

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 830**

51 Int. Cl.:

**B05D 3/14** (2006.01)

**B05D 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2007 E 07000773 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 1810756**

54 Título: **Aparato para orientar copos magnéticos**

30 Prioridad:

**17.01.2006 US 759356 P**  
**24.10.2006 US 552219**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.06.2016**

73 Titular/es:

**VIAVI SOLUTIONS INC. (100.0%)**  
**430 N. McCarthy Boulevard**  
**Milpitas, CA 95035, US**

72 Inventor/es:

**RAKSHA, VLADIMIR, P.,;**  
**HOLMAN, JAY M.,;**  
**COOMBS, PAUL, G.,;**  
**MARKANTES, CHARLES, T., y**  
**PHILLIPS, ROGER W.,**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 574 830 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**

Aparato para orientar copos magnéticos

5 La presente invención está relacionada de manera general con pigmentos, películas, dispositivos, e imágenes ópticamente variables y, más en concreto, con un aparato para alineación u orientación de copos magnéticos, por ejemplo durante un proceso de pintura o impresión, para obtener un efecto de ilusión óptica.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 Los dispositivos ópticamente variables se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, tanto decorativas como prácticas. Los dispositivos ópticamente variables se pueden fabricar en variedad de formas para conseguir una variedad de efectos. Ejemplos de dispositivos ópticamente variables incluyen los hologramas impresos por estampación sobre tarjetas de crédito y en documentación de software auténtico, las imágenes de color variable impresas sobre billetes de banco, y que mejoran el aspecto superficial de elementos tales como cascos de motocicleta y embellecedores de ruedas.

15 Los dispositivos ópticamente variables se pueden fabricar como película u hoja que se presiona, se estampa, se pega, o se fija de otra manera a un objeto, y también se pueden fabricar utilizando pigmentos ópticamente variables. A un tipo de pigmento ópticamente variable se le denomina comúnmente pigmento de color variable porque el color aparente de imágenes impresas apropiadamente con dichos pigmentos cambia cuando se inclina el ángulo de observación y/o de iluminación. Un ejemplo común es el "20" impreso con pigmento de color variable en la esquina derecha inferior de un billete de veinte dólares de EE.UU., el cual sirve como dispositivo anti-falsificación.

20 Algunos dispositivos anti-falsificación son encubiertos, mientras que otros están pensados para ser vistos. Desgraciadamente, algunos dispositivos ópticamente variables que están pensados para ser vistos no son de conocimiento general porque el aspecto ópticamente variable del dispositivo no es suficientemente dramático. Por ejemplo, la variación de color de una imagen impresa con pigmento de color variable podría no verse bajo luces de techo fluorescentes uniformes, pero es más fácil de ver con luz solar directa o bajo iluminación puntual. Esto puede hacer que para un falsificador sea más fácil colocar billetes falsos sin el rasgo ópticamente variable porque el receptor podría no ser consciente del rasgo ópticamente variable, o porque el billete falso podría parecer substancialmente similar al auténtico bajo ciertas condiciones.

25 También se pueden fabricar dispositivos ópticamente variables con pigmentos magnéticos que se alinean con un campo magnético después de la aplicación del pigmento (típicamente contenido en un portador tal como un vehículo para tinta o un vehículo para pintura) a una superficie. Sin embargo, la pintura con pigmentos magnéticos se ha utilizado mayoritariamente con fines decorativos. Por ejemplo, se ha descrito el uso de pigmentos magnéticos para producir embellecedores de ruedas pintados que tengan un rasgo decorativo que parezca tener una forma tridimensional. Sobre el producto pintado se formaba un patrón aplicando un campo magnético al producto mientras el medio de pintura se encontraba todavía en un estado líquido. El medio de pintura tenía partículas no esféricas magnéticas dispersadas, denominadas habitualmente copos, que se alineaban a lo largo de las líneas de campo magnético. El campo tenía dos regiones. La primera región contenía líneas de una fuerza magnética que estaban orientadas paralelas a la superficie y distribuidas en una forma de un patrón deseado. La segunda región contenía líneas que eran no paralelas a la superficie del producto pintado y que estaban distribuidas alrededor del patrón. Para formar el patrón, debajo del producto pintado se colocaban imanes permanentes o electroimanes con la forma correspondiente a la forma del patrón deseado para orientar en el campo magnético partículas magnéticas no esféricas dispersadas en la pintura mientras dicha pintura estaba todavía húmeda. Cuando la pintura se secaba, el patrón era visible sobre la superficie del producto pintado cuando los rayos de luz incidentes sobre la capa de pintura eran influenciados de formas diferentes por las partículas magnéticas orientadas.

30 De manera similar, se ha descrito un proceso para la producción de un patrón de partículas magnéticas en forma de copos en matriz de fluoropolímero. Después de recubrir un producto con una composición en forma líquida, sobre la cara inferior del substrato se colocaba un imán con forma deseable. Los copos magnéticos dispersados en un medio orgánico líquido se orientan por sí mismos paralelos a las líneas de campo magnético, inclinándose desde la orientación plana original. Esta inclinación variaba desde perpendicular a la superficie de un substrato a la orientación original, la cual incluía copos esencialmente paralelos a la superficie del producto. Los copos orientados planos reflejaban la luz incidente devolviéndola al observador, mientras que los copos reorientados no lo hacían, proporcionando la apariencia de un patrón tridimensional en el recubrimiento.

35 Aunque estos enfoques describen métodos y aparatos para formación de imágenes con apariencia tridimensional en capas de pintura, no son apropiados para procesos de impresión de alta velocidad porque son esencialmente procesos por lotes.

40 La Patente de EE.UU. nº 3.873.975 concedida a Miklos et al expedida el 25 de Marzo de 1975 describe un sistema magnético para autenticación e interrogación de documentos de seguridad tales como tarjetas de crédito, billetes de avión, etc., el cual utiliza grabación magnética de patrones de seguridad en un medio de registro que tiene patrón de información fijo permanente magnéticamente detectable. Este medio de registro se prepara proporcionando una lámina que tiene una capa base no magnética y una capa situada sobre ella que incorpora partículas magnetizables

anisótropas desde el punto de vista magnético que temporalmente tienen el giro libremente permitido. Las partículas magnetizables situadas en posiciones seleccionadas de la capa se alinean magnéticamente para formar un patrón de información fijo, tal como por ejemplo un carácter alfanumérico, haciendo pasar a la lámina cerca de un cilindro giratorio. El cilindro tiene una pluralidad de pequeños imanes permanentes montados sobre una superficie exterior no magnética del cilindro en un patrón correspondiente al patrón de información fijo y tiene los imanes orientados para proporcionar campos magnéticos substancialmente unidireccionales en la capa cuando están cerca de ella. El cilindro se hace girar a medida que se hace pasar a la lámina cerca de él para aplicar los campos magnéticos en la capa a fin de alinear físicamente las partículas magnetizables en las posiciones seleccionadas para implantar el patrón de información fijo en dicha capa. Los patrones impresos por estampación forman un rasgo de seguridad que puede ser leído magnéticamente para autenticación de documentos.

El aparato descrito por Miklos et al, aunque aparentemente permite una impresión magnética continua de patrones de seguridad bidimensionales predeterminados por orientación de partículas magnéticas en un medio de registro, tiene ciertas desventajas.

En primer lugar, el dispositivo de Miklos puede imprimir por estampación magnéticamente sólo patrones substancialmente bidimensionales copiando disposiciones geométricas de los imanes montados sobre el cilindro, proporcionando cada imán esencialmente un "punto" en el patrón impreso por estampación en la capa magnética. Sería muy difícil, suponiendo que fuera posible, utilizar esta tecnología para proporcionar disposiciones predeterminadas substancialmente tridimensionales (3D) o complejas de copos magnéticos que son necesarias para proporcionar imágenes ópticas con efectos ópticos variables o ilusivos, tales como objetos rodantes e imágenes con ilusión de profundidad.

En segundo lugar, en el dispositivo de Miklos et al los imanes están montados sobre la superficie exterior del cilindro, y por lo tanto se proyectan desde el mismo. Esto puede ser muy desventajoso en impresión por contacto, cuando el cilindro está en contacto, posiblemente bajo cierta presión, con la lámina sobre la cual está situada la capa magnética.

En tercer lugar, dado que en el dispositivo de Miklos los imanes están unidos fijamente a la superficie del cilindro, este dispositivo no se puede utilizar para formar imágenes ilusivas que pueden ser producidas por imanes que giran sobre sí mismos, como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. nº 11/278.600 presentada el 4 de Abril de 2006.

La solicitud de patente Europea EP 1 493 590 describe un método y medios para producir un diseño magnéticamente inducido en un recubrimiento que contiene partículas magnéticas que también utiliza un cilindro giratorio para orientar partículas magnéticas en patrones predeterminados. El dispositivo comprende un cuerpo de un material compuesto magnético permanente que tiene al menos una superficie plana o curvada grabada con el patrón correspondiente al patrón de signos deseables. El material magnético se magnetiza en la dirección perpendicular a la superficie. Irregularidades en la superficie, producidas con una grabación, producen cambios en la dirección y en la fuerza del campo magnético resultante. Estos cambios provocan una alineación diferente de partículas magnéticas en diferentes partes de la tinta húmeda que hacen posible una formación de una imagen con una forma correspondiente a la forma del grabado. El dispositivo puede ser una placa flexible magnetizada de forma permanente montada sobre un cilindro giratorio de una prensa de impresión, teniendo la superficie grabada irregularidades superficiales con la forma de los signos situados en la superficie exterior del cilindro. Sin embargo, el enfoque de la Patente EP 1 493 590 tiene ciertas limitaciones. Los pasos necesarios para producir los grabados en el material magnético permanente pueden ser engorrosos; además, la impresión con las superficies grabadas está dirigida generalmente a reproducir los signos o dibujos grabados, y está limitada en términos de los efectos ópticos que puede producir. Por ejemplo, los inventores de esta invención han descubierto que, cuando se imprime de acuerdo con las enseñanzas de la patente EP 1 493 590 utilizando tintas de color variable, se consigue como resultado un efecto de variación de color muy pobre. Un efecto de variación de color tiene el mejor aspecto, es decir, un gran recorrido de color y un alto valor de intensidad cromática, cuando las partículas que proporcionan el efecto son paralelas o casi paralelas a la superficie del sustrato, lo cual es difícil de lograr utilizando el dispositivo de la patente EP 1 493 590.

En el documento US 2004/051297 A1, se describe un método y un aparato para orientar copos magnéticos. Se propone alinear copos magnéticos contenidos en un portador para crear imágenes ópticamente variables. En un ejemplo, esto se consigue mediante conjuntos magnéticos que se fijan a un rodillo con tornillos.

Por lo tanto, es deseable proporcionar un aparato para una impresión y pintura en línea de alta velocidad que reoriente copos de pigmento magnético en patrones substancialmente 3D predeterminados para proporcionar efectos ópticos ilusivos y/o variables, y que no implique la utilización de superficies de impresión con imanes que sobresalgan.

También es deseable proporcionar un rodillo con el giro permitido para una impresión en línea de alta velocidad que se pueda ensamblar y desensamblar fácilmente para conformar diferentes combinaciones de imágenes ópticas y efectos ópticos variables o ilusivos.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un aparato para impresión en línea continua que utilice imanes que giran sobre sí mismos para orientar copos magnéticos en patrones substancialmente 3D predeterminados para proporcionar imágenes ópticas con la ilusión de profundidad.

**RESUMEN DE LA INVENCION**

5 De acuerdo con la invención, estos objetos se consiguen mediante un aparato como el que se define en la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferentes y ventajosas de la invención.

De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato para orientar copos magnéticos contenidos en un portador fluido impreso sobre un sustrato en un proceso de impresión, comprendiendo el aparato un rodillo que tiene el giro permitido para posicionamiento con una superficie exterior cercana al sustrato, comprendiendo dicho rodillo una o  
10 más partes magnetizadas para crear un campo magnético de una configuración predeterminada que emana desde la superficie exterior del rodillo hacia el interior del sustrato para orientar los copos magnéticos en un patrón seleccionado, donde la superficie exterior del rodillo giratorio es substancialmente regular para proporcionar un contacto substancialmente uniforme con el sustrato a través de la superficie exterior del rodillo giratorio durante el proceso de impresión lineal.

15 De acuerdo con una realización de la invención, el rodillo giratorio comprende una pluralidad de partes magnetizadas separadas por partes no magnetizadas o magnetizadas de forma diferente del rodillo para crear campos magnéticos de configuraciones predeterminadas que emanan hacia el interior del sustrato para distribuir los copos magnéticos sobre el sustrato en patrones predeterminados que forman una imagen y/o un efecto óptico ilusivo.

20 De acuerdo con una realización de la invención, el rodillo giratorio comprende un cuerpo cilíndrico recubierto por una lámina flexible de un material magnético que se magnetiza selectivamente para proporcionar las porciones magnetizadas del rodillo.

De acuerdo con otra realización de esta invención, el rodillo giratorio comprende un cuerpo cilíndrico de material no magnético que tiene una o más cavidades conformadas en su interior, y uno o más imanes permanentes situados  
25 dentro de dichas una o más cavidades para conformar las una o más partes magnetizadas del rodillo, estando conformados los uno o más imanes permanentes para crear el campo magnético de la configuración predeterminada.

De acuerdo con otra realización de esta invención, el rodillo giratorio comprende una pluralidad de secciones de rodillo situadas de forma no permanente unas al lado de otras para conformar un cuerpo cilíndrico del rodillo,  
30 comprendiendo cada sección del rodillo una o más partes magnetizadas para crear un campo magnético de una configuración predeterminada que emana desde la superficie exterior del rodillo hacia el interior del sustrato para orientar los copos magnéticos en un patrón seleccionado; la superficie exterior del rodillo es substancialmente regular para proporcionar un contacto substancialmente uniforme con el sustrato a través de la superficie exterior del rodillo durante el proceso de impresión lineal; las secciones de rodillo son intercambiables para conformar  
35 combinaciones diferentes de los patrones de copos magnéticos sobre el sustrato. Las partes magnetizadas pueden estar formadas por uno o más imanes permanentes situados dentro de cavidades conformadas en el interior de las secciones de rodillo, estando cada uno de los imanes conformado para proporcionar una configuración predeterminada del campo magnético en el sustrato que tiene copos magnéticos dispersados sobre él y alrededor de dicho sustrato.

40 De acuerdo con una realización de la invención, las una o más cavidades están conformadas para sujetar fijamente los uno o más imanes permanentes enrasados con una superficie exterior del cuerpo cilíndrico.

De acuerdo con una realización de la invención, los uno o más imanes permanentes comprenden un primer imán que está situado a menor altura con respecto a una superficie exterior del cuerpo cilíndrico del rodillo.

45 De acuerdo con otra realización de esta invención, los uno o más imanes permanentes comprenden un primer imán que está situado con el giro permitido en el interior de una de las cavidades, y unos medios para hacer que el primer imán gire sobre sí mismo en el interior de la cavidad durante el proceso de impresión para proporcionar una ilusión de profundidad a la imagen formada por el primer imán sobre el sustrato en el proceso de impresión lineal.

De acuerdo con una realización de la invención, las secciones de rodillo están montadas con el giro permitido sobre el eje con un cojinete, y el aparato comprende además unos primeros medios de engranaje para hacer girar al  
50 cuerpo cilíndrico del rodillo alrededor del eje, y unos segundos medios de engranaje que acoplan el primer imán con el eje para hacer que el primer imán gire sobre sí mismo alrededor de un eje normal a la superficie exterior del rodillo cuando se hace girar el rodillo alrededor del eje.

En una implementación de esta realización, la cavidad en la cual está situado con el giro permitido el primer imán se extiende radialmente formando un canal desde el eje hasta la superficie exterior de la primera sección,  
55 comprendiendo además el aparato un árbol situado con el giro permitido en el interior del canal, teniendo el árbol un extremo exterior al cual está fijado uno de los imanes permanentes, y un extremo interior, acoplado de forma

giratoria unos medios de engranaje el eje con el árbol para hacer que el uno de los imanes permanentes gire sobre sí mismo cuando se hace girar la sección alrededor del eje, y unos medios de engranaje para hacer girar el cuerpo cilíndrico del rodillo alrededor del eje.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 Se describirá la invención con mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos, los cuales representan realizaciones preferentes de la misma, en los cuales:

La Figura 1a es un diagrama simplificado que muestra una vista lateral de un aparato de impresión lineal que incorpora un rodillo magnético de acuerdo con una realización de la presente invención;

- 10 La Figura 1b es una perspectiva simplificada de un ejemplo comparativo de un rodillo magnético con conjuntos magnéticos para ser usado en el aparato ilustrado en la Figura 1a;

La Figura 2a es una vista en perspectiva simplificada de un rodillo magnético que incorpora imanes permanentes embebidos;

La Figura 2b es una vista en perspectiva simplificada de una parte del rodillo mostrado en la Figura 2a con un imán embebido que tiene una superficie exterior con forma de estrella;

- 15 La Figura 2c es una vista lateral simplificada de conjunto magnético para imprimir imágenes tridimensionales ilusivas de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 2d es una vista lateral simplificada de un imán para imprimir imágenes tridimensionales ilusivas de acuerdo con otra realización de la presente invención;

- 20 La Figura 3 es una vista en perspectiva simplificada de un ejemplo comparativo de un rodillo que tiene una carcasa exterior selectivamente magnetizada;

La Figura 4a es una sección transversal simplificada de una imagen impresa a la que se denominará en adelante un "flip-flop";

La Figura 4b es una sección transversal simplificada de una imagen "rolling bar" impresa con una ilusión de profundidad;

- 25 La Figura 5a es una vista lateral en sección transversal de una sección de rodillo que incorpora imanes estáticos de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 5b es una vista en perspectiva de la sección de rodillo ilustrada en la Figura 5a;

La Figura 5c es un diagrama simplificado que muestra el conjunto de rodillo seccionalizado;

- 30 La Figura 6a es una vista lateral en sección transversal de una sección de rodillo que incorpora imanes que giran sobre sí mismos de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 6b es una vista en perspectiva de la sección de rodillo ilustrada en la Figura 6a;

La Figura 7a es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un rodillo seccionalizado parcialmente ensamblado con imanes que giran sobre sí mismos;

- 35 La Figura 7b es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un rodillo seccionalizado completamente ensamblado con imanes que giran sobre sí mismos;

La Figura 8a es un dibujo que ilustra la alineación axisimétrica con forma de semiesfera de partículas magnéticas dispersadas en una capa delgada de la tinta impresa sobre un substrato;

- 40 La Figura 8b es una vista en perspectiva del mismo imán que gira sobre sí mismos en tres ángulos de su giro después de que el imán haya completado una única revolución alrededor del eje vertical, con una lámina que tiene tinta en forma de copos aplicada a ella situada dentro del campo con forma de bóveda;

Las Figuras 8c y 8d son fotografías de las impresiones con alineación en forma de semiesfera;

La Figura 9a es una vista en perspectiva que ilustra de forma esquemática un rodillo seccionalizado parcialmente ensamblado con imanes anulares que rodean de forma continua al rodillo;

- 45 La Figura 9b es una vista en perspectiva que ilustra de manera esquemática un cuerpo totalmente ensamblado de un rodillo seccionalizado con imanes anulares que rodean de forma continua al rodillo;

La Figura 10 es un diagrama simplificado que ilustra la impresión de imágenes continuas que se extienden a lo largo del sustrato en un aparato de impresión lineal de acuerdo con una realización de la presente invención que utiliza el rodillo mostrado en la Figura 8a;

5 La Figura 11a es una vista en perspectiva simplificada de un rodillo que tiene imanes permanentes que se extienden a través de su superficie de trabajo;

La Figura 11b es una vista lateral simplificada del rodillo mostrado en la Figura 10a;

La Figura 12 es un diagrama simplificado que ilustra la impresión de imágenes continuas que se extienden a través del sustrato en un aparato de impresión lineal de acuerdo con una realización de la presente invención que utiliza el rodillo mostrado en la Figura 10a;

## 10 DESCRICIÓN DETALLADA

Se describirán ahora realizaciones de ejemplo del aparato de la presente invención para orientar copos magnéticos contenidos en una pintura, en una tinta o en otro portador fluido impreso sobre un sustrato en un proceso lineal continuo, primero con referencia a las Figuras 1a-1c.

15 La Figura 1a es una vista lateral simplificada esquemática de una parte de un aparato 200 de impresión de acuerdo con una realización de la presente invención. Una parte importante del aparato de la presente invención es un rodillo magnético, el cual en este documento se entiende como un rodillo que tiene partes magnetizadas y partes no-magnetizadas o magnetizadas de forma diferente. El término "partes magnetizadas" en relación con el rodillo de la presente invención se utiliza en este documento para referirse a un imán permanente incrustado en el rodillo, o a una zona selectivamente magnetizada del rodillo contigua a su superficie, o a una parte conformada de forma alternativa de un rodillo que tiene una magnetización predeterminada diferente a la magnetización de áreas del rodillo que la rodean, para conformar un perfil de campo magnético predeterminado que emana desde el rodillo.

20 En el aparato de impresión ilustrado en la Figura 1a, el rodillo magnético de la presente invención está implementado como un rodillo 210 de impresión. Dicho rodillo 210 de impresión incluye imanes 202, 204, 206, 208, que están situados en el interior del rodillo 210 de impresión, conformando las partes magnetizadas del rodillo distribuidas formando un patrón que se correlaciona con una imagen 220 impresa. Un sustrato 212, tal como una lámina continua de papel, una película de plástico, o un laminado, se mueve a alta velocidad entre un cilindro 214 tomador y el rodillo 210 de impresión. El cilindro 214 tomador recoge una capa 213 relativamente gruesa de pintura o tinta 215 líquida de un depósito 216 fuente; la pintura o tinta 215 líquida contiene pigmentos magnéticos de tipo plaqueta, o copos, por ejemplo como se describe en la patente de EE.UU. nº 6.808.806, o en las solicitudes de patente de Estados Unidos con números de serie 20040051297, 20040166308, 20050123755, y 20060194040. El término "pigmento magnético" se utiliza para referirse a un pigmento que se alineará en un campo magnético. Por conveniencia de discusión, los términos "impresión" o "impreso" se utilizarán para describir de manera general la aplicación a una superficie de pigmentos contenidos en un portador, lo cual puede incluir otras técnicas, incluidas técnicas a las que otras personas se pueden referir como "pintura".

35 Los copos son preferiblemente reflectantes y son magnéticamente alineables u orientables dentro de la base de tinta ópticamente transparente, denominada en lo que sigue el portador, siempre y cuando la tinta o pintura permanezcan fluidas. Los copos también pueden ser absorbentes y/o difragentes, como se describe por ejemplo en la Patente de EE.UU. 6.902.807, y pueden incluir copos marcadores, como se describe en las solicitudes de patente de EE.UU. 2005/0037192 y 2006/0035080, y/o copos de color variable.

40 La pintura o la tinta se extiende hasta conseguir el espesor deseado sobre el cilindro 214 tomador con una rasqueta 218. De acuerdo con esta invención, el vehículo 215 de tinta puede ser sin color o teñido. Durante la impresión de una imagen entre el cilindro 214 tomador y el rodillo 210 de impresión, el sustrato 212 con una capa 213 de tinta húmeda se introduce en un campo magnético para formar una imagen ilusoria. Cuando la tinta húmeda se expone a un campo magnético o eléctrico, partículas planas o alineables por campo magnético o eléctrico del pigmento se alinean a lo largo de líneas magnéticas del campo. De este modo, los imanes situados en el rodillo de impresión orientan, es decir, alinean selectivamente, a los copos de pigmento magnético en al menos parte de la imagen 220 impresa. Preferiblemente, el campo magnético de las partes magnéticas, por ejemplo la 206, que emana desde la superficie exterior del rodillo hacia el interior del sustrato 212 está conformado para una configuración deseada, deseable o predeterminada para orientar a los copos magnéticos en un patrón seleccionado, por ejemplo, proporcionando un efecto óptico ilusivo. Típicamente, se utiliza un tensor 222 para mantener la tensión deseada del sustrato a medida que éste va saliendo del rodillo 210 de impresión y del cilindro 214 tomador, y la imagen sobre el sustrato se seca con un secador 224. El secador podría ser un calentador, por ejemplo, o la tinta o pintura podría ser curable por UV, y endurecerse con una lámpara UV.

55 En otra realización, un cilindro que incorpora partes magnéticas, por ejemplo imanes 202, 204, 206 y 208, para alinear copos contenidos en un portador 212 líquido se puede utilizar como el tensor 222, o en lugar del tensor 222, en vez de como el rodillo 210 de impresión. En otra realización adicional, se puede utilizar un rodillo magnético como un tercer cilindro en el aparato 200 situado entre el calentador 224 y el cilindro 214 tomador.

La Figura 1b muestra un ejemplo de rodillo 232 magnético que se puede utilizar en el aparato 200; se ha descrito en la Patente de EE.UU. nº 7.047.883, la cual está cedida al cesionario de la presente solicitud. El rodillo podría ser un cilindro tomador o un tensor, como se explica en conjunto con la Figura 1a, u otro rodillo en un sistema de impresión que hace contacto con el sustrato de impresión antes de que se fije la tinta o la pintura. Al rodillo están fijados conjuntos 234, 236, 238, 240, 241 magnéticos con tornillos 242, los cuales permiten que se puedan cambiar los conjuntos magnéticos sin desmontar el rodillo de la impresora. Los conjuntos magnéticos podrían estar configurados para producir imágenes 234, 236 "flip-flop" o imágenes 238 "rolling bar", o podrían ser material 240, 241 magnético con patrón que produce una imagen con patrón sobre el sustrato impreso, u otra configuración magnética seleccionada. Las estructuras magnéticas del rodillo están alineadas con la lámina o rodillo para proporcionar el deseado patrón de campo magnético a campos impresos sobre el sustrato con copos de pigmento magnético. Los patrones ilustrados representan patrones planos que siguen la curva de la circunferencia del rodillo.

Es ventajoso en aplicaciones disponer de una superficie 244 exterior del rodillo 232 suficientemente regular o lisa, de lo contrario, puede deformar potencialmente o incluso dañar el sustrato 212. Para estas aplicaciones, se prefiere que la superficie 244 exterior no tenga ninguna parte que sobresalga, produciendo un contacto substancialmente regular y uniforme del rodillo con el sustrato a través de la superficie exterior del rodillo.

Por consiguiente, en una realización preferida de la invención, en un cuerpo cilíndrico del rodillo están integrados imanes permanentes para proporcionar el campo magnético de una configuración predeterminada requerido para conformar una imagen deseada o un efecto óptico; de forma alternativa, en otra realización preferida, un rodillo con un material superficial magnetizable apropiado se magnetiza de forma selectiva en patrones predeterminados. En la descripción que se proporciona posteriormente en este documento, describiremos diferentes realizaciones de rodillos que tienen partes magnéticas y la superficie exterior substancialmente regular para orientar copos magnéticos en un proceso de impresión en línea continua, por ejemplo, utilizando el aparato 200. En lo que sigue, a las diferentes configuraciones de imanes permanentes embebidos o insertados en el rodillo, o fijados al mismo, así como a las partes magnetizadas de forma selectiva del rodillo, se les denominará de manera general las partes magnetizadas, o las partes magnéticas, del rodillo, o simplemente las partes magnetizadas o magnéticas. Preferiblemente, la superficie exterior de los rodillos magnéticos descrita posteriormente en este documento con referencia a las Figuras 2a-11 es substancialmente regular y no tiene partes que sobresalgan, y se desvía de una superficie cilíndrica de mejor ajuste en menos de  $\pm 0,5$  mm, y más preferiblemente en menos de  $\pm 0,1$  mm.

Los rodillos magnéticos se pueden dividir en dos familias: discretos y continuos. Un rodillo discreto tiene una o más partes magnéticas, por ejemplo, imanes o conjuntos magnéticos situados adyacentes a la superficie exterior del rodillo y separados entre sí en el espacio con partes no magnetizadas o magnetizadas de maneras diferentes del rodillo. El rodillo discreto es un rodillo que se utiliza para conformar múltiples imágenes o efectos ópticos sobre el sustrato de una manera repetitiva, por ejemplo, como un tablero de ajedrez, donde cada imagen individual o una parte de la imagen individual está alineada dentro de márgenes del campo magnético que emana desde una parte magnética concreta del rodillo a través de la superficie exterior del rodillo y se dirige hacia el interior del sustrato, por ejemplo, como se ilustra de manera esquemática en las Figuras 2c y 2d. Un rodillo continuo proporciona impresión ininterrumpida, por ejemplo produciendo una línea o franja continua, sobre el sustrato a lo largo de la superficie del sustrato, es decir, en la dirección del movimiento del sustrato 212 en la Figura 1a, o a través del sustrato, por ejemplo en la dirección normal al plano de la Figura 1a o formando un ángulo con él.

Un rodillo magnético se puede construir como una unidad con un cuerpo sólido con imanes unidos o incrustados, o como un conjunto de varias secciones de rodillo idénticas o diferentes con sistemas magnéticos integrados. La conveniencia del rodillo magnético seccional es obvia en su flexibilidad: el rodillo con secciones de una configuración concreta de partes magnéticas se puede desensamblar y volver a ensamblar de nuevo fácilmente con inclusión de secciones con diferentes partes magnéticas, para conformar sobre el sustrato una combinación diferente de imágenes y/o de efectos ópticos.

Los imanes o conjuntos magnéticos en un rodillo discreto se pueden dejar inmovilizados, es decir, estáticos con respecto al cuerpo del rodillo, o se pueden colocar con el giro permitido dentro de una cavidad situada en el cuerpo cilíndrico del rodillo para que giren sobre sí mismos o giren alrededor de un eje en el interior del cuerpo por debajo del sustrato durante el proceso de impresión para proporcionar una imagen con una llamativa ilusión de profundidad, como se describe más adelante.

La Figura 2a ilustra de manera esquemática un ejemplo adicional de un rodillo 332 magnético para orientar copos magnéticos. El rodillo 332 magnético tiene un cuerpo 301 cilíndrico sólido, también denominado en adelante elemento cilíndrico o tambor, preferiblemente de material no magnético, en el cual están conformadas, es decir, obtenidas por fresado del cuerpo 301 a partir de su superficie 333 exterior, una pluralidad de cavidades. Como se muestra mediante áreas sombreadas en color oscuro del rodillo 332, en las cavidades se insertan imanes permanentes de formas predeterminadas, por ejemplo, imanes 302 y 303, las necesarias para conformar los deseados patrones de copos, formando porciones magnéticas del rodillo 332. En la Figura 2a, las cavidades se muestran como áreas sombreadas en color oscuro con los imanes, por ejemplo los imanes 302, 303 y 335, insertados en su interior, mostrándose un recorte en una parte del cuerpo 301 a beneficio del observador para ilustrar las posiciones de los imanes, por ejemplo, el imán 302 cilíndrico y el imán 335 con forma de prisma, en el interior del tambor 301. Las cavidades tienen la forma y las dimensiones predeterminadas de los imanes

permanentes, y los imanes son mantenidos en su interior de forma estática e inamovible. En algunas realizaciones, los imanes 302, 303 se pueden fijar en su posición mediante adhesivo, tornillos, abrazaderas, etc., o pueden ser encajados a presión y mantenidos en sus posiciones por tracción. Los imanes 302, 303 permanentes, aunque se muestran a modo de ilustración con formas cilíndricas y rectangulares, tienen al menos sus superficies exteriores, por ejemplo, como se indica mediante una flecha 335, conformadas para crear campos magnéticos de configuraciones predeterminadas, para orientar los copos magnéticos en patrones 3D deseados cuando se utiliza el rodillo en el aparato 200 de impresión. En la realización mostrada, el rodillo 332 está montado sobre un eje 304 con cojinetes que no se muestran en la figura, y se proporciona además una rueda 305 dentada unida fijamente al rodillo para hacer girar al rodillo 332 alrededor del eje 304 durante el proceso de impresión.

En una implementación, los imanes 302, 303 están situados enrasados con la superficie 333 exterior del cuerpo 301, de tal manera que la superficie exterior del rodillo 332 con los imanes 302, 303 en su interior es substancialmente regular para proporcionar contacto substancialmente uniforme con el substrato 212 a través de la superficie exterior del rodillo 332 durante el proceso de impresión lineal. El término "contacto" se utiliza aquí para referirse a contacto directo o indirecto entre dos superficies, es decir, a través de una lámina o placa intermedia. En otra implementación, al menos uno de los imanes 302, 303 está situado a menor altura con respecto a la superficie 333 exterior del tambor 301, y el rebaje está relleno con un relleno no magnético, por ejemplo, una resina epoxy, estaño, latón, u otro material, para hacer que la superficie exterior del rodillo sea substancialmente regular como se ha descrito anteriormente en este documento. La posibilidad de tener diferentes imanes a diferentes distancias de la capa de tinta es ventajosa para crear diferentes tipos de efectos ópticos proporcionados por las respectivas disposiciones de copos magnéticos. Generalmente, para conformar disposiciones de copos que proporcionen transiciones de imagen nítidas, como por ejemplo para conformar una imagen "flip-flop", se debería minimizar la distancia tinta-imán. Sin embargo, para conformar imágenes o efectos ópticos en los cuales transiciones en la imagen deberían estar corridas, por ejemplo, para proporcionar una ilusión de profundidad como en una imagen "rolling bar", los imanes se colocan preferiblemente a una mayor distancia de la capa de tinta, por ejemplo entre 3,175 mm (0,125") y 19,05 mm (0,75") para una imagen "rolling bar" dependiendo de requisitos concretos de los gráficos. Las imágenes "rolling bar" y las imágenes "flip-flop", y las disposiciones de imanes que se pueden utilizar para su fabricación se describen, por ejemplo, en la Patente de EE.UU. nº 7.047.883.

La Figura 2b es una sección en perspectiva simplificada de una parte de un rodillo 332' con un conjunto 244 magnético embebido en el rodillo. El conjunto magnético tiene una sección transversal con la forma de una estrella, y su superficie 244' está substancialmente enrasada con la superficie exterior del rodillo. El conjunto magnético podría ser material permanentemente magnetizado conformado, como se ilustra en la Figura 2d, o podría tener una sección de punta de SUPERMALLOY, de MU-METAL, o de un material similar, como se ilustra en la Figura 2c, posterior. El rodillo gira en la dirección de la primera flecha 246 y un substrato 248 de papel o de película se desplaza en la dirección de la segunda flecha 250. Sobre el substrato se ha impreso un campo 252 de tinta que incluye copos de pigmento magnético. El campo estaba por encima de la superficie del conjunto magnético con forma de estrella cuando el rodillo estaba cerca del substrato, y un rasgo 254 óptico ilusivo con forma de estrella se formó en el campo. En una realización preferente, los copos de pigmento magnético están fijos mientras que el conjunto magnético está en contacto con el substrato.

En un ejemplo, el efecto 254 óptico ilusivo es una estrella con una profundidad aparente mucho mayor que el espesor físico del campo impreso. Esta estrella se puede conformar, por ejemplo, con la superficie 244' exterior del imán 244 situada a menor altura con respecto a la superficie exterior del rodillo 332'.

La Figura 2c es una vista lateral simulada por ordenador de un conjunto 256 magnético con un imán 258 permanente que proporciona el campo magnético y que está dirigido hacia el substrato 248 por una punta 260 con patrón de SUPERMALLOY u otro material de alta permeabilidad. Las líneas 262 del campo magnético modelado se muestran sólo con fines ilustrativos. Algunos materiales "supermagnéticos" son duros, frágiles, y generalmente difíciles de mecanizar para darles formas intrincadas. El SUPERMALLOY es mucho más fácil de mecanizar que, por ejemplo, los imanes de NdFeB, y por lo tanto puede proporcionar un patrón de campo magnético intrincado con suficiente fuerza del campo magnético para alinear los copos de pigmento magnético en el patrón deseado. Asimismo, la baja magnetización remanente del SUPERMALLOY y de aleaciones similares las hace más fáciles de mecanizar.

La Figura 2d es una vista lateral simulada por ordenador de un conjunto 264 magnético con un imán 258' permanente conformado. No es necesario que toda la longitud del imán esté conformada, sino sólo la parte que produce el patrón de campo deseado en el substrato 248. Aunque algunos materiales que se utilizan habitualmente para conformar imanes permanentes son difíciles de mecanizar, al menos en la sección de punta se pueden conformar patrones simples. Otros materiales que forman imanes permanentes son mecanizables, y pueden proporcionar suficiente fuerza magnética para producir el efecto óptico ilusivo deseado.

De manera similar, aleaciones de imán se pueden moldear por colada o se pueden conformar para darles formas relativamente complejas utilizando técnicas de metalurgia de polvos.

En la Figura 3 se ilustra otro ejemplo de un rodillo 352 magnético. De acuerdo con este ejemplo, el rodillo 352 magnético se fabrica enrollando una lámina 502 flexible de material magnético con partes 503 selectivamente

magnetizadas alrededor de un elemento o tambor 501 cilíndrico que preferiblemente está fabricado de material no magnético. La lámina 502 flexible generalmente no magnetizada, aparte de las partes 503, está recubriendo al tambor 501 y es mantenida sobre su superficie por un adhesivo sensible a la presión. Antes del enrollado, áreas 503 de la lámina 502 fueron magnetizadas selectivamente en todo su espesor para conformar partes magnetizadas de la lámina 502 con formas predeterminadas, mostradas aquí como signos de dólar a modo de ejemplo. El rodillo 352 ensamblado tiene una superficie ininterrumpida lisa formada por la superficie exterior de la lámina 502. Una lámina con un patrón de magnetización se puede sustituir fácilmente por otra cuando sea necesario. En otro ejemplo, la lámina flexible de material 502 magnetizable se magnetiza primero uniformemente en una orientación magnética, y a continuación parte de la lámina uniformemente magnetizada de una forma o formas predeterminadas se magnetiza selectivamente en otra orientación u orientaciones magnéticas, de modo que las partes 503 magnéticas del rodillo 352 estén separadas unas de otras por partes magnetizadas de manera diferente de la lámina 502.

Este método de conformar un rodillo magnético tiene muchas ventajas. Los imanes conformados en la lámina 502 por magnetización selectiva no requieren tallar o eliminar el material para modificar el campo magnético. En el interior del material magnético de la lámina 502 se crea una imagen 503 de un objeto, logotipo o signo, de modo que el imán proporciona un campo que corresponde al objeto, logotipo o signos cuando se utiliza el campo para alinear copos en pintura o tinta, como se describe con detalle en la Solicitud de Patente de EE.UU. (18-230). Ventajosamente, el objeto, logotipo o signo codificado en la lámina 502 magnética flexible por medio de magnetización selectiva no se puede ver, pero está presente y genera un campo magnético que alinea dentro del campo copos situados sobre un sustrato para replicar el objeto, logotipo o signo. La lámina 502 magnética proporciona una superficie exterior naturalmente regular del rodillo 352, sin protrusiones ni rebajes, permitiendo de ese modo poner el rodillo 352 en contacto estrecho con el sustrato 212 del aparato 200 de impresión sin que exista riesgo de deformar el sustrato incluso cuando se aplica la presión. La Solicitud de Patente de EE.UU. n° 11/560.927 proporciona una descripción detallada de diferentes métodos de magnetización selectiva de la lámina 502 para conformar partes magnetizadas de la lámina para alinear copos magnéticos sobre el sustrato en patrones predeterminados o seleccionados proporcionando diferentes imágenes y/o efectos ópticos.

Generalmente, el patrón de copos magnéticos creado sobre el sustrato por una parte o partes magnetizadas del rodillo de acuerdo con la presente invención forma sobre el sustrato una imagen de un objeto, un signo, o un logotipo, o añade un efecto óptico ilusivo tal como una ilusión de profundidad o de movimiento a la imagen impresa sobre el sustrato con la tinta magnética. En algunas realizaciones, la imagen proporciona un efecto óptico dinámico cuando se observa con un ángulo de observación variable o con un ángulo de iluminación variable. Cuando la tinta es iluminada por una fuente de luz y es observada a simple vista o con un instrumento óptico, las partículas o copos de pigmento magnético con forma similar a plaquetas alineadas de maneras diferentes reflejan la luz incidente de manera diferente. Una parte de las partículas está orientada con respecto al sustrato, a la fuente de luz y al observador de tal manera que refleja los rayos de luz que llegan a ella hacia el ojo del observador. Otra parte de las partículas de la impresión refleja rayos de luz en diferentes direcciones porque están inclinadas formando diferentes ángulos con respecto a la dirección del observador. Cuando el sustrato con recubrimiento impreso está inclinado con respecto a la fuente de luz o al observador la primera parte de las partículas de pigmento ya no refleja la luz hacia el observador. Estas partículas empiezan a reflejar la luz en dirección diferente mientras que las partículas de la segunda parte empiezan a reflejar los rayos de luz en la dirección del observador. Cuando partículas se alinean gradualmente en la capa de la tinta, la inclinación del sustrato provoca aparición de un efecto de movimiento ilusivo. Cuando se alinean partículas a lo largo de las líneas de un imán que fue conformado en patrón predeterminado, una parte de la capa impresa replica la forma del imán creando un efecto de tridimensionalidad. En esta región parece como si la imagen saliera del sustrato hacia el observador.

#### Ejemplos de Imágenes Ilusivas Impresas

A modo de ejemplo, las Figuras 4a, b ilustran algunas de las imágenes o efectos ópticos que se pueden producir utilizando los ejemplos descritos anteriormente en este documento de los rodillos con referencia a las Figuras 1a, 2a – 3. La Figura 4a es una vista en sección transversal simplificada mostrada en la Patente de EE.UU. n° 7.047.883 de una imagen 20 impresa a la que se denomina “flip-flop”, y la cual es un ejemplo de un efecto óptico dinámico que se puede producir orientando de forma apropiada copos magnéticos contenidos en un portador fluido impreso sobre un sustrato. Los copos se muestran como líneas cortas en la vista en sección transversal. Las figuras no están dibujadas a escala. Un copo típico podría tener una anchura de veinte micras y un grosor de aproximadamente una micra, así que las figuras son meramente ilustrativas.

El “flip-flop” incluye una primera parte 22 impresa y una segunda parte 24 impresa, separadas por una transición 25. En la primera parte, copos 26 de pigmento rodeados por un portador 28, tal como un vehículo para tinta o un vehículo para pintura, han sido alineados paralelos a un primer plano y, en la segunda parte, copos 26' de pigmento han sido alineados paralelos a un segundo plano; esto produce como resultado un patrón substancialmente 3D de copos magnéticos que se puede producir utilizando campo magnético conformado de forma apropiada que emana desde la superficie exterior de los rodillos magnéticos anteriormente mencionados que tienen partes magnetizadas de formas predeterminadas; ejemplos de estructuras magnéticas de este tipo se proporcionan en la Patente de EE.UU. n° 7.047.883.

Generalmente, los copos parecen brillantes cuando se observan normales al plano del copo, mientras que los copos parecen oscuros cuando se observan a lo largo del borde del plano. Por ejemplo, luz procedente de una fuente 30 de iluminación es reflejada por los copos de la primera región hacia el observador 32. Si la imagen está inclinada en la dirección indicada por la flecha 34, los copos de la primera región 22 se verán de punta, mientras que la luz será reflejada por los copos de la segunda región 24. De esta manera, en la primera posición de observación la primera región parecerá clara y la segunda región parecerá oscura, mientras que en la segunda posición de observación inclinada los campos producirán un efecto "flip-flop", volviéndose oscura la primera región y volviéndose clara la primera región. Esto proporciona un efecto visual muy impactante. De manera similar, si los copos de pigmento son de color variable, una parte puede parecer que es de un primer color y la otra parte de otro color cuando se observa en un primer ángulo de observación o de iluminación, y puede parecer que dichas partes cambian de color cuando se observan en un segundo ángulo de observación o de iluminación. El proceso de fabricación de copos difragentes se describe en detalle en la Patente de EE.UU. N° 6.692.830. La Solicitud de Patente de EE.UU. n° 20030190473, describe la fabricación de copos difragentes cromáticos. La producción de un copo difrangible cromático es similar a la producción de un copo difrangible, sin embargo se requiere que una de las capas sea magnética.

El portador es típicamente transparente, sin color o tintado, y los copos son típicamente bastante reflectantes. Por ejemplo, el portador podría estar tintado de verde y los copos podrían incluir una capa metálica, por ejemplo una película delgada de aluminio, oro, níquel, platino, o aleación metálica, o podrían ser un copo de metal, tal como un copo de níquel o de aleación. La luz reflejada por una capa metálica a través del portador tintado de verde podría parecer verde brillante, mientras que otra parte con copos vistos de punta podría parecer verde oscuro o de otro color. Si los copos son simplemente copos metálicos en un portador sin color, entonces una parte de la imagen podría parecer brillante metálica, mientras que otra podría parecer oscura. De forma alternativa, los copos metálicos podrían estar recubiertos con una capa tintada, o los copos podrían incluir una estructura de interferencia óptica, tal como una estructura absorbente-separador-reflector de tipo Fabry-Perot.

La Figura 4b es una sección transversal simplificada de una imagen 42 impresa de un dispositivo óptico cinematográfico al que se denomina "rolling bar" a efectos de discusión, de acuerdo con otra realización de la presente invención. La imagen incluye copos 26 de pigmento rodeados por un portador 28 transparente impreso sobre un substrato 29. Los copos de pigmento están alineados de forma curva, en un patrón que reproduce substancialmente planos reflectantes de un espejo cilíndrico de Fresnel. Como con el "flip-flop", la región o regiones de la "rolling bar" que reflejan luz desde las caras de los copos de pigmento hacia el observador parecen más claras que áreas que no reflejan directamente la luz hacia el observador, creando una impresión de luz reflejada procedente de un cilindro metálico pulido. Esta imagen proporciona una(s) banda(s) o barra(s) claras que parecen moverse, o "rodar" a través de la imagen cuando se inclina la imagen con respecto al ángulo de observación, asumiendo una(s) fuente(s) de iluminación fija(s).

También puede parecer que la barra tiene profundidad, aunque está impresa en un plano. La profundidad virtual puede parecer mucho mayor que el espesor físico de la imagen impresa; a este aspecto de la imagen se le denomina efecto óptico ilusivo. La inclinación de los copos de un patrón seleccionado refleja la luz para proporcionar la ilusión de profundidad o de "3D", como se denomina habitualmente. Se puede obtener un efecto tridimensional colocando un imán o imanes conformados por ejemplo dentro de una cavidad del rodillo 332 en una posición situada a menor altura a cierta distancia del papel o de otro substrato con copos de pigmento magnético impresos sobre el substrato contenidos en un portador fluido. Los copos se alinean a lo largo de líneas de campo magnético formando patrones 3D predeterminados, y creando de ese modo la imagen 3D después del endurecimiento (por ejemplo, del secado o del curado) del portador. A menudo la imagen parece moverse cuando se inclina, por lo que se pueden formar imágenes 3D cinematográficas.

De forma alternativa, se puede obtener un efecto substancialmente 3D magnetizando de forma apropiada un área o región seleccionada de la lámina 502 superior magnetizable que recubre al rodillo 352, de tal manera que el campo magnético que emana desde la superficie superior de la porción selectivamente magnetizada reproduciría substancialmente el campo magnético del imán o imanes permanentes apropiadamente conformados situados a menor altura. A modo de ejemplo, la Figura 4c muestra una lámina 30 selectivamente magnetizada en la cual están conformadas porciones magnetizadas de la lámina, las cuales se muestran mediante áreas con alta densidad de líneas de fuerza magnética, de tal manera que el campo magnético que emana desde la lámina 30 es substancialmente un campo magnético de un imán que tiene una orientación bi-polo en el plano de la lámina 30.

### Rodillo seccional

Haciendo ahora referencia a las Figuras 5a-c, se describe una realización de la invención, la cual proporciona un rodillo magnético seccionalizado para ser usado en la alineación de copos magnéticos en patrones predeterminados. El rodillo 410 seccionalizado ilustrado de forma esquemática en sección transversal en la Figura 5c tiene un cuerpo 420 cilíndrico, también denominado en este documento elemento cilíndrico o tambor, que se ensambla o se conforma a partir de una pluralidad de secciones 400 de rodillo cilíndricas, las cuales se colocan de forma desmontable unas al lado de otras para conformar el cuerpo cilíndrico del rodillo 410. En la Figura 5c, el tambor 410 se muestra a modo de ejemplo como conformado a partir de 3 secciones de rodillo cilíndricas. Cada una de las secciones 400 tiene una o más cavidades para inserción en su interior de imanes permanentes de formas

predeterminadas, como se ha descrito anteriormente con referencia a un rodillo sólido ilustrado en la Figura 2a. Las secciones 400 de rodillo están montadas sobre un eje 403 como se muestra en las Figuras 5a, 5b y 5c, y se colocan sobre dicho eje unas al lado de otras. Ventajosamente, las secciones de rodillo en el rodillo ensamblado son intercambiables, de tal manera que durante la impresión se pueden formar diferentes combinaciones.

5 Las Figuras 5a y 5b muestran de forma esquemática una única sección 400 de rodillo; en esta realización, la sección 400 de rodillo tiene un cuerpo 402 parcialmente hueco que tiene cavidades dentro de las cuales se colocan y se sujetan fijamente imanes 401 permanentes de forma o formas predeterminadas; las cavidades 401, a las cuales se hace referencia en esta especificación utilizando las mismas etiquetas de referencia que para los respectivos imanes situados en su interior, están abiertos a una superficie 444 exterior de la sección 400 de rodillo. Con fines  
10 ilustrativos, los imanes 401 situados en las cavidades respectivamente conformadas se muestran con formas de cono. En otras realizaciones los imanes 401 pueden tener cualquier forma apropiada para orientar los copos magnéticos en patrones predeterminados para proporcionar las imágenes o efectos ópticos deseados. La sección 400 de rodillo está rebajada en un lado para conformar una abertura o rebaje 450 con forma de anillo que se puede utilizar para facilitar la inserción de los imanes en las cavidades 401. La sección 400 de rodillo tiene un canal  
15 cilíndrico situado centralmente para el eje 403, el cual se extiende a través del conjunto 410 final y sobre el cual se pueden montar con el deslizamiento permitido otras secciones cilíndricas. Cada una de las secciones 400 tiene un conjunto de pines 404 y orificios 405 correspondientes, que forman los unos junto a los otros un primer medio de enclavamiento para enclavar entre sí las secciones de rodillo en el ensamblaje en una orientación relativa fija para que giren juntos sobre el eje 403. Los pines 404 de una sección individual se introducen en correspondientes  
20 orificios 405 de otra sección enclavando secciones unas a otras como se muestra en la Figura 5c, proporcionando de ese modo la integridad del rodillo. En otras realizaciones, se pueden utilizar medios de enclavamiento alternativos para fijar cada una de las secciones de rodillo impidiendo su giro con respecto a las otras en el conjunto 410 de rodillo seccional.

Se proporcionan segundos medios de enclavamiento para enclavar las secciones 400 sobre el eje 403 para que  
25 giren junto con el eje. En la realización mostrada los segundos medios de enclavamiento están formados por una chaveta 406 que se introduce en ranuras apropiadamente conformadas proporcionadas tanto en el cuerpo 402 cilíndrico de la sección de rodillo y como en el eje 403, impidiendo de ese modo el giro de la sección 400 alrededor del eje 403. De forma alternativa, la chaveta 406 puede ser integral con el cuerpo 402 de la sección o con el eje 403 proyectándose desde cualquiera de ellos. El rodillo seccional permite el ensamblaje de secciones 400 con diferentes  
30 configuraciones magnéticas como se muestra en la Figura 4c, en la cual áreas sombreadas de oscuro conformadas de manera diferente representan imanes permanentes de diferentes formas deseadas para conformar un patrón concreto de imágenes o efectos ópticos magnéticamente inducidos en la capa magnética situada sobre el sustrato 212.

El enfoque seccionalizado descrito anteriormente es muy útil para la fabricación de un rodillo con un imán que gira  
35 sobre sí mismo dentro del rodillo alrededor de un eje que es generalmente normal a la superficie exterior del rodillo, de tal manera que en el proceso de impresión lineal la superficie exterior del imán está girando sobre sí misma dentro del plano del sustrato 212 cuando el giro del rodillo acerca el imán a la posición del sustrato, como se ilustra por ejemplo mediante el imán 206 en la Figura 1a.

En las Figuras 6a y 6b se muestra de forma esquemática una realización 510 de una sección de rodillo con imanes  
40 que giran sobre sí mismos, proporcionando la Figura 6b una vista en perspectiva de la sección 510 de rodillo, mientras que la Figura 6a muestra la sección 510 de rodillo en sección transversal. Un cuerpo 501 de la sección con forma de tapa de la sección 510 de rodillo está situado, o montado, con el giro permitido, sobre un eje 502 utilizando un cojinete 503 de bolas. El eje 502 tiene un primer engranaje 504 cónico a 45° montado estáticamente, por ejemplo,  
45 encajado a presión, sobre él. El cuerpo 501 de la sección recibe un movimiento de giro desde una rueda 505 dentada unida fijamente al mismo e impulsada por un piñón que no se muestra en los dibujos. El cuerpo 501 de la sección tiene una o más cavidades 506 que se extienden radialmente formando un canal desde la superficie 544 exterior de la sección 510 hacia el eje 502. En el interior del canal 506 está situado un árbol 507 cilíndrico. El árbol 507 está acoplado de forma giratoria al cuerpo 501 de la sección mediante un cojinete de bolas 508. Un imán 509 permanente está fijado a un extremo del árbol 507; en lo que sigue al imán 509 se le denominará el primer imán. En  
50 la realización mostrada, el primer imán 509 está situado a menor altura con respecto a una superficie exterior del cuerpo cilíndrico del rodillo. En el otro extremo del árbol 507 se proporciona un segundo engranaje 512 cónico a 45°. Los engranajes 512 y 504 tienen un paso coincidente; forman medios de engrane, a los cuales se denominará en adelante segundos medios de engrane, para acoplar el primer imán 509 con el eje 502 para hacer que el primer imán gire sobre sí mismo alrededor de un eje normal a la superficie exterior del rodillo 510 cuando se hace girar el  
55 rodillo alrededor del eje. Una cubierta 511 en forma de lámina recubre la sección 510 de rodillo en un conjunto de rodillo final proporcionando una superficie exterior lisa y regular del rodillo seccionalizado, como se ilustra en las Figuras 7a y 7b. En diferentes conjuntos de rodillo, la cubierta 511 en forma de lámina puede tener un espesor diferente para separar los imanes 509 del sustrato 212, dependiendo de la fuerza de los imanes, de la viscosidad de la tinta, de las propiedades magnéticas de las partículas de pigmento, de la velocidad de funcionamiento de la  
60 prensa, y de otros factores. Preferiblemente los imanes 509 están situados a menor altura en el interior del cuerpo 501, de tal manera que su superficie exterior esté separada de la cubierta 511 por una separación. La rueda 505

dentada, a la cual se denominará en adelante el primer medio de engrane, se utiliza para hacer girar el cuerpo cilíndrico del rodillo 610 alrededor del eje 502.

5 Cuando se acciona el engranaje 505, éste hace girar al cuerpo 501 de la sección sobre el eje 502 que permanece estático; el movimiento de giro del cuerpo 501 es trasladado por los engranajes 504, 512 cónicos a los árboles 507, los cuales giran sobre sí mismos alrededor de sus ejes radialmente orientados, haciendo de ese modo que los imanes 509 giren sobre sí mismos dentro de los canales o cavidades 506 cilíndricos, al mismo tiempo que se mueven de forma simultánea en una órbita circular con la sección 501 alrededor de un eje 502 a lo largo de una trayectoria de tipo planetario creando un campo magnético de una configuración deseada con forma de bóveda que emana desde la superficie exterior del rodillo, y que se dirige hacia el interior del substrato 212 en posiciones predeterminadas cuando el giro del rodillo acerca al imán al substrato con los copos magnéticamente alineables dispersados sobre él. En otra realización, los imanes 509 pueden ser accionados con independencia del giro del cuerpo del rodillo, por ejemplo por un motor o por motores eléctricos situados por ejemplo en el interior del cuerpo 501 de sección.

15 Las Figuras 7a y 7b ilustran de forma esquemática un rodillo 610 magnético seccionalizado ensamblado a partir de secciones 510. Cada una de las secciones del rodillo tiene un conjunto de pines y orificios correspondientes no mostrados en las Figuras 6a – 7b que son similares a los descritos con referencia a las Figuras 5a y 5b. Las secciones 510 se ensamblan juntas unas al lado de otras sobre el eje 503 para conformar un cuerpo cilíndrico, al que aquí también se denomina elemento cilíndrico, del rodillo 610. Las secciones ensambladas se cubren a continuación mediante la cubierta 511 que recubre las secciones para formar el rodillo 610 magnético y para proporcionar una superficie exterior regular lisa al rodillo 610 incluso cuando los imanes 509 están situados a menor altura. La Figura 7a muestra un rodillo parcialmente ensamblado, mientras que la Figura 7b muestra un rodillo completamente ensamblado. En las Figuras 7a y 7b, la cubierta 511 se muestra con un corte con fines ilustrativos.

25 Ventajosamente, se pueden usar imanes que giran sobre sí mismos para conformar campos magnéticos con forma de bóveda, los cuales se pueden utilizar para orientar copos magnéticos en un patrón circular que forma un reflector de Fresnel, formando de ese modo imágenes semiesféricas con ilusión de profundidad, como se describe en la Solicitud de Patente de EE.UU. nº 11/278.600. La Figura 8a reproducida a partir de esta solicitud ilustra una alineación con forma de semiesfera axisimétrica de partículas 323 magnéticas dispersadas en una capa delgada de la tinta 324 impresa sobre un substrato 325 en una disposición de espejo de Fresnel no cóncavo impreso. El número de referencia 321 denota la sección transversal del campo que tiene líneas 322 que emanan desde el imán 326 que se hace girar, es decir, que se hace girar sobre sí mismo, en la dirección de la flecha 327. De acuerdo con la presente invención, el imán 326 está situado dentro de una cavidad de un rodillo magnético que no se muestra en la figura, siendo su eje de giro/giro sobre sí mismo generalmente normal al eje del rodillo. La Figura 8b es otra ilustración de la fabricación de una imagen semiesférica con la ilusión de profundidad utilizando un imán 370 que gira sobre sí mismo para formar un campo magnético 311 con forma de bóveda que emana hacia el interior del substrato 377. El imán 370 tiene una sección transversal rectangular y se muestra en tres posiciones diferentes 370a, 370b y 370c durante su giro sobre sí mismo. El imán debería girar sobre sí mismo a una velocidad angular substancialmente mayor que la del giro del rodillo en el cual está situado el imán que gira sobre sí mismo, de tal manera que el pigmento magnético contenido en la tinta sobre el substrato “sentiría” el campo 311 magnético con forma de bóveda medio del imán que gira sobre sí mismo durante un periodo de tiempo en que el imán que gira sobre sí mismo está cerca del substrato. Las Figuras 8c y 8d son fotografías de las impresiones con inclinación gradualmente variable de los copos producidos por el imán que gira sobre sí mismo, el cual orienta concéntricamente a los copos para formar lo que es substancialmente un patrón de espejo parabólico de Fresnel, proporcionando de ese modo a las imágenes la ilusión de profundidad. Más concretamente la Figura 8c es una fotografía inclinada con su borde superior hacia el observador, mientras que la fotografía 8d está inclinada con su borde superior alejado del observador.

Este aspecto de la invención proporciona de manera general un aparato para orientar copos magnéticos contenidos en un portador fluido impreso sobre un substrato en un proceso de impresión, comprendiendo el aparato un rodillo giratorio para ser colocado con una superficie exterior cercana al substrato, comprendiendo dicho rodillo: un cuerpo cilíndrico que comprende una cavidad; un imán situado con el giro permitido en el interior de la cavidad para crear un campo magnético de una configuración predeterminada que emana desde la superficie exterior del rodillo hacia el interior del substrato; y unos medios para hacer que el imán gire sobre sí mismo en el interior de la cavidad durante el proceso de impresión para orientar los copos magnéticos en un patrón predeterminado formando una imagen con una ilusión de profundidad sobre el substrato.

### Impresión Continua

55 En las realizaciones descritas anteriormente en este documento, las partes magnéticas del rodillo, a las que en este documento también denomina imanes, son discretas en el sentido de que están rodeadas en los laterales por material no magnético del rodillo. Dichos imanes son apropiados para formar sobre la superficie del substrato, en las zonas donde es dispersada la tinta o pintura magnética, imágenes o efectos ópticos localizados tales como imágenes de objetos, logotipos, signos, esferas con la ilusión de profundidad, etc. Sin embargo, estos imanes discretos pueden no ser apropiados para imprimir sobre áreas continuas a lo largo o a través del substrato 212. Es

necesario que los conjuntos magnéticos para este objetivo proporcionen alineación continua de partículas magnéticas a medida que el sustrato se mueve.

Como hemos descubierto, dichos conjuntos de rodillo pueden contener imanes permanentes integrados a lo largo o a través de un rodillo magnético. En las Figuras 9a y 9b se muestra un rodillo 710 que proporciona alineación de copos magnéticos a lo largo del sustrato, es decir, en la dirección de su movimiento durante el proceso de impresión en línea. El rodillo 710 está ensamblado, o formado por una pluralidad de secciones 701, cada una de ellas con una parte 702 magnetizada con forma de anillo. En la Figura 9a se muestra un rodillo 710 parcialmente ensamblado. Las secciones 701 con anillos 702 magnéticos están ensambladas sobre un eje 703. Las secciones 701 están enclavadas sobre el eje 703 con chavetas no mostradas en las Figuras 9a, b. Una rueda 704 dentada de accionamiento está fijada al rodillo 710 para proporcionar momento de giro a dicho rodillo. En la Figura 9b se muestra el rodillo 710 completamente ensamblado sin cubierta. Las partes 702 magnetizadas del rodillo se extienden circunferencialmente alrededor del rodillo 710 para formar una banda sin fin, o un anillo, para proporcionar una imagen continua sobre el sustrato en el proceso de impresión lineal.

Las partes 702 magnetizadas con forma de anillos se pueden conformar utilizando imanes anulares sólidos, o se pueden ensamblar a partir de imanes pequeños, por ejemplo de forma rectangular, como se muestra esquemáticamente en las Figuras 9a y 9b. Los imanes puede tener dirección de magnetización de lado a lado, es decir a lo largo del eje 703, o dirección de magnetización radial.

La Figura 10 ilustra de forma esquemática el funcionamiento de una realización del aparato de la presente invención para impresión en línea continua utilizando el rodillo 710. Como se ilustra, un número total de las partes 702 magnéticas con forma de anillo en el rodillo determina el número de filas visibles impresas en un sustrato 705. En la Figura 10, el rodillo 710 con anillos 702 magnéticos está situado debajo del sustrato 705; el resto del aparato de impresión no se muestra en la figura pero podría ser similar al aparato 200 mostrado en la Figura 1a. Las franjas 706 son impresas sobre la superficie del sustrato 705 por un campo magnético que emana desde las partes, o anillos 702, magnetizadas, el cual orienta copos magnéticos dispersados sobre la superficie del sustrato situada enfrente del rodillo a lo largo de las líneas de campo magnético. Como se muestra en las Figuras 10, las franjas 706 situadas sobre una parte superior del sustrato son impresas con la tinta o pintura magnética y son oscuras porque las partículas magnéticas de la tinta aún no están alineadas por el campo magnético del rodillo, y una gran parte la de luz que reflejan sufre dispersión. El rodillo 710 gira en una dirección mostrada mediante una flecha 707 y el sustrato 705 se mueve en una dirección 708. Al entrar en el campo del rodillo, partículas magnéticas de la tinta o de la pintura se alinean en la dirección de líneas magnéticas del campo, las cuales en esta realización concreta están situadas en el plano del sustrato donde el sustrato y el rodillo están uno cerca del otro y en contacto. La alineación de las partículas a lo largo de la superficie del sustrato incrementa su reflectancia percibida y la franja impresa se vuelve brillante, como se ilustra en la parte inferior del sustrato en la Figura 10.

En otras realizaciones, un rodillo magnético puede incluir secciones de rodillo con imanes 702 anulares continuos, y secciones de rodillo que tienen imanes discretos de formas seleccionadas para conformar sobre el sustrato una combinación de imágenes o efectos ópticos localizados y rasgos ópticos continuos tales como las franjas 706.

Las Figuras 11a y 11b muestran de forma esquemática una realización 810 del rodillo magnético, en el cual partes 803 magnetizadas del rodillo se extienden a través de una superficie de trabajo del rodillo a lo largo de su eje de giro, de extremo a extremo de dicha superficie de trabajo. En este documento se utiliza el término "superficie de trabajo" para referirse a la superficie exterior del rodillo, o a una parte de la misma, que hace contacto con el sustrato durante la impresión. El cuerpo 801 cilíndrico del rodillo 810 tiene surcos 802 en los cuales están insertados imanes 803 alargados. Los surcos 802 y los imanes 803 pueden tener una forma de sección decreciente correspondiente. De forma alternativa, los imanes se pueden fijar en su sitio mediante tornillos, o adhesivo, u otro método apropiado como sabría una persona con experiencia en la técnica. Cuando está montado en el aparato de impresión, el rodillo puede quedar situado por encima del sustrato o por debajo de él.

La Figura 12 ilustra de forma esquemática una parte del aparato de impresión que incluye al rodillo 810. En este caso, el rodillo 810 con los imanes 803 insertados en los surcos 802 está situado por debajo del sustrato 804. El sustrato 804 se acerca al rodillo con las franjas 805 de tinta magnética húmeda, impresas sobre el sustrato por una de las estaciones de impresión de la prensa justo antes del rodillo magnético. Cuando las franjas entran en el campo magnético las partículas del pigmento se alinean a sí mismas a lo largo de líneas del campo; si los imanes 803 están magnetizados en un plano normal al eje del rodillo tangencialmente a la superficie exterior. Como resultado de la alineación, las partículas comienzan a reflejar una luz incidente de una manera determinada por la forma del campo. En una realización concreta ilustrada en la Figura 12, las partículas se orientan para generar el efecto "rolling bar" descrito anteriormente en este documento.

El sistema para el curado de la tinta húmeda con partículas alineadas no se mostró con nada de detalle en las imágenes de esta solicitud de patente para mantener la atención sobre los principios de diseño del rodillo magnético. Sin embargo, se tiene que montar cerca del rodillo. En algunas realizaciones, el sistema para el curado ilumina un área estrecha a través del sustrato que contiene la tinta partículas alineadas justo por encima del último cuadrante del rodillo. En otras realizaciones, puede estar montado a una cierta distancia después del rodillo magnético.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para orientar copos magnéticos contenidos en un portador fluido impreso sobre un sustrato (212; 248; 325; 377; 705; 804) en un proceso de impresión continua, comprendiendo el aparato (200)
- un rodillo (210; 410; 610; 710) giratorio para ser colocado con una superficie (244; 333) cerca del sustrato,
- 5 comprendiendo dicho rodillo giratorio una pluralidad de secciones (400; 510; 701) de rodillo situadas de forma desmontable unas al lado de las otras para conformar un cuerpo (420; 501) cilíndrico del rodillo giratorio, donde cada sección de rodillo comprende una o más partes (202; 204; 206; 208; 258; 258'; 302; 303; 335; 326; 370; 401; 509; 702; 803) magnetizadas para crear un campo magnético de una configuración predeterminada que emana desde la superficie (244; 333) exterior del rodillo hacia el interior del sustrato para orientar los copos magnéticos en un patrón seleccionado;
- 10 en el cual la superficie (244; 333) exterior del rodillo (210; 410; 610; 710) giratorio es substancialmente regular para proporcionar un contacto substancialmente uniforme con el sustrato a través de la superficie (244; 333) exterior del rodillo (210; 410; 610; 710) giratorio durante el proceso de impresión lineal; y,
- en el cual las secciones (400; 510; 701) de rodillo son intercambiables para conformar diferentes combinaciones de los patrones de copos magnéticos sobre el sustrato.
- 15 2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un eje (304; 403; 502; 703) sobre el cual está montada cada una de las secciones (400; 510; 701) de rodillo de la pluralidad de ellas.
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual las secciones (400) de rodillo tienen medios (406) de enclavamiento para enclavar dichas secciones (400) de rodillo sobre el eje (403) para que giren junto con el eje (403).
- 20 4. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el cual al menos una de las secciones (400; 510; 701) de rodillo comprende:
- un cuerpo (402; 501) no magnético que tiene una o más cavidades (401; 506; 802); y,
- 25 uno o más imanes (202; 204; 206; 208; 258; 258'; 302; 303; 335; 326; 370; 401; 509; 803) permanentes situados en el interior de una o más cavidades para conformar las una o más partes magnetizadas de dicha sección de rodillo;
- donde los uno o más imanes permanentes están conformados para crear el campo magnético de la configuración predeterminada.
5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual las una o más cavidades (401; 506; 802) están conformadas para sujetar fijamente los uno o más imanes (202; 204; 206; 208; 258; 258'; 302; 303; 335; 326; 370; 401; 509; 803) permanentes enrasados con una superficie (244; 333) exterior del cuerpo (420; 501) cilíndrico.
- 30 6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, en el cual los uno o más imanes (202; 204; 206; 208; 258; 258'; 302; 303; 335; 326; 370; 401; 509; 803) comprenden un primer imán (326; 370; 509) que está situado a menor altura con respecto a una superficie (244; 333) exterior del cuerpo (420; 501) cilíndrico del rodillo (210; 410; 610; 710) giratorio.
- 35 7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual el primer imán (326; 370; 509) está situado con el giro permitido en el interior de la respectiva cavidad (506), comprende además un medio (504; 512) para hacer que el primer imán (326; 370; 509) gire sobre sí mismo en el interior de dicha cavidad (506) durante el proceso de impresión para proporcionar una ilusión de profundidad a una imagen formada por el primer imán (326; 370; 509) sobre el sustrato (212; 248; 325; 377; 705; 804) en el proceso de impresión lineal.
- 40 8. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual los medios (504; 512) para hacer que el primer imán (326; 370; 509) gire sobre sí mismo incluyen un motor eléctrico.
9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2 y cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el cual las secciones (400; 510; 701) de rodillo están montadas con el giro permitido sobre el eje (304; 403; 502; 703) con un cojinete (503) que comprende además:
- 45 unos primeros medios (505) de engranaje para hacer que el cuerpo (420; 501) cilíndrico del rodillo (410; 610) giratorio gire alrededor del eje (304; 403; 502; 703), y
- unos segundos medios (504; 512) de engranaje que acoplan el primer imán (326; 370; 509) con el eje (304; 403; 502; 703) para hacer que el primer imán (326; 370; 509) gire sobre sí mismo alrededor de un eje normal a la superficie (244; 333) exterior del rodillo cuando el rodillo (410; 610) se hace girar alrededor del eje (304; 403; 502; 703).
- 50

10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual:

la cavidad (506) en la cual está situado el primer imán (326; 370; 509) se extiende radialmente formando un canal (506) desde el eje (502) hasta la superficie (544) exterior de la sección (510) de rodillo,

comprendiendo el aparato además:

- 5 un árbol (507) situado de forma giratoria en el interior del canal (506), teniendo el árbol (507) un extremo exterior al cual está fijado uno de los imanes (326; 370; 509) permanentes, y un extremo interior.
11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el cual los segundos medios de engranaje comprenden un primer engranaje (504) cónico montado sobre el eje (502), y un segundo engranaje (512) cónico montado en el extremo interior del árbol (507).
- 10 12. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el cual las secciones (400; 510; 701) de rodillo tienen superficies (444; 544) exteriores que en conjunto proporcionan la superficie (244; 333) exterior substancialmente regular del rodillo (410; 610).
- 15 13. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende además una lámina (511) flexible de material no magnético que recubre a las secciones (510) de rodillo para proporcionar la superficie exterior substancialmente regular del rodillo (610).
14. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en el cual las secciones (400) de rodillo tienen medios (404; 405) de enclavamiento para enclavar entre sí dichas secciones (400) de rodillo en una orientación relativa fija para que giren juntas.
- 20 15. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el cual las una o más partes (702) magnetizadas se extienden circunferencialmente alrededor del rodillo (710) para formar una banda sin fin para proporcionar una imagen substancialmente continua sobre el sustrato (705) en el proceso de impresión lineal.
16. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en el cual el patrón seleccionado forma una imagen (20; 42; 220) de un objeto, un signo, o un logotipo.
- 25 17. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 16, en el cual la imagen (20; 42; 220) comprende un objeto (238) rodante o un "flip-flop" (234, 236).
18. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 16 ó 17, en el cual la imagen (20; 42; 220) proporciona un efecto (254) óptico ilusivo.
19. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 18, en el cual el efecto óptico ilusivo es una ilusión de profundidad que supera un espesor del sustrato.
- 30 20. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-19, en el cual la imagen (20; 42; 220) proporciona un efecto (254) óptico dinámico cuando se observa en un ángulo de observación variable o en un ángulo de iluminación variable.
21. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 20, en el cual el efecto (254) óptico dinámico comprende variación de color o cambio de color.
- 35 22. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-21, en el cual los copos magnéticos comprenden al menos uno de copos reflectivos, copos difrangentos, copos absorbentes, copos marcadores y copos de color variable.

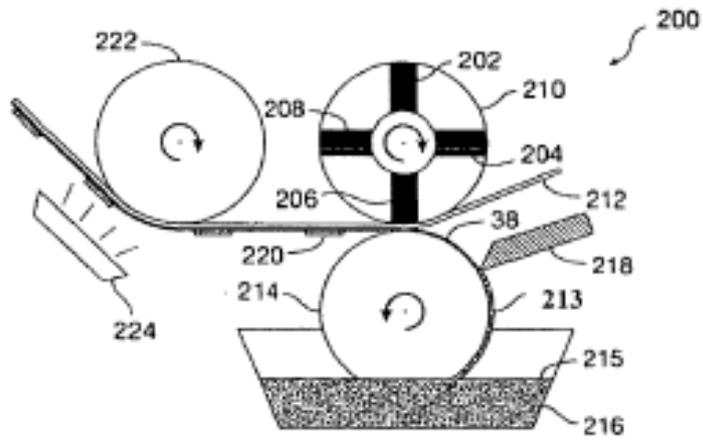


Fig. 1a

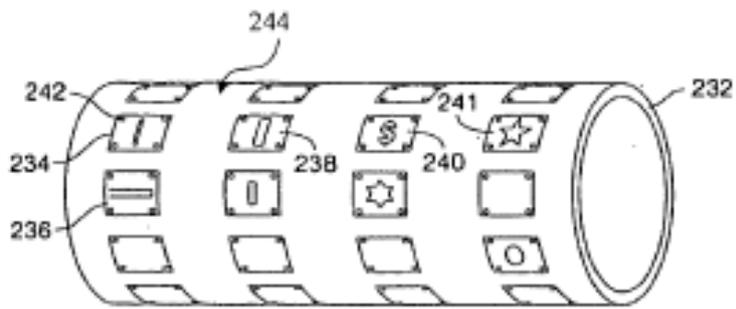


Fig. 1b

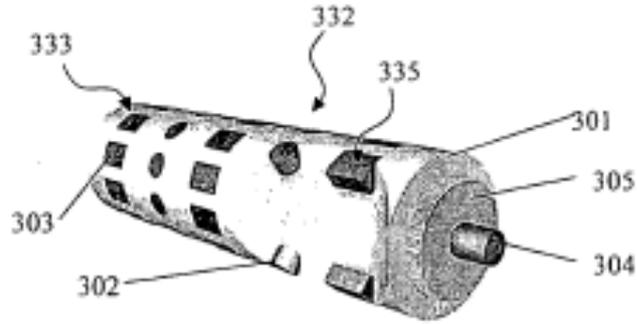


Fig. 2a

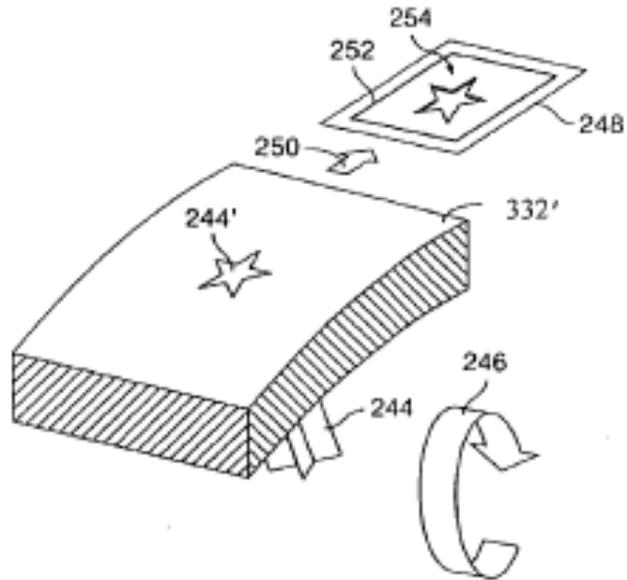


Fig. 2b

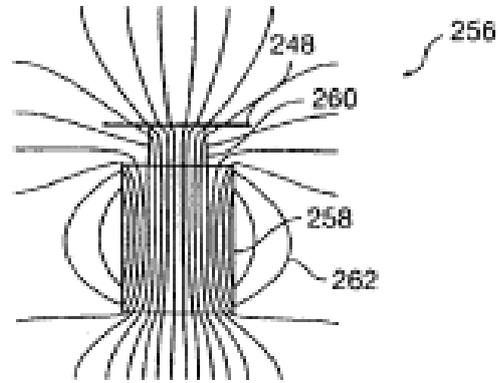


Fig. 2c

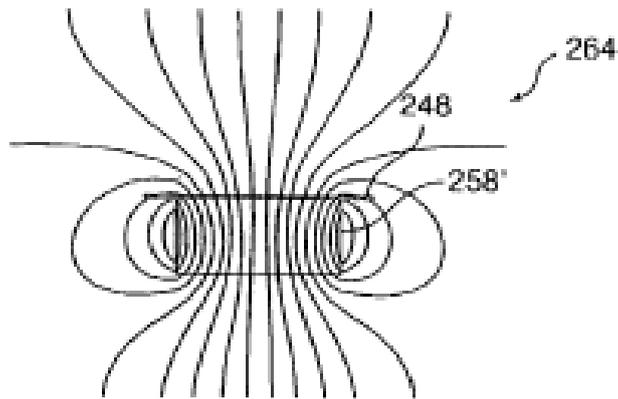


Fig. 2d

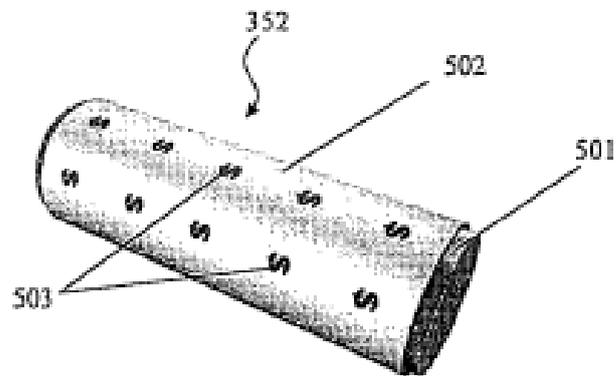


Fig. 3

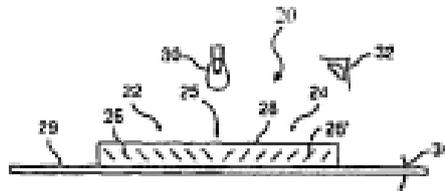


Fig. 4a



Fig. 4b

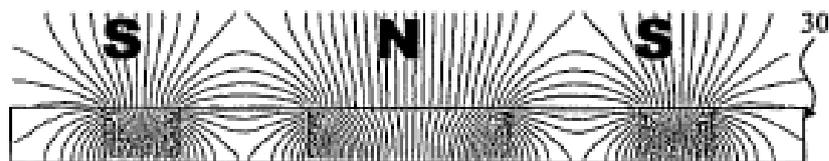


Fig. 4c

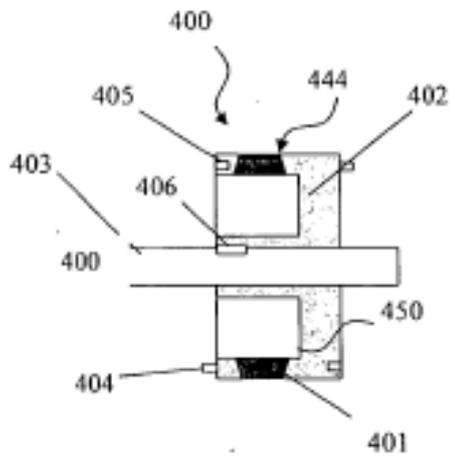


Fig. 5a

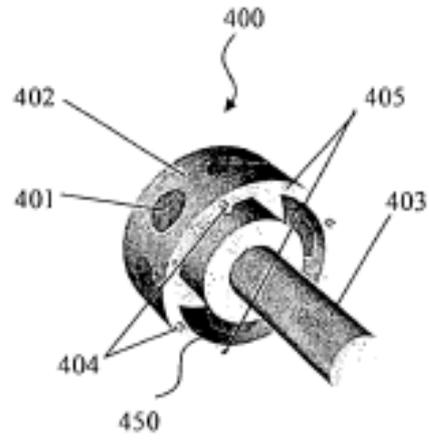


Fig. 5b

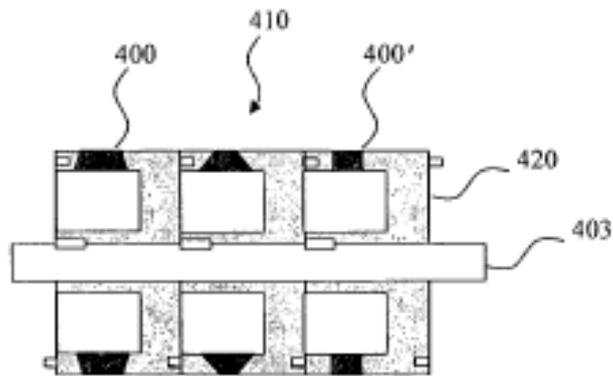


Fig. 5c

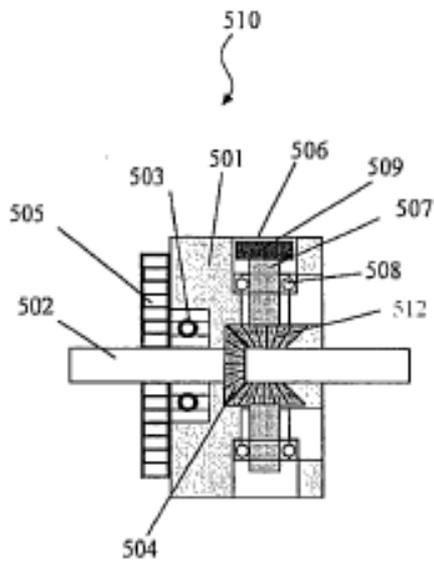


Fig. 6a

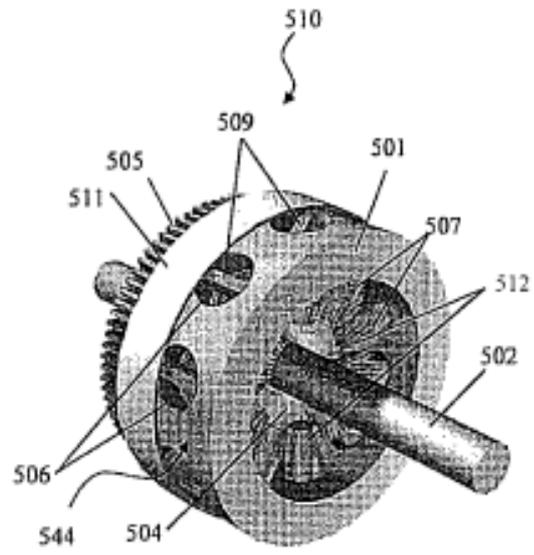


Fig. 6b

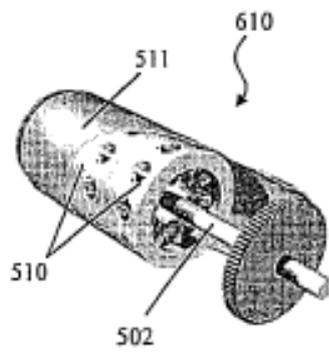


Fig. 7a

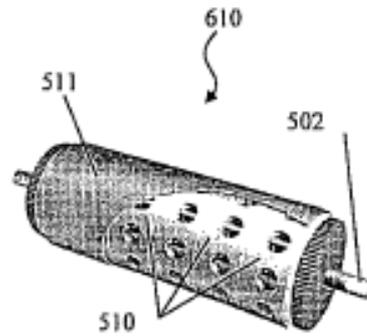


Fig. 7b

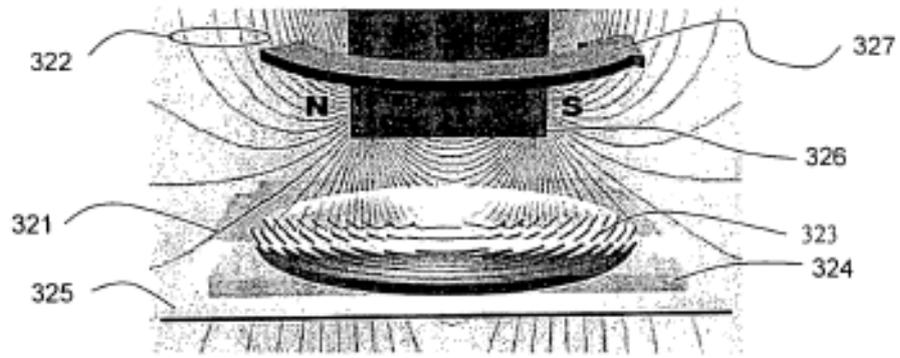


Fig. 8a

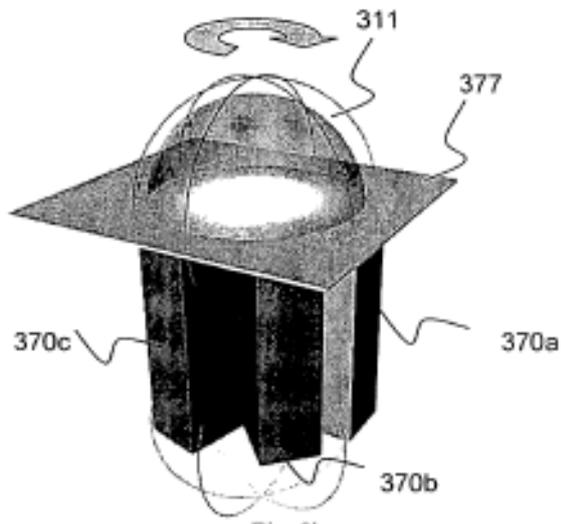


Fig. 8b



Fig. 8c



Fig. 8d

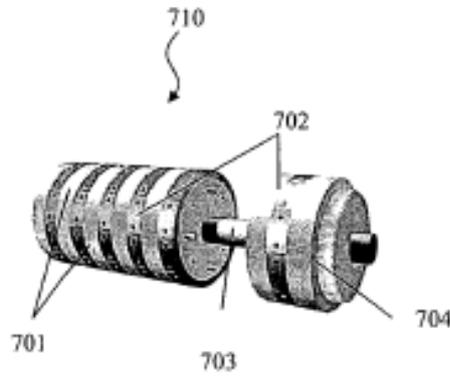


Fig. 9a

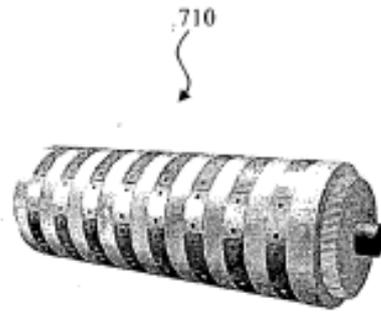


Fig. 9b

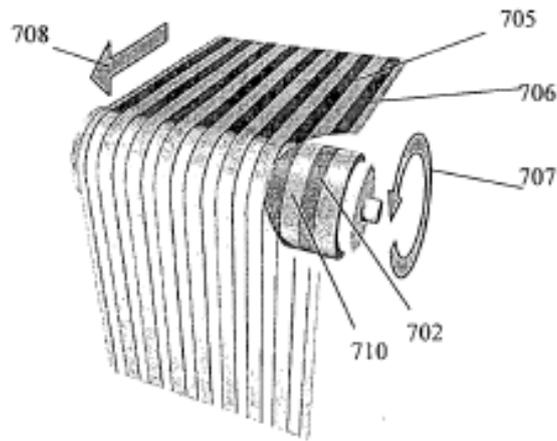


Fig. 10

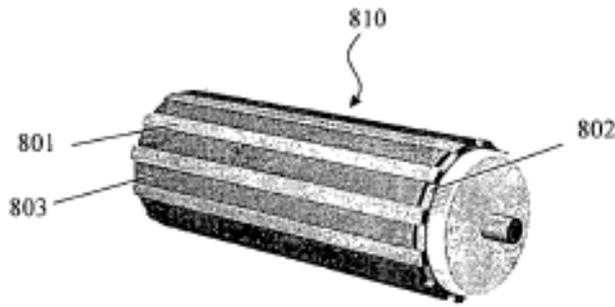


Fig. 11a

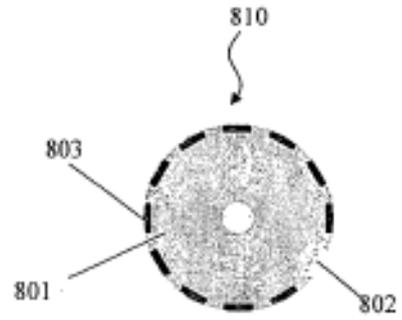


Fig. 11b

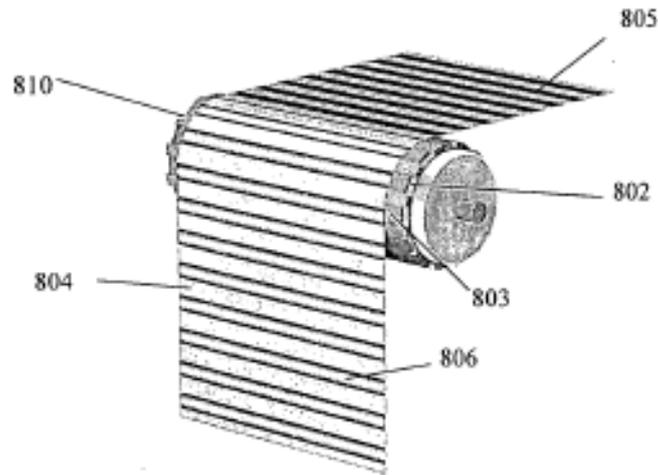


Fig. 12