzada de este tipo de las bobinas de hilo magnético tiene la ventaja de que es posible, a través del uso de un controlador de corriente bifásico, orientar el ensamblaje de imán permanente en cualquier dirección deseada, o hacer que gire en cualquier sentido a una frecuencia deseada. Contrariamente a la disposición de una única bobina de hilo magnético, la disposición de bobina cruzada no tiene punto muerto.
- En otra realización preferida y como se muestra en la Figura 5, el ensamblaje de imán (EI) permanente está contenido dentro de tres bobinas de hilo magnético (B1, B2 y B3), dispuestas en ángulos mutuos de 120 grados; una configuración de este tipo de las bobinas de hilo magnético permite ventajosamente que el ensamblaje de imán permanente gire hacia adelante o hacia atrás a una frecuencia deseada a través de la conducción de las bobinas de hilo magnético con un controlador de corriente trifásico.
- Los controladores necesarios para dirigir adecuadamente el ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado que comprende el uno o más bobinados, en particular, la una o más bobinas de hilo magnético con corrientes eléctricas se conocen en la técnica, e incluyen, por ejemplo, los controladores de motor de ventilador de ordenador que comprenden un sensor de efecto Hall, lógica e interruptores de corriente o un puente H. Los controladores de motor de ventilador se disponen con respecto al ensamblaje de imán (EI) permanente, de manera que las corrientes en las bobinas de hilo magnético se activen y desactiven adecuadamente para inducir el giro del ensamblaje de imán permanente según se desee.
- En el caso de una única bobina de hilo magnético y como se muestra en la Figura 6a, se requiere un controlador de motor (CM) de ventilador de efecto Hall monofásico, tal como por ejemplo, un circuito integrado AH5771, que tiene un interruptor de puente H (H1, H2), para invertir el sentido de la corriente que fluye a través de la bobina de hilo magnético (B1) en respuesta a la posición del ensamblaje de imán (EI) permanente.
- En el caso de un par de bobinas de hilo magnético cruzadas, puede usarse un controlador de motor de ventilador de efecto Hall bifásico que tenga dos interruptores de encendido/apagado, uno para cada bobina de hilo magnético. Sin embargo y preferentemente, se usan dos controladores de motor de ventilador de efecto Hall monofásicos adecuadamente dispuestos, tales como, por ejemplo, un circuito integrado AH5771, que tiene un interruptor de puente H para invertir el sentido de la corriente que fluye a través de sus respectivas bobinas de hilo magnético en respuesta a la posición del ensamblaje de imán (EI) permanente. De manera similar, en el caso de tres bobinas de hilo magnético, las bobinas de hilo magnético pueden ser accionadas por tres controladores de motor de ventilador de efecto Hall monofásicos adecuadamente dispuestos, tales como, por ejemplo, un circuito integrado AH5771, que tiene un interruptor de puente H para invertir el sentido de la corriente que fluye a través de sus respectivas bobinas de hilo magnético en respuesta a la posición del ensamblaje de imán permanente.
- En una realización preferida, la una o más bobinas de hilo magnético se accionan con la ayuda de una corriente alterna generada exteriormente de frecuencia conocida. Dicho accionamiento exterior tiene la ventaja de que la frecuencia de la corriente de accionamiento y, por tanto, la frecuencia de giro, puede establecerse con precisión y, por ejemplo, puede seguir una rampa de aceleración después de activar la corriente, con el fin de superar la inercia rotacional del ensamblaje de imán permanente (EI). De manera similar, puede seguirse una rampa de desaceleración antes de inactivar la corriente, con el fin de llevar el ensamblaje de imán (EI) permanente a reposo rápidamente.
- En una realización preferida, se usan dos bobinas de hilo magnético cruzadas y las bobinas de hilo magnético se accionan mediante un controlador de motor etapa a etapa. En una realización más preferida (Figura 6c), se usa un controlador de motor (CM) etapa a etapa controlado por un microprocesador (P); esto tiene la ventaja de una alta flexibilidad y de un control perfecto de la posición y rotación del ensamblaje de imán (EI) permanente dentro de las bobinas de hilo magnético. Un motor etapa a etapa notable puede hacerse avanzar en cualquier dirección en etapas individuales, medias etapas o en cualesquiera etapas fraccionarias deseadas, dirigiendo sus bobinas de hilo magnético con corrientes apropiadas. Dos bobinas cruzadas de hilo magnético representan una configuración simple de motor etapa a etapa. A través de una combinación adecuada de corrientes en las dos bobinas cruzadas de hilo magnético, el ensamblaje de imán permanente puede orientarse en cualquier dirección deseada dentro de las bobinas de hilo magnético y, a través de cambios apropiados de las corrientes de las bobinas de hilo magnético, el ensamblaje de imán permanente puede ponerse en cualquier estado de giro deseado (frecuencia de giro) en dirección hacia adelante o hacia atrás.
- Pueden usarse otras disposiciones de bobinas de hilo magnético como sabe el experto en la materia.
- El dispositivo que se describe en el presente documento puede comprender ventajosamente además uno o más imanes estáticos, en particular placas magnéticas grabadas tales como las descritas, por ejemplo, en los documentos WO 2005/002866 A1 y WO 2008/046702 A1. Una placa grabada de este tipo puede fabricarse a partir de hierro (yugos de hierro). Como alternativa, una placa grabada de este tipo puede fabricarse a partir de un material

plástico en el que se dispersan partículas magnéticas (tales como, por ejemplo, Plastroferrite). De esta manera, el efecto óptico producido por el ensamblaje de imán permanente giratorio puede superponerse con un patrón de línea fina inducido magnéticamente, tal como un texto, una imagen o un logotipo.

5 En una realización de los aspectos del método y del aparato, una pluralidad de los ensamblajes de imán permanentes y los ensamblajes de electroimán asociados se disponen adyacentes entre sí longitudinalmente y/o lateralmente con respecto al sustrato con el fin de crear una pluralidad de capas de efecto óptico individuales. Cada uno de los ensamblajes de imán permanentes adyacentes es capaz de producir el primer campo magnético y cada uno es capaz de girar por interacción del primer campo magnético con el segundo campo magnético oscilante o rotativo de los ensamblajes de electroimán individuales. Por tanto, cada ensamblaje de imán permanente orientará de manera agregada las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables de acuerdo con el patrón definido por el primer campo magnético para crear una capa de efecto óptico individual. Las capas de efecto óptico individuales estarán espaciadas, pero adyacentes entre sí, a lo largo del sustrato de acuerdo con el espaciado y la disposición de los ensamblajes de imán permanentes.

15 De acuerdo con una realización, el aparato que se describe en el presente documento comprende un cilindro con capacidad de rotar que tiene el ensamblaje de imán permanente instalado de manera giratoria en el cilindro para aplicar el primer campo magnético producido por el ensamblaje de imán permanente a medida que el cilindro rota a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables mientras que el ensamblaje de imán permanente gira con interacción con el segundo campo magnético oscilante o rotativo producido por el ensamblaje de electroimán. En una realización, el mecanismo de alimentación se configura para alimentar el sustrato y el cilindro se configura para rotar de manera que la porción del sustrato que lleva la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables expuestas al primer campo magnético sea estacionaria con respecto al ensamblaje de imán permanente. En el caso en que el aparato que se describe en el presente documento comprenda un cilindro con capacidad de rotar que tenga una pluralidad de ensamblajes de imán permanentes individuales instalados de manera giratoria en el cilindro y ensamblajes de electroimán asociados, las porciones del sustrato que llevan la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables expuestas al primer campo magnético de cada ensamblaje de imán permanente individual son estacionarias con respecto a los ensamblajes de imán permanentes individuales.

30 El sustrato puede alimentarse continuamente mediante el mecanismo de alimentación y envolverse alrededor de la superficie exterior del cilindro. La velocidad periférica del cilindro rotativo y la velocidad de alimentación del sustrato se sincronizan de manera que la porción del sustrato asociada a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables expuestas en una composición de recubrimiento húmeda y aún no endurecida permanezca estacionaria con respecto al ensamblaje de imán permanente. El sustrato y el cilindro rotativo se mueven juntos a medida que el primer campo magnético rotativo del ensamblaje de imán permanente se aplica a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables para orientar de manera agregada las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables para crear la capa de efecto óptico deseada.

40 Pensando en términos del movimiento de la porción del sustrato que lleva la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables, esto es inicialmente aguas arriba del cilindro rotativo, pero se alimenta mediante el mecanismo de alimentación en una dirección corriente abajo para envolver el cilindro, por tanto, para exponer la porción del sustrato que lleva la composición de recubrimiento que comprende las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables al primer campo magnético durante la envoltura alrededor del cilindro rotativo, que eventualmente se llevará corriente abajo del cilindro rotativo. De esta manera, la porción del cilindro sobre la que se envuelve el sustrato define el tiempo de exposición de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables al primer campo magnético rotativo del ensamblaje de imán permanente. En una realización, el accionador se configura para generar un segundo campo magnético oscilante o rotativo de manera que el ensamblaje de imán permanente gire completamente al menos una vez durante el tiempo de exposición.

50 En una realización del aspecto del método, el sustrato se alimenta en la dirección de la máquina y el ensamblaje de imán permanente se mueve a la misma velocidad en la dirección de la máquina durante la aplicación del primer campo magnético rotativo a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento húmedo y aún no endurecida para orientar de manera agregada las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables para crear la capa de efecto óptico. En una realización, el ensamblaje de imán permanente se incorpora en un margen periférico exterior de un cilindro rotativo. En una realización, la pluralidad de ensamblajes de imán permanentes y ensamblajes de electroimán asociados se incorporan en un margen periférico exterior de un cilindro rotativo.

60 En una realización del aspecto del método, el sustrato se alimenta apoyándolo en un cilindro rotativo y la porción expuesta del sustrato se mantiene estacionaria con respecto al cilindro rotativo. El ensamblaje de imán permanente se hace girar con respecto al sustrato y una superficie periférica exterior del cilindro rotativo por interacción del segundo campo magnético oscilante o rotativo y el primer campo magnético del ensamblaje de imán permanente.

65 En una realización, una pluralidad de ensamblajes de imán permanentes y ensamblajes de electroimán asociados se distribuye circunferencialmente alrededor de una periferia exterior del cilindro para crear simultáneamente

numerosas capas de efecto óptico individuales y espaciadas sobre los sustratos orientando las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables.

5 Los métodos y aparatos que se describen en el presente documento son particularmente adecuados para fabricar capas de efecto óptico en el campo de aplicaciones de seguridad, cosméticas y/o decorativas. De acuerdo con una realización, el sustrato que se describe en el presente documento es un documento de seguridad tal como los que se han descrito anteriormente.

10 En el presente documento también se describen usos del aparato que se describe en el presente documento para fabricar una capa de efecto óptico sobre el sustrato, siendo dicho sustrato preferentemente un documento de seguridad.

15 En el presente documento también se describen métodos para proteger un documento de seguridad, comprendiendo dicho método las etapas de i) aplicar, preferentemente mediante un proceso de impresión que se describe en el presente documento, comprendiendo la composición de recubrimiento partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables que se describen en el presente documento sobre el sustrato que se describe en el presente documento, ii) exponer la composición de recubrimiento al campo magnético del aparato que se describe en el presente documento de manera de orientar de manera agregada al menos una parte de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables y iii) endurecer la composición de recubrimiento de manera de fijar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en sus orientaciones adoptadas.

25 Los documentos de seguridad incluyen, pero sin limitación, documentos de valor y bienes comerciales de valor. Los ejemplos típicos de documentos de valor incluyen, sin limitación, pagarés, escrituras, recibos, cheques, comprobantes, sellos fiscales y etiquetas de impuestos, acuerdos y similares, documentos de identidad tales como pasaportes, tarjetas de identidad, visados, permisos de conducción, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacción, documentos o tarjetas de acceso, entradas, billetes o títulos de transporte público y similares, preferentemente pagarés, documentos de identidad, documentos que otorgan derechos, permisos de conducción y tarjetas de crédito. La expresión "bien comercial de valor" se refiere a materiales de embalaje, en particular para artículos cosméticos, artículos nutracéuticos, artículos farmacéuticos, alcoholes, artículos de tabaco, bebidas o alimentos, artículos eléctricos/electrónicos, telas o joyas, es decir, artículos que deben protegerse contra la falsificación y/o reproducción ilegal para garantizar el contenido del embalaje, como por ejemplo, fármacos genuinos. Los ejemplos de estos materiales de embalaje incluyen, sin limitación, etiquetas, tales como etiquetas de autenticación de marcas, etiquetas de evidencia de manipulación y sellos.

35 Realizaciones específicas

La Figura 2a ilustra esquemáticamente una primera realización (realización 1) del dispositivo que se describe en el presente documento, comprendiendo dicho dispositivo una carcasa compuesta por dos piezas a y b, una bobina de hilo magnético (B1) y un elemento de Hall (EH1) como se han descrito anteriormente en el presente documento.

40 La Figura 2b es una vista despiezada de la carcasa que comprende las piezas a y b, en la que la pieza b tiene una cavidad cilíndrica central para recibir el ensamblaje de imán (EI) permanente y hendiduras (muescas) (U) en forma de U para acomodar los bobinados de la bobina de hilo magnético (B1) descrita anteriormente en el presente documento.

45 La Figura 2c ilustra esquemáticamente una variante de la primera realización descrita anteriormente en el presente documento, donde la única bobina de hilo magnético (B1) es una bobina de hilo magnético de dos elementos, es decir, se fabrica a partir de dos piezas B1_a y B1_b dispuestas una al lado de la otra por debajo del ensamblaje de imán (EI) permanente, de manera que su eje magnético esté sustancialmente paralelo al eje de giro del ensamblaje de imán permanente. La Figura 2d ilustra esquemáticamente otra realización particular, donde la única bobina de hilo magnético (B1) se fabrica a partir de dos piezas B1_c y B1_d dispuestas en línea, de manera que su eje magnético esté sustancialmente perpendicular al eje giratorio del ensamblaje de imán permanente. La Figura 2e ilustra esquemáticamente otra realización particular, donde el ensamblaje de imán (EI) permanente comprende más de un imán permanente, (I1) y (I2), siendo (I2) una placa magnética grabada.

55 La Figura 3 ilustra esquemáticamente la primera realización descrita anteriormente en el presente documento, comprendiendo dicho dispositivo i) un imán permanente en forma de disco (I1) magnetizado a lo largo de su diámetro y que está contenido de forma rotativa en una carcasa (C) y ii) una única bobina de hilo magnético (B1) dispuesta alrededor del imán (I1) y su carcasa (C). El dispositivo que se describe en el presente documento comprende adicionalmente un elemento de Hall (EH1) para accionar la bobina de hilo magnético (B1). El circuito integrado AH5771 se dispone en el medio del lado exterior de la bobina de hilo magnético, en el plano del disco magnético giratorio, de manera que el elemento de Hall invierta la polaridad cada vez que los ejes magnéticos de la bobina de hilo magnético y el disco magnético se alineen, accionando de este modo el disco magnético una media revolución más. La Figura 3 muestra también la ubicación del elemento de Hall (EH1) dentro del circuito integrado AH5771.

65 La Figura 4 ilustra esquemáticamente una segunda realización (realización 2) del dispositivo que se describe en el

presente documento, comprendiendo dicho dispositivo i) un ensamblaje de imán (EI) permanente que comprende un imán permanente en forma de disco (I1) magnetizado a lo largo de su diámetro y que está contenido de manera giratoria en la carcasa (H), y ii) dos bobinas de hilo magnético en disposición perpendicular entre sí (B1, B2) y que se disponen alrededor del ensamblaje de imán (EI) permanente y su carcasa (C). El dispositivo que se describe en el presente documento comprende adicionalmente dos elementos de Hall (EH1 y EH2) para accionar las bobinas de hilo magnético. Se usa el mismo esquema de circuito que en la primera realización, con dos circuitos integrados AH5771, estando ubicado cada uno en el medio del lado exterior de cada bobina de hilo magnético, en el plano del disco magnético giratorio.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente una tercera realización (realización 3) del dispositivo que se describe en el presente documento, comprendiendo dicho dispositivo i) un imán permanente en forma de disco (I1) magnetizado a lo largo de su diámetro y que está contenido de manera giratoria en la carcasa (C) y ii) tres bobinas de hilo magnético (B1, B2, B3) en ángulos mutuos de 120° dispuestos alrededor del imán (I1) y su carcasa (C), como se observa desde la parte superior. El dispositivo comprende adicionalmente tres elementos de Hall (EH1, EH2 y EH3) para accionar las bobinas de hilo magnético.

En una variante de las realizaciones 1-3, el ensamblaje de imán (EI) permanente se recubre de parileno para reducir la fricción rotacional. En otra variante, se añade un ferro fluido entre la carcasa (C) y el ensamblaje de imán (EI) permanente para reducir la fricción rotacional.

En principio, el eje de giro del ensamblaje de imán (EI) permanente puede tener una orientación arbitraria con respecto a la superficie del cilindro rotativo.

En un conjunto de realizaciones preferidas, el dispositivo de acuerdo con las realizaciones 1-3 pueden ubicarse de manera que el eje de giro del ensamblaje de imán (EI) permanente esté

- ya sea perpendicular tanto al eje de rotación del cilindro rotativo como a la tangente de la superficie del cilindro como se muestra en la Fig. 1a
- paralelo al eje de rotación del cilindro representado en la Fig. 1b, o
- perpendicular al eje de rotación del cilindro rotativo y paralelo a la tangente de la superficie del cilindro representado en la Fig. 1c.

Las Figuras 6a-6c muestran tres circuitos de accionamiento de motor eléctrico adecuados para hacer girar el ensamblaje de imán (EI) permanente:

- 6a) accionamiento con una única bobina de hilo magnético (B1) y un controlador de motor (CM) de efecto Hall que tiene una salida de puente H (H1, H2);
- 6b) accionamiento con tres bobinas de hilo magnético (B1, B2, B3) dispuestas en ángulos mutuos de 120° y un controlador de motor (CM) trifásico que tiene salidas de medio puente H (H1, H2, H3);
- 6c) accionamiento con dos bobinas de hilo magnético (B1, B2) cruzadas, un controlador de motor (CM) de doble puente H y un microprocesador programable (P) que acciona los puentes H del controlador de motor. Vcc y Tierra representan voltaje en el colector común y tierra, respectivamente.

La Figura 7 muestra una realización de esquema de circuito para un ensamblaje de imán (EI) permanente giratorio de bobina de hilo magnético (B1) que se describe en el presente documento. Se usó un circuito integrado AH5771 basado en elementos de Hall, fabricado por Diodes Inc., para conmutar la corriente dentro de la bobina de hilo magnético. El Sensor de Hall está integrado en el circuito, junto con el amplificador requerido, la lógica del controlador y el puente H que transporta la corriente de la bobina.

El experto puede prever modificaciones adicionales a las realizaciones específicas descritas anteriormente, definiéndose la invención de acuerdo con las limitaciones de las reivindicaciones.

La presente invención se describirá ahora adicionalmente por medio de Ejemplos, que no se pretende que limiten su alcance de ninguna manera.

Ejemplos

Todos los ejemplos se han realizado usando la tinta de serigrafía curable por UV de la fórmula dada en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1

Oligómero de epoxiacrilato	36 %
Monómero de triacrilato de trimetilolpropano	13 %
Monómero de diacrilato de tripropilenglicol	20 %

(continuación)

Genorad 16 (Rahn)	1 %
Aerosil 200® (Evonik)	1 %
Speedcure TPO-L (Lambson)	2 %
Irgacure® 500 (BASF)	6 %
Genocure EPD (Rahn)	2 %
BYK®-053 (BYK)	2 %
partículas de pigmentos magnéticos ópticamente variables de 7 capas en forma de plaquetas (*)	17 %
(*) partículas de pigmentos magnéticos ópticamente variables de color verde a azul de un diámetro d50 de aproximadamente 15 µm y un espesor de aproximadamente 1 µm, obtenidas de JDS-Uniphase, Santa Rosa, CA.	

Ejemplo 1:

5 Un dispositivo de acuerdo con la primera realización específica descrita anteriormente en el presente documento e ilustrada en las **Figuras 2a, 2b** y 3 se usó para orientar los pigmentos magnéticos ópticamente variables no esféricos de la tinta detallada en la Tabla 1. Dicho dispositivo comprendía:

- 10 **i)** una carcasa (C) de 30 mm x 30 mm, que consistía en dos piezas cortadas de placas de polioximetileno (Maagtechnic Daetwyler) de acuerdo con la Figura 2b y que tenían las siguientes características: piezas a: 30 mm x 30 mm x 1 mm, pieza b: 30 mm x 30 mm x 4,3 mm, con una cavidad cilíndrica central que tenía un diámetro de 25,3 mm y una profundidad de 3,3 mm.
- 15 **ii)** un imán permanente en forma de disco NdFeB recubierto de níquel (I1) (Webcraft GmbH) de un diámetro de 25 mm y un espesor de 3 mm, magnetizado a lo largo de su diámetro. El imán permanente se colocó dentro de la cavidad de la pieza b.
- iii)** una bobina de hilo magnético (B1) (POLYSOL 155 1X0,15 mm HG Distrelec AG) enrollada alrededor del ensamblaje en dirección x, a lo largo de una longitud de 25 mm, en dos capas apretadas. La bobina de hilo magnético comprendía un total de 240 vueltas.
- 20 **iv)** un controlador de movimiento (CM) monofásico (DIODOS AH5771) para accionar la bobina de hilo magnético (B1) de acuerdo con las Figuras 6a y 7. El elemento de Hall (EH1) del controlador de movimiento se colocó en el medio del lado exterior de la bobina de hilo magnético, como se muestra en la **Figura 3**.

Este dispositivo se alimentaba mediante una batería recargable de iones de litio (3,7 V, 430 mAh, Nikon EN-EL11). El dispositivo y la batería se insertaron en un soporte polimérico de 40 x 40 mm que tenía una superficie convexa superior de curvatura de 275 mm de diámetro, siendo la superficie inferior del soporte plana y el diámetro del soporte máximo del soporte en su centro 15,2 mm. El dispositivo se ubicó en el soporte polimérico de manera que el eje de giro del imán permanente fuese perpendicular a la dirección de impresión, como se representa en la Figura 1a. El dispositivo que comprendía el único ensamblaje de bobina de hilo magnético, la batería y el soporte polimérico se ubicaron en un adaptador de PEEK (poli(éter éter cetona)) insertado en un rebaje del cilindro rotativo (diámetro: 275 mm) de una unidad de serigrafía KBA NotaSys Notascreeen II alimentada con láminas. La geometría del soporte de PEEK se describe en la Figura 10 del documento EP2114678 B1.

35 Se imprimió una muestra cuadrada de 25 mm x 25 mm en un sustrato de BOPP (polipropileno orientado biaxialmente) (Guardian®, Innovia Security) con la tinta de serigrafía curable por UV de la Tabla 1 a una velocidad de 8000 hojas por hora. El espesor de la capa impresa era de aproximadamente 20 µm. El cilindro rotativo rotaba a una velocidad de 133 rpm. El imán permanente giraba a una frecuencia de giro estimada de 15-20 Hz.

40 Posteriormente a la orientación de los pigmentos magnéticos ópticamente variables no esféricos, la tinta se endureció directamente sobre el cilindro rotativo, como se describe en los documentos WO2012/038531 A1 y EP2433798 A1. El dispositivo de endurecimiento, que consistía en elementos de UV-LED, tenía una potencia de salida de 8 W/cm² y se ubicó verticalmente sobre el cilindro rotativo, a una distancia de 1 cm del sustrato impreso. La imagen de orientación magnética resultante se proporciona en la **Figura 8a**.

45 **Ejemplo 2:** Se usó un dispositivo de acuerdo con la tercera realización específica descrita anteriormente en el presente documento e ilustrada en la **Figura 5**. Dicho dispositivo comprendía:

- 50 **i)** una carcasa (C) hexagonal regular que consistía en piezas de polioximetileno (Maagtechnic Daetwyler) a y b que tenían las siguientes características: pieza a: borde 24 mm, espesor 1 mm, pieza b: borde 24 mm, espesor 4,3 mm, con una cavidad cilíndrica central que tenía un diámetro de 30,3 mm y una profundidad de 3,3 mm.
- ii)** un imán permanente en forma de disco NdFeB recubierto de níquel (I1) (Webcraft GmbH, diámetro: diámetro de 30 mm, grosor: 3 mm) magnetizado a lo largo de su diámetro. El imán permanente se colocó dentro de la cavidad de la pieza b.
- iii)** tres bobinas de hilo magnético B1, B2 y B3 (POLYSOL 155 1X0,15 mm HG Distrelec AG) que se enrollaron en un ángulo de 120° entre sí sobre la carcasa H, a una longitud de 12,5 mm, en tres capas superpuestas

apretadas, como se muestra en la Fig. 5. Cada una de las bobinas de hilo magnético B1, B2 y B3 comprendía un total de 120 vueltas.

iv) Un controlador de movimiento (CM) Faulhaber CMBL 3002 para accionar las bobinas de hilo magnético B1, B2 y B3, de acuerdo con la Figura 6b.

5 El dispositivo se alimentaba mediante una batería de óxido de manganeso alcalino 3LR12 (4,5 V, 5400 mAh, Duracell MN1203).

10 Se imprimió una muestra cuadrada de 25 mm x 25 mm en un papel de seguridad de algodón (Landqart) con la tinta de serigrafía curable por UV de la Tabla 1 con un dispositivo de serigrafía de laboratorio. El espesor de la capa impresa era de aproximadamente 20 µm. Mientras que la tinta estaba en un estado aún sin endurecer, el dispositivo descrito anteriormente se ubicó en la cara posterior del sustrato, 3 mm por debajo del área impresa y se dejó girar durante unos segundos a una frecuencia de giro estimada de aproximadamente 15 Hz. El eje de giro del imán permanente era perpendicular a la dirección de impresión. El dispositivo se retiró hacia abajo mientras el rotor del imán giraba y el área impresa se endureció con iluminación UV, fijando permanentemente la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos ópticamente variables.

15 La imagen de orientación magnética resultante se proporciona en la **Figura 8b**.

20 **Ejemplo 3:** Se usó un dispositivo de acuerdo con la segunda realización específica descrita anteriormente en el presente documento e ilustrada en la **Figura 4**. Dicho dispositivo comprendía:

i) una carcasa (FI) de 30 mm x 30 mm, que consistía en dos piezas a y b fabricadas a partir de polioximetileno (Maagtechnic Daetwyler) de acuerdo con la Figura 2b y que tenía las siguientes características: piezas a y b: pieza a 30 mm x 30 mm x 1 mm, pieza b: 30 mm x 30 mm x 4,3 mm con una cavidad cilíndrica central que tenía un diámetro de 25,3 mm y una profundidad de 3,3 mm.

25 ii) un imán permanente en forma de disco NdFeB recubierto de níquel (I1) (Webcraft GmbH) de un diámetro de 25 mm y un espesor de 3 mm, magnetizado a lo largo de su diámetro. El imán permanente se colocó dentro de la cavidad de la pieza b.

30 iii) dos bobinas de hilo magnético (B1 y B2) (POLYSOL 155 1X0,15 mm FIG Distrelec AG) enrolladas sobre el ensamblaje en dirección x e y, a lo largo de una longitud de 25 mm, en una capa apretada cada una. Cada una de las bobinas de hilo magnético (B1 y B2) comprendía un total de 120 vueltas.

35 iv) un controlador de robot Pololu Baby Orangutan que comprendía un procesador (P) ATmega 328P y un controlador de movimiento (CM) Toshiba TB6612FNG de acuerdo con la **Figura 6c**, que tenía dos puentes H accionadores controlados cada uno mediante una interfaz de dos líneas, todos contenidos en una placa de circuito impreso de 30 mm x 18 mm y con un espesor de 2,5 mm y hechos funcionar a un voltaje de 5 V.

40 El procesador (P) ATmega 238P se cargó con un programa de motor etapa a etapa, para accionar el imán permanente (I1) a elección en modo de etapa completa, media etapa o cuarto de etapa a la velocidad deseada en la dirección deseada. Como alternativa, el procesador (P) ATmega 328P se cargó con instrucciones para orientar el imán en la dirección deseada o para que realizase otros movimientos que no fueran un simple giro, como movimientos de hacia delante y atrás en una posición determinada y dentro de un ángulo deseado.

45 **Ejemplo 4:** Se usó una variante del dispositivo descrito en la realización 1 para orientar los pigmentos magnéticos ópticamente variables no esféricos de la tinta detallada en la Tabla 1. Este dispositivo comprendía:

i) una carcasa cuadrada (C) que consistía en piezas a y b de polioximetileno (Maagtechnic Daetwyler), que tenía las siguientes características: pieza a: 15 mm x 15 mm x 1 mm, pieza b: 15 mm x 15 mm x 7,3 mm, con una cavidad cilíndrica central que tenía un diámetro de 12,3 mm y una profundidad de 6,3 mm.

50 ii) un imán permanente en forma de disco NdFeB recubierto de níquel (I1) (Webcraft GmbH) de un diámetro de 12 mm y un espesor de 6 mm, magnetizado a lo largo de su diámetro. El imán permanente se colocó dentro de la cavidad de la pieza b.

55 iii) una única bobina de hilo magnético (B1) (POLYSOL 155 1X0,15 mm FIG Distrelec AG) enrollada alrededor del ensamblaje en dirección x, a lo largo de una longitud de 12,5 mm, en dos capas apretadas superpuestas. La bobina de hilo magnético (B1) comprendía un total de 120 vueltas.

iv) un controlador monofásico de efecto Hall (EH1) (AH5771, DIODES Incorporated) para accionar la bobina de hilo magnético como en el Ejemplo 1.

60 El ensamblaje de imán permanente se alimentaba mediante una batería de litio CR2/3AA (3 V, 1350 mAh, Varta Electronics).

65 Se imprimió una muestra cuadrada de 25 mm x 25 mm en un papel de seguridad de algodón Landqart con la tinta de serigrafía curable por UV de la Tabla 1 con un dispositivo de serigrafía de laboratorio. El espesor de la capa impresa era de aproximadamente 20 µm. Mientras que la tinta estaba en un estado aún sin endurecer, el dispositivo descrito anteriormente se ubicó en la cara posterior del sustrato, 3 mm por debajo del área impresa y se dejó girar durante unos segundos a una frecuencia de giro estimada de aproximadamente 15 Hz. El eje de giro del imán permanente era paralelo a la dirección de impresión. El dispositivo se retiró hacia abajo mientras el rotor del imán giraba y el área

impresa se endureció con iluminación UV, fijando permanentemente la orientación de las partículas de pigmentos magnéticos ópticamente variables.
La imagen de orientación magnética resultante se proporciona en la **Figura 8c**.

REIVINDICACIONES

1. Un método de preparación de una capa de efecto óptico asociada a un sustrato, comprendiendo el método:
 - proporcionar un sustrato asociado a una composición de recubrimiento que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables;
 - proporcionar un ensamblaje de imán (EI) permanente que produce un primer campo magnético;
 - proporcionar un ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado y un accionador que produce un segundo campo magnético oscilante o rotativo que interactúa con el primer campo magnético para hacer girar el ensamblaje de imán (EI) permanente para hacer rotar el primer campo magnético; y
 - aplicar el primer campo magnético mientras el primer campo magnético rota haciendo girar el ensamblaje de imán (EI) permanente para orientar de manera agregada las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables para crear la capa de efecto óptico.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el ensamblaje de electroimán comprende bobinados polifásicos y en el que se aplica un suministro eléctrico polifásico correspondiente a los bobinados para crear el segundo campo magnético rotativo.
3. El método de la reivindicación 1 o 2, en el que el ensamblaje de imán (EI) permanente gira sincrónicamente con el segundo campo magnético oscilante o rotativo.
4. El método de la reivindicación 1, 2 o 3, en el que el sustrato se alimenta en la dirección de la máquina y se hace que el ensamblaje de imán (EI) permanente giratorio se mueva a la misma velocidad en la dirección de la máquina durante la aplicación del primer campo magnético a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables para orientar de manera agregada las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables para crear la capa de efecto óptico, opcionalmente en el que el ensamblaje de imán (EI) permanente gira al menos una revolución completa durante la aplicación del primer campo magnético a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables a medida que el ensamblaje de imán (EI) permanente y el sustrato se mueven en la dirección de la máquina a la misma velocidad.
5. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que la composición de recubrimiento se endurece parcialmente de manera simultánea o después de que las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables se hayan orientado mediante sometimiento al primer campo magnético del ensamblaje de imán (EI) permanente giratorio, para fijar o congelar de este modo las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en el estado orientado.
6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende detectar un atributo del primer campo magnético, por ejemplo, un atributo indicativo de intensidad y/o posición rotacional del primer campo magnético, y controlar el tiempo de accionamiento del ensamblaje de bobinado basándose en el atributo detectado, y/o en el que el sustrato es un documento de seguridad seleccionado preferentemente entre el grupo que consiste en pagarés, documentos de identidad, documentos que otorgan derechos, permisos de conducción, tarjetas de crédito, tarjetas de acceso, títulos de transporte, cheques bancarios y etiquetas de productos asegurados.
7. Un aparato para crear una capa de efecto óptico asociada a un sustrato, comprendiendo el aparato un mecanismo de alimentación de sustrato, un ensamblaje de imán (EI) permanente con capacidad de girar que produce un primer campo magnético para orientar partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en una composición de recubrimiento asociada al sustrato, y un ensamblaje de electroimán que incluye un ensamblaje de bobinado y un accionador configurado para producir un segundo campo magnético oscilante o rotativo que interactúa con el primer campo magnético producido por el ensamblaje de imán con capacidad de girar para hacer girar el ensamblaje de imán (EI) permanente, haciendo rotar de este modo el primer campo magnético para orientar de manera agregada partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables comprendidas en una composición de recubrimiento asociada al sustrato para producir la capa de efecto óptico.
8. El aparato de la reivindicación 7, en el que el ensamblaje de bobinado y el accionador se configuran como un estator polifásico para producir el segundo campo magnético rotativo de manera que el campo magnético rotativo interactúe con el primer campo magnético producido por el ensamblaje magnético (EI) permanente para forzar el giro del ensamblaje magnético permanente.
9. El aparato de la reivindicación 7 u 8, en el que el ensamblaje de imán (EI) permanente se configura como un rotor de un motor síncrono y el ensamblaje de bobinado y el accionador se configuran como un estator del motor síncrono de manera que el ensamblaje de imán (EI) permanente gire sincrónicamente con el segundo campo magnético oscilante o rotativo.

- 5 10. El aparato de la reivindicación 7, 8 o 9, en el que el aparato comprende un cilindro con capacidad de rotar que tiene el ensamblaje de imán (EI) permanente instalado de manera giratoria en el cilindro para aplicar el primer campo magnético producido por el ensamblaje de imán (EI) permanente a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables a medida que el ensamblaje de imán (EI) permanente gira en interacción con el segundo campo magnético oscilante o rotativo producido por el ensamblaje de bobinado, en el que el mecanismo de alimentación se configura para alimentar el sustrato y el cilindro se configura para rotar de manera que el sustrato esté estacionario con respecto a una superficie exterior del cilindro y el ensamblaje de imán (EI) permanente en el transcurso de la aplicación del primer campo magnético a las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables.
- 10 11. El aparato de las reivindicaciones 7, 8, 9 o 10, en el que el ensamblaje de bobinado y el accionador se configuran para producir el segundo campo magnético oscilante o rotativo de manera que el ensamblaje de imán (EI) permanente experimente al menos una revolución completa mientras el sustrato es soportado por un cilindro y mantenido relativamente estacionario con respecto al mismo.
- 15 12. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11 que incluye adicionalmente un dispositivo de endurecimiento de manera que la composición de recubrimiento se pueda endurecer parcialmente de manera simultánea o después de que las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables se hayan orientado sometiénolas al primer campo magnético del ensamblaje de imán permanente giratorio y las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables puedan fijarse o congelarse en el estado orientado, y/o en el que el aparato comprende adicionalmente un ensamblaje de sensor para detectar un atributo del primer campo magnético, por ejemplo, intensidad, y un controlador asociado configurado para controlar tiempo de accionamiento del ensamblaje de bobinado basándose en el atributo detectado.
- 20 13. El aparato o método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que el ensamblaje de imán (EI) permanente comprende uno o más imanes permanentes para producir el primer campo magnético, y/o en los que el ensamblaje de imán (EI) permanente está incluido en una carcasa, en los que la carcasa soporta el ensamblaje de bobinado, y en los que uno o más bobinados del ensamblaje de bobinado son soportados por la carcasa envolviéndolos alrededor una superficie exterior de la carcasa, y/o en los que una pluralidad de los ensamblajes de imán (EI) permanentes y los ensamblajes de electroimán asociados se disponen adyacentes entre sí longitudinalmente y/o lateralmente con respecto al sustrato con el fin de crear simultáneamente una pluralidad de capas de efecto óptico individuales.
- 25 30 14. Un uso del aparato citado en una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13 para preparar una capa de efecto óptico sobre un sustrato, preferentemente un documento de seguridad seleccionado preferentemente entre el grupo que consiste en pagarés, documentos de identidad, documentos que otorgan derechos, permisos de conducción, tarjetas de crédito, tarjetas de acceso, títulos de transporte, cheques bancarios y etiquetas de productos asegurados.
- 35 40 15. Un método para proteger un documento de seguridad que comprende las etapas de i) aplicar una composición de recubrimiento que comprende partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables sobre un sustrato que se describe en el presente documento, ii) exponer la composición de recubrimiento al campo magnético del aparato citado en una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13 de manera de orientar de manera agregada al menos una parte de las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables, y iii) endurecer la composición de recubrimiento de manera de fijar las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en sus orientaciones adoptadas.
- 45

Figura 1a

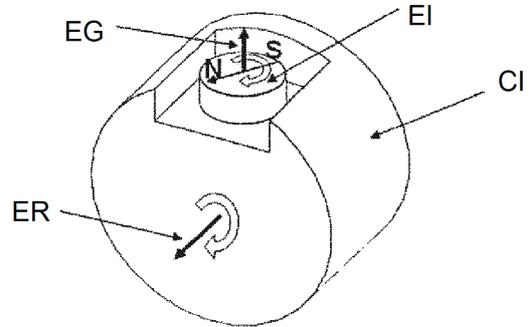


Figura 1b

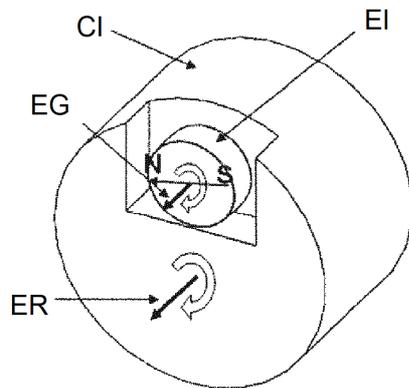


Figura 1c

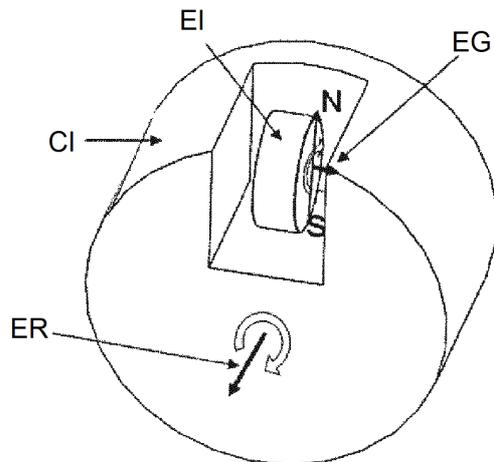


Figura 2a

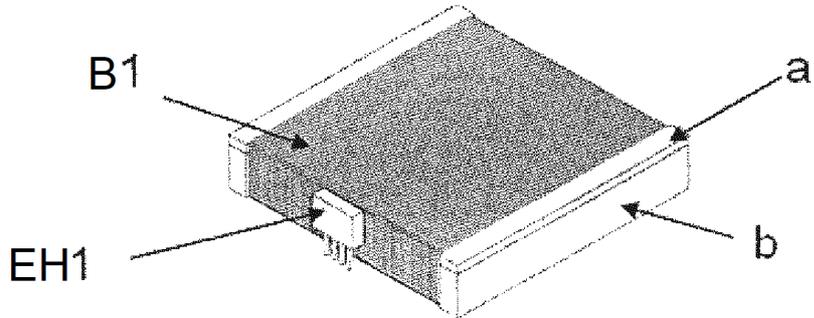


Figura 2b

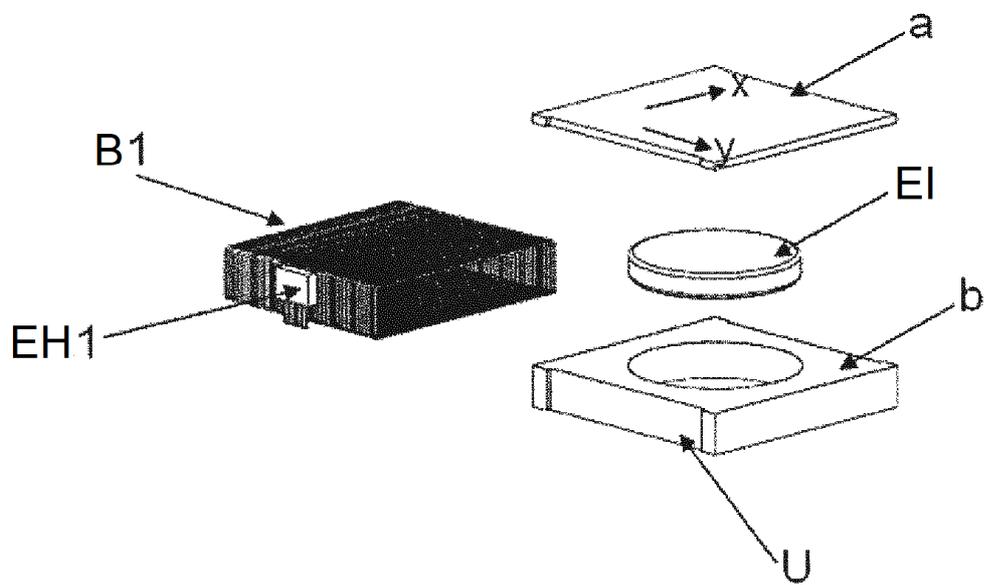


Figura 2c

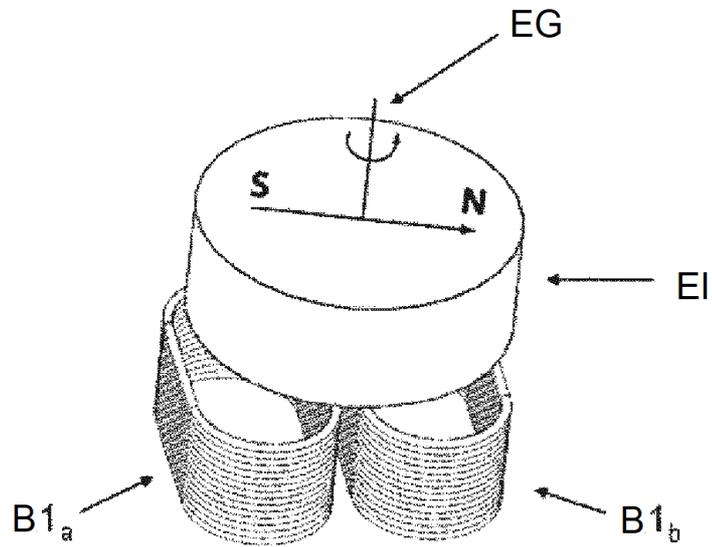


Figura 2d

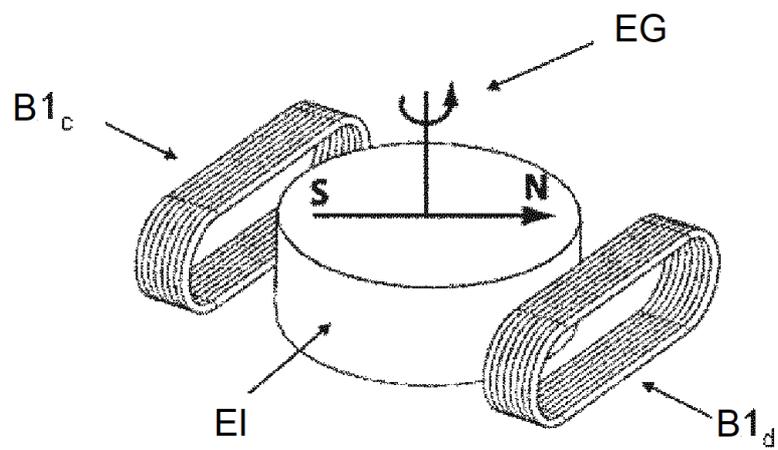


Figura 2e

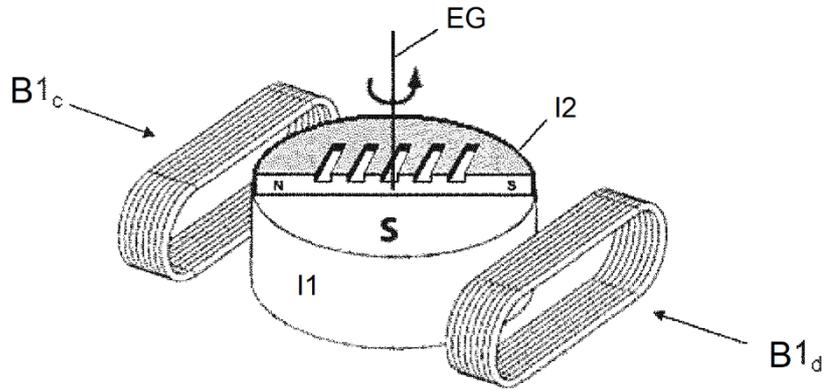


Figura 3

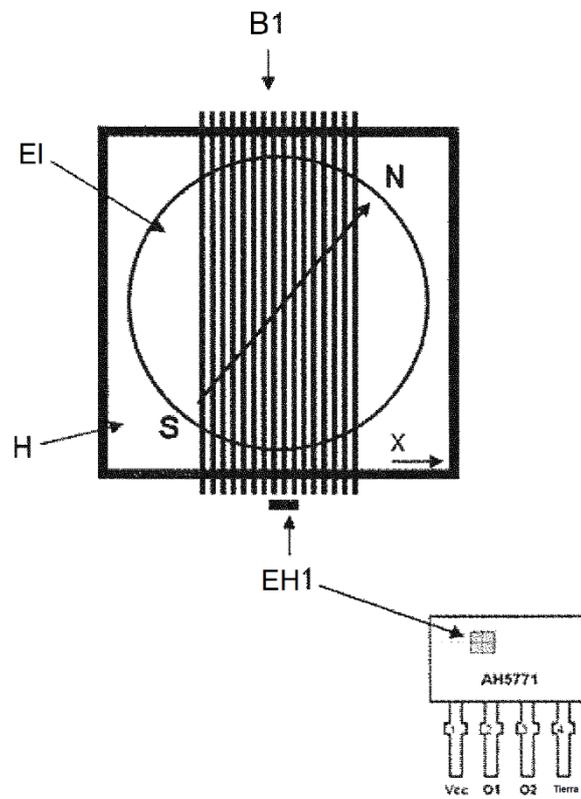


Figura 4

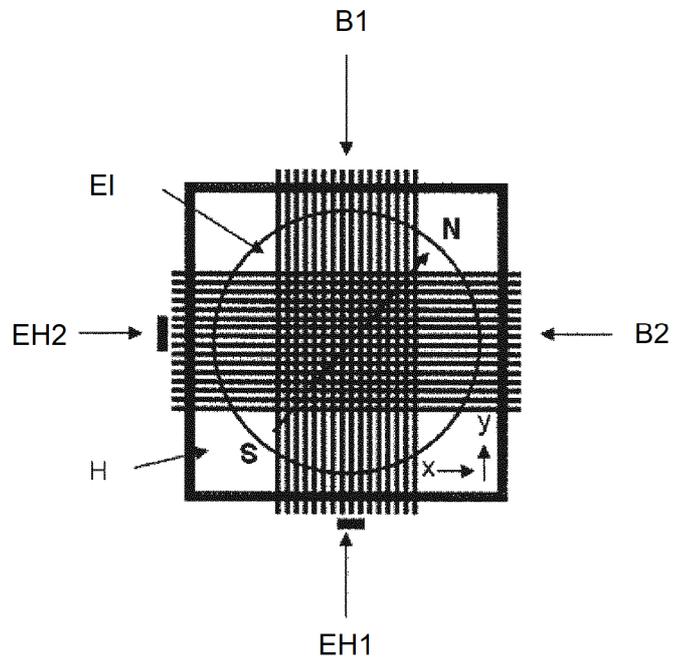


Figura 5

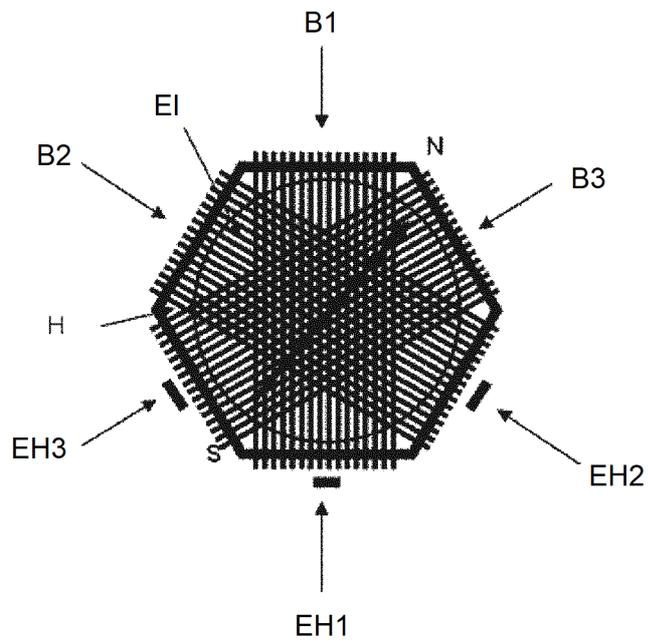


Figura 6a

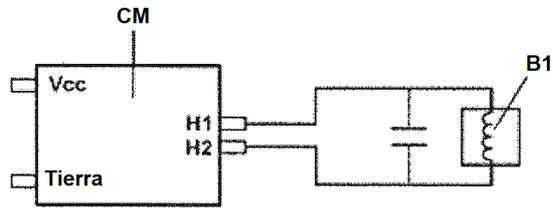


Figura 6b

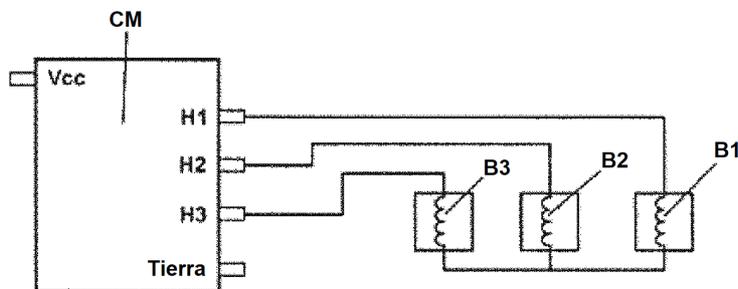


Figura 6c

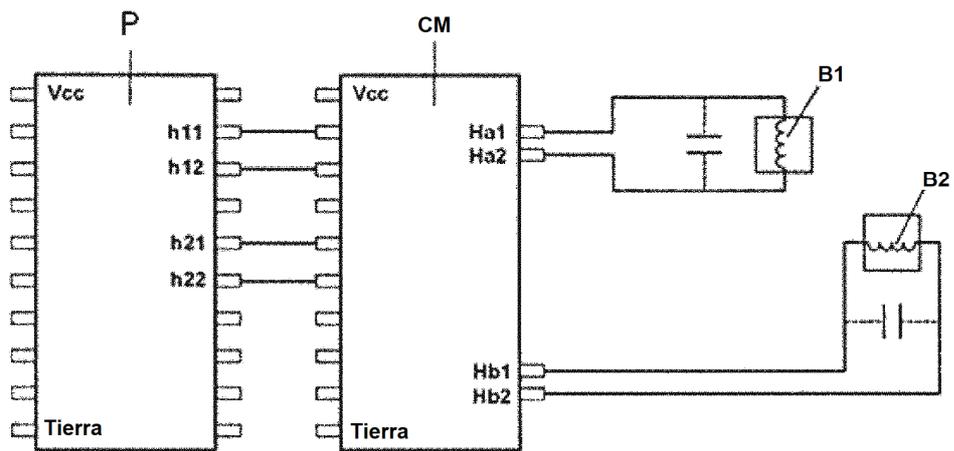


Figura 7

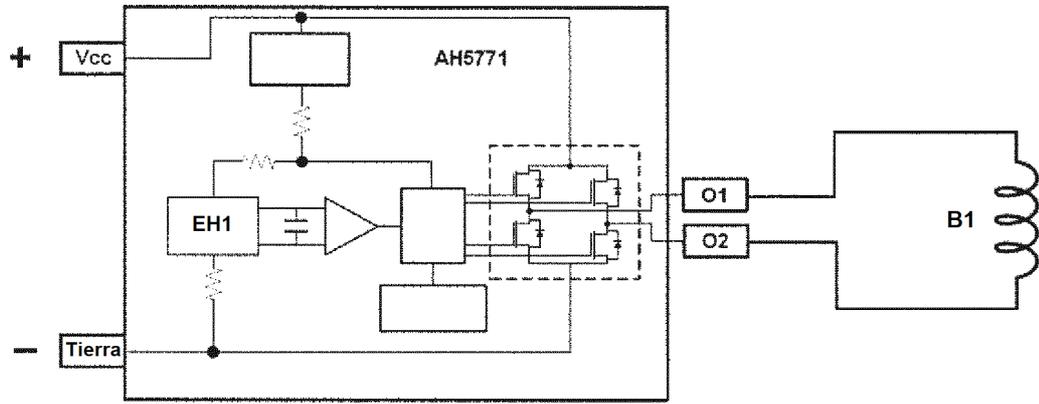


Figura 8a

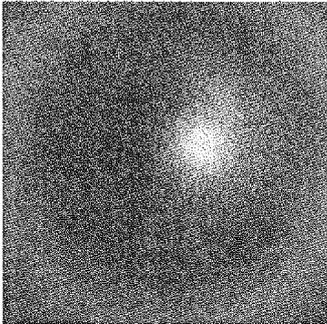


Figura 8b

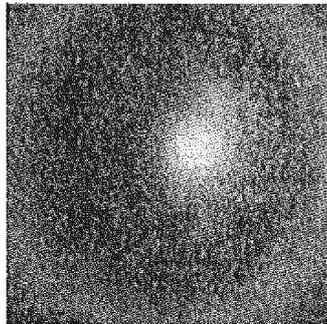


Figura 8c

