

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 049**

51 Int. Cl.:

B41F 1/38	(2006.01)
B05D 3/00	(2006.01)
B41M 3/14	(2006.01)
B41F 13/10	(2006.01)
B41F 13/18	(2006.01)
B41F 19/00	(2006.01)
H01F 7/02	(2006.01)
B41F 15/22	(2006.01)
B41F 15/24	(2006.01)
B05D 5/06	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.08.2015 PCT/EP2015/069048**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.02.2016 WO16026896**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.08.2015 E 15753935 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 3183118**

54 Título: **Aparatos y métodos para producir capas de efectos ópticos**

30 Prioridad:

22.08.2014 EP 14181939

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

16.07.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 676 049 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

Aparatos y métodos para producir capas de efectos ópticos

5 Campo de la invención

10 La presente invención se refiere al campo de la protección de documentos de valor y bienes comerciales valiosos contra a la reproducción ilegal y falsificada. En particular, la presente invención se refiere a dispositivos que comprenden imanes giratorios accionados por motores eléctricos para su uso con equipos de impresión o recubrimiento, para orientar partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en una composición de recubrimiento no endurecida sobre un sustrato, así como a métodos para producir capas de efectos ópticos (OEL)

Antecedentes de la invención

15 Se conoce en la técnica el uso de tintas, composiciones de revestimiento, revestimientos o capas que contienen partículas de pigmentos magnéticas o magnetizables, particularmente también partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables ópticamente variables, para la producción de elementos de seguridad, por ejemplo, en el campo de los documentos de seguridad. Los recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmento orientadas magnéticas o magnetizables se divulgan, por ejemplo, en los documentos US 2,570,856; US 3,676,273; US 3,791,864; US 5,630,877 y US 5,364,689. Recubrimientos o capas que comprenden partículas de pigmento magnético cambiante de color orientado, que dan como resultado efectos ópticos específicos, útiles para la protección de documentos de seguridad, se han descrito en los documentos WO 2002/090002 A2 y WO 2005/002866 A1.

25 Funciones de seguridad, por ejemplo, para documentos de seguridad, generalmente se puede clasificar en características de seguridad "encubiertas" y características de seguridad "manifiestas". La protección provista por las características de seguridad "encubiertas" se basa en el concepto de que dichas características requieren equipo especializado y conocimiento para la detección, mientras que las características de seguridad "manifiestas" se basan en el concepto de ser detectable sin ayuda de los sentidos humanos, por ejemplo, dichas características pueden ser visibles y/o detectables a través de los sentidos táctiles a la vez que son difíciles de producir y/o copiar. Sin embargo, la efectividad de las características de seguridad manifiestas depende en gran medida de su reconocimiento como característica de seguridad, ya que los usuarios solo realizarán un control de seguridad basado en dicha característica de seguridad si conocen realmente su existencia y naturaleza.

35 Las partículas de pigmentos magnéticos o magnetizables en tintas o revestimientos de impresión permiten la producción de capas de efectos ópticos (OEL), que comprenden una imagen, diseño o patrón magnéticamente inducido que se obtiene mediante la aplicación de un campo magnético correspondiente, causando una orientación local de las partículas de pigmento magnético o magnetizable en el recubrimiento aún no endurecido, seguido de endurecimiento del recubrimiento. El resultado es una imagen, diseño o diseño inducido magnéticamente permanentemente. Los materiales y tecnologías para la orientación de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en composiciones de revestimiento aplicando campos magnéticos externos como se pueden producir con imanes permanentes externos o electroimanes energizados se han divulgado en el documento 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 este caso, el campo magnético externo aplicado permanece esencialmente estático con respecto al OEL durante la etapa de orientación. De este modo, pueden producirse imágenes, diseños y patrones magnéticamente inducidos que son altamente resistentes a la falsificación. Dichos elementos de seguridad solo pueden ser producidos por alguien que tenga acceso tanto a las partículas de pigmento magnético o magnetizable o la tinta correspondiente, como a la tecnología particular empleada para imprimir dicha tinta y para orientar dicho pigmento en la tinta impresa.

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

55 Mediante la aplicación de un campo magnético externo, una partícula de pigmento magnético se orienta de modo que su eje magnético se alinea con la dirección de la línea de campo magnético externo en la ubicación de la partícula de pigmento. Una partícula de pigmento magnetizable está orientada por el campo magnético externo de manera que la dirección de su dimensión más larga se alinea con una línea de campo magnético en la ubicación de la partícula de pigmento. Una vez que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables están alineadas, la composición de revestimiento se endurece, y las partículas de pigmento magnético o magnetizable alineadas quedan fijadas en sus posiciones y orientaciones.

60 Las características de seguridad altamente útiles, dinámicas y estéticamente atractivas basadas en imágenes, diseños o patrones inducidos magnéticamente que proporcionan la ilusión óptica de movimiento se pueden obtener mediante una interacción dinámica de un campo magnético externo variable en el tiempo con partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en una composición de revestimiento sin endurecer. En este proceso, la partícula de pigmento magnético o magnetizable adopta una posición y una orientación de resistencia hidrodinámica más baja cuando

interactúa con el medio circundante. Una descripción detallada del mecanismo involucrado fue dada por J.H.E. Promislow et al. (Aggregation kinetics of paramagnetic colloidal particles, J. Chem. Phys., 1995, 102, páginas 5492-5498) y por E. Climent et al. (Dynamics of self-assembled chaining in magnetorheological fluids, Langmuir, 2004, 20, páginas 507-513).

5 Con el objetivo de producir revestimientos o capas que comprenden partículas de pigmento magnéticas o magnetizables orientadas dinámicamente, se han desarrollado métodos para generar campos magnéticos variables en el tiempo de suficiente intensidad.

10 El documento US 2007/0172261 A1 divulga un dispositivo de orientación magnética de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y que comprende imanes giratorios accionados por engranajes y ejes dentro del cuerpo de un cilindro giratorio de un equipo de impresión o recubrimiento. Sin embargo, el documento US 2007/0172261 no menciona el tipo de motor o los medios de accionamiento necesarios para poner en rotación los imanes giratorios.

15 El documento CN 102529326 A divulga un dispositivo de orientación magnética que comprende un dispositivo de accionamiento y un imán, el dispositivo de accionamiento que impulsa el imán para girar alrededor de un eje de rotación y el campo magnético producido por el imán giratorio utilizado para orientar magnéticamente partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en una tinta magnética impresa sobre un sustrato para formar un patrón orientado magnéticamente con una apariencia tridimensional. Sin embargo, el dispositivo de accionamiento divulgado está diseñado para una unidad de impresión de plataforma accionada por correa en un proceso de impresión discontinua.

20 Las solicitudes de patente europea copendiente 13150693.3 y 13150694.1 divulgan OEL que exhiben efectos visuales simétricos de rotación que pueden obtenerse mediante conjuntos de imanes estáticos o dinámicos (por ejemplo, giratorios).

25 Todavía subsiste la necesidad de un aparato modular fácilmente reemplazable que encaje en un cilindro magnético giratorio existente de un equipo de impresión o revestimiento, o en una unidad de impresión de plataforma, y que sea capaz de generar un campo magnético giratorio de cualquier tipo deseado para proporcionar una gran variedad de efectos ópticos a través de la orientación magnética de las partículas de pigmento en un revestimiento por campos magnéticos variables en el tiempo.

Resumen de la invención

35 En un primer aspecto de la presente invención, y como se representa en la figura 1 y la figura 2, se proporciona un aparato para producir una capa de efecto óptico OEL según la reivindicación 1.

40 El portapiezas (1a, 1b) y una o más partes montadas en el mismo pueden retirarse de una base y reemplazarse por un portapiezas (1a, 1b) alternativo que puede fijarse de manera desmontable a la base de la misma manera. El portapiezas (1a, 1b) tiene montadas piezas giratorias que pueden ser propensas a fallar, por lo que es necesario cambiarlas. También es deseable cambiar rápidamente el portapiezas (1a, 1b) y/o las piezas montadas en el mismo para producir capas alternativas de efecto óptico (OEL). El conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) se fija de forma extraíble al portapiezas (1a, 1b) para permitir el reemplazo. La fijación removible del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) al portapiezas (1a, 1b) puede ser un acoplamiento liberable para permitir un reemplazo fácil. El acoplamiento extraíble del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) al portapiezas (1a, 1b) también puede acoplar de forma separable el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) a al menos parte del motor (2a, 2b+2c), dejando así al menos parte del motor (2a, 2b+2c) en su lugar en el portapiezas (1a, 1b) cuando se retira el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA).

50 En una realización de la presente invención, el aparato puede comprender un soporte (3a, 3b). El soporte (3a, 3b) está configurado para ser fijado de manera extraíble al portapiezas (1a, 1b) y comprende una cavidad dentro de la cual el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) gira por acción del motor (2a, 2b+2c), dicho motor (2a, 2b+2c) está configurado para hacer girar el conjunto de imán permanente (6) dentro de la cavidad. De acuerdo con esta realización, el soporte (3a, 3b) y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) se pueden extraer del portapiezas (1a, 1b) como un módulo y el portapiezas (1a, 1b) que incluye al menos parte del motor (2a, 2b+2c) montado en el mismo se puede extraer del cilindro magnético giratorio (RMC) o de la unidad de impresión de plataforma como un módulo. Esto permite el reemplazo conveniente del módulo que comprende el soporte (3a, 3b) y el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) que incluye partes giratorias del aparato, que pueden ser susceptibles de fallas y por lo tanto necesitan ser reemplazadas.

60 En una realización, el soporte (3a, 3b) puede retirarse del portapiezas (1a, 1b) para permitir el reemplazo del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) con un soporte (3a', 3b') alternativo que se puede fijar de forma extraíble al portapiezas (1a, 1b) de la misma manera. El soporte (3a', 3b') alternativo también tiene un conjunto de imán permanente giratorio alternativo (PMA)(6') dispuesto dentro de una cavidad del soporte alternativo (3a', 3b') y está configurado para ser girado en el mismo por el motor (2a, 2b+2c).

Los aparatos descritos en este documento están configurados cada uno para orientar de forma agregada partículas de pigmento magnético o magnetizable en un recubrimiento sobre un sustrato por medio de un campo magnético giratorio producido por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) para producir de este modo una capa de efecto óptico (OEL).

5 Se puede proporcionar un sistema que comprende al menos uno de los aparatos descritos en este documento y el cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma plana.

10 En una realización, el cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma plana comprende una pluralidad, en particular una disposición, de los aparatos descritos en la presente, cada aparato que comprende el motor (2a, 2b+2c), el imán permanente conjunto (PMA) (6), el portapiezas (1a, 1b) y el soporte opcional (3a, 3b), para producir, al mismo tiempo, una pluralidad, en particular una disposición, de capas de efecto óptico (OEL), aplicando un campo magnético giratorio producido por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) para orientar de forma agregada las partículas de pigmento magnético o magnetizable.

15 El cilindro magnético giratorio (RMC) comprende, como base, una ranura de montaje circunferencial en la que uno o más, o una pluralidad de los aparatos de acuerdo con el primer aspecto están fijados de manera que se distribuyen circunferencialmente. El cilindro magnético giratorio (RMC) puede comprender adicional o alternativamente, como base, una pluralidad de ranuras de montaje circunferenciales distribuidas a lo largo de la longitud del cilindro magnético giratorio (RMC), cada ranura de montaje tiene una, o más, o una pluralidad de los aparatos del primer aspecto montados en el mismo. Se pueden proporcionar uno o más sujetadores para fijar de forma desmontable el aparato de la presente invención a la una o más ranuras de montaje circunferenciales. Un ejemplo de cilindro magnético giratorio (RMC) al que puede montarse el aparato de la presente invención se describe en el documento WO 2008/102303 A2.

25 En el caso de una unidad de impresión de plataforma plana, la base está formada como uno o más rebajes de montaje a los que uno o más aparatos del primer aspecto están fijados de forma separable. Una pluralidad de dichos rebajes de montaje puede proporcionarse lateral y/o longitudinalmente con respecto a la dirección de impresión, teniendo cada uno un aparato según el primer aspecto montado o fijado en el mismo. Se pueden proporcionar uno o más sujetadores para fijar de manera separable uno o más aparatos de la invención descritos aquí a los rebajes de montaje de la unidad de impresión de plataforma plana.

30 En el primer aspecto de la invención, el portapiezas (1a, 1b) está configurado para ser fijado de manera extraíble a una base de un cilindro magnético giratorio (RMC) o una unidad de impresión de plataforma según lo descrito anteriormente y descrito en la reivindicación 1 El portapiezas (1a, 1b) puede cambiarse fácilmente en el cilindro magnético giratorio (RMC) o en la unidad de impresión de plataforma para configurar el cilindro magnético giratorio (RMC) para producir capas alternativas de efectos ópticos (OEL).

35 En una realización, la fijación extraíble del portapiezas (1a, 1b) a la base del cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma plana es un acoplamiento liberable, tal como un tornillo roscado. En una realización, el aparato comprende uno o más sujetadores para fijar de manera extraíble el portapiezas (1a, 1b) a la base.

40 En una realización, el aparato está configurado para proporcionar una primera superficie parcial para soportar un sustrato, directa o indirectamente, sobre el mismo cuando el aparato está fijado de manera separable al cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma plana. La primera superficie parcial puede ser lisa. La primera superficie de soporte parcial puede ser la superficie superior del aparato, que está más cerca del sustrato.

45 En una realización, el cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma plana proporciona una segunda superficie de soporte parcial y uno o más de los aparatos se fijan de manera extraíble al cilindro magnético giratorio (RMC) o a la unidad de impresión de plataforma que se va a al ras con la segunda superficie de soporte parcial para definir juntas una superficie de soporte completa. La superficie de soporte completa puede tener una forma plana o cilíndrica. El sustrato que lleva el revestimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables como se describió anteriormente puede estar dispuesto directa o indirectamente sobre la superficie de soporte completa.

50 En una implementación, el segundo soporte parcial es una placa de cubierta que puede estar dispuesta alrededor del cilindro magnético giratorio (RMC) para soportar directamente el sustrato, estando dicha placa de cubierta provista de aberturas correspondientes a la ubicación de cada uno de los aparatos. Alternativamente, la placa de cubierta puede proporcionar la superficie de soporte completa, cubriendo así cada uno de los aparatos de la invención descrita aquí. En este caso, la placa de cubierta está hecha de un material que no tiene permeabilidad magnética o que tiene una baja permeabilidad magnética.

55 El aparato descrito en este documento proporciona una superficie lisa para soportar un sustrato, directa o indirectamente (por ejemplo, a través de una placa de cubierta como se menciona anteriormente), que lleva una composición de revestimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables sobre las cuales un campo magnético giratorio generado por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) actúa para orientar

de forma agregada las partículas de pigmento magnético o magnetizable para producir un efecto óptico. En una realización que comprende el soporte (3a, 3b), el soporte incluye una tapa (8) que proporciona la superficie lisa.

5 El aparato o cada uno de los aparatos está/están dispuestos en el cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma plana e incluyen una primera superficie de soporte para definir en combinación con una segunda superficie de soporte del cilindro magnético giratorio (RMC) o de la unidad de impresión de plataforma, una superficie de soporte combinada que se adapta a una superficie exterior que tiene una forma plana o cilíndrica. Una placa de cubierta como la mencionada anteriormente puede estar dispuesta sobre la superficie de soporte combinada y el sustrato puede estar soportado directamente sobre la placa de cubierta.

10 En una característica relacionada, pero una característica que es adicionalmente aplicable al aparato per se (es decir, no necesariamente incluido como parte de un cilindro magnético giratorio (RMC)), el aparato tiene una primera superficie de soporte que se curva para coincidir con la curvatura de una segunda superficie de soporte del cilindro magnético rotatorio (RMC) al cual el aparato se fija de forma extraíble. La primera superficie de soporte puede ser la superficie superior del aparato, que está más cerca del sustrato.

15 En una realización que comprende un soporte (3a, 3b), el portapiezas (1a, 1b) forma una primera superficie de soporte parcial y el soporte (3a, 3b), cuando se fija de forma extraíble al portapiezas (1a, 1b), forma una segunda superficie de soporte parcial y las superficies de soporte parcial primera y segunda están alineadas entre sí para soportar el sustrato sobre el mismo, directa o indirectamente. Las superficies de soporte parcial primera y segunda pueden proporcionar una superficie superior combinada del aparato, que está más cerca del sustrato.

20 En una realización que comprende un soporte (3a, 3b), el soporte (3a, 3b) se proporciona en una forma plana con respecto a (es decir, a lo largo) el eje de rotación del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA). El soporte puede tener una forma generalmente rectangular (incluso cuadrada) cuando se ve desde arriba con respecto a un eje de rotación del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA).

25 En una realización, el soporte (3a, 3b) tiene un recinto que rodea la cavidad en todos los lados, por ejemplo, el soporte (3a, 3b) encierra la cavidad en todos los lados a lo largo del eje de rotación del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y perpendicularmente a ellos.

30 En una realización, el soporte (3a, 3b) comprende una pared circunferencial que define una periferia externa de la cavidad, en donde el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) tiene una circunferencia externa que se ajusta a la pared circunferencial del soporte (3a, 3b) para proporcionar una capa delgada de aire entre ellos.

35 En una realización, el portapiezas (1a, 1b) tiene un rebaje en el que el soporte (3a, 3b) está posicionado adecuadamente cuando está fijado de forma separable al mismo. El rebaje está rodeado por dos o más paredes laterales. Preferiblemente, el rebaje es un bolsillo rodeado por cuatro, o alternativamente por dos paredes laterales opuestas.

40 En una realización, la fijación extraíble es tal que mantiene el soporte (3a, 3b) fijado al portapiezas (1a, 1b) a lo largo de un eje de rotación del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y en direcciones perpendicular a eso. Es decir, el soporte (3a, 3b) es inamovible cuando se ajusta la fijación extraíble. En una realización, la fijación extraíble comprende uno o más acopladores o sujetadores que se pueden mover entre una primera posición en la que el soporte (3a, 3b) se fija al portapiezas (1a, 1b) con respecto a un eje de rotación del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y una segunda posición en la que el soporte (3a, 3b) puede retirarse del portapiezas (1a, 1b) moviéndolo a lo largo del eje de rotación del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA).

45 En una realización, el aparato comprende uno o más acopladores o sujetadores liberables para fijar el soporte (3a, 3b) al portapiezas (1a, 1b), siendo dichos sujetadores opcionalmente liberables mediante el uso de una herramienta, tal como una herramienta giratoria. Alternativamente, la fijación del soporte (3a, 3b) al portapiezas (1a, 1b) puede comprender tornillos roscados, sujetadores de enganche o similares. En una realización, el sujetador se proporciona como un elemento de leva que se puede mover entre una posición sobresaliente en la que el soporte está asegurado al portapiezas (1a, 1b) y una posición en la que el soporte (3a, 3b) puede extraerse libremente del portapiezas (1a, 1b). El elemento de leva se puede mover entre las posiciones mediante el uso de una herramienta giratoria.

50 En una realización, se proporciona acceso a uno o más tornillos roscados u otros elementos de fijación cuando el soporte (3a, 3b) se retira del portapiezas (1a, 1b), los tornillos roscados u otros elementos de acoplamiento para asegurar el portapiezas (1a, 1b) a parte de una máquina de impresión, por ejemplo, una base de cilindro magnético giratorio (RMC) o una unidad de impresión de plataforma como se describió anteriormente. En una realización, se proporciona acceso a uno o más elementos de fijación para fijar de forma desmontable el portapiezas (1a, 1b) a una base de un cilindro magnético giratorio (RMC) o una unidad de impresión de plataforma mediante un orificio que se extiende a través del centro de al menos parte del motor (2a, 2b+2c). El acceso puede ser para una herramienta específica que coopera con uno o más elementos de fijación para permitir que la fijación se deshaga usando esa herramienta específica.

En realizaciones que comprenden un soporte (3a, 3b), el soporte (3a, 3b) tiene preferiblemente una dimensión de altura a lo largo de un eje de rotación del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) de menos de 30 mm, preferiblemente menos que 20 mm, y más preferiblemente 15 mm o menos.

5 En una realización, el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) está acoplado de forma desmontable al motor (2a) mediante un eje de transmisión de rotación. En una realización, el eje de transmisión de rotación puede ser parte de un portapiezas (5a) de imán que contiene el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA). El soporte (3a) puede retirarse del portapiezas (1a) y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) puede retirarse del motor (2a) cuando el soporte (3a) se retira del portapiezas (1a) por medio de las fijaciones extraíbles. Es decir, el soporte (3a) y el conjunto
10 (6) de imanes permanentes (PMA) se mantienen unidos para que se eliminen del portapiezas (1a) y del motor (2a) como uno solo. El conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) puede retirarse del motor (2a) cuando se retira el soporte (3a) debido a que el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) se mantiene dentro del soporte.

15 En una realización, el eje de transmisión acopla el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y la parte de rotor del motor (2a) eléctrico, al menos en parte, a través del eje complementario y el rebaje. El eje y rebaje complementarios pueden tener secciones transversales complementarias, no circulares para permitir la transmisión de par.

20 En una realización, el motor (2a) comprende una parte de rotor y una parte de estator, donde la parte de rotor comprende además un rebaje, y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) se puede acoplar de forma desmontable al rebaje a través de un eje.

25 En una realización, el acoplamiento extraíble del conjunto de imán permanente giratorio (PMA) al rotor del motor (2a) eléctrico está formado por un mecanismo de acoplamiento de resorte y garra, o un mecanismo de acoplamiento de bola y resorte, o un mecanismo de acoplamiento tipo fricción para asegurar una transmisión apropiada del par.

30 En una realización, el motor (2a) es un motor eléctrico plano. Es decir, una parte de estator y una parte de rotor del motor están dimensionadas para tener una dimensión de altura más pequeña a lo largo de un eje de rotación que un diámetro u otra dimensión de sección transversal máxima perpendicular a la altura.

35 En una realización, el motor (2a) tiene una dimensión de espesor a lo largo de un eje de rotación de menos de 20 mm, preferiblemente menos de 15 mm, más preferiblemente menos de 10 mm, y aún más preferiblemente de 7 mm o menos.

40 En una realización del primer aspecto, el motor comprende una parte (2c) de rotor y una parte (2b) de estator, y en el que la parte (2c) de rotor está dispuesta dentro de una cavidad (3b) del soporte y la parte (2b) de estator está situada externa al soporte y está acoplada electromagnéticamente a la parte (2c) del rotor para inducir la rotación en la parte (2c) del rotor. El soporte (3b) está fijado de manera extraíble al portapiezas (1b), permitiendo así que ambas partes giratorias sean reemplazadas fácilmente, incluyendo la parte (2c) del rotor y el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA).

45 En una realización, un elemento (7) en forma de anillo está dispuesto entre el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y la parte (2c) de rotor del motor eléctrico. El elemento (7) en forma de anillo está configurado para perturbar o interactuar con un campo magnético producido por el rotor (2c) para concentrar dicho campo magnético y/o reducir o minimizar la interferencia magnética con el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA).

50 En realizaciones del primer aspecto que comprenden un soporte (3a, 3b), el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) puede fijarse al soporte (3a, 3b) mediante un rodamiento (4), preferiblemente un rodamiento de bolas, para permitir una rotación relativa fácil entre ellos. En una realización, el rodamiento (4) está dispuesto dentro del soporte (3a, 3b). En una realización, el rodamiento (4) está incluido en la cavidad del soporte (3a, 3b). En una realización, el soporte (3a, 3b) comprende un núcleo alrededor del cual se monta un rodamiento (4) para acoplar rotacionalmente el soporte (3a, 3b) y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA).

55 En una realización, el rodamiento (4) incluye pistas interiores y exteriores y elementos rodantes entre ellos. Preferiblemente, el rodamiento (4) está hecho de materiales no magnéticos, tales como hechos de pistas de acero austenítico con bolas de cerámica (por ejemplo, carburo de silicio o nitruro de silicio). Más preferiblemente, los elementos rodantes están hechos de materiales no conductores de electricidad y no magnéticos.

En una realización preferida, el rodamiento (4) es un rodamiento de tipo Conrad.

60 En una realización, el soporte (3a, 3b) puede retirarse del portapiezas (1a, 1b) de manera que el rodamiento (4) se retira con el soporte por medio de su acoplamiento al mismo. El rodamiento (4) es un componente propenso a la fatiga que puede necesitar ser reemplazado. El rodamiento también puede ser propenso a otros tipos de fallas mecánicas y/o de corrosión.

En una realización, el soporte (3a, 3b) que incluye el rodamiento (4) y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) es un módulo extraíble del portapiezas (1a, 1b) como uno por operación de fijación extraíble del soporte (3a, 3b) al portapiezas (1a, 1b).

5 En una realización, se proporciona un portapiezas (5a, 5b) de imán al que se fija el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y se proporciona el rodamiento (4) como un elemento separado que acopla el portapiezas (5a, 5b) de imán al soporte (3a, 3b). El portapiezas (5a, 5b) de imán puede incluir un rebaje en el que está dispuesto el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA). El conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) puede sobresalir del rebaje. En una realización, el portapiezas (5a, 5b) de imán tiene sustancialmente forma de disco.

10 En una realización, el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) tiene forma de disco.

El conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) comprende al menos un imán permanente, dicho conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) comprende además al menos un material magnetizable. En una realización, el al menos un material magnetizable comprende uno o más materiales magnéticos blandos tales como, por ejemplo, hierro.

15 En una realización, el aparato y sus realizaciones están dimensionados para tener una dimensión de altura a lo largo de un eje de rotación del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) de menos de 50 mm, preferiblemente menos de 40 mm, y más preferiblemente menos de 30 mm.

20 En un segundo aspecto de la invención, se proporciona un cilindro magnético giratorio (RMC) que comprende uno o más aparatos del primer aspecto y realizaciones del mismo, montados en las ranuras circunferenciales del cilindro magnético giratorio (RMC) a través del elemento portapiezas (1a, 1b) desmontable.

25 El cilindro magnético giratorio (RMC) está destinado a ser utilizado en, o en conjunción con, o ser parte de un equipo de impresión o recubrimiento, y portar uno o más aparatos del primer aspecto, destinado a generar campos magnéticos rotatorios, dicho cilindro magnético giratorio (RMC) sirve para orientar de forma agregada las partículas magnéticas o magnetizables de la composición de revestimiento. En una realización del segundo aspecto, el cilindro magnético giratorio (RMC) es parte de una prensa de impresión rotativa, alimentada por hojas o alimentada por banda que opera a alta velocidad de impresión de una manera continua.

30 En el segundo aspecto, el cilindro magnético giratorio (RMC) comprende una base de acuerdo con lo descrito anteriormente y según se expone en la reivindicación 1, en la que el portapiezas (1a, 1b) está fijado de manera extraíble, por ejemplo, la base consiste en una o más ranuras de montaje circunferenciales en el cilindro magnético giratorio (RMC) que recibe adecuadamente el portapiezas (1a, 1b) y los otros componentes del aparato.

35 El cilindro magnético giratorio (RMC) del segundo aspecto está dispuesto para transportar un sustrato que lleva un revestimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables y el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) del aparato está configurado para aplicar un campo magnético giratorio para orientar de forma agregada las partículas de pigmento magnético o magnetizable de la composición de revestimiento para producir capas de efecto óptico (OEL).

40 En un tercer aspecto de la invención, se proporciona una unidad de impresión de plataforma que comprende uno o más aparatos del primer aspecto y realizaciones de la misma, montados en los rebajes de la unidad de impresión de plataforma plana a través del portapiezas (1a, 1b).

45 La unidad de impresión de plataforma está destinada a usarse en, o junto con, o ser parte de un equipo de impresión o revestimiento, y llevar uno o más aparatos del primer aspecto, destinados a generar campos magnéticos giratorios para orientar de forma agregada partículas magnéticas o magnetizables de la composición de revestimiento. En una realización preferida del tercer aspecto, la unidad de impresión de plataforma es parte de una prensa de impresión industrial alimentada por hojas que opera de manera discontinua.

50 Un sistema que comprende el cilindro magnético giratorio (RMC) del segundo aspecto o la unidad de impresión de plataforma del tercer aspecto puede incluir un alimentador de sustrato para alimentar un sustrato que tiene sobre el mismo un revestimiento de partículas de pigmento magnéticas o magnetizables, de modo que el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) giratorios genera un campo magnético giratorio que actúa sobre las partículas de pigmento para orientarlas de forma agregada para formar una capa de efecto óptico (OEL).

55 En una realización del sistema que comprende un cilindro magnético giratorio de acuerdo con el segundo aspecto, el sustrato es alimentado por el alimentador de sustrato bajo la forma de hojas o una banda. En una realización del sistema que comprende una unidad de impresión de plataforma según el tercer aspecto, el sustrato se alimenta bajo la forma de hojas.

60 Un sistema que comprende el cilindro magnético giratorio (RMC) del segundo aspecto o la unidad de impresión de plataforma plana del tercer aspecto puede incluir una impresora para aplicar un recubrimiento sobre un sustrato, comprendiendo el revestimiento partículas de pigmento magnéticas o magnetizables que están orientadas de forma

agregada por el campo magnético giratorio generado por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) para formar una capa de efecto óptico (OEL).

5 En una realización del sistema que comprende un cilindro magnético giratorio (RMC) del segundo aspecto, la unidad de impresión funciona de acuerdo con un proceso giratorio continuo. En una realización del sistema que comprende una unidad de impresión de plataforma según el tercer aspecto, la unidad de impresión funciona de acuerdo con un proceso longitudinal discontinuo.

10 Un sistema que comprende el cilindro magnético giratorio (RMC) del segundo aspecto o la unidad de impresión de plataforma del tercer aspecto puede incluir un endurecedor de revestimiento para endurecer un revestimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables que se han orientado magnéticamente de forma agregada mediante el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) giratorios, fijando así la orientación y la posición de las partículas de pigmento magnético o magnetizable para producir una capa de efecto óptico (OEL).

15 En un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un método para fabricar una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato de acuerdo con la reivindicación 10.

20 En una realización del cuarto aspecto, la composición de revestimiento se endurece durante la orientación de las partículas de pigmento magnético o magnetizable o posteriormente, para fijar las partículas de pigmento magnético o magnetizable en un estado sustancialmente orientado u orientado.

25 En una realización, el método comprende hacer un elemento de valor, que incluye un billete tal como un billete de banco, un documento de seguridad, una etiqueta de seguridad, un producto que comprende una etiqueta de seguridad, un bien valioso tal como una preparación médica, una bebida alcohólica, por lo que el elemento de valor incluye la capa de efecto óptico (OEL).

30 En un quinto aspecto de la invención descrita en el presente documento, se proporciona un método para modificar un cilindro magnético giratorio existente (RMC) o una unidad de impresión de plataforma que tiene conjuntos de imanes permanentes no giratorios (PMA) como se define en la reivindicación 11.

35 En una realización, el método comprende fijar de manera amovible el aparato descrito en este documento y cualquiera de las realizaciones del mismo fijando de forma desmontable el portapiezas (1a, 1b) al cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma plana. En una realización, el aparato que comprende el portapiezas (1a, 1b) y el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) está diseñado para tener el mismo tamaño y forma que el conjunto de imán permanente no giratorio (PMA), así como para ocupar el mismo espacio en el cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma.

40 En una realización del quinto aspecto, se proporciona un método para mantener o modificar un cilindro magnético giratorio (RMC) o una unidad de impresión de plataforma descrita en este documento y cualquiera de sus realizaciones. En una realización, el método comprende retirar el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) deshaciendo la fijación extraíble entre el portapiezas (1a, 1b) y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y reemplazando el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) retirado con otro conjunto (6') de imán permanente (PMA).

45 En una realización del quinto aspecto en el que el aparato descrito en este documento comprende un soporte, el método comprende retirar el soporte (3a, 3b) y el conjunto de imán permanente asociado (PMA) (6) deshaciendo la fijación extraíble entre el portapiezas (1a, 1b) y el soporte (3a, 3b) y reemplazando el soporte eliminado (3a, 3b) y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) con un soporte (3a', 3b') alternativo y un conjunto (6') de imán permanente (PMA). El soporte (3a', 3b') alternativo y el conjunto (6') de imán permanente (PMA) pueden tener exactamente el mismo tamaño y forma que el reemplazado. El método puede comprender alternativamente o adicionalmente retirar el portapiezas (1a, 1b) del cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma deshaciendo la fijación extraíble entre el portapiezas (1a, 1b) y el cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma y reemplazar el componente eliminado con un portapiezas (1a', 1b') alternativo. El portapiezas (1a, 1b) y el portapiezas (1a', 1b') alternativo pueden tener montado al menos una parte del motor (2a, 2b+2c). Los portapiezas (1a, 1b) retirados y (1a', 1b') alternativos pueden tener el mismo tamaño y forma. La extracción del portapiezas (1a, 1b) puede requerir primero que el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y el soporte (3a, 3b) se eliminen para proporcionar acceso a uno o más elementos de fijación extraíbles que fijan el portapiezas (1a, 1b) de forma extraíble en el cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma.

60 En un sexto aspecto de la invención, se proporciona un método para proteger un elemento de seguridad, tal como un billete de banco, según se expone en la reivindicación 12.

Breve descripción de los dibujos

65 Figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato que comprende un portapiezas (1a), un motor (2a) eléctrico integrado en el portapiezas (1a), un soporte (3a) con una cavidad cilíndrica, estando configurada la cavidad para acomodar un rodamiento (4), un soporte (5a) magnético y un conjunto (6) de imanes permanentes (PMA). La parte del rotor del

motor (2a) eléctrico tiene un rebaje en su centro, y el portapiezas (5a) de imán tiene un eje que encaja de forma extraíble en el rebaje de la parte del rotor. El aparato se cierra con una tapa (8) fija de bloque magnético o una placa magnética fija, opcionalmente una placa magnética grabada fija como se describe en el documento WO 2005/002866 A1. El eje z se indica con fines ilustrativos.

5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
 60
 65

Figura 2 ilustra esquemáticamente un aparato que comprende un portapiezas (1b), un motor eléctrico compuesto de una parte (2b) de estator y una parte (2c) de rotor, estando la parte (2b) de estator dispuesta en el portapiezas (1b), un soporte (3b) que comprende una cavidad cilíndrica, estando configurada la cavidad para acomodar la parte (2c) del rotor del motor eléctrico, un rodamiento (4), un elemento (7) en forma de anillo magnetizable, un portapiezas (5b) magnético y un conjunto (6) de imanes permanentes (PMA). El aparato se cierra con una tapa (8) fija de bloque magnético o una placa magnética fija, opcionalmente una placa magnética grabada fija como se describe en el documento WO 2005/002866 A1. El eje z se indica con fines ilustrativos.

Figura 3 muestra una vista en despiece de un motor CC sin escobillas en forma de disco (BLDC).

Figura 4a ilustra esquemáticamente las fases de un motor BLDC trifásico conectado en una configuración en estrella (o "Y").

Figura 4b ilustra esquemáticamente las fases de un motor BLDC trifásico conectado en una configuración delta.

Figura 5 muestra el esquema simplificado de un controlador de motor BLDC sin sensor trifásico. COM, VCC y GND significan Común, Voltaje en Colector Común y Tierra, respectivamente. Las tres fases están indicadas como U, V y W.

Figuras 6a-6b ilustran dos realizaciones del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) descrito en este documento.

Figura 7 ilustra esquemáticamente un cilindro (21) magnético giratorio (RMC) que lleva un aparato (19) de acuerdo con la invención descrita aquí, que comprende un conjunto de imán permanente giratorio (PMA) (no mostrado) destinado a generar un campo magnético giratorio y un aparato (20) que comprende un conjunto de imán permanente no giratorio (PMA) destinado a generar un campo magnético estático. Ambos aparatos comprenden además un portapiezas (18). El conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) del aparato (19) gira alrededor del eje z mientras que el cilindro magnético giratorio (RMC) gira alrededor del eje x.

Figura 8 ilustra esquemáticamente una construcción del motor BLDC utilizado en el Ejemplo 1. El motor BLDC representado comprende 12 polos del estator y 16 imanes permanentes en la periferia del rotor.

Figura 9 ilustra esquemáticamente una placa de epoxi en la que se fija el motor BLDC, como se usa en el Ejemplo 1. COM significa Común. Las tres fases están indicadas como U, V y W.

Figura 10 ilustra esquemáticamente el controlador de motor sin sensor utilizado en uno de los ejemplos. PWM significa Modulación de ancho de pulso (requerida para establecer la velocidad de rotación).

Figura 11 muestra el dibujo técnico del portapiezas (5a) de imán utilizado en el Ejemplo 1. La cavidad (23) del portapiezas de imán está fijada de manera extraíble en el mecanismo de acoplamiento del motor BLDC. El rebaje (22) está destinado a recibir un conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA).

Figura 12 muestra el dibujo técnico del portapiezas (1a) usado en el Ejemplo 1. El portapiezas (1a) comprende una cavidad rectangular (incluida cuadrada) (24) destinada a recibir un motor con forma de disco BLDC y la placa base de la Fig. 9.

Figura 13 muestra una capa de efecto óptico (OEL) obtenida con el aparato del Ejemplo 1.

Figura 14 muestra el dibujo técnico del portapiezas (1b) utilizado en el Ejemplo 2. El portapiezas (1b) comprende una cavidad (26) cilíndrica destinada a recibir la parte (2b) del estator de un motor BLDC.

Figura 15 ilustra esquemáticamente el estator (2b) usado en el Ejemplo 2, que lleva cuatro núcleos (28) destinados a recibir cuatro bobinas de alambre magnético. Un controlador de motor (29) que lleva un sensor de efecto Hall se fija entre los núcleos de la derecha.

Figura 16 ilustra esquemáticamente la realización del Ejemplo 2. El soporte (30) está mecanizado con una cavidad cilíndrica y un cubo que sostiene un rodamiento (37) sobre el cual el portapiezas (31) de imán, el elemento magnetizable en forma de disco (34) y el elemento permanente los imanes (35) que forman juntos la parte del rotor de un motor eléctrico están fijados de manera espínosa. El conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA), que está fijado en el rebaje (32) del portapiezas (31) de imán, se ha omitido para mayor claridad.

Figura 17 muestra una capa de efecto óptico (OEL) obtenida con el dispositivo del Ejemplo 2.

Descripción detallada

5 Definiciones

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

10 Como se usa en este documento, el artículo indefinido “un” indica uno, así como más de uno y no necesariamente limita su sustantivo de referencia al singular.

15 Como se usa en el presente documento, el término “aproximadamente” significa que la cantidad, valor o límite en cuestión puede ser el valor específico designado o algún otro valor en su vecindad. En general, el término “aproximadamente” que denota un cierto valor pretende denotar un rango dentro de $\pm 5\%$ del valor. Por ejemplo, la frase “aproximadamente 100” denota un rango de 100 ± 5 , es decir, el rango de 95 a 105. En general, cuando se usa el término “aproximadamente”, se puede esperar que resultados o efectos similares de acuerdo con la invención puedan obtenerse dentro de un rango de $\pm 5\%$ del valor indicado. Sin embargo, una cantidad específica, valor o límite complementado con el término “aproximadamente” se pretende en este documento divulgar también la misma cantidad, valor o límite como tal, es decir, sin el suplemento “aproximadamente”.

20 Como se usa en el presente documento, el término “y/o” significa que puede estar presente todo 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”, el término también cubre la posibilidad de que B esté ausente, es decir, “solo A, pero no B”.

25 El término “que comprende” tal como se usa en el presente documento está destinado a ser no exclusivo y abierto. Así, por ejemplo, una composición de revestimiento que comprende un compuesto A puede incluir otros compuestos además de A. Sin embargo, el término “que comprende” también cubre, como una realización particular de la misma, los significados más restrictivos de “consiste esencialmente en” y “que consiste en”, de modo que, por ejemplo, “una composición de recubrimiento que comprende un compuesto A” también puede (esencialmente) consistir en el compuesto A.

35 El término “agregados” se usa para indicar que, con la influencia de un campo magnético externo, un número suficiente de partículas de pigmento magnético o magnetizable de la composición húmeda y aún no endurecida se orientan a lo largo de una línea de campo al mismo tiempo para establecer un efecto visual. Preferiblemente, este número suficiente tiene 1000 o más partículas de pigmento que se orientan a lo largo de dicha línea de campo al mismo tiempo. Más preferiblemente, este número suficiente está orientado alrededor de 10000 o más partículas de pigmento a lo largo de dicha línea de campo al mismo tiempo.

40 Como se usa en el presente documento, el término “revestimiento húmedo” significa un recubrimiento aplicado, que aún no está endurecido, por ejemplo, un revestimiento en el que las partículas de pigmento magnético o magnetizable contenidas todavía pueden cambiar sus posiciones y orientaciones bajo la influencia de fuerzas externas que actúan sobre ellos.

45 El término “composición de revestimiento” se refiere a cualquier composición que sea capaz de formar un revestimiento, tal como una capa de efecto óptico sobre un sustrato sólido y que se puede aplicar, por ejemplo, por un método de impresión.

50 El término “capa de efecto óptico (OEL)” como se usa en este documento denota una capa que comprende partículas de pigmento orientadas magnéticas o magnetizables y un aglutinante, donde la orientación y posición de las partículas de pigmento magnético o magnetizable están orientadas por un campo magnético. Luego, de forma simultánea o parcialmente simultánea se fija en su orientación y posición a través del endurecimiento. El término “capa de efecto óptico” (OEL) se refiere a la capa que comprende las partículas de pigmento orientadas magnéticas o magnetizables (es decir, después de la etapa de orientación) o la capa que comprende las partículas de pigmento orientadas magnéticas o magnetizables congeladas en su orientación y posición (es decir después de la etapa de endurecimiento).

60 El término “eje magnético” o “eje Sur-Norte” denota 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, el término “dirección sur-norte” y S→N en las figuras denotan la dirección a lo largo del eje magnético desde el polo sur hasta el polo norte.

El término “giro”, “que gira” o “que puede girar” se refiere a la rotación del conjunto de imán permanente giratorio (PMA) descrito en este documento, independientemente de su frecuencia de rotación.

65 El término “sustancialmente paralelo” se refiere a desviarse no más de 20° de la alineación paralela y el término “sustancialmente perpendicular” se refiere a desviarse no más de 20° de la alineación perpendicular.

El término “elemento de seguridad” o “característica de seguridad” se usa para denotar una imagen o elemento gráfico que puede usarse con fines de autenticación. El elemento de seguridad o la característica de seguridad puede ser abierta y/o encubierta.

5 Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a aparatos particulares para fabricar OEL con la ayuda de conjuntos (6) de imán permanente giratorios (PMA). Los aparatos descritos en este documento son adecuados para ser utilizados en, o en conjunción con, o para ser parte de un equipo de impresión o recubrimiento. En particular, los aparatos descritos en este documento pueden estar comprendidos en un cilindro magnético rotatorio (RMC) de un equipo de impresión o revestimiento de alimentación por hojas o alimentación de papel utilizado para orientar partículas de pigmento magnéticas o magnetizables en una composición de revestimiento aplicada a un sustrato o en una unidad de impresión de plataforma con el mismo objetivo

15 Como se utiliza en este documento, el término “cilindro magnético giratorio” (RMC) se refiere a la parte de una prensa de impresión continua de alta velocidad que sirve para orientar magnéticamente las partículas de pigmento magnético o magnetizable, produciendo así una capa de efecto óptico (OEL).

20 De acuerdo con una realización representada en la figura 1, el aparato de la invención comprende un portapiezas (1a), un motor (2a) y un soporte (3a) configurado para ser fijado de manera extraíble al portapiezas (1a), un portapiezas (5a) de imán y un conjunto (6) de imanes permanentes (PMA). El acoplamiento giratorio entre el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y el motor (2a) se logra mediante un eje o cualquier medio de acoplamiento mecánico conocido por un experto en la materia, conectando el eje de manera desmontable el portapiezas (5a) de imán y el motor (2a) para establecer el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) en el giro.

25 Como se usa en el presente documento, “parte de estator” y “estator” se pueden usar indiscriminadamente para describir el mismo elemento técnico. Esto también se aplica a “parte del rotor” y “rotor”.

30 De acuerdo con otra realización representada en la figura 2, el aparato de la invención comprende un portapiezas (1b) que lleva la parte (2b) del estator de un motor eléctrico, un soporte (3b) configurado para ser fijado de manera extraíble al portapiezas (1b), el soporte (3b) tiene una cavidad cilíndrica destinada a recibir la parte (2c) de rotor del motor eléctrico, un elemento (7) magnetizable en forma de disco, un soporte (5b) magnético y un conjunto (6) de imanes permanentes (PMA).

35 De acuerdo con las realizaciones descritas en las Figuras 1 y 2, el aparato de la invención comprende un portapiezas (1a, 1b). El portapiezas (1a, 1b) está diseñado al mismo tiempo para asegurar la instalación o extracción rápida del aparato de la invención descrito en este documento en las ranuras circunferenciales de montaje de un cilindro magnético giratorio (RMC) como se describe en el documento WO 2008/102303 A2 o para los rebajos de montaje de una unidad de impresión de plataforma, y para permitir el fácil intercambio del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) como se describe a continuación. El portapiezas (1a, 1b) comprende un rebaje para ajustarse al soporte (3a, 3b), definiéndose el rebaje espacialmente por al menos dos paredes laterales circundantes. Se dan ejemplos en la figura 10 del documento WO 2008/102303 A2 (cuatro paredes laterales), o en la figura 12 y 14 (dos paredes laterales). El sistema de fijación del portapiezas (1a, 1b) al cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma puede comprender cualquier forma de tornillo roscado o cualquier otra forma de fijación mecánica. En una realización, el portapiezas (1a, 1b) puede fijarse al cilindro magnético giratorio (RMC) o a la unidad de impresión de plataforma mediante un tornillo central, tornillo Allen o perno. En tal caso, el motor (2a) eléctrico o la parte de estator del motor (2b) pueden comprender un orificio central suficientemente grande para proporcionar un acceso fácil al sistema de fijación. El diámetro de dicho orificio está preferiblemente entre 5 mm y 20 mm, más preferiblemente entre 7 mm y 15 mm, incluso más preferiblemente entre 8 mm y 12 mm.

50 Si el aparato de la invención es parte de un cilindro magnético giratorio (RMC), la parte inferior del portapiezas (1a, 1b) se curva según el radio de curvatura de la ranura de montaje circunferencial del cilindro magnético giratorio (RMC))

55 Preferiblemente, el portapiezas (1a, 1b) está hecho de uno o más materiales no magnéticos seleccionados del grupo que consiste en materiales de baja conductividad, materiales no conductores y mezclas de los mismos, tales como, por ejemplo, plásticos y polímeros de ingeniería, titanio, aleaciones de titanio y aceros austeníticos (es decir, aceros no magnéticos). Los plásticos y polímeros de ingeniería incluyen, sin limitación, las poliarilétercetonas (PAEK) y sus derivados, polieteretercetonas (PEEK), poletercetonacetona (PEKK), polieteretercetonacetona (PEEKK) y polietercetonacetercetonacetona (PEKEKK); poliacetales, poliamidas, poliésteres, poliéteres, copolieterésteres, poliiimidias, polieterimidias, polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE), tereftalato de polibutileno (PBT), polipropileno, copolímero de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), polietilenos perfluorados y fluorados, poliestirenos, policarbonatos, polifenilensulfuro (PPS) y polímeros de cristal líquido. Los materiales preferidos son PEEK (polieteretercetonas), POM (polioximetileno), PTFE (politetrafluoroetileno), Nylon® (poliamida) y PPS. Los materiales basados en titanio tienen la ventaja de una excelente estabilidad mecánica y baja

conductividad eléctrica. Sin embargo, el portapiezas también puede ser de aluminio o aleaciones de aluminio que tienen la ventaja de ser fáciles de trabajar

De acuerdo con las realizaciones descritas en las Figuras 1 y 2, el aparato descrito en este documento comprende un soporte (3a, 3b). El soporte (3a, 3b) está configurado para acomodar el portapiezas (5a, 5b) de imán que lleva el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) o, adicionalmente y como se representa en la realización de la figura 2, la parte (2c) de rotor del motor eléctrico. El material elegido para construir el soporte (3a, 3b) puede ser el mismo que el utilizado para el portapiezas (1a, 1b), el portapiezas (5a, 5b) de imán y la carcasa del conjunto de imán permanente (PMA) u otro material seleccionado del mismo grupo.

El sistema de fijación del soporte (3a, 3b) al portapiezas (1a, 1b) puede comprender cualquier forma de fijación roscable liberable o cualquier otra forma de fijación mecánica. En una realización, el soporte (3a, 3b) está fijado al portapiezas (1a, 1b) a través de una leva giratoria colocada verticalmente en las paredes laterales del portapiezas (1a, 1b), pudiendo girarse la leva de manera que la superficie de la leva, cuando se gira, puede caber en una muesca longitudinal tallada en el lado del soporte (3a, 3b). Este sistema de fijación asegura un intercambio rápido del soporte (3a, 3b) que comprende el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) así como una alta fiabilidad en condiciones de trabajo.

Preferiblemente, el motor (2a, 2b+2c) es un motor eléctrico.

Los motores eléctricos adecuados son motores de CC (corriente continua) o de CA (corriente alterna). Los motores de CC se pueden categorizar en motores de CC de tipo escobillas y motores de CC sin escobillas (en lo sucesivo, motores BLDC). Como se usa en el presente documento, los términos "motor de corriente continua sin escobillas" y "motor BLDC" se refieren a motores eléctricos alimentados por corriente continua y que poseen un estator que lleva bobinas de alambre magnético y un rotor que lleva imanes permanentes. La corriente se dirige a las bobinas del cable magnético en la secuencia requerida a través de una unidad de control de corriente (CCU), de ahí el adjetivo "sin escobillas". En los motores de corriente continua de tipo escobillas, el rotor lleva bobinas eléctricas que se direccionan con la corriente a través de un conmutador mecánico y contactos deslizantes de cepillos de carbón. En los motores de corriente continua sin escobillas, que se prefieren debido a la ausencia de contactos eléctricos deslizantes, las bobinas son parte del estator, y la conmutación de la corriente eléctrica en las bobinas se realiza con la ayuda de un circuito electrónico.

De acuerdo con una realización, el motor eléctrico descrito aquí es un motor BLDC, dichos motores BLDC se pueden subdividir en a) motores BLDC tipo taza o carcasa, donde el rotor es interno y el estator es externo, y b) motores BLDC en forma de disco (o "torta"), donde el estator es interno y el rotor es externo. También hay motores de reluctancia conmutados (en lo sucesivo, motores SR). En los motores SR, los imanes permanentes del rotor se reemplazan por polos hechos de material magnetizable, como hierro puro o hierro de silicio (por ejemplo, acero eléctrico).

De acuerdo con una realización, el motor eléctrico descrito aquí es un motor BLDC en forma de disco. Los motores BLDC en forma de disco son particularmente preferidos debido a su alta relación entre el par y el peso. La Fig. 3 muestra un ejemplo típico de dicho tipo de motor BLDC de tipo disco. El estator interno comprende un núcleo de hierro con típicamente 6 a 18 o más polos (11), el número de polos preferiblemente es un múltiplo de 3 (que corresponde a un motor trifásico). Los polos llevan bobinas (12) de alambre magnético, que están conectadas según un esquema de 3 fases. La parte central del núcleo de hierro comprende un rodamiento (13) giratorio. El rotor externo en forma de campana (14) está hecho preferiblemente de uno o más materiales magnetizables, preferiblemente hierro. El rotor exterior en forma de campana lleva una correa interior de imanes permanentes con polos alternantes (15); en el presente ejemplo, un imán compuesto de goma multide polo-NdFeB. El número de polos en el rotor puede ser el mismo que el número de polos en el estator, pero preferiblemente se elige un número diferente de polos para el rotor y el estator con el fin de evitar el engranaje. Las combinaciones útiles de bobinas de estator (SC)/imanes permanentes de rotor (RM) (referidos en la bibliografía citada como ranuras/polos) para un motor trifásico incluyen, sin limitación, SC/RM = 6/4; 6/8; 6/16; 9/6; 9/8; 9/10; 9/12; 12/8; 12/16; 12/14; 12/16; 15/10; 15/14; 15/16; 18/12; 18/14 y 18/16 (B. Asian et al., IECON'11, Australia (2011), "Elección de combinaciones de ranuras/postes para máquinas multifase concentradas dedicadas a aplicaciones híbridas leves").

El rotor también comprende un eje (16) central, diseñado para encajar en el rodamiento (13) giratorio del estator, de manera que el estator puede estar ubicado dentro del rotor en forma de campana, teniendo una distancia de separación del orden de 1 mm o menos, preferiblemente 0,3 a 1 mm, entre los polos (11) del estator y el imán (15) múltiple del rotor.

Son posibles otras realizaciones para los motores BLDC, siendo las limitaciones el espacio físico restringido disponible en el aparato de la invención descrito en este documento y la capacidad de proporcionar un alto par a baja frecuencia de rotación mientras se mantiene en funcionamiento suave y silencioso.

En las realizaciones descritas en la Fig. 1 y en la Fig. 2, el motor (2a, 2b+2c) eléctrico es accionado por una unidad de control de corriente (CCU). Como se usa en este documento, el término "unidad de control de corriente" (CCU) se refiere a un circuito electrónico para abordar la polifase, por ejemplo, Bobinas trifásicas de alambre magnético del

motor (2a, 2b + 2c) eléctrico con corriente eléctrica en una secuencia deseada. La unidad de control de corriente (CCU) puede ser de cualquier tipo conocido en la técnica.

5 La unidad de control de corriente (CCU) puede ser de tipo "estático" (es decir, frecuencia fija) o preferiblemente de tipo "dinámico" (es decir, adaptativo). Las CCU estáticas conducen el conjunto de bobinado con una corriente polifásica "rotativa" (en particular trifásica) de frecuencia fija. En conjunción con el rotor del motor (2a, 2b+2c) eléctrico, esto da como resultado un motor síncrono, que tiene la tendencia de perder la sincronización (es decir, "caerse") bajo carga. Se proporciona más elasticidad mediante unidades de control de corriente "dinámicas", que detectan la posición del rotor del motor (2a, 2b+2c) eléctrico y direccionan el conjunto de bobinado con la corriente eléctrica correspondiente. Tal motor resiste los intentos de frenado y comienza sin problemas desde el soporte.

15 La unidad de control de corriente (CCU) puede comprender un conjunto de sensor, pudiendo detectar dicho conjunto de sensor un atributo del campo magnético del rotor del motor (2a, 2b+2c) eléctrico, por ejemplo, su intensidad u otro indicador de su posición de rotación. La unidad de control de corriente (CCU) comprende un controlador (por ejemplo, un procesador o circuito de control) configurado para usar el atributo detectado para direccionar de manera correspondiente el conjunto de bobinado del estator del motor (2a, 2b+2c) eléctrico con corriente eléctrica. En una realización particular, el controlador implementa un circuito de control basado en el atributo detectado para controlar la frecuencia de giro del rotor del motor (2a, 2b+2c) eléctrico a un valor fijo. El conjunto de sensor puede comprender uno o más sensores. Preferiblemente, el número de sensores coincide con el número de fases del conjunto de bobinado. El uno o más sensores pueden ser sensores de efecto Hall.

25 En otra realización, las bobinas del conjunto de bobinado del estator del motor (2a, 2b+2c) pueden usarse ellas mismas como sensores de la posición del rotor, a través de una evaluación del voltaje inducida producida en ellas. (control del motor sin sensor a través de la EMF trasera). Como se usa en el presente documento, el término "EMF de retorno" se refiere a la fuerza contraelectromotriz, o fuerza contraelectromotriz, que es el voltaje inducida en las bobinas de alambre magnético del estator por el rotor giratorio. El voltaje inducido es opuesto al voltaje aplicado por la unidad de control de corriente (CCU); progresivamente contrarresta el flujo de corriente a través del motor a una frecuencia de giro más alta. Para el control del motor sin sensor, se necesita un motor en "Configuración de Estrella". Dicho motor tiene 4 conexiones (U, V, W y Común). Dos de las tres fases (U, V y W) se direccionan con la corriente en el sentido requerido (+ - o - +), y la EMF trasera generada entre la tercera fase (W) y el conector común (Com) se mide; puede tener un valor positivo, cero o negativo, dependiendo de la posición del rotor. Un controlador evalúa la EMF trasera y determina la siguiente pareja de fases a abordar y el sentido de la corriente eléctrica. El esquema de un controlador de motor sin sensor se da en la Fig. 5 (GND significa "tierra" y VCC para "voltaje en colector común").

35 La unidad de control de corriente (CCU) puede configurarse para aplicar una corriente alterna desplazada en fase (por ejemplo, sinusoidal) a las bobinas de alambre magnético del conjunto de enrollamiento o la unidad de control de corriente (CCU) puede configurarse para aplicar una corriente de fase cambiada a las bobinas de alambre magnético del conjunto de bobinado en forma de onda cuadrada, en forma trapezoidal o en otra forma. En particular, la unidad de control de corriente (CCU) puede configurarse para activar y desactivar de forma selectiva y secuencial las bobinas de alambre magnético y repetir esto en secuencia para generar un campo magnético giratorio.

45 Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el aparato descrito en este documento comprende un conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) capaz de producir un campo magnético lo suficientemente fuerte como para cambiar, tras la exposición al mismo, la orientación del pigmento magnético o magnetizable partículas en una composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida aplicada a un sustrato.

50 El conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) del aparato descrito en este documento comprende uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn). Cuando el conjunto de imán permanente (PMA) comprende más de un imán permanente, la dirección Sur-Norte de cada uno de los imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn) puede disponerse en cualquier orientación relativa entre sí, y los imanes permanentes pueden estar hechos del mismo material magnético o de diferentes materiales magnéticos.

55 Cuando el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) comprende dos o más imanes permanentes (M1 y M2, M3,... Mn), los dos o más imanes permanentes están dispuestos preferiblemente en una disposición mecánicamente simétrica con respecto a el eje giratorio de modo que el conjunto de imán permanente se balancea mecánicamente al girar. De lo contrario, los pesos de equilibrio hechos de un material no magnético también se pueden utilizar para permitir un funcionamiento equilibrado mientras gira el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA). Por otro lado, los dos o más imanes permanentes pueden ser magnéticamente simétricos o magnéticamente no simétricos con respecto al eje de rotación del conjunto de imanes permanentes.

60 De acuerdo con una primera realización preferida del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA), y como se muestra en las Fig. 1 y 2, el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) es un imán permanente dipolar en forma de disco con magnetización diametral, es decir que tiene su dirección Sur-Norte sustancialmente paralela a la superficie de soporte (o la superficie del sustrato, si no se usa superficie de soporte). En este caso, las partículas de pigmento magnético o magnetizable de la composición húmeda y aún no endurecida se orientan de forma agregada al girar el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA), de modo que sus dos ejes principales son sustancialmente paralelos a las tangentes

a una superficie esférica. Como se muestra en la Fig. 13, el efecto visual obtenido parece una porción de una esfera. El conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) 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 llenarse con al menos un material seleccionado del grupo que consiste en materiales no magnéticos, materiales magnetizables y materiales magnéticos permanentes. En una realización particular, el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) tiene la forma de un anillo circular.

De acuerdo con una segunda realización preferida, el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) es un imán permanente de dipolo de barra única que tiene su dirección Sur-Norte sustancialmente paralela al sustrato/superficie de soporte. El efecto visual es el mismo que se muestra en la Fig. 13.

De acuerdo con una tercera realización preferida, el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) comprende un número par o impar de imanes permanentes de n bar dide polos ($n = 1..N$, $N \geq 2$) alineados de manera correcta para equilibrar la inercia rotacional, su respectiva dirección Sur-Norte es sustancialmente paralela a la superficie del sustrato/soporte. Si n es un número par, la dirección Sur-Norte del primer imán permanente ($n=1$) es colineal a la dirección Sur-Norte del último imán permanente ($n=N$), la dirección Sur-Norte del segundo imán permanente ($n=2$) es colineal a la dirección Sur-Norte del penúltimo imán permanente ($n=N-1$), y así sucesivamente, de modo que la dirección Sur-Norte del n -ésimo imán permanente es colineal a la dirección Sur-Norte del $(N-n+1)$ -ésimo imán permanente. Si n es un número impar, la dirección Sur-Norte del imán permanente dispuesta en el eje de rotación (o, en otras palabras, en la posición $(N+1)/2^a$) se puede disponer de manera que su dirección Sur-Norte sea colineal a la dirección Sur-Norte de los imanes permanentes dispuestos justo antes y después de él (o en otras palabras, en las posiciones $(N-1)/2^a$ y en $(N+3)/2^a$, respectivamente), u opuesto a su dirección Sur-Norte. La figura 6a muestra un ejemplo de esta realización, donde el conjunto de imán permanente está hecho de dos imanes permanentes (M1, M2). Las líneas de campo se han simulado con el software Vizimag 3.19.

De acuerdo con una cuarta realización preferida, el conjunto de imanes permanentes (PMA) comprende un número par de imanes permanentes de dipolo n bar ($n = 1..N$, $N \geq 2$, $N/2 \in \mathbb{Z}$, siendo \mathbb{Z} el espacio matemático que contiene todos los números enteros) alineados para equilibrar correctamente la inercia de rotación, sus direcciones Sur-Norte son sustancialmente perpendiculares al sustrato/superficie de soporte y antiparalelas entre sí. En otras palabras, la dirección Sur-Norte del primer imán permanente ($n=1$) es antiparalela a la dirección Sur-Norte del último imán permanente ($n=N$), la dirección Sur-Norte del segundo imán permanente ($n=2$) es antiparalelo a la dirección Sur-Norte del penúltimo imán permanente ($n=N-1$), y así sucesivamente, de modo que la dirección Sur-Norte del n -ésimo imán permanente es antiparalela a la dirección Sur-Norte del $(N-n+1)$ -ésimo imán permanente. La figura 6b muestra un ejemplo de esta realización, donde el conjunto de imán permanente está hecho de dos imanes permanentes (M1, M2). Las líneas de campo se han simulado con el software Vizimag 3.19.

Los conjuntos de imán permanente giratorio (PMA) (6) de las realizaciones primera a cuarta descritas anteriormente dan acceso, cuando se integran en el aparato de la invención, a efectos ópticos que no son accesibles a los conjuntos de imanes permanentes (PMA) giratorios destinados a generar campos magnéticos estáticos.

Se pueden encontrar otras realizaciones del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) giratorios en las solicitudes europeas en trámite 13150693.3 y 13150694.1.

El uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn) comprendidos en el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) descrito en la presente están hechos de uno o más materiales magnéticos fuertes. El uno o más imanes permanentes generan un campo magnético suficientemente fuerte para orientar las partículas de pigmento magnético o magnetizable de la composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida descrita en este documento. Materiales magnéticos fuertes adecuados son materiales que tienen un valor máximo de producto energético $(BH)_{\text{máximo}}$ de al menos 20 kJ/m^3 , preferiblemente al menos 50 kJ/m^3 , más preferiblemente al menos 100 kJ/m^3 , incluso más preferiblemente al menos 200 kJ/m^3 .

El uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn) comprendidos en el conjunto de imanes permanentes (PMA) están hechos preferiblemente de uno o más materiales magnéticos unidos por polímeros o sinterizados seleccionados del grupo que consiste en Alnicos tales como, por ejemplo, Alnico 5 (R1-1-1), Alnico 5 DG (R1-1-2), Alnico 5-7 (R1-1-3), Alnico 6 (R1-1-4), Alnico 8 (R1-1-5), Alnico 8 HC (R1-1-7) y Alnico 9 (R1-1-6); hexaferritas de fórmula $M\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}$, (por ejemplo, hexaferrita de estroncio ($\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$) o hexaferritas de bario ($\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$)), ferritas duras de fórmula $M\text{Fe}_2\text{O}_4$ (por ejemplo, ferrita de cobalto (CoFe_2O_4) o magnetita (Fe_3O_4)), donde M es un bivalente ion metálico), cerámica 8 (SI-1-5); materiales de imanes de tierras raras seleccionados del 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 del grupo de PtCo, MnAlC, RE Cobalto 5/16, RE Cobalto 14.

Alternativamente, el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) puede comprender además, además del uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn), una o más partes hechas de uno o más materiales magnetizables (Y1, Y2, Y3,... Yn) (también referidos en la técnica como yugos o núcleos, piezas de polos o partes magnetizables), y/o una o más partes hechas de uno o más materiales no magnéticos. Dicha una o más partes magnetizables sirven para dirigir y concentrar el campo magnético generado por uno o más imanes permanentes del conjunto (6) de imán

permanente giratorio (PMA). La una o más partes magnetizables están hechas de uno o más materiales magnéticos blandos, es decir, materiales que tienen una alta permeabilidad magnética (expresada como Newton por amperio cuadrado, $N \cdot A^{-2}$) y baja coercitividad (expresada en Amperios por metro, $A \cdot m^{-1}$) para permitir una magnetización y desmagnetización rápidas. La permeabilidad está preferiblemente entre aproximadamente 2 y aproximadamente 1,000,000, más preferiblemente entre aproximadamente 5 y aproximadamente 50,000 $N \cdot A^{-2}$ y aún más preferiblemente entre aproximadamente 10 y aproximadamente 10.000 $N \cdot A^{-2}$. La coercitividad suele ser inferior a 1000 $A \cdot m^{-1}$. El uno o más materiales magnéticos blandos descritos en este documento incluyen hierro puro (de hierro recocido y hierro de carbonilo), níquel, cobalto, ferritas blandas como ferrita de manganeso y zinc o ferrita de níquel y zinc, aleaciones de níquel y hierro (como materiales de tipo permalloy), aleaciones de cobalto-hierro, hierro de silicio y aleaciones de metales amorfos como Metglas® (aleación de hierro-boro), preferiblemente hierro puro y hierro de silicio (acero eléctrico), así como aleaciones de hierro cobalto y níquel (materiales de tipo permalloy), que exhiben una alta permeabilidad y una baja coercitividad. Además del uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn) descritos aquí, solos o combinados con una o más partes hechas de uno o más materiales magnetizables (Y1, Y2, Y3,... Yn), y/o una o más partes hechas de uno o más materiales no magnéticos, el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) descrito aquí puede comprender una placa magnética grabada tal como las descritas por ejemplo en WO 2005/002866 A1 y WO 2008/046702 A1, para modificar localmente el campo magnético de uno o más imanes permanentes. El grabado influye en el campo magnético generado por uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn) para producir el OEL deseado. En una realización, el grabado representa al menos parte del OEL deseado y se reproduce en las partículas de pigmento magnético o magnetizable bajo la influencia del campo magnético giratorio generado por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA).

Las realizaciones de al menos uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3... Mn), las una o más piezas opcionales hechas de material magnetizable (Y1, Y2, Y3... Yn), las una o más piezas opcionales hechas de material no magnético no están de ninguna manera limitadas a las realizaciones particulares descritas anteriormente. Dependiendo del OEL deseado, son posibles otras realizaciones, siendo la única limitación el espacio físico disponible para el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) dentro del aparato de la invención descrito aquí.

El conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) descrito en el presente documento se puede construir a partir de una carcasa que lleva uno o más huecos o agujeros en los cuales el uno o más imanes permanentes (M1, M2, M3,... Mn), la una o más partes hechas de uno o más materiales magnetizables (Y1, Y2, Y3,... Yn) cuando están presentes, y la una o más partes hechas de uno o más materiales no magnéticos cuando están presentes, se insertan en una disposición adecuada para generar el OEL deseado. La carcasa opcional está hecha de uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en materiales no magnéticos, materiales magnéticos blandos, materiales magnéticos permanentes y mezclas de los mismos. Preferiblemente, la carcasa opcional está hecha de materiales no magnéticos, bajos o no conductores. Pueden ser los mismos que los utilizados para construir el portapiezas (1a, 1b), el soporte (3a, 3b) y el portapiezas (5a, 5b) de imán o un material diferente seleccionado del mismo grupo. Preferiblemente, la carcasa opcional tiene la forma externa de un disco o de un polígono regular, para equilibrar correctamente las fuerzas mecánicas durante el giro. Alternativamente, la carcasa opcional puede tomar la forma de un polígono irregular o de cualquier cuerpo irregular y el equilibrio mecánico puede establecerse equilibrando pesos.

Como se muestra en la Fig. 1 y 2, el aparato de la invención descrito en la presente comprende un portapiezas (5a, 5b) de imán. El conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) se fija en el rebaje del portapiezas (5a, 5b) de imán mediante una fuerza de fricción simple, pegando o utilizando uno o más tornillos laterales hechos de un material no magnético de baja conductividad o un material no conductor, o por cualquier otro medio conocido por alguien experto en la técnica.

En una realización representada en la Fig. 1, el portapiezas (5a) de imán soporta el eje requerido para acoplar de forma separable el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) al motor (2a).

En otra realización representada en la figura 2, el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) está acoplado de forma separable al portapiezas (1b) mediante interacción magnética entre la parte (2c) de rotor colocada en el soporte (3b) y la parte (2b) del estator colocada en el portapiezas (1b). En este caso, el portapiezas (5b) de imán puede mecanizarse para proporcionar un rebaje superior sobre el que se fija el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y una cavidad inferior que aloja el elemento (7) en forma de anillo magnetizable, el rodamiento (4) y la parte (2c) del rotor del motor eléctrico. Tal disposición se representa en la Fig. 16.

Preferiblemente, el portapiezas (5a, 5b) de imán tiene la forma externa de un disco o de un polígono regular, para equilibrar correctamente las fuerzas mecánicas durante el giro.

Los materiales adecuados para el portapiezas (5a, 5b) de imán pueden ser los mismos que los utilizados para la carcasa opcional del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA), el portapiezas (1a, 1b) y el soporte opcional (3a, 3b), o un material diferente seleccionado del mismo grupo.

De acuerdo con la Fig. 1 y 2, el portapiezas (5a, 5b) de imán se fija al soporte (3a, 3b) a través de un rodamiento (4) mecánico. Los ejemplos típicos de rodamientos mecánicos incluyen, sin limitación, rodamientos (o casquillos),

rodamientos de rodillos (particularmente rodamientos de agujas) y rodamientos de bolas. Particularmente preferidos son los rodamientos de bolas.

Los rodamientos de bolas adecuados se seleccionan del grupo que consiste en rodamientos de ranura de llenado, en los que la geometría de la caja limita las bolas en la dirección radial, pero las deja moverse libremente en la dirección axial, y los rodamientos de tipo Conrad, en los que las bolas están limitadas en las direcciones axial y radial, lo que les permite soportar cargas radiales y axiales. Se prefieren los rodamientos de tipo Conrad ya que el aparato descrito aquí es adecuado para instalarse en las ranuras de montaje circunferenciales de un cilindro magnético giratorio (RMC), la rotación de dicho cilindro magnético giratorio (RMC) genera fuertes fuerzas giroscópicas dentro del aparato de la invención descrito aquí.

Preferiblemente, los rodamientos de bolas descritos en este documento se seleccionan del grupo que consiste en rodamientos metálicos, rodamientos híbridos de metal y cerámica y rodamientos de plástico. En una construcción de metal, la jaula, las pistas y las bolas del rodamiento están hechas de un metal o una aleación de metal. Los materiales metálicos o las aleaciones metálicas incluyen, sin limitación, aceros austeníticos como acero inoxidable, aluminio, titanio, tungsteno, latón y cobre. En un rodamiento híbrido de metal-cerámica, la caja y las pistas del rodamiento están hechas de metal, generalmente acero inoxidable o titanio, y las bolas están hechas de un material cerámico. Los materiales cerámicos comúnmente utilizados incluyen, sin limitación, óxido de aluminio (corindón), nitruro de silicio, carburo de silicio, carburo de tungsteno y óxido de silicio (vidrio), de los que se prefiere particularmente el nitruro de silicio. En un rodamiento de plástico, la jaula y las pistas están hechas del mismo material plástico, y las bolas están hechas de la misma o de un material diferente. Plásticos adecuados para fabricar la jaula y las pistas del rodamiento incluyen, sin limitación, poliamidas (como Nylon®), resinas fenólicas (como fenol-formaldehído o Bakelite®), poliacetales (también conocidos como POM, es decir, polioximetilenos), polipropileno, polietileno, perfluorados el polietileno (como PTFE o Teflon®) y los materiales adecuados para fabricar las bolas pueden ser los mismos que los usados para la jaula y el anillo, o pueden incluir otros materiales, como el vidrio.

Con el objetivo de reducir la fricción dentro del rodamiento, se pueden usar agentes lubricantes. Tales agentes lubricantes incluyen, sin limitación, aceites minerales, aceites vegetales, aceites sintéticos, grasas, grasas de silicona y grasas de fluoropolímeros.

De acuerdo con una realización representada en la Fig. 1, el aparato comprende un portapiezas (1a) y un motor (2a) BLDC en forma de disco. En esta realización, el acoplamiento giratorio entre el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y el motor (2a) BLDC en forma de disco se logra mecánicamente usando un eje que es parte de un portapiezas (5a) de imán y un hueco correspondiente en la parte del rotor del motor (2a) BLDC en forma de disco.

En una realización preferida, el motor (2a) BLDC en forma de disco tiene una parte del estator orientada hacia abajo del portapiezas (1a) y una parte del rotor orientada hacia fuera y rodeando la parte del estator, como se representa en la figura 1, dicha parte del rotor está equipada con un rebaje que se adapta de forma desmontable al eje que está conectado al soporte del imán (5a).

En otra realización, el motor (2a) BLDC en forma de disco tiene una parte del rotor orientada hacia abajo del portapiezas (1a) y una parte del estator que mira hacia fuera, la parte inferior del rotor está equipada con un eje que pasa por la parte superior parte del estator y está conectada de manera desmontable al extremo de acoplamiento del eje del soporte magnético como se describió previamente. El motor (2a) BLDC en forma de disco puede tener una parte central del rotor y dos partes del estator, una hacia abajo del portapiezas (1a) y la otra hacia afuera. En tal caso, la parte del rotor está equipada con un eje que pasa a través de la parte superior del estator y está conectada de forma desmontable al extremo de acoplamiento del eje del portapiezas (5a) de imán como se describió previamente.

En otra realización, el motor (2a) BLDC en forma de disco es un motor del tipo utilizado en las unidades de CD o DVD, que están diseñadas para suministrar un par elevado en dimensiones mecánicas pequeñas. La construcción de este motor es análoga al motor representado en la Fig. 3. La parte del rotor, que está alejada del portapiezas (1a), soporta un mecanismo que proporciona un acoplamiento extraíble del soporte del imán (5a). Este mecanismo puede ser del tipo "bolas y resortes" (como en KR 1997076854 A), o de tipo "pinzas y resortes" (como en JP 2008181622 A o JP 3734347 B2), o de un tipo de fricción simple (como se describe en el documento JP 2003168256 A), o de cualquier tipo conocido en la técnica.

En una realización particular del rodamiento del motor (2a) BLDC en forma de disco, el rodamiento es de tipo híbrido Conrad, de sección delgada, de gran diámetro y está montado en la periferia exterior del rotor. Este tipo de rodamientos generalmente comprende una jaula y pistas hechas de acero inoxidable o titanio, y bolas hechas de nitruro de silicio u otro material cerámico. Esta realización puede ser particularmente ventajosa cuando el portapiezas (1a) comprende un sistema de fijación central (tornillo estándar, tornillo Allen o perno) que debe permanecer accesible para fijar de forma desmontable el portapiezas (1a) en la ranura de montaje circunferencial de un cilindro magnético giratorio (RMC) o en el rebaje de montaje de una unidad de impresión de plataforma. En tal caso, la parte del estator del motor (2a) BLDC en forma de disco comprende un agujero central para dar acceso al sistema de fijación. El diámetro del orificio está entre 5 mm y 20 mm, preferiblemente entre 7 mm y 15 mm, incluso más preferiblemente entre 8 mm y 12 mm.

La unidad de control de corriente (CCU) tiene una configuración que depende de la construcción del motor. Se coloca en la misma placa de circuito que el motor (2a) o en una placa separada.

En la realización representada en la figura 1, el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) está posicionado en el portapiezas (5a) de imán, comprendiendo dicho portapiezas (5a) de imán un eje que se puede acoplar separablemente a un rebaje correspondiente en la parte del rotor del motor (2a). Se puede usar cualquier configuración del eje y del rebaje correspondiente conocido en la técnica. Las formas de realización adecuadas del eje y del rebaje correspondiente en el rotor se pueden encontrar en "Mechanisms and Mechanical Devices Sourcebook" (Neil Sclater, McGraw-Hill, 5ª Edición, páginas 311-317). Se prefieren un eje que comprende estrías cuadradas, triangulares o poligonales con un rebaje de la forma correspondiente en el rotor, un eje que comprende estrías de lados rectos (generalmente 6, 8 o 10) y ranuras correspondientes en el rebaje del rotor, un rodamiento de eje cilíndrico ranuras longitudinales (generalmente dos, tres o cuatro) y estrías correspondientes en el rebaje del rotor, un eje cilíndrico con estrías de paso pequeño y un orificio cilíndrico correspondiente que comprende un revestimiento de material elastomérico en el rotor, un eje que comprende estrías de forma involuta y ranuras correspondientes en el rebaje del rotor, y un eje que comprende dientes de acoplamiento periféricos y muescas correspondientes en el rebaje del rotor. En el caso en que el eje tenga dientes de siembra de paso bajo y el rebaje del rotor esté revestido con un material elastomérico, el eje se estrecha ventajosamente para simplificar el acoplamiento. Con el objetivo de simplificar el acoplamiento, otras realizaciones también pueden comprender partes cónicas o achaflanadas, como estrías, ranuras o dientes y similares.

En tal caso, el rebaje del rotor tiene preferiblemente una forma poligonal cuadrada, triangular, poligonal o regular y el eje tiene una forma correspondiente. La sección del rebaje del rotor se elige para permitir un acceso fácil al sistema de fijación del portapiezas (1a) a través del orificio central del estator.

En una realización, el rodamiento (4) que sostiene de manera giratoria el portapiezas (5a) de imán y el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) pueden colocarse en la periferia externa del portapiezas (5a) de imán, permitiendo así una un diseño más compacto pero también reduce ligeramente el diámetro del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y el área del OEL.

De acuerdo con una realización representada en la figura 2, el aparato comprende un portapiezas (1b) y la parte (2b) de estator de un motor eléctrico. La parte (2c) del rotor del motor está comprendida dentro del soporte del imán (5b) fijado de forma espiratoria a través del rodamiento (4) en la cavidad (3b) del soporte. El acoplamiento giratorio entre el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y el portapiezas (1b) se logra a través de interacción magnética entre la parte (2c) de rotor y la pieza de polo de la parte (2b) de estator dispuesta en el portapiezas (1b)

El rotor (2c) comprende una o más partes hechas de un material magnético fuerte tal como los descritos anteriormente para la una o más partes (M1, M2, M3..Mn) del conjunto de imanes permanentes (PMA). Preferiblemente, el rotor (2c) comprende uno o más imanes NdFeB o CoSm. El rotor (2c) interactúa magnéticamente con las bobinas de alambre magnético del estator (2b) para establecer el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) en el giro.

Tal como se usa en el presente documento, el término "conjunto de enrollamiento" se refiere a una pluralidad de bobinas de alambre magnético que están conectadas para proporcionar la parte de estator de un motor eléctrico. Preferiblemente, el conjunto de enrollamiento comprende dos o más bobinas de hilo de imán.

La construcción del rotor (2c) depende de la configuración del conjunto de bobinado del estator (2b) y de la forma en que se dirige con corriente eléctrica por la unidad de control de corriente (CCU). Para obtener un par neto de un motor eléctrico, el producto de interacción de los campos magnéticos generados por el conjunto de bobinado del estator (2b) y los imanes permanentes del rotor (2c), integrado entre cero y 2π , debe ser diferente de cero.

La parte (2b) de estator está hecha de una pieza de polo que comprende al menos dos o más núcleos de hierro, un conjunto de enrollamiento y una unidad de control de corriente opcional (CCU). Tal disposición se representa en la figura 15, donde la pieza de polo (27) tiene cuatro núcleos (28) y una unidad de control de corriente que comprende un sensor de efecto Hall (29). La pieza de polo y los dos o más núcleos de la parte (2b) del estator sirven para dirigir e intensificar el flujo magnético B generado por el campo magnético H de las bobinas de los imanes del estator, de acuerdo con la fórmula $B = \mu * H$, donde μ es la permeabilidad magnética (expresada en Newton por Ampere cuadrado, $N \cdot A^{-2}$) del material que compone la pieza de polo y los dos o más núcleos. La pieza de polo y los dos o más núcleos del estator (2b) están hechos independientemente de uno o más materiales seleccionados del mismo grupo como se describe anteriormente para la una o más partes magnetizables (Y1, Y2, Y3... Yn) del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA). La pieza de polo y los al menos dos o más núcleos del estator (2b) pueden estar hechos en forma de una pieza monolítica de material magnetizable. Preferiblemente y con el objetivo de reducir las pérdidas por corrientes parásitas, la pieza de polo y los dos o más núcleos descritos aquí están hechos de piezas interrumpidas de uno o más metales magnetizables, aleaciones metálicas o combinaciones de los mismos, tales como láminas laminadas de acero eléctrico (acero de transformador aleación de hierro y silicio con 1 a 4% de contenido de silicio). Las láminas laminadas pueden estar además eléctricamente aisladas entre sí. En otra realización, la pieza de polo y los dos o más núcleos del estator (2b) pueden estar hechos de un compuesto plástico o un compuesto de caucho que contiene un polvo metálico magnetizable, tal como por ejemplo polvo de carbonilo-hierro, en una matriz de plástico sólido aislante

eléctrico o matriz de caucho. Los ejemplos típicos incluyen, sin limitación, resinas epoxídicas rellenas de carbonilo-hierro y resinas acrílicas rellenas de polvo de permalloy. La ventaja de tales materiales compuestos es la facilidad de producción en masa, mediante moldeado simple o fundición, de la pieza de polo y los dos o más núcleos del estator (2b); su desventaja es la permeabilidad magnética alcanzable algo inferior.

El conjunto de bobinado del estator (2b) comprende dos o más bobinas de alambre magnético que están enrolladas alrededor de los dos o más núcleos de la pieza de polo del estator (2b) usando un alambre magnético estándar que tiene un núcleo de cobre o aluminio y una o más capas aislantes. Preferiblemente, el hilo de imán es del tipo de "autoadhesión", lo que significa que las capas aislantes están cubiertas con una capa de adhesivo termoplástico que puede activarse mediante calor (aire caliente u horno) o mediante disolventes apropiados. Esto permite la producción de bobinas autoestables de alambre magnético mediante una simple cocción o exposición al solvente después de su bobinado en una forma apropiada.

Los cables del conjunto de bobinado del estator (2b) están conectados a una unidad de control de corriente externa (CCU). Preferiblemente, los cables del ensamblaje de bobinado del estator están interconectados para formar un circuito de motor trifásico (U, V, W + Común) del tipo "estrella" (o "Y") o "delta", como se muestra en Fig. 4.

La unidad de control de corriente (CCU) está dispuesta preferiblemente cerca de la parte (2b) de estator del motor eléctrico, por ejemplo, en la misma placa de circuito, o en una placa separada.

La distancia de separación entre el rotor (2c) y las bobinas de alambre magnético del estator (2b) debe ser lo más pequeña posible para maximizar el flujo magnético entre el estator (2b) y el rotor (2c). Típicamente, dicha distancia de separación tiene un valor entre 0,1 mm y 3 mm, preferiblemente entre 0,3 mm y 1 mm.

Dado que el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y el rotor (2c) están muy cerca el uno del otro, se puede insertar un elemento en forma de anillo (7 en la Fig. 2) hecho de uno o más materiales magnetizables entre el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y el rotor (2c) para concentrar las líneas de campo en las proximidades del rotor (2c) y minimizar las interferencias magnéticas entre el rotor (2c) y el conjunto de imán permanente giratorio PMA (6). El uno o más materiales magnetizables descritos en este documento para el elemento (7) en forma de anillo se seleccionan del grupo que consiste en hierro puro (de hierro recocido y hierro carbonílico), níquel, cobalto, ferritas blandas como ferrita de manganeso y zinc o níquel-cinc ferrita, aleaciones de níquel y hierro (como los materiales de tipo permalloy), aleaciones de hierro cobalto, hierro de silicio (acero eléctrico) y aleaciones de metales amorfos como Metglas® (aleación de hierro y boro). Los preferidos son hierro puro y hierro de silicio. El grosor del elemento (7) en forma de anillo depende del material seleccionado y de la resistencia de los imanes, y debe ser suficiente para minimizar las interferencias magnéticas entre el rotor (2c) y el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA), pero no demasiado alto ya que el espacio disponible dentro del aparato es limitado. Dicho espesor está preferiblemente entre 0,1 mm y 5 mm, más preferiblemente entre 0,3 mm y 3 mm, y aún más preferiblemente entre 0,5 mm y 1 mm.

De acuerdo con la realización de la Fig. 2, los materiales preferidos para el rodamiento (4) son los que son no magnéticos y bajos o no conductores, con el fin de evitar o minimizar la formación de corrientes parásitas causadas por la proximidad del rodamiento (4) al conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y al rotor (2c). Por lo tanto, se prefieren los rodamientos híbridos de metal y cerámica y los rodamientos de plástico. Los rodamientos híbridos de metal-cerámica son más preferidos, ya que logran un equilibrio entre la resistencia al desgaste a largo plazo y la baja conductividad. Se prefieren particularmente los rodamientos híbridos de metal y cerámica con una jaula y pistas de acero inoxidable o titanio, y bolas de nitruro de silicio o carburo de silicio.

En una realización preferida, el rodamiento (4) se puede colocar ventajosamente en la periferia exterior del elemento (7) con forma de anillo magnetizable, permitiendo así un diseño más compacto sin reducir el diámetro del conjunto de imán permanente giratorio (PMA). En esta realización, un rodamiento particularmente preferido es un rodamiento de bolas híbrido de tipo Conrad que comprende una jaula y pistas hechas de un metal no magnético, poco conductor como acero inoxidable o titanio, y bolas de cerámica como nitruro de silicio o carburo de silicio.

El portapiezas (5b) de imán que lleva el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA), el elemento de forma de anillo (7) magnetizable, el rotor (2c) y el rodamiento (4) está fijado de manera giratoria a un cubo de la cavidad cilíndrica del soporte (3b). El cubo puede elevarse desde la parte inferior cercana del soporte (3b) o descender desde la parte superior cercana del soporte (3b), lo que permite minimizar el espacio entre el rotor (2c) y el estator (2b). Alternativamente, el cubo puede fijarse tanto a una parte inferior cerrada como a una parte superior cercana del soporte (3b) para aumentar la robustez del aparato descrito en este documento.

Como se muestra en la figura 7, el estator (17) se inserta en el portapiezas (18) de tal manera que hace posible unir de forma separable al portapiezas (18) un soporte que comprende un conjunto de imán (19) permanente giratorio destinado a generar campos magnéticos rotativos, o un conjunto de imán permanente no giratorio (20) destinado a generar campos magnéticos estáticos. La figura 7 indica además cómo pueden instalarse uno o más conjuntos de imanes permanentes (19) para generar campos magnéticos giratorios y uno o más conjuntos de imanes permanentes no giratorios (20) destinados a generar campos magnéticos estáticos en el mismo cilindro (21) magnético giratorio del

equipo de impresión. Aquí, el cilindro (21) magnético giratorio se muestra girando alrededor del eje x mientras el conjunto de imán (19) permanente giratorio gira alrededor del eje z.

Como se muestra en la figura 1 y 2, así como en la figura 7, el aparato descrito aquí puede cerrarse por una tapa no giratoria (8) cuya forma externa se adapta a la perfección a la superficie externa del cilindro magnético giratorio o de la unidad de impresión de plataforma plana en la que puede incorporarse dicho aparato. El aparato descrito en este documento puede insertarse en una ranura de montaje circunferencial del cilindro magnético giratorio (RMC) o en un rebaje de montaje de una unidad de impresión de plataforma de tal manera que genere una superficie de soporte sin costura para el sustrato que lleva la humedad y aún no composición de revestimiento endurecido que contiene partículas de pigmento magnéticas o magnetizables. El material utilizado para hacer la tapa (8) se selecciona del grupo que consiste en plásticos y polímeros de ingeniería, titanio, aleaciones de titanio y aceros no magnéticos. La tapa puede comprender ventajosamente además uno o más imanes estáticos, en particular una placa magnética grabada, como se describe, por ejemplo, en los documentos WO 2005/002866 A1 y WO 2008/046702 A1. Dicha placa grabada puede estar hecha de hierro o, alternativamente, de un material plástico en el que se dispersan partículas magnéticas (tales como, por ejemplo, plastoferrita). De esta forma, el OEL producido por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) puede superponerse con un patrón de línea fina magnéticamente inducido, como un texto, una imagen o un logotipo. La tapa (8) puede fijarse al soporte (3a, 3b) de cualquier manera conocida en la técnica, tal como atornillar (tornillo estándar, tornillo Allen o perno), remachar o pegar. En una realización preferida, la tapa (8) está pegada al soporte (3a, 3b), para aumentar la fiabilidad del aparato descrito en este documento.

La frecuencia de giro del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) se elige preferiblemente de modo que experimente al menos una revolución completa en el curso de la exposición de las partículas de pigmento magnético o magnetizable al campo magnético giratorio. El conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) girará al menos una vez durante una revolución completa para asegurar que se produce una orientación agregada rotacionalmente simétrica de las partículas de pigmento magnético o magnetizable para dar como resultado el OEL deseado.

Cuando el aparato de la invención descrito aquí es parte de un cilindro magnético giratorio (RMC) para orientar partículas de pigmento magnéticas o magnetizables de la composición de revestimiento impresa, la frecuencia de giro requerida depende de la velocidad de impresión del equipo de impresión o recubrimiento que comprende dicho cilindro magnético giratorio (RMC), en la posición del dispositivo de endurecimiento y en la construcción del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA). La velocidad de rotación de la periferia exterior del cilindro magnético giratorio (RMC), y por lo tanto la velocidad de movimiento del sustrato en la dirección de la máquina, y la frecuencia de giro del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) se establecen de manera que el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) realiza al menos una revolución completa (360°) mientras que la parte del sustrato que lleva la composición de revestimiento está en el cilindro magnético giratorio (RMC) y por lo tanto expuesto al campo magnético giratorio generado. La parte de la composición de revestimiento expuesta al campo magnético giratorio permanece estacionaria con relación al cilindro magnético giratorio (RMC) para garantizar la calidad del OEL. En una realización, el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) realiza al menos una revolución completa (360°) durante la aplicación del campo magnético giratorio a las partículas de pigmento magnético o magnetizable como el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y el sustrato se mueve en la dirección de la máquina a la misma velocidad. Para velocidades de impresión industrial típicas de al menos 8000 hojas por hora, típicamente 8'000 a 10'000 hojas por hora, la frecuencia de giro requerida es preferiblemente al menos aproximadamente 50 Hz, más preferiblemente al menos aproximadamente 30 Hz, e incluso más preferiblemente a al menos alrededor de 50 Hz.

Cuando el aparato de la invención descrita aquí es parte de una unidad de impresión de plataforma, la frecuencia de giro requerida del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) depende de la velocidad de impresión (en hojas por hora) de dicha impresión plana unidad, en la posición del dispositivo de endurecimiento y en la construcción del conjunto (6) de imanes permanentes (PMA). La frecuencia de giro del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) se establece de manera que el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) realice al menos una revolución completa mientras que la parte del sustrato que lleva la composición de revestimiento está sobre la unidad de impresión de plataforma que comprende uno o más aparatos de la invención, y por lo tanto expuesta al campo magnético giratorio generado. Para velocidades de impresión industrial típicas de 100-300 hojas por hora, la frecuencia de giro requerida es preferiblemente al menos alrededor de 0.5 Hz, más preferiblemente al menos alrededor de 5 Hz, e incluso más preferiblemente al menos alrededor de 20.

El aparato descrito en este documento tiene una superficie para ponerse en contacto con, o cerca de, una superficie de sustrato que lleva una composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables. El alimentador de sustrato alimenta el sustrato (bajo la forma de una banda o láminas) para exponer las partículas de pigmento magnético o magnetizable dispersadas en la composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida al campo magnético giratorio producido por el conjunto de imán permanente giratorio (PMA) (6). Para este fin, las partículas de pigmento magnético o magnetizable deben acercarse suficientemente al campo magnético giratorio de modo que la intensidad de campo local del campo magnético sea lo suficientemente alta como para orientar de forma agregada las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables para producir el deseado OEL. Preferiblemente, la distancia entre el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y la composición de revestimiento que comprende las partículas de pigmento magnético o magnetizable está entre 0.1 y 10 mm, preferiblemente entre 0.2 y 5 mm, más preferiblemente entre 0.5 y 3 mm.

El dispositivo está construido preferiblemente de tal manera que el eje de giro z del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) es sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato. Un campo magnético giratorio de un patrón deseado es generado por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA). El campo magnético giratorio actúa sobre las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables dispersadas en la composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida para orientar de forma agregada las partículas con el fin de producir el OEL deseado. Tras la exposición de las partículas de pigmento magnético o magnetizable al campo magnético giratorio, se obtienen efectos ópticos rotatoriamente simétricos que dependen de la configuración del conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA). Se divulgan ejemplos de efectos en las solicitudes de patente europea en trámite 13150694.1 y 13150693.3.

El cilindro magnético giratorio (RMC) que comprende uno o más aparatos de la invención descrita aquí es preferiblemente parte de una prensa de impresión rotatoria continua. La composición de revestimiento se aplica mediante un proceso de impresión seleccionado del grupo que consiste en serigrafía, impresión en huecograbado, impresión en rotograbado e impresión flexográfica. Preferiblemente, la composición de revestimiento se aplica mediante un proceso de serigrafía.

WO 2008/102303 A1 La Fig. 1 representa esquemáticamente una prensa de serigrafía que comprende un cilindro magnético giratorio (RMC) de acuerdo con el segundo aspecto de la invención descrita aquí. La prensa de imprimir incluye un alimentador de sustrato que alimenta el sustrato bajo la forma de hojas a un grupo de serigrafía donde se aplican patrones específicos de una composición de revestimiento al sustrato por medio de uno o más cilindros de serigrafía colocados en sucesión a lo largo del recorrido de impresión de las hojas. Las láminas recién impresas que llevan la composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida se transportan al cilindro magnético giratorio (RMC) que comprende uno o más aparatos del primer aspecto de la invención (como se describe en las Figuras 1 y 2), en el que las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables de la composición de revestimiento están orientadas de forma agregada por los conjuntos (6) permanentes giratorios (PMA). Las hojas se transportan luego corriente abajo a la unidad de endurecimiento, donde las partículas de pigmento orientadas magnéticas o magnetizables se congelan en un estado sustancialmente orientado u orientado. Preferiblemente, la unidad de endurecimiento es una unidad de curado UV. Preferiblemente, la unidad de endurecimiento está dispuesta sobre el cilindro magnético giratorio (RMC), como se describe en los documentos WO 2012/038531 A1 o EP 2433798 A1, de modo que la composición de revestimiento se endurece al menos parcialmente mientras el sustrato que lleva la composición de revestimiento está en contacto con el cilindro magnético giratorio (RMC). Una unidad de endurecimiento subsiguiente (curado por radiación, preferiblemente curado por UV, infrarrojo y/o calor) puede disponerse más corriente abajo para proporcionar el endurecimiento completo de la composición de revestimiento. Se pueden encontrar detalles adicionales con respecto a las prensas de serigrafía en los documentos EP 0723864 A1, WO 97/29912 A1, WO 2004/096545 A1 y WO 2005/095109 A1.

Subsiguientemente o parcialmente simultáneamente (como se describe en el documento WO 2012/038531 A1) con la orientación de las partículas de pigmento magnético o magnetizable por el campo magnético giratorio generado por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) del aparato descrito aquí, la composición de revestimiento que comprende dichas partículas de pigmento se endurece para fijar o congelar de este modo las partículas de pigmento magnético o magnetizable en el estado sustancialmente orientado u orientado. Por "de forma parcialmente simultánea", se entiende que ambas etapas se realizan parcialmente de forma simultánea, es decir, los tiempos de realización de cada uno de los pasos se superponen parcialmente. En el contexto descrito aquí, cuando el endurecimiento se realiza parcialmente de forma simultánea con la etapa b) de orientación, debe entenderse que el endurecimiento se hace efectivo después de la orientación, de modo que las partículas de pigmento se orientan antes del endurecimiento completo del OEL.

Por lo tanto, para asegurar que la composición de revestimiento se endurece parcialmente simultáneamente con la orientación de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables proporcionadas por uno o más aparatos de la invención descrita aquí, el dispositivo de endurecimiento puede disponerse a lo largo del recorrido del sustrato encima del cilindro magnético giratorio (RMC).

La unidad de impresión de plataforma que comprende uno o más aparatos de la invención descrita aquí es preferiblemente parte de una prensa de impresión discontinua longitudinal. La composición de revestimiento se aplica mediante un proceso de impresión seleccionado preferiblemente del grupo que consiste en serigrafía e impresión en huecograbado. Preferiblemente, la composición de revestimiento se aplica mediante un proceso de serigrafía.

La prensa comprende una pantalla de impresión plana y una placa de impresión para recibir el sustrato bajo la forma de hojas, y una unidad de orientación magnética que comprende uno o más aparatos descritos en este documento (como se describe en las Figuras 1 y 2). La prensa de impresión comprende adicionalmente una unidad de endurecimiento, preferiblemente una unidad de curado UV. La unidad de orientación magnética está dispuesta debajo de la superficie superior de la platina de impresión. El uno o más aparatos de la invención descritos en este documento son concomitantemente móviles desde una primera posición alejada de la superficie superior de la platina de impresión ("posición remota") a una segunda posición cerca de ella ("posiciones cerradas"). La impresión, la

orientación y el endurecimiento de la composición de revestimiento que comprende las partículas de pigmento magnético o magnetizable tienen lugar en la siguiente secuencia:

- 5 • Una hoja se carga manual o automáticamente en la superficie superior de la platina de impresión con el aparato en posición remota.
- La pantalla de impresión se coloca sobre la hoja, y la composición de recubrimiento se aplica en partes seleccionadas de la hoja para formar patrones impresos.
- 10 • La pantalla de impresión se retira, y el uno o más aparatos de la invención descritos en este documento se mueven en posición cercana a la superficie superior de la placa de impresión, en la ubicación de los patrones impresos.
- Los conjuntos de imán permanente giratorio (PMA) (6) orientan de forma agregada las partículas de pigmento magnético o magnetizable de la composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida.
- 15 • Mientras gira, uno o más aparatos descritos en este documento se alejan en posición remota de la platina de impresión.
- La composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida se expone a la unidad de endurecimiento, donde las partículas de pigmento se congelan en un estado sustancialmente orientado u orientado.
- 20

Se pueden encontrar detalles adicionales con respecto al proceso de impresión y orientación de partículas de pigmento magnetizables o magnéticas usando una unidad de impresión de plataforma en el documento WO 2010/066838 A1.

- 25 Preferiblemente, la composición de revestimiento es una tinta o composición de revestimiento seleccionada del grupo que consiste en composiciones curables por radiación, composiciones de secado térmico, composiciones de secado oxidativo y combinaciones de las mismas. De manera particularmente preferible, la composición de revestimiento es una tinta o composición de revestimiento seleccionada del 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 revestimiento después de la exposición a la radiación de curado, evitando cualquier movimiento adicional de las partículas de pigmento y consecuentemente cualquier pérdida de orientación después de la etapa de orientación magnética.
- 30

Según una realización de la invención descrita en este documento, una pluralidad de los aparatos descritos en el presente documento, cada uno comprende un portapiezas (1a, 1b), un motor (2a, 2b+2c), un conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y, de acuerdo con las realizaciones del primer aspecto de la invención, un soporte (3a, 3b) puede fijarse de forma separable adyacente entre sí longitudinal y/o lateralmente en los rebajes de montaje de una máquina de serigrafía de superficie plana, como se describe en WO 2010/066838 A1, o en ranuras de montaje circunferenciales de un cilindro magnético giratorio (RMC), como se describe en el documento WO 2008/102303 A2. Cada una de la pluralidad de aparatos descritos en este documento es capaz de orientar de forma agregada las partículas de pigmento magnético o magnetizable de la composición de revestimiento húmeda y aún no endurecida de acuerdo con el patrón definido por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) y la placa de grabado opcional comprendida en la tapa, creando de este modo una pluralidad de OEL individuales. Los OEL individuales estarán separados, pero adyacentes entre sí, a lo largo de la anchura y la longitud del sustrato, de acuerdo con la separación y la disposición de los aparatos aquí descritos.

Opcionalmente, una placa de cubierta según WO2008/102303A2, hecha de un material no magnético tal como acero austenítico, aluminio, titanio o un plástico o polímero de ingeniería, puede usarse para cubrir los aparatos de la invención descrita aquí. Esto asegura que la superficie del cilindro magnético giratorio (RMC) es sustancialmente uniforme y que las hojas o la banda alimentadas desde el sustrato se transfieren sin problemas a la superficie del cilindro magnético giratorio (RMC). Ventajosamente, la placa de cubierta puede estar provista de aberturas en las ubicaciones correspondientes a la posición de los aparatos de la invención descrita aquí.

El alimentador de sustrato está configurado para alimentar las hojas o banda y el cilindro magnético giratorio (RMC) está configurado para rotar de tal manera que, siempre que la parte del sustrato que lleva la composición húmeda y aún no endurecida esté en contacto con el cilindro magnético giratorio (RMC), es estacionario con respecto al conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA). Mediante el endurecimiento posterior, parcialmente simultáneo o parcialmente simultáneo de la composición de revestimiento que comprende las partículas de pigmento orientadas magnéticas o magnetizables, se produce una matriz de OEL individuales en la lámina o banda.

Si el operador del equipo de impresión desea producir otros efectos ópticos generados por campos magnéticos estáticos, debido a que el portapiezas (1a, 1b) está acoplado extraíblemente a la base del cilindro magnético giratorio (RMC) o la unidad de impresión de plataforma, es posible reemplazar fácilmente uno o más conjuntos de imanes permanentes giratorios (PMA) (6) como se describe en este documento con uno o más conjuntos de imanes permanentes no giratorios (PMA) como se conoce en la técnica. También puede ser posible instalar uno o más aparatos descritos en el presente documento y uno o más aparatos que comprenden conjuntos de imanes

permanentes no giratorios (PMA) en el mismo cilindro magnético giratorio (RMC) o en la misma unidad de impresión de plataforma.

5 Los métodos y aparatos descritos en este documento son particularmente adecuados para hacer capas de efectos ópticos en el campo de las aplicaciones de seguridad, cosméticas y/o decorativas. De acuerdo con una realización, el sustrato descrito en este documento es un documento de seguridad tal como los descritos anteriormente en este documento.

10 También se describen en este documento los usos del aparato descrito en este documento para hacer una capa de efecto óptico sobre el sustrato, siendo dicho sustrato preferiblemente un documento de seguridad.

15 También se describen en este documento métodos para proteger un documento de seguridad, dicho método comprende las etapas de i) aplicar, preferiblemente mediante un proceso de impresión descrito en este documento, la composición de revestimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables descritas aquí sobre el sustrato descrito aquí, ii) exponer la composición de revestimiento al campo magnético giratorio de los aparatos descritos en este documento para orientar de forma agregada al menos una parte de las partículas de pigmento magnéticas o magnetizables para producir efectos ópticos rotacionalmente simétricos, y iii) endurecer la composición de revestimiento para fijar el material magnético o partículas de pigmento magnetizables en sus orientaciones y posiciones adoptadas.

20 Un aspecto de la presente invención se refiere a documentos de seguridad que comprenden el OEL obtenido por el aparato de la invención descrito en este documento. Cada documento de seguridad puede comprender más de un OEL, es decir, durante el proceso de impresión y orientación, se puede producir más de un OEL en la misma hoja o documento de seguridad.

25 Los documentos de seguridad incluyen, sin limitación, documentos de valor y bienes comerciales de valor. Ejemplos típicos de documentos de valor incluyen, sin limitación, billetes, escrituras, boletos, cheques, cupones, sellos fiscales y etiquetas fiscales, contratos, documentos de identidad como pasaportes, documentos de identidad, visas, permisos de conducir, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas de transacción, documentos o tarjetas de acceso, boletos de entrada, boletos o títulos de transporte público, preferiblemente billetes de banco, documentos que confieren derechos, permisos de conducir y tarjetas de crédito. El término "valor de bien comercial" se refiere a materiales de embalaje, en particular para artículos cosméticos, artículos nutracéuticos, artículos farmacéuticos, alcoholes, artículos de tabaco, bebidas o productos alimenticios, artículos eléctricos/electrónicos, telas o joyas, es decir, artículos que deben protegerse contra la falsificación y/o reproducción ilegal para garantizar el contenido del empaque como, por ejemplo, medicamentos genuinos. Los ejemplos de estos materiales de embalaje incluyen, entre otros, etiquetas, como etiquetas de marca de autenticación, etiquetas de evidencia de manipulación y sellos.

40 Alternativamente, el OEL puede producirse en un sustrato auxiliar tal como, por ejemplo, un hilo de seguridad, banda de seguridad, una lámina, una calcomanía, una ventana o una etiqueta y, en consecuencia, transferirse a un documento de seguridad en una etapa separada.

EJEMPLOS

45 Todos los ejemplos se han llevado a cabo utilizando la tinta de serigrafía curable por UV de la fórmula dada en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1

Oligómero de epoxiacrilato	28%
Monómero de Trimetilolpropano triacrilato	19.5%
Monómero de Tripropilenglicol diacrilato	20%
Genorad 16 (Rahn)	1%
Aerosil 200® (Evonik)	1%
Speedcure TPO-L (Lambson)	2%
Irgacure® 500 (BASF)	6%
Genocure EPD (Rahn)	2%
BYK®-371 (BYK)	2%
Tego Foamex N (Evonik)	2%
partículas de pigmento magnético ópticamente variables de 7 capas en forma de plaquetas (*)	16.5%

(*) partículas de pigmento magnético ópticamente variables de color dorado a verde de un diámetro d50 de aproximadamente 9.5 µm y un espesor de aproximadamente 1 µm, obtenidas de JDS-Uniphase, Santa Rosa, CA.

Ejemplo 1:

5 Un aparato de acuerdo con la invención descrita en este documento se usó para orientar los pigmentos magnéticos ópticamente variables de la tinta detallada en la Tabla 1. Dicho aparato comprende:

10 i) un portapiezas (representado en la Fig. 12) hecho de POM (correspondiente a 1a en la Fig. 1) y que comprende una cavidad rectangular de dimensiones 38x30x8mm (24) en su centro para recibir el motor BLDC en forma de disco i) y la placa base epoxi ii); el portapiezas comprende además

15 ii) una placa base de epoxi de fibra de vidrio (material FR4) que tiene las siguientes dimensiones: 38x30x2 mm y que tiene cuatro almohadillas de cobre para U, V, W y Común (representadas en la Fig. 9); y

20 iii) un motor BLDC en forma de disco trifásico (correspondiente a 2a en la figura 1) que tiene un diámetro externo de 28 mm y un espesor de 6 mm, y que es del tipo 24C (suministrado por NIDEC Corp). Este motor tenía un estator interno de 12 polos enrollado y un rotor magnético permanente externo de 16 polos (también conocido como motor "12N-16P", representado en la figura 8). El patrón de bobinado de las 12 bobinas del estator del cable magnético fue UVWUUVWUUVW, es decir, todas las bobinas pertenecientes a cada fase U, V y W se excitaron en serie en el mismo sentido radial y se conectaron eléctricamente según una estrella trifásica (o Y) configuración (representada en la Fig. 4a), resultando en cuatro conectores externos U, V, W y Común. El rotor en forma de campana de este motor, que consta de 16 imanes permanentes, estaba anclado de manera giratoria en un rodamiento de bolas situado en la parte central del estator. El rotor estaba equipado con un acoplamiento de "pinzas y resortes" para acomodar el portapiezas magnético v) descrito a continuación;

25 iv) un circuito DRV10866 de Texas Instruments, un controlador de motor sin sensores de 5 V, trifásico (representado en la figura 10), en el que U, V y W son las tres fases; COM, GND, VCC y PWM significa Common, Ground, Voltage at Common Collector y Pulse Width Modulation; y M es el motor con forma de disco BLDC;

30 v) un portapiezas de imán (representado en la Fig. 11 y correspondiente a 5a en la Fig. 1) con un diámetro exterior de 31 mm y un espesor de 4,5 mm, mecanizado para proporcionar en un lado un rebaje cilíndrico (22) de 1 mm de profundidad para recibir un conjunto de imán permanente (PMA) destinado a orientar las partículas de pigmento magnético ópticamente variables de la composición de revestimiento impresa descrita en la Tabla 1, y, en el otro lado, una cavidad (23) para acoplar de forma desmontable el portapiezas sobre el "pinzas y resortes" acoplamiento del motor iii);

35 vi) un imán permanente dide polo NdFeB con recubrimiento de níquel correspondiente a (6) en la Fig. 1 (Webcraft GmbH, diámetro: 30 mm de diámetro, espesor: 3 mm) magnetizado a lo largo de su diámetro.

40 El motor BLDC en forma de disco iii) se fijó sobre la placa base ii) y ambos se insertaron en el portapiezas i). El imán permanente vi) se pegó con un pegamento epoxi (UHU 30 min) en el portapiezas del imán v), que se fijó de manera desmontable en el motor iii) a través de su mecanismo de acoplamiento de "pinzas y resortes". Los adaptadores U, V, W y conector común de la placa base se conectaron al controlador del motor iv) de acuerdo con la Fig. 10. La entrada de modulación del ancho de pulso (PWMIN) sirvió para establecer electrónicamente la frecuencia de giro requerida. El controlador del motor iv) se alimentaba externamente con una fuente de alimentación de laboratorio GW Instek GPS-4303 configurada a una tensión de 5V.

45 Se imprimió una muestra cuadrada de 25 mm x 25 mm sobre un papel fiduciario (Louisenthal) con la tinta de serigrafía curable con luz UV de la Tabla 1 con un dispositivo de impresión de serigrafía de laboratorio. El espesor de la capa impresa fue de aproximadamente 20 µm. Mientras la tinta todavía estaba en estado húmedo y aún no endurecido, el aparato descrito anteriormente se colocó 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 30 Hz. La tinta se endureció mientras estaba en el campo de rotación magnética del aparato mediante una exposición de 0.5 s a un LED UV (Phoseon FireFly 395 nm) colocado a una distancia de aproximadamente 50 mm del sustrato por encima de la composición de revestimiento.

55 La imagen fotográfica del OEL resultante, que representa una parte de una esfera, se muestra en la Figura 13.

Ejemplo 2:

60 Un aparato de acuerdo con la invención descrita en este documento se utilizó para orientar los pigmentos magnéticos ópticamente variables de la tinta detallada en la Tabla 1. Dicho aparato comprende:

- i) un portapiezas (representado en la Figura 14) elaborado de POM (que corresponde a 1b en la Figura 2) y que comprende una cavidad (26) cilíndrica en su centro para recibir el estator ii); el portapiezas i) comprende adicionalmente
- 5 ii) un estator representado en la Figura 15, que comprende una pieza (27) de polo de hierro puro (AK STEEL) que lleva cuatro núcleos (28). Los núcleos (28) se enrollaron con cuatro bobinas de alambre magnético que comprendían cada 200 vueltas de alambre de esmalte de cobre de 0.15 mm (POLYSOL 155 1X0,15 MM HG de Distrelec AG). Las bobinas de alambre magnético se conectaron con el fin de conducir el rotor vi) en una secuencia de dos fases al utilizar
- 10 iii) un controlador (29) de motor AH2984 (DIODES Inc.), dicho controlador de motor se coloca entre las bobinas de alambre magnético del estator;
- iv) un soporte (30 en la Figura 16) elaborado de POM, que tiene las siguientes dimensiones: 40x40x10.2mm, y que comprende
- 15 v) un portapiezas magnético Ø35x7mm (31 en la Figura 16), mecanizado en un lado con una ranura (32) que tiene un diámetro de 30 mm y una profundidad de 1 mm para recibir un conjunto de imanes permanentes (PMA) ix) para orientar las partículas de pigmento magnético ópticamente variables de la composición de recubrimiento descrita en la Tabla 1 y, en el otro lado, con una cavidad en forma de anillo (33) que lleva
- 20 vi) un elemento en forma de anillo de hierro puro (AK STEEL) (34) y
- vii) un rotor elaborado de imanes (35) permanentes de disco 12 NdFeB N45 de Ø6x2mm (Webcraft GmbH), magnetizados a lo largo de su grosor y dispuestos en disposición de cuadripolo. Los imanes (35) permanentes del rotor vii) estaban separados por elementos separadores de 2 mm de grosor elaborados de POM (36) y encolados con un pegamento epoxi (UHU 30 min) al elemento (34) en forma de anillo de hierro puro vi). El portapiezas (31) del imán v) se fijó de manera giratoria al soporte (30) iv) a través de
- 25 viii) un rodamiento (37) de tipo Conrad de acero inoxidable/cerámica híbrido que tiene un diámetro externo de 15 mm, un diámetro interno de 10 mm y un grosor de 3 mm, y está equipado con bolas de cerámica de Si₃N₄; el portapiezas (31) de imán v) comprende adicionalmente
- 30 ix) un conjunto de imán permanente (PMA) elaborado de tres imanes NdFeB de dimensiones 5x5x5mm, insertados en tres ranuras de una elaborada de POM y que tiene un diámetro de 30 mm y un grosor de 5 mm. Los imanes permanentes se colocaron a una distancia de 1 mm entre sí y tenían su eje de magnetización a lo largo del diámetro de la carcasa, sus direcciones Sur-Norte eran colineales. El conjunto de imán permanente (PMA) ix) se pegó (UHU 30 min) en la ranura del portapiezas (31) de imán v).
- 35 El estator ii) se pegó en la cavidad cilíndrica del portapiezas i) con una cola epoxi (UHU 30 min). El soporte iv) comprende el conjunto de imanes permanentes (PMA) ix) se insertó en el portapiezas i) y se mantuvo en su sitio mediante la adición de fuerza de fricción e interacción magnética entre el núcleo de hierro del estator ii) y los imanes permanentes del rotor vii). El estator ii) se potenciaba externamente con una fuente de alimentación de laboratorio GW Instek GPS-4303 configurada a un voltaje de 9V y se accionaba a través del controlador de motor iii).
- 40 Se imprimió una muestra cuadrada de 25 mm x 25 mm sobre un papel fiduciario (Louisenthal) con la tinta de serigrafía curable con luz UV de la Tabla 1 con un dispositivo de serigrafía de laboratorio. El grosor de la capa impresa fue de aproximadamente 20 µm. Mientras la tinta todavía estaba en estado húmedo y aún no endurecida, el aparato anterior se colocó 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 conjunto de imán permanente (PMA) era perpendicular a la superficie del sustrato. La tinta se endureció mientras se encontraba en el campo magnético giratorio del dispositivo al quedar expuesta durante 0.5 s a un LED UV (Phoseon FireFly 395 nm) colocada a una distancia de aproximadamente 50 mm del sustrato que lleva la composición de recubrimiento.
- 45 La imagen fotográfica del OEL resultante, que representa un anillo con una protuberancia central, se muestra en la
- 50
- 55 Figura 17.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para producir una capa de efecto óptico (OEL) que comprende:
- 5 un portapiezas (1a, 1b), el portapiezas (1a, 1b) que tiene montado en el mismo:
un motor (2a, 2b+2c); y
un conjunto (6) de imanes permanentes (PMA),
- 10 en el que el motor (2a, 2b+2c) se configura para girar el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA), caracterizado porque el portapiezas (1a, 1b) se configura para ser fijado de manera extraíble a una ranura de montaje circunferencial de un cilindro magnético de rotación (RMC) o a una ranura de montaje de una unidad de impresión de plataforma, y en el que el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) se fija de manera extraíble al portapiezas (1a, 1b).
- 15 2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un soporte (3a, 3b) configurado para fijarse de manera extraíble al portapiezas (1a, 1b), en el que el soporte (3a, 3b) comprende una cavidad (24, 26).
- 20 3. El aparato de cualquier reivindicación precedente, en el que el motor (2a) comprende una parte de rotor y una parte de estator, donde la parte de rotor comprende además una ranura, y el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) se puede acoplar de forma removible a la ranura a través de un eje de transmisión de rotación.
- 25 4. El aparato de la reivindicación 2, en el que el motor comprende una parte (2c) de rotor y una parte (2b) de estator, y en el que la parte (2c) de rotor se dispone dentro de la cavidad (24, 26) del soporte (3b) y la parte del estator (2b) se ubica externa al soporte (3b) y se acopla electromagnéticamente a la parte (2c) del rotor.
- 30 5. El aparato de la reivindicación 4, en el que un elemento (7) en forma de anillo que interactúa con el campo magnético de la parte (2c) de rotor se dispone entre el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) y la parte (2c) de rotor.
- 35 6. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) se fija al soporte (3a, 3b) por un rodamiento (4) para permitir la rotación relativa entre ellos.
7. El aparato de la reivindicación 6, en el que el rodamiento (4) es un rodamiento de tipo Conrad.
- 40 8. Un cilindro magnético giratorio (RMC) que comprende por lo menos uno de los aparatos de cualquier reivindicación precedente montado en el cilindro magnético giratorio (RMC) a través del portapiezas (1a, 1b).
9. Una unidad de impresión de plataforma que comprende por lo menos uno de los aparatos de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 montados en la unidad de impresión de plataforma a través del portapiezas (1a, 1b).
- 45 10. Un método para hacer una capa de efecto óptico (OEL) sobre un sustrato, el método comprende:
proporcionar un sustrato que lleva una composición de recubrimiento húmeda que comprende partículas magnéticas o magnetizables de pigmento;
proporcionar un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 o el cilindro de orientación giratorio (RMC) de la reivindicación 8 o la unidad de impresión de plataforma de la reivindicación 9;
50 orientar las partículas de pigmento magnético o magnetizable de forma agregada por medio de un campo magnético giratorio producido al hacer girar el conjunto (6) de imanes permanentes (PMA) con el motor (2a, 2b+2c) para producir la capa de efecto óptico (OEL); y
endurecer la composición de recubrimiento.
- 55 11. Un método para modificar un cilindro magnético giratorio existente (RMC) o una unidad de impresión de plataforma que tiene conjuntos de imanes permanentes no giratorios (PMA), el método comprende eliminar uno o más montajes de imanes permanentes no giratorios (PMA) de la unidad de impresión de plataforma (RMC) o la unidad de impresión de plataforma y reemplazarlos por uno o más conjuntos de imán permanente (PMA) que se hacen girar, caracterizado porque uno o más conjuntos de imán permanente que se hacen girar (PMA) se fijan de manera extraíble a una ranura de montaje circunferencial del cilindro magnético giratorio (RMC) o una ranura de montaje de la unidad de impresión de plataforma.
- 60 12. Un método para proteger un elemento de seguridad, como un billete de banco, que comprende las etapas de:
- 65 i) aplicar una composición de recubrimiento que comprende partículas de pigmento magnéticas o magnetizables a un sustrato;

5 ii) exponer la composición de recubrimiento a un campo magnético giratorio producido por el conjunto (6) de imán permanente giratorio (PMA) del aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 o el cilindro magnético giratorio (RMC) de la reivindicación 8 o la unidad de impresión de plataforma de la reivindicación 9 para orientar sustancialmente por lo menos parte de las partículas de pigmento magnético o magnético de forma agregada para producir una capa de efecto óptico (OEL);

10 iii) endurecer la composición de recubrimiento para fijar las partículas de pigmento magnético o magnetizable en un estado sustancialmente orientado u orientado.

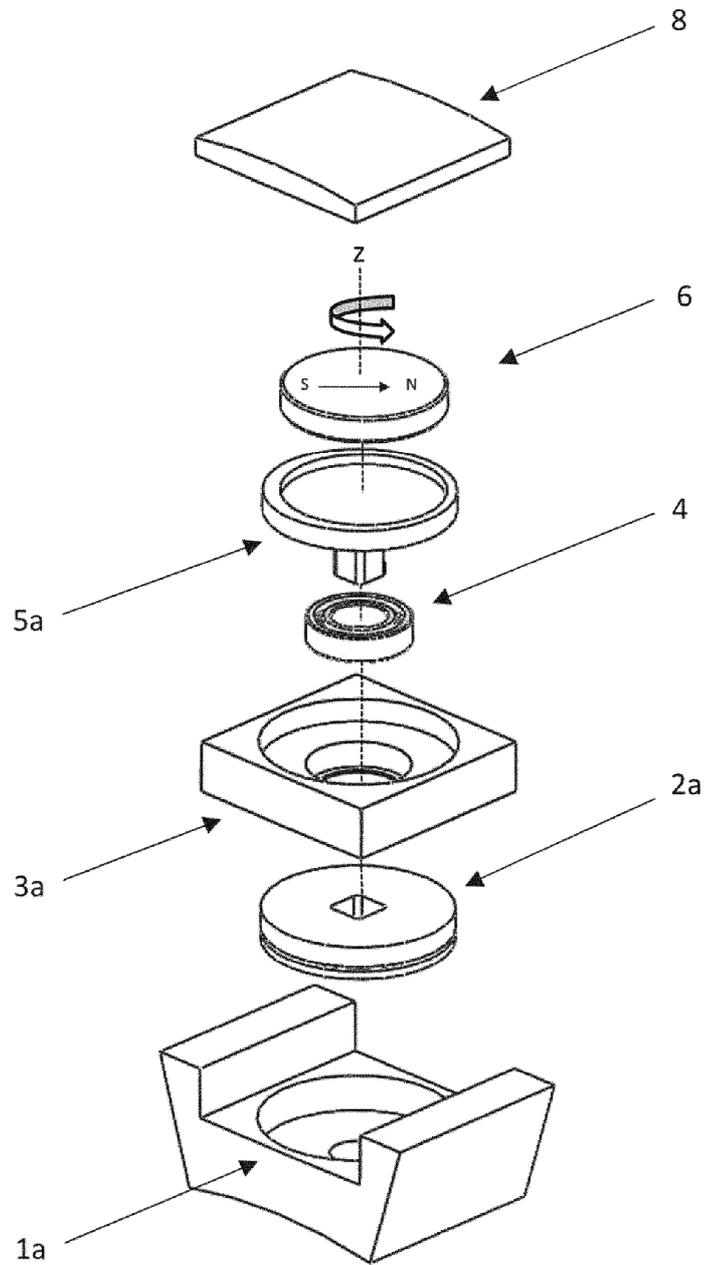


Figura 1

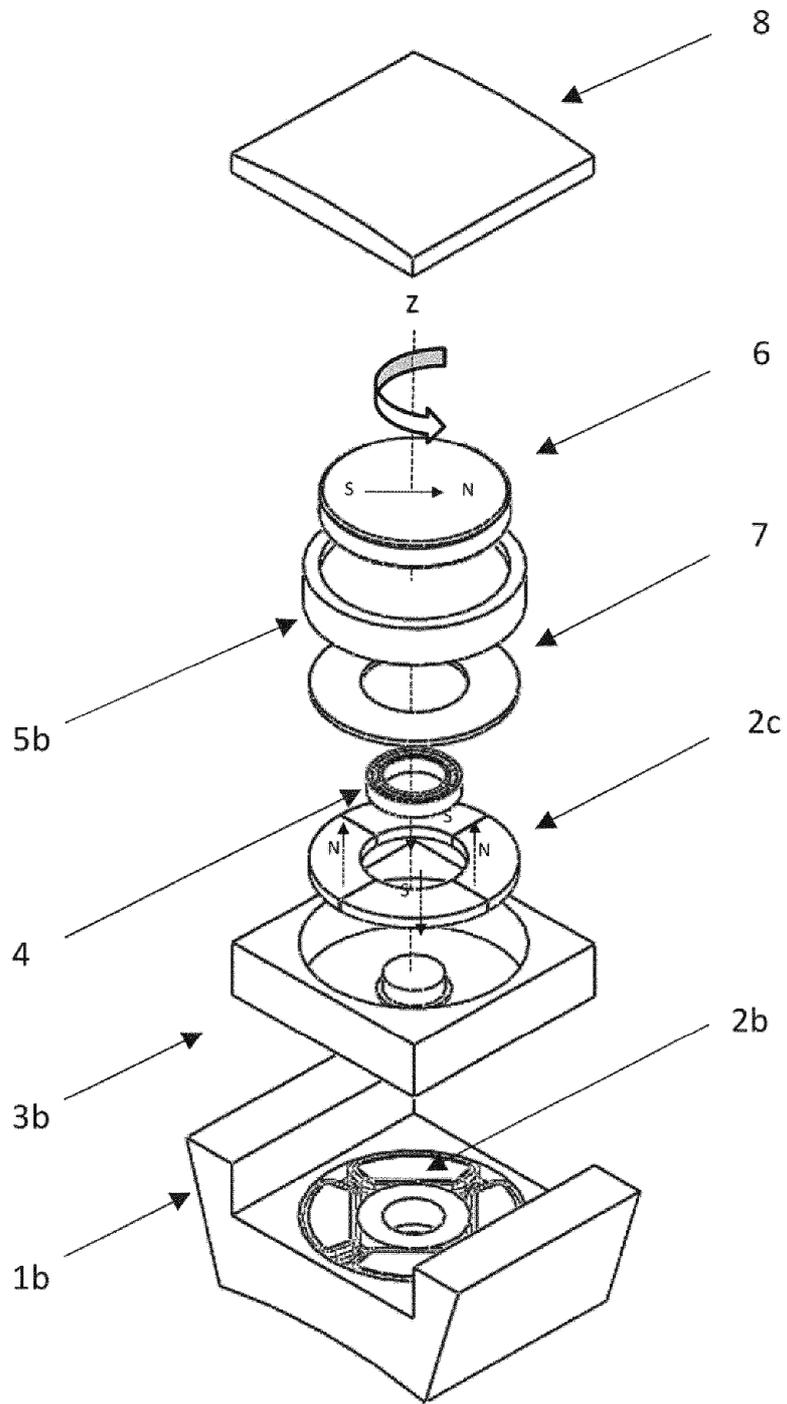


Figura 2

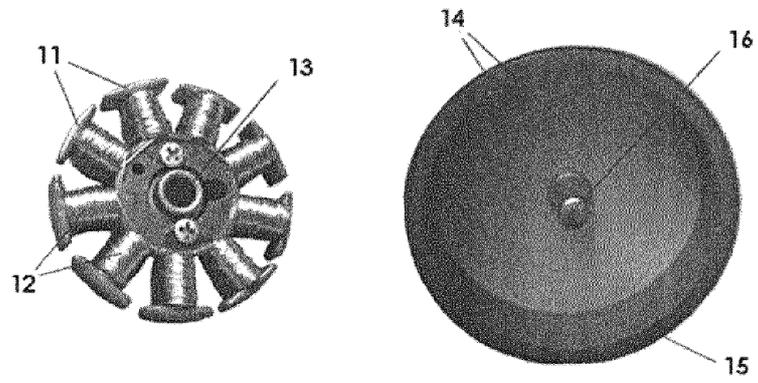


Figura 3

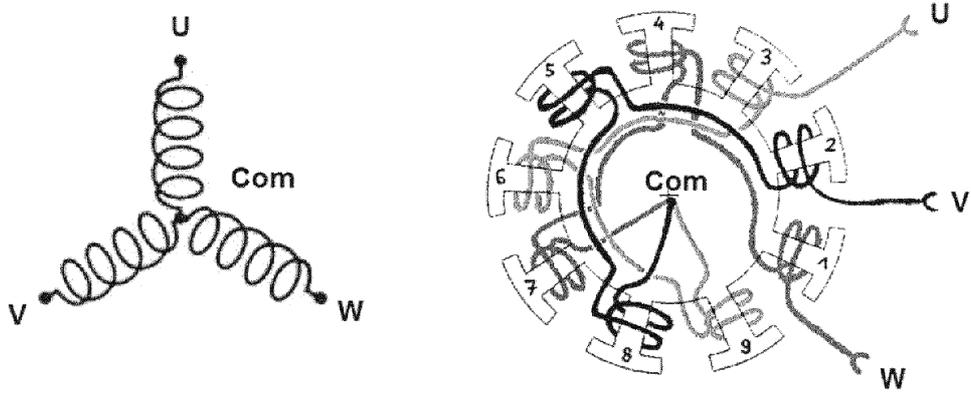


Figura 4a

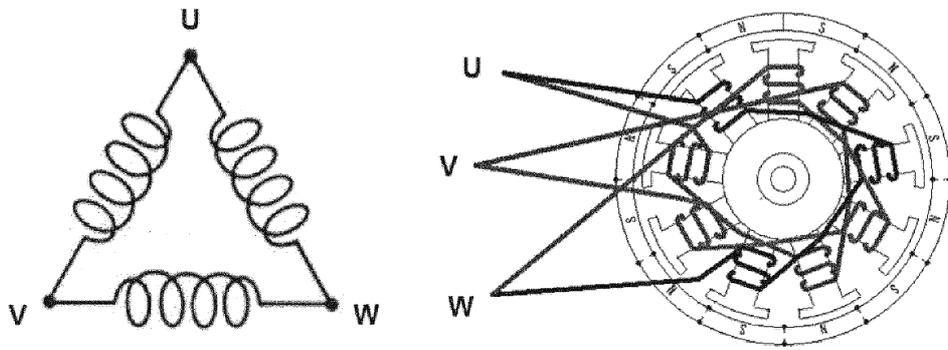


Figura 4b

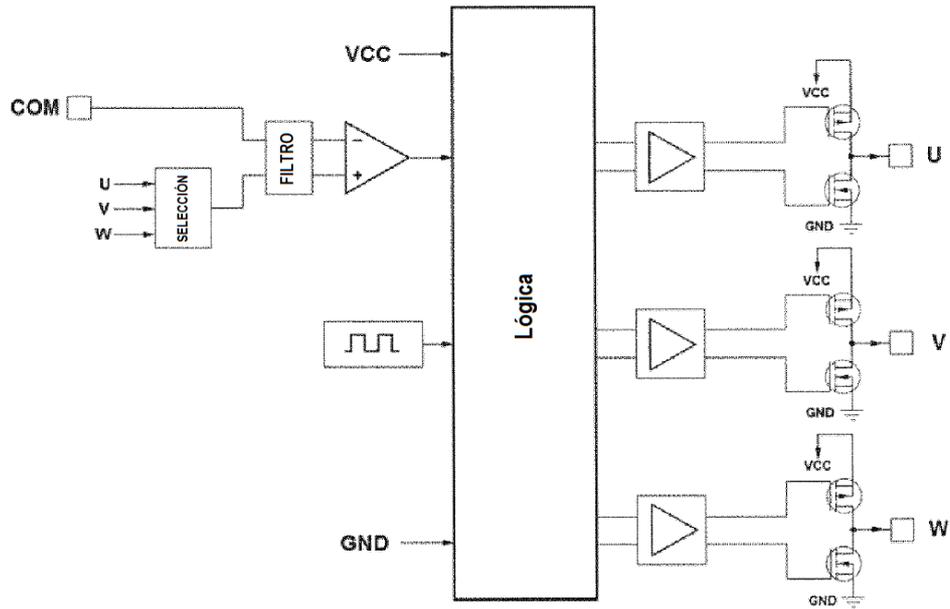


Figura 5

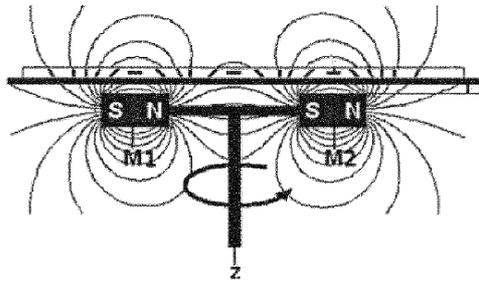


Figura 6a

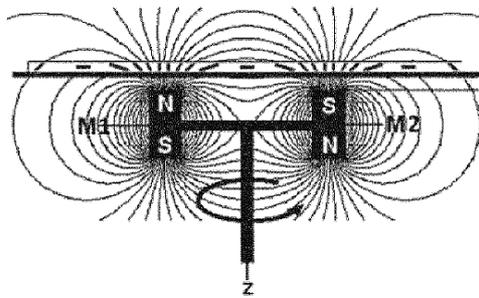


Figura 6b

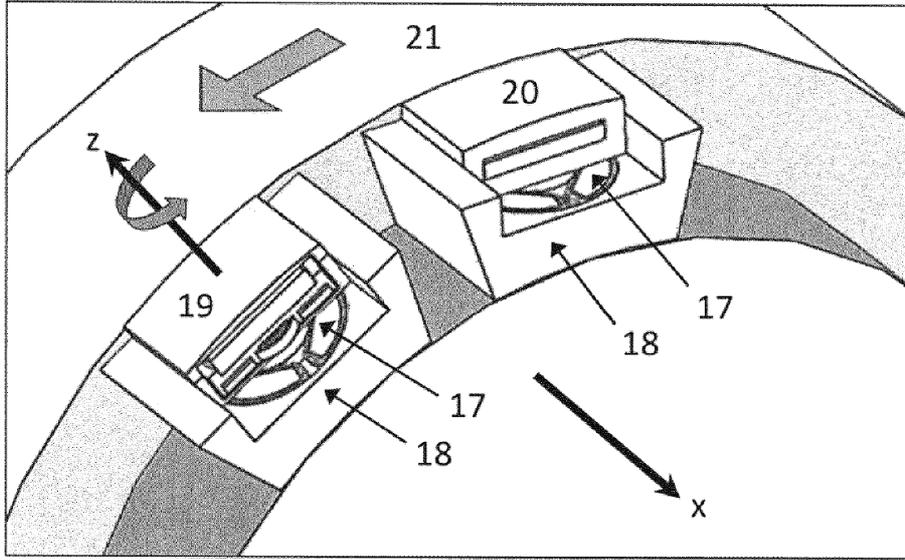


Figura 7

Motor 12N-16P

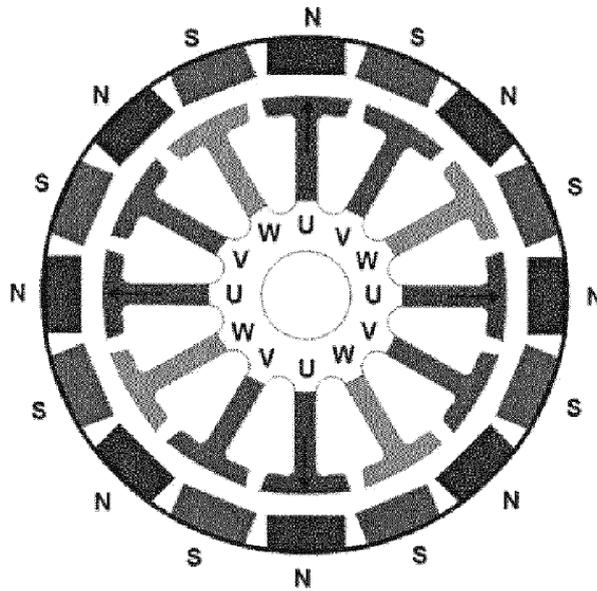


Figura 8

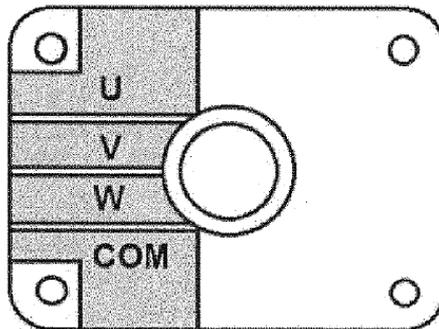


Figura 9

Controlador de motor Texas Instruments DRV10866

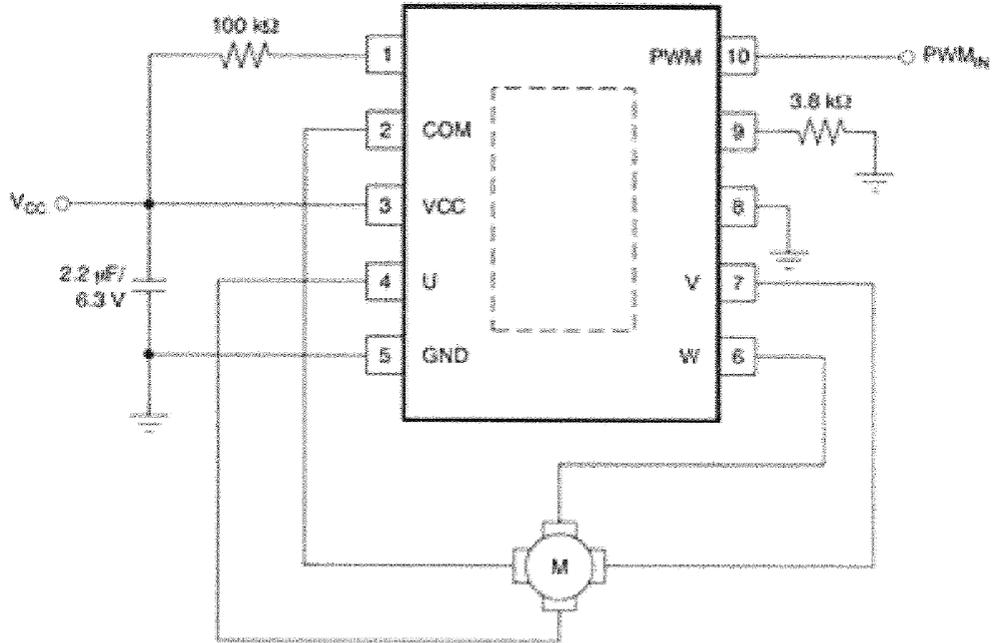


Figura 10

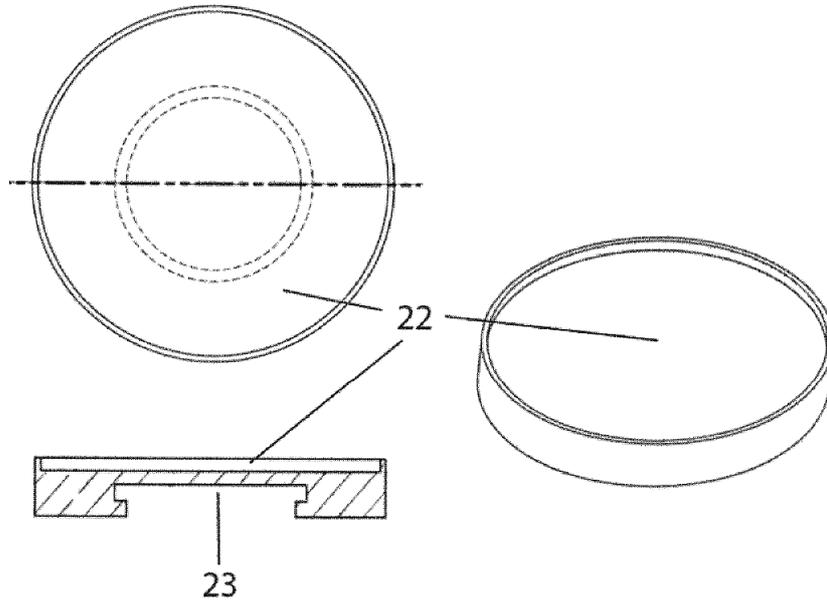


Figura 11

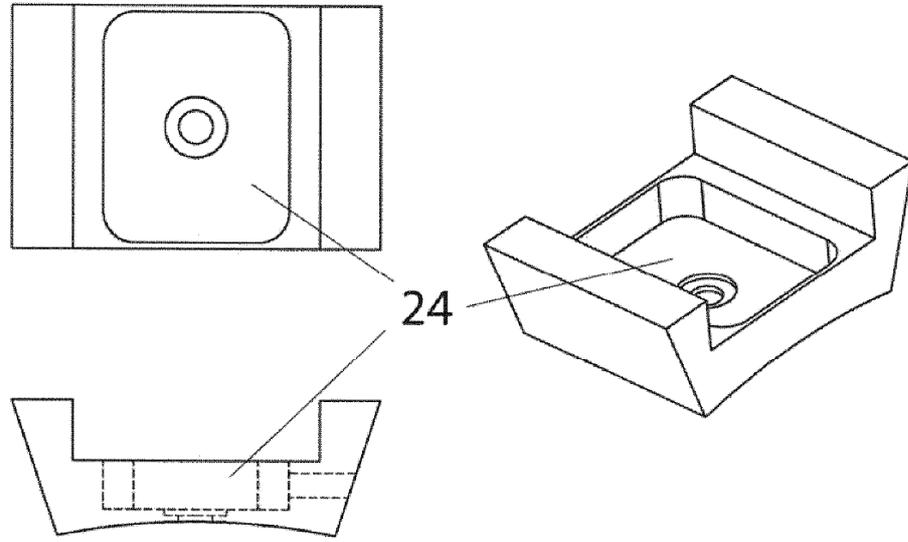


Figura 12

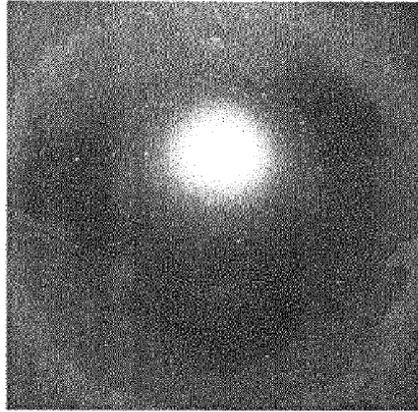


Figura 13

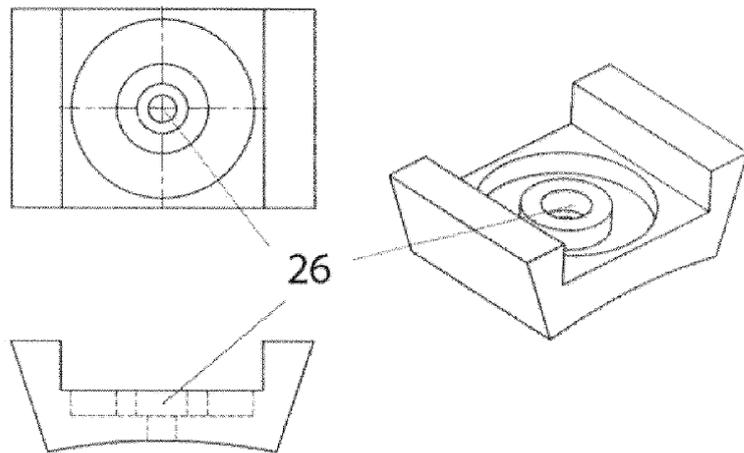


Figura 14

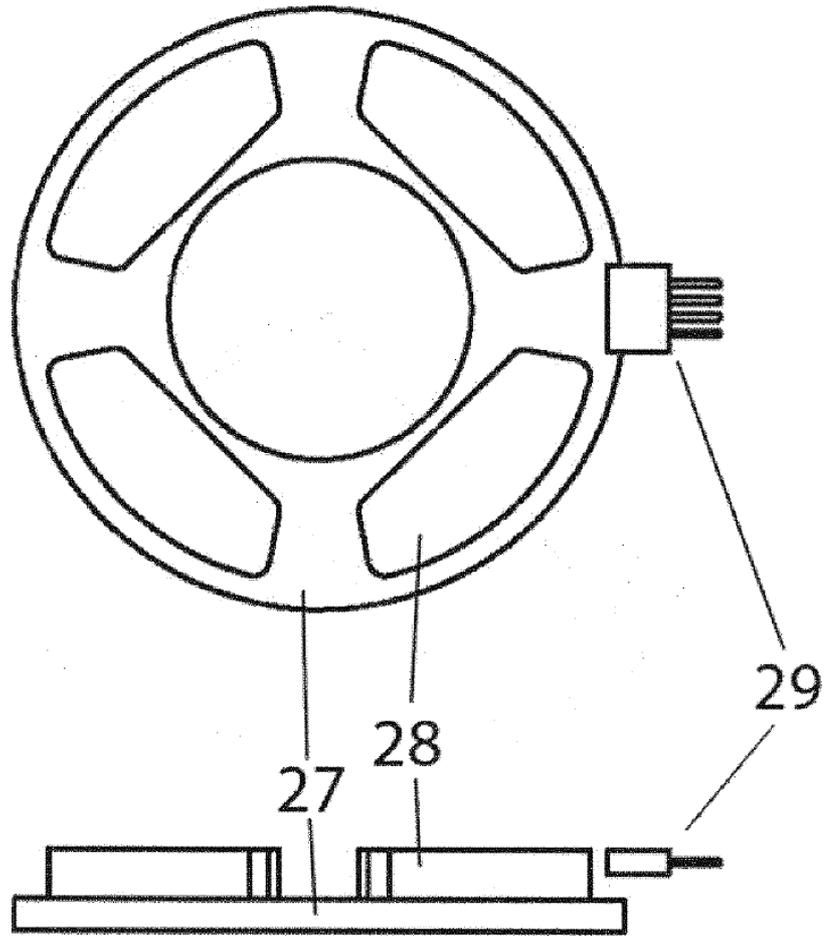


Figura 15

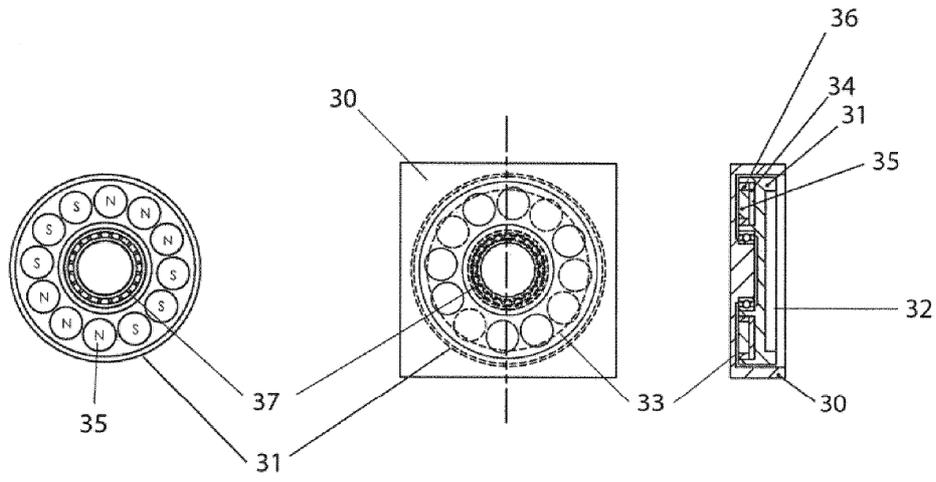


Figura 16

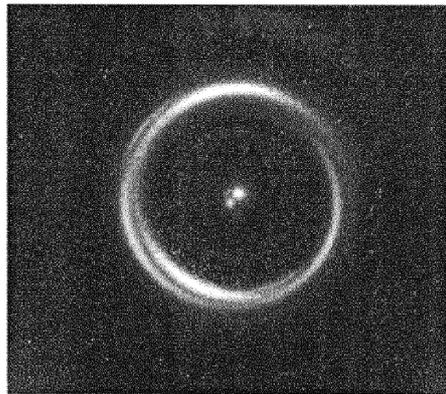


Figura 17