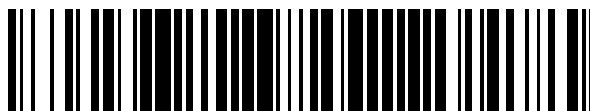


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 137**

51 Int. Cl.:

C09C 1/00 (2006.01) **C09D 11/00** (2006.01)

C09C 1/24 (2006.01) **C09D 201/00** (2006.01)

H01F 10/00 (2006.01)

C09J 7/02 (2006.01)

C09C 1/00 (2006.01)

C09C 1/62 (2006.01)

C09C 1/64 (2006.01)

C09D 5/23 (2006.01)

C09D 5/29 (2006.01)

C09D 7/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02765768 .3**

96 Fecha de presentación: **16.01.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1412432**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

54 Título: **Pigmentos y láminas magnéticos multicapa**

30 Prioridad:
27.04.2001 US 844261

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.08.2012

73 Titular/es:
**JDS UNIPHASE CORPORATION
1768 AUTOMATION PARKWAY
SAN JOSE, CA 95131, US**

72 Inventor/es:
**PHILIPS, Roger, W.;
LEGALLEE, Charlotte, R.;
MARKANTES, Charles, T. y
COOMBS, Paul, G.**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 386 137 T3

DESCRIPCIÓN

Pigmentos y láminas magnéticos multicapa

1. El Campo de la Invención

5 La presente invención se refiere en general a pigmentos y láminas. En particular, la presente invención se refiere a laminillas de pigmento multicapa y láminas con capas magnéticas y composiciones de pigmento que incorporan laminillas de pigmento multicapa con capas magnéticas.

2. La Tecnología Pertinente

10 Se han desarrollado diversos pigmentos, colorantes y láminas para una amplia variedad de aplicaciones. Por ejemplo, se han desarrollado pigmentos magnéticos para uso en aplicaciones tales como utensilios de cocina decorativos, creando superficies estampadas y dispositivos de seguridad. De manera similar, se han desarrollado pigmentos que cambian de color para usos tales como cosméticos, tintas, materiales de revestimiento, adornos, materiales cerámicos, pinturas para automóviles, sellos en caliente para la lucha contra la falsificación y tintas para la lucha contra la falsificación para documentos de seguridad y moneda.

15 Los pigmentos que cambian de color, colorantes y láminas presentan la propiedad de cambiar de color con la variación del ángulo de la luz incidente o a medida que cambia el ángulo de visión del observador. Las propiedades que cambian el color de los pigmentos y las láminas se pueden controlar por el diseño apropiado de las películas delgadas ópticas o la orientación de las especies moleculares usadas para conformar la estructura de revestimiento de la laminilla o la lámina. Los efectos deseados se pueden conseguir por la variación de parámetros tales como espesor de las capas que forman las laminillas y las láminas y el índice de refracción de cada capa. Los cambios en el color percibido que tienen lugar para diferentes ángulos de visión o ángulos de la luz incidente son un resultado de una combinación de absorción selectiva de los materiales que comprenden las capas y los efectos de interferencia que dependen de la longitud de onda. Los efectos de interferencia, que surgen de la superposición de las ondas de luz que han experimentado reflexiones múltiples, son responsables de los cambios de color percibidos con diferentes ángulos. El máximo de la reflexión cambia en posición e intensidad, a medida que cambia el ángulo de visión, debido a efectos de interferencia cambiantes que surgen de diferencias en el camino óptico de la luz en las diversas capas de un material que mejoran selectivamente a longitudes de onda particulares.

25 Se han usado diversas propuestas para conseguir tales efectos de cambio de color. Por ejemplo, las laminillas multicapa pequeñas, típicamente constituidas por múltiples capas de películas delgadas, se dispersan por todo un medio tal como pintura o tinta que se puede aplicar después con posterioridad a la superficie de un objeto. Tales laminillas se pueden recubrir opcionalmente para conseguir los colores y los efectos ópticos deseados. Otra propuesta es encapsular pequeños sustratos metálicos o de silicato con capas variables y dispersar después los sustratos encapsulados por todo un medio tal como pintura o tinta. Adicionalmente, se han hecho láminas constituidas por múltiples capas de películas delgadas sobre un material sustrato.

35 Una manera de producir una estructura de película delgada multicapa es conformándola sobre un material de bandas flexible con una capa de liberación en el mismo. Las diversas capas se depositan sobre la banda por métodos conocidos en la técnica de conformación de estructuras de revestimiento delgadas, tales como PVD, pulverización catódica o similares. La estructura de película delgada multicapa se retira después del material de la banda como laminillas que cambian de color de película delgada, que se pueden añadir a un medio polimérico tal como diversos vehículos de pigmento para uso como tinta o pintura. Además de las laminillas que cambian de color, se pueden añadir aditivos a las tintas o pinturas para obtener los resultados de cambio de color deseados.

40 Los pigmentos que cambian de color o las láminas se conforman de una estructura de película delgada multicapa que incluye las mismas capas básicas. Estas incluyen una capa o capas absorbentes, una capa o capas de dieléctrico y opcionalmente una capa reflectora, en órdenes variables de las capas. Los recubrimientos se pueden conformar para presentar una estructura de película delgada multicapa simétrica, tal como:

45 absorbente/dieléctrico /reflector/dieléctrico/absorbente o
absorbente/dieléctrico/absorbente.

También se pueden conformar revestimientos que tengan una estructura de película delgada multicapa asimétrica, tal como:

absorbente/dieléctrico/reflector.

50 Por ejemplo, la Patente de EE.UU. N° 5.135.812 para Phillips et al., describe laminillas de película delgada que cambian el color con diversas configuraciones diferentes de capas tales como pilas estratificadas de dieléctrico transparentes y metálicas semitransparentes. En la Patente de EE.UU. N° 5.278.590 para Phillips et al., se describe un revestimiento de interferencia óptica de tres capas simétricas que comprende primera y segunda capa absorbente de transmisión parcial que tiene esencialmente el mismo material y espesor y una capa espaciadora de

dieléctrico situada entre la primera y la segunda capa absorbente.

Las plaquetas que cambian de color para uso en pinturas se describen en la Patente de EE.UU. N° 5.571.624 para Phillips et al. Estas plaquetas están compuestas de una estructura de película delgada multicapa simétrica en que se conforma una primera capa semiopaca tal como cromo sobre un sustrato, con una primera capa de dieléctrico conformada sobre la primera capa semiopaca. Una capa de metal reflectora, opaca, tal como aluminio, se conforma sobre la primera capa de dieléctrico, seguido por una segunda capa de dieléctrico del mismo material y espesor que la primera capa de dieléctrico. Una segunda capa semiopaca del mismo material y espesor que la primera capa semiopaca se conforma sobre la segunda capa de dieléctrico.

Con respecto a pigmentos magnéticos, la Patente de EE.UU. N° 4.838.648 para Phillips et al., (de ahora en adelante "*Phillips '648*") describe una estructura que cambia de color, magnética, de película delgada, en la que el material magnético se puede usar como reflector o capa absorbente. Un material magnético descrito es una aleación de cobalto - níquel. *Phillips '648* describe laminillas y láminas con las siguientes estructuras:

superestrato teñido/absorbente/dieléctrico/capa magnética/sustrato;

superestrato teñido/absorbente/dieléctrico/capa magnética/dieléctrico/absorbente/superestrato teñido;

y

adhesivo/capa magnética/dieléctrico/absorbente/revestimiento duro liberable/sustrato.

Se han proporcionado superficies estampadas por exposición de laminillas magnéticas a una fuerza magnética para efectuar una modificación física en la estructura del pigmento. Por ejemplo, la Patente de EE.UU. N° 6.103.361 para Batzar et al., (de ahora en adelante "*Batzar*") usa pigmentos hechos de materiales magnetizables para decorar utensilios de cocina. En particular, *Batzar* se refiere a controlar la orientación de las laminillas de acero inoxidable en un revestimiento de liberación de fluoropolímero para fabricar patrones donde al menos algunas de las laminillas son más largas que el espesor del revestimiento. El sustrato estampado se conforma por aplicación de una fuerza magnética por los bordes de una boquilla magnetizable situada debajo de una base recubierta para modificar la orientación de las laminillas dentro del revestimiento, induciendo de ese modo un efecto o patrón de formación de imágenes. Sin embargo, *Batzar* no discute el uso de pilas o plaquetas de película delgada, ópticas, empleando una capa magnética. Además, aunque las laminillas de acero inoxidable usadas en *Batzar* son adecuadas para decorar utensilios de cocina, son reflectantes de manera deficiente.

La Patente de EE.UU. N° 2.570.856 para Pratt et al., (de ahora en adelante "*Pratt*") se refiere a pigmentos de laminillas metálicos que están basados en plaquetas de metal ferromagnético. Como *Batzar*, sin embargo, *Pratt* usa metales de reflexión deficiente y no explica el uso de pilas de óptica de película delgada.

Las Patentes de EE.UU. Nos. 5.364.689 y 5.630.877 para Kashiwagi et al., (de ahora en adelante conjuntamente "las patentes de *Kashiwagi*"), describen métodos y aparato para crear patrones pintados formados de manera magnética. Las patentes de *Kashiwagi* explican el uso de una capa de pintura magnética, que incluye partículas magnéticas no esféricas en un medio de pintura. Se aplica un campo magnético con líneas de campo magnético en la conformación del patrón deseado, a la capa de pintura. El patrón final se crea por las diferentes orientaciones de las partículas magnéticas en la pintura endurecida.

Un intento en la incorporación de una capa magnética en una laminilla multicapa se describe en la Publicación de Patente Europea EP 686675B1 para Schmid et al., (de ahora en adelante "*Schmid*"), que describe estructuras que cambian el color laminares que incluyen una capa magnética entre la capa de dieléctrico y una capa de aluminio central como sigue:

óxido/absorbente/dieléctrico/imán/Al/imán/dieléctrico/absorbente/óxido

Así, *Schmid* usa plaquetas de aluminio y después recubre estas plaquetas con materiales magnéticos. Sin embargo, el material magnético suprayacente degrada las propiedades reflectantes del pigmento debido a que el aluminio es el segundo metal más brillante (después de la plata), que significa que cualquier material magnético es menos reflectante. Además, *Schmid* empieza con plaquetas de aluminio generadas por molienda de bolas, un método que está limitado en términos de la lisura de las capas que se puede conseguir.

La Publicación de Patente Europea EP 710508A1 para Richter et al., (de ahora en adelante "*Richter*") describe métodos para proporcionar efectos tridimensionales por extracción con puntas magnéticas. *Richter* describe efectos tridimensionales conseguidos por alineación de pigmentos activos de manera magnética en un campo magnético variable espacialmente. *Richter* usa pigmentos estándar (ferrita de bario, ferrita de estroncio, aleaciones de samario/cobalto, Al/Co/Ni y óxidos de metal fabricados por sinterización y enfriamiento rápido, ninguno de los cuales está constituido por pilas de película delgada, ópticas. Más bien, las partículas son del tipo magnético duro. *Richter* usa piezas de polos electromagnéticos en la parte superior del revestimiento o en ambos lados del revestimiento. Sin embargo, *Richter* usa un sistema móvil y requiere "extracción" de la imagen. Esta "extracción" lleva tiempo y no es conducente a procedimientos de tipo de producción.

La Patente de EE.UU. N° 3.791.864 para Steingroever (de ahora en adelante "*Steingroever*") describe un método para diseñar partículas magnéticas por su orientación con un patrón magnético generado en un revestimiento de imprimación subyacente que se ha diseñado previamente mediante un campo magnético. El revestimiento de imprimación contiene partículas magnéticas del tipo $MO \times 6Fe_2O_3$ donde M puede ser uno o más de los elementos Ba, Sr, Co o Pb. Después de revestir una lámina continua de revestimiento líquido de la imprimación, se endurece y después se magnetizan áreas de la imprimación mediante un campo magnético. A continuación, se aplica después un vehículo del pigmento con partículas magnéticas suspendidas en el mismo. Las partículas magnéticas suspendidas en el mismo se orientan finalmente por la fuerza magnética del patrón magnético en la imprimación, creando el patrón final. Sin embargo, *Steingroever* experimenta una imagen magnética difusa en la capa de imprimación, que a su vez pasa una imagen difusa a la mano de acabado. Esta reducción en la resolución se debe a que los altos campos magnéticos están limitados en la resolución que pueden crear. Esta limitación se debe a líneas de alto campo magnético que rodean a la imagen magnética deseada, afectando de ese modo a partículas magnéticas no fijadas como objetivo en la capa de imprimación y desdibujando la imagen.

De acuerdo con esto, hay una necesidad de laminillas de pigmento multicapa y láminas, mejoradas, con propiedades magnéticas que superen o eviten los problemas y las limitaciones anteriores.

SUMARIO DE LA INVENCION

Según la invención como se expresa y se describe ampliamente en la presente memoria, se proporciona una laminilla de pigmento magnético que consiste en: una capa magnética central con una primera superficie principal, una segunda superficie principal opuesta y al menos una superficie lateral; una primera capa reflectora sobre la primera superficie principal de la capa magnética, la primera capa reflectora para reflejar luz y una segunda capa reflectora sobre la segunda superficie principal de la capa magnética, la segunda capa para reflejar la luz; en la que cada una de la primera y la segunda capa reflectora está constituida por al menos uno de: un metal, una aleación de metal o una combinación de los mismos; en la que la primera y la segunda capa reflectora están en cada una de la primera y la segunda superficie principal pero no en al menos una superficie lateral de la capa magnética y en la que la laminilla de pigmento presenta una reflectancia que corresponde a la reflectancia de las capas reflectoras y presenta características magnéticas basadas en el magnetismo relativo de la capa magnética.

Las laminillas de pigmento se pueden entremezclar en medio líquido tal como pinturas o tintas para producir composiciones de colorante para aplicación posterior a objetos o papeles.

Estas y otras características de la presente invención llegarán a ser más completamente evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas o se puede aprender por la práctica de la invención como se explica de ahora en adelante.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para ilustrar la manera en que se obtienen las ventajas y características ya citadas y otras de la invención, se hará una descripción más particular de la invención descrita en pocas palabras anteriormente por referencia a realizaciones específicas de la misma que se ilustran en los dibujos adjuntos. Entendiéndose que estos dibujos representan sólo realizaciones típicas de la invención y que no se deben entender, por lo tanto, limitantes de su alcance, se describirá y se explicará la invención con especificidad adicional y detalle por el uso de los dibujos adjuntos en que:

La Figura 1 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética según una realización de la invención;

La Figura 2 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 3 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética según una realización alternativa de la invención;

La Figura 4 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 5 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 6 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 7 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 8 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 9 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 10 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 11 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 12 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una laminilla magnética;

La Figura 13 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una lámina magnética;

La Figura 14 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una lámina magnética;

La Figura 15 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de una lámina magnética;

5 La Figura 16 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de un artículo óptico y

La Figura 17 es una representación esquemática de la estructura de revestimiento de un artículo óptico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 La presente invención se refiere a laminillas de pigmento multicapa y láminas con capas magnéticas y composiciones de pigmento que incorporan las laminillas magnéticas. Tanto las laminillas como las láminas se pueden usar para crear elementos de seguridad que no sean perceptibles visualmente y para crear imágenes tridimensionales para dispositivos de seguridad o para añadir elementos decorativos a un producto. Los elementos de seguridad no visuales se proporcionan por alojamiento de la capa magnética entre otras capas dentro de una laminilla o lámina a fin de que sólo se expongan las capas suprayacentes.

15 Los efectos de tipo tridimensional se pueden proporcionar por exposición de la laminilla o la lámina a una fuerza magnética externa, orientando de ese modo el plano de algunos de los pigmentos normal a la superficie del revestimiento. Los pigmentos no orientados yacen con su superficie plana paralela a la superficie del revestimiento. El efecto de tipo tridimensional se debe a la alineación de las partículas de manera que se orienta la relación entre dimensiones con el campo magnético, es decir, la parte más larga del pigmento se alinea ella misma a lo largo de las líneas del campo magnético. En tal caso, la cara del pigmento se aparta del observador en diversas extensiones dependiendo de la magnitud de la fuerza magnética. En la orientación límite o máxima, el revestimiento aparece de color negro. A medida que nos alejamos del negro, nos movemos lentamente hacia el color de la superficie plana del pigmento, es decir, el cambio de color, la ausencia de cambio de color, tal como el color azul o plata como, por ejemplo, aluminio. El resultado es un efecto de tipo tridimensional coloreado, similar al de un efecto holográfico, que parece moverse a medida que cambia el ángulo de visión. Se describen métodos para crear imágenes tridimensionales usando los pigmentos magnéticos descritos en la presente memoria, con más detalle, en una Solicitud de Patente de EE.UU. en tramitación con la presente, que soporta el certificado de los abogados N° 13676.167 y titulado Methods For Producing Imaged Coated Articles By Using Magnetic Pigments.

30 A diferencia de muchas laminillas magnéticas previas, las laminillas descritas en el momento presente no sólo están constituidas por materiales magnetizables sino que incluyen materiales tanto magnetizables como no magnetizables. Por ejemplo, la invención incluye laminillas de pigmento en las que una capa magnética se aloja dentro de una o más capas reflectoras. En otra realización, las laminillas de pigmento comprenden un núcleo magnético rodeado por capas dieléctricas. En incluso una realización más, las laminillas de pigmento incluyen un núcleo dieléctrico rodeado por capas magnéticas.

35 En el caso de capas magnéticas alojadas entre o dentro de capas reflectoras suprayacentes, la presente invención presenta una mejora significativa sobre la técnica anterior por conseguir sustancialmente mayor intensidad cromática y brillo. Poniendo el material magnético más apagado en el interior del reflector, la presente invención realiza dos objetivos: 1) se mantiene la reflectancia de la capa reflectora y 2) no se pueden distinguir pigmentos sin el núcleo interno de material magnético por un observador de tal pigmento con el núcleo de material magnético. Por ejemplo, dos objetos recubiertos vistos lado a lado, uno con y otro sin el material magnético en el revestimiento, le parecerían el mismo al observador. Sin embargo, el pigmento que cambia de color magnético proporciona un elemento de seguridad encubierto además del efecto de cambio de color. Así, con un sistema de detección magnética, se podía leer una firma encubierta magnética en el pigmento mediante un detector rotador de Faraday, por ejemplo.

45 Las laminillas de pigmento y las láminas presentan cambios sustanciales en la intensidad cromática y en el tono con cambios en el ángulo de la luz incidente o el ángulo de visión de un observador. Tal efecto óptico, conocido como goniocromaticidad o "cambio de color", permite que un color percibido varíe con el ángulo de iluminación u observación. De acuerdo con esto, tales laminillas de pigmento y láminas presentan un primer color a un primer ángulo de la luz incidente o de visión y un segundo color diferente del primer color a un segundo ángulo de la luz incidente o de visión. Las laminillas de pigmento se pueden entremezclar en medio líquido tal como pinturas o tintas para producir diversas composiciones de colorante que cambian de color para aplicación posterior a objetos o papeles. Las láminas se pueden laminar en diversos objetos o se pueden conformar sobre un sustrato portador.

50 En general, las laminillas de pigmento que cambia de color pueden presentar una estructura de revestimiento apilada simétrica en lados opuestos de una capa de núcleo magnético, pueden presentar una estructura de revestimiento asimétrica con una mayoría de las capas en un lado de la capa magnética o se pueden conformar con uno o más revestimientos de encapsulación que rodean a un núcleo magnético. La estructura de revestimiento de las laminillas y láminas en general incluye un núcleo magnético, que incluye una capa magnética y otras capas opcionales, una capa de dieléctrico suprayacente al núcleo magnético y una capa absorbidora suprayacente a la

capa de dieléctrico.

Las laminillas que cambian de color y las láminas se pueden conformar usando técnicas de deposición de película delgada convencionales, que son conocidas en la técnica de conformación de estructuras de revestimiento delgadas. Ejemplos no limitantes de tales técnicas de deposición de película delgada incluyen (por sus siglas en inglés) deposición física de vapor (PVD), deposición química de vapor (CVD), variaciones mejoradas de plasma (PE) de las mismas tales como PECVD o PECVD aguas abajo, pulverización catódica, deposición por electrolisis y otros métodos de deposición similares que conducen a la formación de capas de película delgada discretas y uniformes.

Las laminillas de pigmento que cambia de color se pueden conformar por diversos métodos de fabricación. Por ejemplo, las laminillas de pigmento se pueden conformar por un procedimiento de revestimiento de bandas en que diversas capas se depositan de manera secuencial sobre un material de bandas por técnicas de deposición convencionales para conformar una estructura de película delgada, que se fractura con posterioridad y se retira de la banda, tal como por el uso de un disolvente, para formar una pluralidad de laminillas de película delgada.

En otro método de fabricación, se deposita una o más capas de película delgada incluyendo al menos la capa magnética sobre una banda para formar una película, que se fractura con posterioridad y se retira de la banda para formar una pluralidad de prelamínillas de pigmento. Las prelamínillas se pueden fragmentar además por molienda si se desea. Se recubren después las prelamínillas con la capa o las capas restantes en un procedimiento de encapsulación secuencial para formar una pluralidad de laminillas de pigmento. Se describe un procedimiento similar con más detalle en la Solicitud de Patente de EE.UU. en tramitación con la presente N° de Serie 09/512.116, presentada el 24 de febrero de 2.000.

En otro método de fabricación, las partículas magnéticas se pueden revestir en un procedimiento de encapsulación secuencial para formar una pluralidad de laminillas de pigmento. Cuando se usa un procedimiento de encapsulación para formar las capas externas de las laminillas, se apreciará que cada capa de encapsulación respectiva es una capa continua constituida por un material y con sustancialmente el mismo espesor alrededor de la estructura de las laminillas. En algunas realizaciones de la invención, la capa de encapsulamiento puede ser un material dieléctrico coloreado o una capa orgánica con colorante añadido.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, en los que se proporcionan estructuras similares con designaciones de referencia similares, los dibujos sólo muestran las estructuras necesarias para comprender la presente invención. La Figura 1 representa una laminilla 20 magnética de reflexión ("RMF, por sus siglas en inglés") según una realización de la invención. La RMF 20 es un diseño de tres capas con una estructura de película delgada en general simétrica con una capa 22 magnética central y al menos una capa reflectora en cualquiera o en ambas superficies principales opuestas de la capa magnética central. Así, la RMF 20 comprende una capa magnética entremezclada entre una capa 24 reflectora y una capa 26 reflectora opuesta. Insertando la capa magnética entre las capas reflectoras de alta reflexión, tales como aluminio, las propiedades ópticas de las capas reflectoras no se degradan y la laminilla permanece muy reflectante. La RMF 20 se puede usar como una laminilla de pigmento o se puede usar como una sección de núcleo con capas adicionales aplicadas sobre la misma tal como en un pigmento que cambia de color. En el caso de pigmentos que cambian de color, mantener la capa muy reflectante es extremadamente importante para conservar alto brillo y alta intensidad cromática. Cada una de estas capas en la estructura de revestimiento de la RMF 20 se discute a continuación con mayor detalle.

La capa 22 magnética puede estar compuesta de cualquier material magnético tal como níquel, cobalto, hierro, gadolinio, terbio, disprosio, erbio y sus aleaciones u óxidos. Por ejemplo, se puede emplear una aleación de cobalto - níquel teniendo el cobalto y el níquel una relación en peso de aproximadamente 80% y aproximadamente 20%, respectivamente. Esta relación para cada uno de estos metales en la aleación cobalto - níquel se puede variar por más o menos aproximadamente 10% y conseguir aún los resultados deseados. Así, el cobalto puede estar presente en la aleación en una cantidad de aproximadamente 70% a aproximadamente 90% en peso y puede estar presente níquel en la aleación en una cantidad de aproximadamente 10% a aproximadamente 30% en peso. Otros ejemplos de aleaciones incluyen Fe/Si, Fe/Ni, FeCo, Fe/Ni/Mo y combinaciones de los mismos. También se pueden usar sistemas magnéticos fuertes del tipo SmCo₅, NdCo₅, Sm₂Co₁₇, Nd₂Fe₁₄B, Sr₆Fe₂O₃, TbFe₂, Al-Ni-Co y combinaciones de los mismos, así como ferritas de espinela del tipo Fe₃O₄, NiFe₂O₄, MnFe₂O₄, CoFe₂O₄ o granates del tipo YIG o GdIG y combinaciones de los mismos. El material magnético se puede seleccionar por sus propiedades de reflexión o absorción así como sus propiedades magnéticas. Cuando se utiliza para actuar como reflector, el material magnético se deposita a un espesor a fin de que sea sustancialmente opaco. Cuando se utiliza como absorbente, el material magnético se deposita a un espesor a fin de que no sea sustancialmente opaco. Un espesor típico para el material magnético cuando se utiliza como absorbente es de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 20 nm.

Aunque se puede usar este amplio intervalo de materiales magnéticos, se prefieren los imanes "blandos" en algunas realizaciones de la invención. Como se usa en la presente memoria, el término "imanes blandos" se refiere a cualquier material que presenta propiedades ferromagnéticas pero que tiene una remanencia que es sustancialmente cero después de exposición a una fuerza magnética. Los imanes blandos muestran una respuesta rápida a un campo magnético aplicado, pero presentan firmas magnéticas muy bajas (campos coercitivos (H_c) = 3,98 - 23.873 A/m (0,05 - 300 Oersteds (Oe)) o cero o retienen líneas de fuerza magnéticas muy bajas después de

que se elimina el campo magnético. De manera similar, como se usa en la presente memoria, el término “imanes duros” (también denominados imanes permanentes) se refiere a cualquier material que presenta propiedades ferromagnéticas y que tiene una remanencia de larga duración después de exposición a una fuerza magnetizante. Un material ferromagnético es cualquier material que presenta una permeabilidad sustancialmente mayor que 1 y que presenta propiedades de histéresis magnética.

Preferiblemente, los materiales magnéticos usados para formar capas magnéticas en la laminillas y láminas de la invención presentan una coercitividad menor que aproximadamente 159.154 A/m (2.000 Oe), más preferiblemente menor que aproximadamente 23.873 A/m (300 Oe). La coercitividad se refiere a la capacidad de un material para ser desmagnetizado por un campo magnético externo. Cuanto mayor sea el valor de la coercitividad, mayor será el campo magnético requerido para desmagnetizar el material después de retirar el campo. En algunas realizaciones de la invención, las capas magnéticas usadas son preferiblemente materiales magnéticos “blandos” (fácilmente desmagnetizados), en vez de materiales magnéticos “duros” (difícil desmagnetización) que presentan mayores coercitividades. Las coercitividades de las láminas, pigmentos o colorantes de los diseños de cambio de color magnéticos según la invención están preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 3.979 A/m (50 Oe) a aproximadamente 23.873 A/m (300 Oe). Estas coercitividades son menores que en materiales de grabación estándar. Así, las realizaciones preferidas de la invención que usan imanes blandos en pigmentos que no cambian de color, magnéticos, son una mejora sobre las tecnologías convencionales. El uso de materiales magnéticos blandos en laminillas de pigmento permite una dispersión más fácil de las laminillas sin aglutinación.

La capa 22 magnética se puede conformar para que tenga un espesor físico adecuado de desde aproximadamente 200 angstroms (Å) a aproximadamente 10.000 Å y preferiblemente de aproximadamente 500 Å a aproximadamente 1.500 Å. Sin embargo, los expertos en la materia apreciarán a la vista de la descripción en la presente memoria, que el espesor magnético óptimo variará dependiendo del material magnético particular usado y el fin de su uso. Por ejemplo, una capa absorbente magnética será más fina que una capa reflectora magnética basada en los requerimientos ópticos para tales capas, mientras que una capa magnética encubierta tendrá un espesor basado exclusivamente en sus propiedades magnéticas.

Las capas 24 y 26 reflectoras pueden estar constituidas por diversos materiales reflectantes. Los materiales preferidos en el momento presente son uno o más metales, una o más aleaciones de metal o combinaciones de los mismos, debido a su alta reflectividad y facilidad de uso, aunque también se podían usar materiales reflectantes no metálicos. Ejemplos no limitantes de materiales metálicos adecuados para las capas reflectoras incluyen aluminio, plata, cobre, oro, platino, estaño, titanio, paladio, níquel, cobalto, rodio, niobio, cromo y combinaciones o aleaciones de los mismos. Estos se pueden seleccionar basándose en la reflectividad deseada. Las capas 24, 26 reflectoras se pueden conformar para que tengan un espesor físico adecuado de desde aproximadamente 400 Å a aproximadamente 2.000 Å y preferiblemente de aproximadamente 500 Å a aproximadamente 1.000 Å.

En una realización alternativa, se pueden añadir opcionalmente capas dieléctricas opuestas para superponer las capas 24 y 26 reflectoras. Estas capas de dieléctrico opuestas añaden durabilidad, rigidez y resistencia a la corrosión a RMF 20. Alternativamente, se puede formar una capa de dieléctrico de encapsulación para rodear sustancialmente las capas 24, 26 reflectoras y la capa 22 magnética. La capa o las capas de dieléctrico pueden ser opcionalmente transparentes o se pueden absorber selectivamente para que contribuyan al efecto de color de la laminilla de pigmento. Se describen ejemplos de materiales dieléctricos adecuados para las capas de dieléctrico a partir de ahora.

La Figura 2 representa una laminilla 40 de pigmento que cambia de color, magnético, basada en una RMF. La laminilla 40 es una estructura de película delgada multicapa, simétrica en general, con capas en lados opuestos de una RMF 42. Así, la primera y la segunda capa 44 y 46 de dieléctrico se disponen respectivamente en lados opuestos de la RMF 42 y la primera y la segunda capa 48 y 50 absorbente se disponen respectivamente en cada una de las capas 44 y 46 de dieléctrico. La RMF es como se discutió anteriormente para la Figura 1 mientras que las capas de dieléctrico y absorbente se discuten a continuación con mayor detalle.

Las capas 44 y 46 de dieléctrico actúan como espaciadores en la estructura apilada de película delgada de la laminilla 40. Estas capas se conforman para que tengan un espesor óptico eficaz para impartir propiedades de color de interferencia y de cambio de color deseado. Las capas de dieléctrico pueden ser opcionalmente transparentes o se pueden absorber selectivamente para que contribuyan al efecto de color de un pigmento. El espesor óptico es un parámetro óptico conocido definido como el producto ηd , donde η es el índice de refracción de la capa y d es el espesor físico de la capa. Típicamente, el espesor óptico de una capa se expresa en términos de un espesor óptico de un cuarto de onda (QWOT, por sus siglas en inglés) que es igual a $4\eta d/l$, donde l es la longitud de onda a la que tiene lugar una condición QWOT. El espesor óptico de las capas de dieléctrico puede oscilar de desde aproximadamente 2 QWOT a una longitud de onda designada de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 9 QWOT a una longitud de onda designada de aproximadamente 700 nm y preferiblemente 2-6 QWOT a 400-700 nm, dependiendo del cambio de color deseado. Las capas de dieléctrico tienen típicamente un espesor físico de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 800 nm, dependiendo de las características de color deseadas.

Los materiales adecuados para las capas 44 y 46 de dieléctrico incluyen los que tienen un “alto” índice de refracción, definido en la presente memoria como mayor que aproximadamente 1,65, así como los que tienen un “bajo” índice

de refracción, que se define en la presente memoria como aproximadamente 1,65 o menos. Cada una de las capas de dieléctrico se puede conformar de un solo material o con una variedad de combinaciones y configuraciones de materiales. Por ejemplo, las capas de dieléctrico se pueden conformar de sólo un material de índice bajo o sólo un material de índice alto, una mezcla o subcapas múltiples de dos o más materiales de bajo índice, una mezcla o múltiples subcapas de dos o más materiales de alto índice o una mezcla o múltiples subcapas de materiales de bajo índice y alto índice. Además, las capas de dieléctrico se pueden conformar parcial o totalmente de pilas ópticas de dieléctrico alto/bajo, que se discuten con más detalle a continuación. Cuando se conforma parcialmente una capa de dieléctrico con una pila óptica de dieléctrico, la porción restante de la capa de dieléctrico se puede conformar con un solo material o combinaciones y configuraciones de diversos materiales, como se describió anteriormente.

Ejemplos de materiales de alto índice de refracción adecuados para la capa de dieléctrico incluyen: sulfuro de cinc (ZnS), óxido de cinc (ZnO), óxido de circonio (ZrO₂), dióxido de titanio (TiO₂), carbono tipo diamante, óxido de indio (In₂O₃), óxido de indio-estaño (ITO), pentóxido de tántalo (Ta₂O₅), óxido de cerio (CeO₂), óxido de itrio (Y₂O₃), óxido de europio (Eu₂O₃), óxidos de hierro tales como óxido (II) de dihierro (III) (Fe₃O₄) y óxido férrico (Fe₂O₃), nitruro de hafnio (HfN), carburo de hafnio (HfC), óxido de hafnio (HfO₂), óxido de lantano (La₂O₃), óxido de magnesio (MgO), óxido de neodimio (Nd₂O₃), óxido de praseodimio (Pr₆O₁₁), óxido de samario (Sm₂O₃), trióxido de antimonio (Sb₂O₃), monóxido de silicio (SiO), trióxido de selenio (Se₂O₃), óxido de estaño (SnO₂), trióxido de tungsteno (WO₃), combinaciones de los mismos y similares.

Los materiales de índice de refracción bajo adecuados para la capa de dieléctrico incluyen: dióxido de silicio (SiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃), fluoruros de metal tales como: fluoruro de magnesio (MgF₂), fluoruro de aluminio (AlF₃), fluoruro de cerio (CeF₃), fluoruro de lantano (LaF₃), fluoruros de sodio y aluminio (por ejemplo, Na₃AlF₆ o Na₅Al₃F₁₄), fluoruro de neodimio (NdF₃), fluoruro de samario (SmF₃), fluoruro de bario (BaF₂), fluoruro de calcio (CaF₂), fluoruro de litio (LiF) combinaciones de los mismos; o cualquier otro material de bajo índice con un índice de refracción de aproximadamente 1,65 o menos. Por ejemplo, se pueden utilizar monómeros y polímeros orgánicos como materiales de índice bajo, incluyendo dienos o alquenos tales como acrilatos (por ejemplo, metacrilato), perfluoroalquenos, politetrafluoroetileno (Teflón), etileno-propileno fluorado (FEP, por sus siglas en inglés), combinaciones de los mismos y similares.

Se debería apreciar que varios de los materiales dieléctricos enumerados anteriormente están típicamente presentes en formas no estequiométricas, dependiendo con frecuencia del método específico usado para depositar el material dieléctrico como una capa de revestimiento y que los nombres de los compuestos enumerados anteriormente indican la estequiometría aproximada. Por ejemplo, monóxido de silicio y dióxido de silicio presentan relaciones silicio:oxígeno 1:1 y 1:2 nominales, respectivamente, pero la relación silicio:oxígeno real de una capa de revestimiento dieléctrico particular varía un tanto de estos valores nominales. Tales materiales dieléctricos no estequiométricos también están dentro del alcance de la presente invención.

Como se mencionó anteriormente, las capas de dieléctrico se pueden conformar de pilas ópticas de dieléctrico alto/bajo, que presentan capas alternas de materiales de bajo índice (L) y alto índice (H). Cuando se conforma una capa de dieléctrico de una pila de dieléctrico alta/baja, el cambio de color a un ángulo dependerá del índice de refracción combinado de las capas en la pila. Ejemplos de configuraciones de pilas adecuadas para las capas de dieléctrico incluyen LH, HL, LHL, HLH, HLHL, LHLH o en general (LH)ⁿ o (HL)ⁿ, donde n = 1-100, así como diversos múltiplos y combinaciones de los mismos. En estas pilas, LH, por ejemplo, indica capas discretas de un material de índice bajo y un material de índice alto. En una realización alternativa, las pilas de dieléctrico alto/bajo se conforman con un gradiente de índice de refracción. Por ejemplo, la pila se puede conformar con capas con un índice graduado bajo a alto, un índice graduado alto a bajo, un índice graduado [bajo a alto a bajo]ⁿ, un índice graduado [alto a bajo a alto]ⁿ, donde n = 1-100, así como combinaciones y múltiplos de los mismos. El índice graduado se produce por una variación gradual en el índice de refracción, tal como índice bajo a alto o índice alto a bajo, de capas adyacentes. El índice graduado de las capas se puede producir mediante el cambio de gases durante la deposición o deposición conjunta de dos materiales (por ejemplo, L y H) en diferentes proporciones.

Las capas de dieléctrico pueden estar constituidas cada una por el mismo material o un material diferente y pueden tener el mismo espesor óptico o físico o diferente para cada capa. Se apreciará que cuando las capas de dieléctrico están constituidas por diferentes materiales o tienen diferentes espesores, las laminillas presentan diferentes colores en cada lado de las mismas y la mezcla resultante de laminillas en un pigmento o mezcla de pintura mostraría un nuevo color que es la combinación de los dos colores. El color resultante estaría basado en la teoría del color aditivo de los dos colores que vienen de los lados de las laminillas. En una multiplicidad de laminillas, el color resultante sería la suma aditiva de los dos colores que resultan de la distribución aleatoria de las laminillas con diferentes lados orientados hacia el observador.

Las capas 48, 50 absorbentes de la laminilla 40 pueden estar constituidas por cualquier material absorbente que tenga las propiedades de absorción deseadas, incluyendo los materiales que absorben uniformemente o que absorben no uniformemente en la parte visible del espectro electromagnético. Así, se pueden usar materiales absorbentes selectivos o materiales absorbentes no selectivos dependiendo de las características de color deseadas. Por ejemplo, las capas absorbentes pueden estar conformadas de materiales metálicos absorbentes no selectivos depositados en un espesor al que la capa absorbente es absorbente al menos parcialmente o semiopaca. Ejemplos no limitantes de materiales absorbentes adecuados incluyen absorbentes metálicos tales como cromo,

aluminio, níquel, plata, cobre, paladio, platino, titanio, vanadio, cobalto, hierro, estaño, tungsteno, molibdeno, rodio y niobio, así como sus correspondientes óxidos, sulfuros y carburos. Otros materiales absorbentes adecuados incluyen: carbono, grafito, silicio, germanio, cermet, óxido férrico u otros óxidos de metal, metales mezclados en una matriz de dieléctrico y otras sustancias que son capaces de actuar como absorbedor uniforme o selectivo en el espectro visible. Diversas combinaciones, mezclas, compuestos o aleaciones de los materiales absorbentes anteriores se pueden usar para formar las capas absorbentes de la laminilla 40.

Ejemplos de aleaciones adecuadas de los materiales absorbentes anteriores incluyen: Inconel (Ni-Cr-Fe), acero inoxidable, Hastalloys (por ejemplo, Ni-Mo-Fe; Ni-Mo-Fe-Cr; Ni-Si-Cu) y aleaciones a base de titanio, tales como titanio mezclado con carbono (Ti/C), titanio mezclado con tungsteno (Ti/W), titanio mezclado con niobio (Ti/Nb) y titanio mezclado con silicio (Ti/Si) y combinaciones de los mismos. Como se mencionó anteriormente, las capas absorbentes también pueden estar constituidas por un óxido de metal absorbente, sulfuro de metal, carburo de metal o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, un material de sulfuro absorbente preferido es sulfuro de plata. Otros ejemplos de compuestos adecuados para las capas absorbentes incluyen compuestos a base de titanio tales como nitrato de titanio (TiN), oxinitrato de titanio (TiN_xO_y), carburo de titanio (TiC), nitrato-carburo de titanio (TiN_xC_z), oxinitrato-carburo de titanio ($TiN_xO_yC_z$), siliciuro de titanio ($TiSi_2$), boruro de titanio (TiB_2) y combinaciones de los mismos. En el caso de TiN_xO_y y $TiN_xO_yC_z$, preferiblemente $x = 0$ a 1 , $y = 0$ a 1 y $z = 0$ a 1 , donde $x + y = 1$ en TiN_xO_y y $x + y + z = 1$ en $TiN_xO_yC_z$. Para TiN_xC_z , preferiblemente $x = 0$ a 1 y $z = 0$ a 1 , donde $x + z = 1$. Alternativamente, las capas absorbentes pueden estar constituidas por una aleación a base de titanio dispuesta en una matriz de Ti o puede estar constituida por Ti dispuesto en una matriz de una aleación a base de titanio.

Un experto en la materia apreciará que la capa absorbente también podía estar formada por un material magnético, tal como una aleación de cobalto y níquel. Esto simplifica la fabricación del dispositivo de cambio de color magnético o la estructura por reducción del número de materiales requeridos.

Las capas absorbentes se conforman para que presenten un espesor físico en el intervalo de aproximadamente 30 Å a aproximadamente 500 Å y preferiblemente aproximadamente 50 Å a aproximadamente 150 Å, dependiendo de las constantes ópticas del material de la capa absorbente y el desplazamiento del pico deseado. Las capas absorbentes pueden estar constituidas cada una por el mismo material o un material diferente y pueden presentar el mismo espesor físico o diferente para cada capa.

En una realización alternativa de la laminilla 40, se puede proporcionar una laminilla que cambia de color asimétrica que incluye una estructura apilada de película delgada con las mismas capas que en un lado de la RMF 42 como se muestra en la Figura 2. De acuerdo con esto, la laminilla que cambia de color asimétrica incluye RMF 42, capa 44 de dieléctrico suprayacente a RMF 42 y la capa 48 absorbente suprayacente a la capa 44 de dieléctrico. Cada una de estas capas puede estar constituida por los mismos materiales y presentan los mismos espesores como se describió anteriormente para las capas correspondientes de la laminilla 40. Además, se pueden conformar laminillas que cambian el color asimétricas por un procedimiento de revestimiento de bandas tal como se describió anteriormente en que las diversas capas se depositan de manera secuencial sobre un material de bandas para formar una estructura de película delgada, que se fractura con posterioridad y se retira de la banda para conformar una pluralidad de laminillas.

En una realización alternativa más, la laminilla 40 se puede conformar sin las capas absorbentes. En esta realización, las capas 44 y 46 de dieléctrico opuestas se conforman de pilas ópticas de dieléctrico alto/bajo (H/L) tal como se describió previamente. Así, las capas 44 y 46 de dieléctrico se pueden configurar de manera que la laminilla 40 presente las estructuras de revestimiento: $(HL)^n/RMF/(LH)^n$, $(LH)^n/RMF/(HL)^n$, $(LHL)^n/RMF/(LHL)^n$, $(HLH)^n/RMF/(HLH)^n$ u otras configuraciones similares, donde $n = 1-100$ y las capas L y H son 1 cuarto de onda (QW) a una longitud de onda designada.

La Figura 3 representa una laminilla magnética reflectante o partícula ("RMP") 60 según otra realización de la invención. La RMP 60 es un diseño de dos capas con una capa 62 reflectora que rodea sustancialmente y encapsula una capa 64 magnética de núcleo. Por inserción de la capa magnética dentro de la capa reflectora, las propiedades ópticas de la capa reflectora no se degradan y la capa reflectora permanece muy reflectante. La RMP 60 se puede usar como una partícula de pigmento o se puede usar como una sección del núcleo con capas adicionales aplicadas sobre la misma. La capa magnética y la capa reflectora pueden estar constituidas por los mismos materiales discutidos con respecto a RMF 20.

En una realización alternativa, se puede añadir opcionalmente una capa de dieléctrico para superponerse a la capa 62 reflectora, para añadir durabilidad, rigidez y resistencia a la corrosión a RMP 60. La capa de dieléctrico puede ser transparente opcionalmente o se puede absorber de manera selectiva para que contribuya al efecto de color de la laminilla de pigmento.

La Figura 4 representa estructuras de revestimiento alternativas (con líneas imaginarias) para una laminilla 80 de pigmento que cambia de color, magnético, en forma de encapsulado basado en cualesquiera de la RMF o la RMP. La laminilla 80 presenta una sección 82 de núcleo magnético que es cualquiera una RMF o una RMP, que puede estar recubierta por una capa 84 de dieléctrico de encapsulamiento que rodea sustancialmente a la sección 82 del núcleo magnético. Una capa 86 absorbente, que recubre la capa 84 de dieléctrico, proporciona una encapsulación

externa de la laminilla 80. Las líneas discontinuas hemisféricas en un lado de la laminilla 80 en la Figura 4 indican que la capa 84 de dieléctrico y la capa 86 absorbente se pueden conformar como capas contiguas alrededor de la sección 82 del núcleo magnético.

Alternativamente, la sección 82 del núcleo magnético y la capa de dieléctrico pueden estar en la forma de una pila de laminillas del núcleo de película delgada, en que las capas 84a y 84b de dieléctrico opuestas se preconforman sobre las superficies de la parte de arriba y del fondo pero no en al menos una superficie lateral de la sección 82 del núcleo magnético (RMF), con la capa 86 absorbente encapsulando la pila de película delgada. También se puede usar un procedimiento de encapsulación para conformar capas adicionales sobre la laminilla 80 tal como una capa de taponamiento (no mostrado). La laminilla 80 de pigmento presenta un cambio de color discreto de manera que la laminilla de pigmento presenta un primer color a un primer ángulo de la luz incidente o de visión y un segundo color diferente del primer color a un segundo ángulo de la luz incidente o de visión.

En una realización alternativa más, la laminilla 80 se puede conformar sin la capa absorbente. En esta realización, la capa 84 de dieléctrico se conforma de revestimientos ópticos de dieléctrico alto/bajo (H/L) contiguos similares a las pilas ópticas de dieléctrico descritas previamente. Así, la capa 84 de dieléctrico puede presentar la estructura de revestimiento (HL) n , (LH) n , (LHL) n , (HLH) n u otras configuraciones similares, donde $n = 1-100$ y las capas L y H son 1 QW a una longitud de onda designada.

La Figura 5 representa otra estructura de revestimiento alternativa para una laminilla 100 de pigmento que cambia de color. La laminilla 100 incluye una sección 82 de núcleo magnético y una sola capa 84 de dieléctrico que se extiende por las superficies de la parte de arriba y del fondo de la sección 82 de núcleo magnético para conformar una prelamina 86 revestida de dieléctrico. La sección 82 del núcleo puede ser una RMF, una RMP o una capa magnética. La prelamina 86 revestida de dieléctrico tiene dos superficies 88 y 90 laterales. Aunque la superficie 90 lateral es homogénea y se forma sólo del material dieléctrico de la capa 84 de dieléctrico, la superficie 88 lateral presenta distintas regiones 88a, 88b, 88c superficiales de dieléctrico, sección de núcleo magnético y dieléctrico, respectivamente. La prelamina 86 revestida de dieléctrico se reviste además en todos los lados con una capa 92 absorbente. La capa 92 absorbente está en contacto con la capa 84 de dieléctrico y la sección 82 de núcleo magnético en la superficie 88 lateral.

La estructura de la laminilla 100 de pigmento tiene lugar típicamente debido a un procedimiento de revestimiento de prelamina similar al descrito en la Solicitud de Patente de EE.UU. N° de Serie 09/512.116 descrito previamente. Las prelaminas pueden ser una laminilla revestida de dieléctrico, en que un revestimiento de dieléctrico encapsula completamente una RMF o RMP (véase la Figura 4) o una capa magnética (véase la Figura 10). Las prelaminas se rompen en prelaminas de tamaño especificado usando cualquier procedimiento de fragmentación convencional tal como por molienda. Las prelaminas de tamaño especificado incluirán algunas prelaminas de tamaño especificado con capas de dieléctrico de la parte superior y del fondo con revestimiento no dieléctrico en las superficies laterales de la prelamina, tal como se muestra para la realización de la laminilla 40 en la Figura 2 en que RMF 42 está revestida con capas 44 y 46 de dieléctrico en la parte superior y en el fondo. Otras prelaminas de tamaño especificado tendrán una sola capa de dieléctrico extendiéndose sobre las dos superficies de la parte superior y del fondo de la sección de laminillas de núcleo magnético, dejando una superficie lateral de la sección de laminillas de núcleo magnético expuesta, tal como se muestra para la prelamina 86 revestida de dieléctrico en la Figura 5. Debido al procedimiento de fragmentación, sustancialmente todas las prelaminas del tamaño especificado tienen al menos una porción de una superficie lateral expuesta. Las prelaminas de tamaño especificado se recubren después en todos los lados con una capa absorbente, tal como se muestra en las laminillas de las Figuras 4 y 5.

La Figura 6 representa una laminilla 120 magnética de material compuesto ("CMF, por sus siglas en inglés") que comprende una capa 122 de soporte de dieléctrico central con la primera y la segunda capa 124, 126 magnética en superficies principales opuestas de la misma. Por inserción de la capa de dieléctrico entre las capas magnéticas, la CMF 120 se estabiliza significativamente y se fortalece, con rigidez aumentada. Se pueden añadir opcionalmente capas de dieléctrico adicionales (no mostrado) para superponerse a las capas 124, 126 magnéticas. Estas capas de dieléctrico adicionales añaden durabilidad, rigidez y resistencia a la corrosión para CMF 120. Se puede usar la CMF 120 como laminilla de pigmento por sí misma o se puede usar como una sección del núcleo magnético con capas adicionales aplicadas por la misma. Las capas 124, 126 magnéticas se pueden conformar de cualquiera de los materiales magnéticos descritos previamente.

El material dieléctrico usado para la capa 122 de soporte es preferiblemente inorgánico, puesto que se ha encontrado que los materiales dieléctricos inorgánicos presentan buenas características de brillo y rigidez. Los diversos materiales dieléctricos que se pueden utilizar incluyen: fluoruros de metal, óxidos de metal, sulfuros de metal, nitruros de metal, carburos de metal, combinaciones de los mismos y similares. Los materiales dieléctricos pueden estar en cualquier estado cristalino, amorfo o semicristalino. Estos materiales están fácilmente disponibles y se aplican fácilmente por procedimientos de deposición de vapor física o química. Ejemplos de materiales dieléctricos adecuados incluyen: fluoruro de magnesio, monóxido de silicio, dióxido de silicio, óxido de aluminio, dióxido de titanio, óxido de tungsteno, nitruro de aluminio, nitruro de boro, carburo de boro, carburo de tungsteno, carburo de titanio, nitruro de titanio, nitruro de silicio, sulfuro de cinc, filamentos de vidrio, carbono de tipo diamante, combinaciones de los mismos y similares. Alternativamente, la capa 122 de soporte puede estar constituida por un material de prelamina dieléctrico o cerámico preconformado con una alta relación entre dimensiones tal como un

mineral de plaquetas natural (por ejemplo, mica peroskovita o talco) o plaquetas sintéticas conformadas de: vidrio, alúmina, dióxido de silicio, carbono, óxido de hierro micáceo, mica recubierta, nitrato de boro, carburo de boro, grafito, oxocloruro de bismuto, diversas combinaciones de los mismos y similares.

En una realización alternativa, en vez de una capa 122 de soporte de dieléctrico, diversos materiales semiconductores y conductores con una relación suficiente de resistencia a la tracción a la compresión pueden actuar como capa de soporte. Ejemplos de tales materiales incluyen silicio, siliciuros de metal, compuestos semiconductores formados a partir de cualquier elemento del grupo III, IV o V, metales con una estructura de cristal cúbico centrado en el cuerpo, composiciones de cermet o compuestos, vidrios semiconductores, diversas combinaciones de los mismos y similares. Se apreciará de las explicaciones en la presente memoria, sin embargo, que cualquier material de soporte que proporcione la funcionalidad descrita en la presente memoria y que sea capaz de actuar como una capa rígida con cualidades de tipo vidrio sería un sustituto aceptable para uno de estos materiales.

El espesor de la capa 122 de soporte puede estar en un intervalo de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 1.000 nm, preferiblemente de aproximadamente 50 nm a aproximadamente 200 nm, aunque estos intervalos no se deberían considerar restrictivos.

La Figura 7 representa una partícula 140 magnética de material compuesto ("CMP"). La CMP 140 es un diseño de dos capas con una capa 142 magnética que rodea sustancialmente y encapsula una capa 144 de soporte central tal como una capa de dieléctrico. Por inserción de la capa de soporte dentro de la capa magnética, la CMP 140 se estabiliza significativamente y es rígida. La capa de soporte añade rigidez y durabilidad a la laminilla de pigmento. La capa 142 magnética se puede conformar de cualquiera de los materiales magnéticos descritos previamente. La capa 144 de soporte se puede conformar de los mismos materiales descritos anteriormente para la capa 122 de soporte de CMF 120. La CMP 140 se puede usar como una partícula de pigmento por sí misma o se puede usar como una sección de núcleo magnético con capas adicionales aplicadas en la misma. Por ejemplo, una capa de dieléctrico externa se puede añadir para superponerse y encapsular la capa 142 magnética. Esta capa de dieléctrico externa añade durabilidad, rigidez y resistencia a la corrosión para CMP 140.

La Figura 8 representa una estructura de revestimiento para una laminilla 160 de pigmento que cambia de color en forma de un encapsulado. La laminilla 160 presenta una capa 162 de núcleo delgada, que se puede conformar de un dieléctrico u otro material como se explicó anteriormente para la capa 122 de soporte. La capa 162 de núcleo se recubre en todos los lados con una capa 164 magnética, que puede estar constituida por los mismos materiales como se describió anteriormente para la capa 22 magnética de RMF 20. Opcionalmente, se puede aplicar una capa 168 reflectora sobre la capa 164 magnética. Los materiales adecuados para la capa 168 reflectora incluyen los materiales descritos para la capa 24 reflectora de RMF 20. La capa reflectora proporciona efectivamente la función reflectante de la laminilla 160, ocultando la capa 164 magnética de estar presente ópticamente. La capa 162 del núcleo y la capa 164 magnética se pueden proporcionar como una CMP 166 que se recubre con las otras capas. Alternativamente, la CMP 166 puede ser reemplazada con un CMF tal como se muestra en la Figura 6. Una capa 170 de dieléctrico de encapsulación rodea sustancialmente la capa 168 reflectora y la capa 164 magnética. Una capa 172 absorbente que recubre la capa 170 de dieléctrico, proporciona una encapsulación externa de la laminilla 160.

Se pueden utilizar diversos procedimientos de revestimiento en la formación de las capas de revestimiento de dieléctrico y de absorbente por encapsulación. Por ejemplo, los métodos preferidos adecuados para conformar la capa de dieléctrico incluyen deposición de vapor a vacío, hidrólisis sol-gel, CVD en un lecho fluidizado, plasma aguas abajo sobre bandejas vibrantes cargadas con partículas y deposición electroquímica. Se describe un procedimiento sol-gel de SiO₂ adecuado en la Patente de EE.UU. N° 5.858.078 para Andes et al. Otros ejemplos de técnicas de revestimiento sol-gel adecuadas útiles en la presente invención se describen en la Patente de EE.UU. N° 4.756.771 para Brodalla; Zink et al. *Optical Probes and Properties of Aluminosilicate Glasses Prepared by the Sol-Gel Method*. Polym. Mater. Sci. Eng. 61. págs. 204-208 (1.989) y McKiernan et al. *Luminescence and Laser Action of Coumarin Dyes Doped in Silicate and Aluminosilicate Glasses Prepared by the Sol-Gel Technique*. J. Inorg. Organomet. Polym., 1 (1), págs. 87-103 (1.991).

Los métodos preferidos adecuados para conformar las capas absorbentes incluyen deposición de vapor a vacío y pulverización catódica sobre un lecho de partículas vibrante de manera mecánica, como se describe en la solicitud de patente en tramitación con la presente comúnmente cedida N° de Serie 09/389.962, presentada el 3 de septiembre de 1.999, titulada "Methods and Apparatus for Producing Enhanced Interference Pigments." Alternativamente, el revestimiento absorbente se puede depositar por descomposición por pirólisis de organocompuestos metálicos o procedimientos CVD relacionados que se pueden llevar a cabo en un lecho fluidizado como se describe en las Patentes de EE.UU. Nos. 5.364.467 y 5.763.086 para Schmid et al. Si no se lleva a cabo más molienda, estos métodos dan como resultado una sección de laminillas de núcleo encapsulada con materiales dieléctricos y absorbentes alrededor. Se pueden utilizar diversas combinaciones de los procedimientos de revestimiento anteriores durante la fabricación de laminillas de pigmento con múltiples revestimientos de encapsulación.

En un método de formación del revestimiento absorbente, se ponen laminillas en polvo u otras prelamínillas

recubiertas sobre una máquina de recubrimiento transportadora vibrante con forma cuadrada en una cámara de revestimiento a vacío como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. N° de Serie 09/389.962, discutido anteriormente. La máquina de recubrimiento transportadora vibrante incluye bandejas transportadoras que se configuran en una disposición inclinada superpuesta a fin de que las laminillas de polvo se desplacen a lo largo de una ruta de circulación dentro de la cámara de vacío. Mientras las laminillas circulan a lo largo de esta ruta se mezclan de manera eficaz por agitación constante a fin de que la exposición al material de revestimiento absorbente vaporizado sea uniforme. También tiene lugar mezcla eficaz al final de cada bandeja transportadora a medida que caen las laminillas en una cascada de una bandeja y sobre la siguiente bandeja. El absorbente se puede revestir de manera secuencial sobre las laminillas a medida que se mueven repetidamente bajo una fuente de material de revestimiento.

Cuando se usan bandejas transportadoras vibrantes para revestir el absorbente, es importante que las laminillas de polvo rueden de manera aleatoria bajo la fuente de material de revestimiento tal como dianas pulverizadas y no lleguen a ser objeto para "soldadura de metal" o pegado. Tal soldadura de metal o pegado puede tener lugar entre dos superficies planas de metales reactivos cuando se depositan tales metales a vacío. Por ejemplo, el aluminio presenta una alta propensión a pegarse, mientras que el cromo no. Se pueden aplicar materiales absorbentes adecuados como un solo material o como una capa de taponamiento externa sobre un material absorbente diferente subyacente.

La Figura 9 representa una laminilla 180 magnética recubierta de dieléctrico ("DMF"). La DMF 180 es un diseño de tres capas con una estructura de película delgada simétrica en general con una capa magnética central y al menos una capa de dieléctrico en cualquiera o en las dos superficies principales opuestas de la capa magnética central. Así, como se muestra, DMF 180 incluye una capa 182 magnética intercalada entre una capa 184 de dieléctrico y una capa 186 de dieléctrico opuesta. Por inserción de la capa magnética entre las capas de dieléctrico, la DMF presenta una rigidez y durabilidad aumentadas.

La Figura 10 representa una partícula 200 magnética recubierta de dieléctrico ("DMP"). La DMP 200 es un diseño de dos capas con una capa 202 de dieléctrico rodeando y encapsulando sustancialmente una capa 204 magnética central.

Cada una de las capas en las estructuras de revestimiento de DMF 180 y DMP 200 se puede conformar de los mismos materiales y espesor que las capas correspondientes descritas en las realizaciones previas. Por ejemplo, la capa de dieléctrico en DMF 180 y DMP 200 se puede conformar de los mismos materiales y en los mismos intervalos de espesor como se explicó anteriormente en la presente memoria para la capa 44 de dieléctrico de la laminilla 40 y las capas magnéticas en DMF 180 y DMP 200 se pueden conformar de los mismos materiales y en los mismos intervalos de espesor como se explicó anteriormente en la presente memoria para la capa 22 magnética de la laminilla 20. La DMF 180 y DMP 200 se pueden usar cada una como una laminilla de pigmento o una partícula o se pueden usar como una sección de núcleo magnético con capas adicionales aplicadas a la misma.

La Figura 11 representa una laminilla 220 de pigmento que cambia de color que no usa un reflector (con alta reflectancia, es decir, un metal óptico). La laminilla 220 es un diseño de tres capas que tiene una estructura de película delgada multicapa simétrica en general en lados opuestos de una sección 222 de núcleo magnético, que puede ser una DMF o una DMP. Así, la primera y la segunda capa 224a y 224b absorbente se conforman sobre superficies principales opuestas de la sección 222 de núcleo magnético. Estas capas de la laminilla 220 se pueden conformar por un procedimiento de revestimiento de bandas y de eliminación de laminillas como se describió previamente.

La Figura 11 representa además una estructura de revestimiento alternativa (con líneas imaginarias) para laminillas 220 que cambian de color, en que la capa absorbente se recubre alrededor de la sección 222 de núcleo magnético en un procedimiento de encapsulación. De acuerdo con esto, las capas 224a y 224b absorbentes se conforman como parte de una capa 224 de revestimiento continuo que rodea sustancialmente la estructura de la laminilla allí abajo.

Así, la laminilla 220 de pigmento puede incorporarse como una laminilla apilada de película delgada multicapa o una partícula encapsulada de película delgada multicapa. Los materiales y espesores adecuados para el absorbente, dieléctrico y capas magnéticas de la laminilla 220 son los mismos que se explicaron anteriormente en la presente memoria.

Algunas laminillas de la invención se pueden caracterizar como estructuras de interferencia de película delgada multicapa en que las capas se encuentran en planos paralelos de manera que las laminillas tienen primera y segunda superficie externas planas paralelas y un espesor del borde perpendicular a la primera y la segunda superficie externas planas paralelas. Dichas laminillas se producen para que tengan una relación entre dimensiones de al menos aproximadamente 2:1 y preferiblemente aproximadamente 5-15:1 con una distribución de tamaño de partícula estrecha. La relación entre dimensiones de la laminillas se determina tomando la relación de la dimensión plana más larga de la primera y la segunda superficie externa a la dimensión del espesor del borde de las laminillas.

Un método de fabricación preferido en el momento presente de una pluralidad de laminillas de pigmento, cada una

de las cuales con la estructura de revestimiento de película delgada multicapa de la laminilla 40 mostrada en la Figura 2, se basa en técnicas de revestimiento de bandas convencionales usadas para preparar películas delgadas ópticas. Aunque la laminilla 40 se describe más adelante, las otras estructuras de las laminillas explicadas en la presente memoria también se pueden fabricar con un procedimiento similar al descrito más adelante. De acuerdo con esto, una primera capa absorbente se deposita sobre una banda de material flexible tal como poli(tereftalato de etileno) (PET) que presenta una capa de liberación opcional en la misma. La capa absorbente se puede formar por un procedimiento de deposición convencional tal como PVD, CVD, PECVD, pulverización catódica o similares. Los métodos de deposición mencionados anteriormente permiten la formación de una capa absorbente discreta y uniforme de un espesor deseado.

A continuación, una primera capa de dieléctrico se deposita sobre la capa absorbente a un espesor óptico deseado por un procedimiento de deposición convencional. La deposición de la capa de dieléctrico se puede llevar a cabo por un procedimiento de deposición de vapor (por ejemplo, PVD, CVD, PECVD), que da como resultado el agrietamiento de la capa de dieléctrico bajo las tensiones impuestas como las transiciones dieléctricas del vapor en la fase sólida.

Después se deposita el núcleo magnético. En el caso de capas reflectoras, se deposita después una primera capa reflectora por PVD, CVD o PECVD en la primera capa de dieléctrico, tomando las características de la capa de dieléctrico agrietada subyacente. Entonces se aplican capas magnéticas por evaporación por haz de electrones, pulverización catódica, electrodeposición o CVD, seguido por una segunda capa reflectora que se deposita.

Esto va seguido de una segunda capa de dieléctrico que se deposita sobre la segunda capa reflectora y preferiblemente con el mismo espesor óptico que la primera capa de dieléctrico. Finalmente, una segunda capa absorbente se deposita sobre la segunda capa de dieléctrico y preferiblemente tiene el mismo espesor físico que la primera capa absorbente.

A partir de ahora, se retira la banda flexible o por disolución en un líquido preseleccionado o por medio de una capa de liberación, ambas conocidas para el experto en la materia. Como resultado, se fractura una pluralidad de laminillas por las grietas de las capas durante la eliminación de la banda de la película delgada multicapa. Este método de fabricación de laminillas de pigmento es similar al descrito más completamente en la Patente de EE.UU. N° 5.135.812 para Phillips et al. Las laminillas de pigmento se pueden fragmentar además si se desea, por ejemplo, por molienda de las laminillas a un tamaño deseado usando trituración al aire, tal que cada una de las laminillas de pigmento presenta una magnitud en cualquier superficie de la misma que oscila desde aproximadamente 2 micrómetros a aproximadamente 200 micrómetros.

Para impartir durabilidad adicional a las laminillas que cambian de color, se puede emplear un procedimiento de recocido para tratar por calor las laminillas a una temperatura que oscila de aproximadamente 200-300°C y preferiblemente de aproximadamente 250-275°C, durante un periodo de tiempo que oscila de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 24 horas y preferiblemente un periodo de tiempo de aproximadamente 15-60 minutos.

Otras estructuras de laminilla de pigmento, métodos para conformarlas y características adicionales compatibles con las mismas se pueden encontrar en *Phillips '648*. La Patente de EE.UU. N° 4.705.356 para Beming et al. y la Patente de EE.UU. N° 6.157.489 para Bradley et al.; la Solicitud de Patente de EE.UU. N° 09/685.468 para Phillips et al., 09/715.937 para Coombs et al., 09/715.934 para Mayer et al., 09/389.962 para Phillips et al., y 09/539.695 para Phillips et al. Un experto en la materia reconocerá, a la luz de la descripción en la presente memoria, que las capas magnéticas discutidas previamente se pueden combinar con las estructuras de revestimiento descritas en las patentes y aplicaciones anteriores, tal como por reemplazo de una capa reflectora con la RMF o RMP descritas en la presente memoria para obtener estructuras de revestimiento útiles adicionales.

Haciendo referencia ahora a la Figura 12, la laminilla 240 es un diseño multicapa que tiene una estructura de película delgada simétrica en general en lados opuestos de una capa magnética tal como un núcleo 242 magnético reflectante, que puede ser cualquier laminilla o partícula de pigmento magnético que no cambia de color con propiedades reflectantes descritas en la presente memoria o conocidas en la técnica. Por ejemplo, el núcleo 242 magnético reflectante puede ser una sola capa magnética reflectante tal como una capa monolítica de Ni u otro metal reflectante magnético o puede ser una estructura magnética multicapa tal como Al/Fe/Al. Una primera capa coloreada tal como la capa 244a absorbente, selectiva y una segunda capa coloreada tal como la capa 244b absorbente, selectiva, se conforman sobre superficies principales opuestas del núcleo 242 magnético reflectante. Estas capas coloreadas de laminilla 240 se pueden conformar por un procedimiento de revestimiento de bandas y de eliminación de laminillas, como se describió previamente.

La Figura 12 representa además una estructura de revestimiento alternativa (con líneas imaginarias) para la laminilla 240, en que una capa coloreada tal como la capa 244 absorbente selectiva se recubre alrededor del núcleo 242 magnético reflectante en un procedimiento de encapsulación. De acuerdo con esto, las capas 244a y 244b absorbentes selectivas se conforman como parte de una capa 244 de revestimiento contigua que rodea sustancialmente a la estructura de la laminilla allí abajo. Los métodos de encapsulación adecuados para conformar la laminilla 240 son como se describe en una Solicitud de Patente de EE.UU. en tramitación con la presente N° de Serie 09/626.041, presentada el 27 de julio de 2.000.

Así, la laminilla 240 de pigmento puede incorporarse o como una laminilla apilada de película delgada multicapa o como partícula encapsulada de película delgada multicapa. Los materiales y espesores adecuados para uso en el núcleo magnético reflectante de la laminilla 240 son los mismos que se explicaron anteriormente, siempre que se mantengan las propiedades tanto reflectante como magnética.

- 5 Las capas coloreadas de la laminilla 240 se pueden conformar de una variedad de materiales absorbentes y/o reflectantes diferentes en una o más capas. Preferiblemente, las capas coloreadas tales como las capas absorbentes selectivas se conforman para que tengan un espesor de aproximadamente 0,05 μm a aproximadamente 5 μm y más preferiblemente de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 2 μm , por procedimientos de revestimiento convencionales para materias colorantes, cuando se utiliza un material colorante orgánico para conformar las capas absorbentes selectivas. Preferiblemente, las capas coloreadas se conforman para que tengan un espesor de aproximadamente 0,05 μm a aproximadamente 0,10 μm cuando se utilizan materiales metálicos coloreados u otros inorgánicos coloreados.

- 15 Ejemplos de colorantes orgánicos adecuados que se pueden usar para conformar las capas absorbentes selectivas de la laminilla 240 incluyen: ftalocianina de cobre, colorantes a base de perileno, colorantes a base de antraquinona y similares; colorantes azo y colorantes de metal azo tales como rojo de aluminio (RLW), cobre aluminio, aluminio burdeos (RL), aluminio rojo fuego (ML), rojo de aluminio (GLW), aluminio violeta (CLW) y similares; así como combinaciones o mezclas de los mismos. Tales colorantes se pueden aplicar por técnicas de revestimiento convencionales e incluso por evaporación.

- 20 Las capas coloreadas de la laminilla 240 también se pueden conformar de una variedad de pigmentos orgánicos e inorgánicos convencionales aplicados por separado o dispersados en un vehículo de pigmento. Tales pigmentos se describen en el Manual de Datos de Materias Primas NPIRI, Vol. 4. Pigments (1.983).

- 25 En otra realización, las capas absorbentes selectivas de la laminilla 240 comprenden una matriz sol-gel que soporta un pigmento coloreado o colorante. Por ejemplo, la capa absorbente selectiva se puede conformar de óxido de aluminio o dióxido de silicio aplicado por un procedimiento sol-gel, con colorantes orgánicos absorbidos en poros del revestimiento sol-gel o unidos a la superficie del revestimiento. Colorantes orgánicos adecuados usados en el procedimiento de revestimiento sol-gel incluyen los disponibles bajo las denominaciones comerciales Aluminiumrot GLW (rojo de aluminio GLW) y Aluminiumviolett CLW (aluminio violeta CLW) de the Sandoz Company. El rojo de aluminio GLW es un complejo de metal azo que contiene cobre y aluminio violeta CLW es un colorante azo puramente orgánico. Ejemplos de técnicas de revestimiento sol-gel útiles en la presente invención se describen en lo siguiente: la Patente de EE.UU. N° 4.756.771 para Brodalla (1.988); Ztinta et al. Optical Probes and Properties of Aluminosilicate Glasses Prepared by the Sol-Gel Method. Polym. Mater. Sci. Eng. 61, págs. 204-208 (1.989) y McKiernan et al., Luminescence and Laser Action of Coumarin Dyes Doped in Silicate and Aluminosilicate Glasses Prepared by the Sol-Gel Technique. J. Inorg. Organomet. Polym., 1 (1), págs. 87-103 (1.991).

- 35 En una realización más, las capas coloreadas de la laminilla 240 se pueden conformar de un material colorante inorgánico. Los colorantes inorgánicos adecuados incluyen absorbedores selectivos tales como: nitrato de titanio, nitrato de cromo, óxido de cromo, óxido de hierro, alúmina dopada con cobalto y similares, así como metales coloreados tales como cobre, latón, titanio y similares.

- 40 Se debería entender que diversas combinaciones de los tintes, pigmentos y colorantes anteriores también se pueden emplear para conseguir una característica de color deseada para la laminilla 240. Los tintes, pigmentos y colorantes orgánicos discutidos en la presente memoria se pueden usar en la invención para conseguir pigmentos con colores brillantes con propiedades magnéticas.

- 45 También se consideran diversas modificaciones y combinaciones de las realizaciones anteriores dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, se pueden conformar revestimientos dieléctricos, absorbentes y/u otros revestimientos ópticos, adicionales, alrededor de cada una de las realizaciones de laminillas o partículas anteriores o en una película reflectante de material compuesto previamente a la formación de laminillas, para proporcionar características ópticas deseadas adicionales. Dichos revestimientos adicionales pueden proporcionar efectos de color adicionales a los pigmentos. Por ejemplo, un revestimiento dieléctrico coloreado añadido a una laminilla que cambia de color actuaría como un filtro de color sobre la laminilla, proporcionando un efecto de color sustractivo que cambia el color producido por la laminilla.

- 50 Las laminillas de pigmento de la presente invención se pueden intercalar dentro de un medio de pigmento para producir una composición de colorante que se puede aplicar a una amplia variedad de objetos o papeles. Las laminillas de pigmento añadidas a un medio producen una respuesta óptica predeterminada por radiación incidente sobre una superficie del medio solidificado. Preferiblemente, el medio de pigmento contiene una resina o mezcla de resinas que se puede secar o endurecer por procedimientos térmicos tales como: reticulación térmica, endurecimiento térmico o evaporación de disolvente térmica o por reticulación fotoquímica. Los medios de pigmento útiles incluyen diversas composiciones poliméricas o aglutinantes orgánicos tales como resinas alquídicas, resinas de poliéster, resinas acrílicas, resinas de poliuretano, resinas vinílicas, resinas epoxídicas, estirenos y similares. Ejemplos adecuados de estas resinas incluyen: melamina, acrilatos tales como metacrilato de metilo, resinas ABS, formulaciones de tinta y pintura basadas en resinas alquídicas y diversas mezclas de los mismos. Las laminillas

combinadas con el medio de pigmento producen una composición de colorante que se puede usar directamente como pintura, tinta o material plástico moldeable. La composición de colorante también se puede utilizar como aditivo para pintura, tinta o materiales plásticos convencionales.

- 5 El medio de pigmento también contiene preferiblemente un disolvente para la resina. Para el disolvente, en general, se puede usar un disolvente orgánico o agua. También se puede usar un disolvente volátil en el medio. En cuanto al disolvente volátil, es preferible usar un disolvente que sea tanto volátil como diluible, tal como un diluyente. En particular, el secado más rápido del medio de pigmento se puede conseguir por aumento de la cantidad del disolvente con una composición de bajo punto de ebullición tal como metil etil cetona (MEK).

- 10 Además, las laminillas se pueden mezclar opcionalmente con diversos materiales aditivos tales como laminillas de pigmento convencionales, partículas o colorantes de diferentes colores, intensidad cromática y brillo para conseguir las características de color deseadas. Por ejemplo, las laminillas se pueden mezclar con otros pigmentos convencionales o del tipo de interferencia o del tipo de no interferencia, para producir un intervalo de otros colores. Esta composición premezclada se puede dispersar después en un medio polimérico tal como una pintura, tinta, plástico u otro vehículo de pigmento polimérico para uso de una manera convencional.

- 15 Ejemplos de materiales aditivos adecuados que se pueden combinar con las laminillas de la invención incluyen alta intensidad cromática o plaquetas muy reflectantes que no cambian el color que producen efectos de color únicos, tales como plaquetas $MgF_2/Al/MgF_2$ o plaquetas $SiO_2/Al/SiO_2$. Otros aditivos adecuados que se pueden mezclar con las laminillas que cambian de color magnéticas incluyen pigmentos laminares tales como laminillas que cambian de color multicapa, laminillas de aluminio, laminillas de grafito, filamentos de vidrio, óxido de hierro, nitrato de boro, 20 laminillas de mica, laminillas de mica revestidas con TiO_2 basadas en interferencia, pigmentos de interferencia basados en sustratos de silicatos de tipo placa revestidos múltiples, pigmentos de interferencia metal-dieléctrico o todo dieléctrico y similares y pigmentos no laminares tales como polvo de aluminio, negro de carbón, azul ultramarino, pigmentos a base de cobalto, pigmentos o colorantes orgánicos, pigmentos inorgánicos a base de rutilo o espinela, pigmentos que se encuentran en la naturaleza, pigmentos inorgánicos tales como dióxido de titanio, 25 talco, arcilla china y similares; así como diversas mezclas de los mismos. Por ejemplo, se pueden añadir pigmentos tales como polvo de aluminio o negro de carbón para controlar la claridad y otras propiedades del color.

- Las laminillas que cambian de color magnéticas son adecuadas en particular para uso en aplicaciones en que se desean colorantes de alta intensidad cromática y durabilidad. Usando las laminillas que cambian de color, 30 magnéticas, en una composición de colorante, se puede producir pintura o tinta durable de alta intensidad cromática en que son apreciables a simple vista efectos del color variables. Las laminillas que cambian de color presentan un amplio intervalo de propiedades que cambian el color, incluyendo grandes cambios en la intensidad cromática (grado de pureza del color) y también grandes cambios de color (color relativo) con un ángulo de visión variable. Así, un objeto coloreado con una pintura que contiene las laminillas que cambian de color cambiarán de color dependiendo de variaciones en el ángulo de visión o el ángulo del objeto respecto al ojo de la visión.

- 35 Las laminillas de pigmento se pueden utilizar fácilmente y económicamente en pinturas y tintas que se pueden aplicar a diversos objetos o papeles, tales como vehículos motorizados, moneda y documentos de seguridad, aparatos domésticos, estructuras arquitectónicas, revestimiento de suelos, géneros, artículos deportivos, envase/caja electrónica, envase de productos, etc. Las laminillas que cambian de color también se pueden utilizar en la conformación de materiales de plástico coloreados, composiciones de revestimiento, extrusiones, revestimientos 40 electrostáticos, vidrio y materiales cerámicos.

- En general, las láminas tienen una estructura de revestimiento de película delgada no simétrica, que puede corresponder a las estructuras de capas en un lado de una RMF en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente relativas a laminillas apiladas de película delgada. Las láminas se pueden laminar en diversos objetos o se pueden conformar sobre un sustrato portador. Las láminas también se pueden usar en una configuración de 45 estampación en caliente donde la pila de película delgada de la lámina se retira de una capa de liberación de un sustrato por uso de un adhesivo activado por el calor y se aplica a una contrasuperficie. El adhesivo puede ser revestido sobre una superficie de la lámina opuesta del sustrato o se puede aplicar en la forma de un adhesivo activado por UV a la superficie en que se fijará la lámina.

- La Figura 13 representa una estructura de revestimiento de una lámina 300 que cambia de color conformada sobre un sustrato 302, que puede ser cualquier material adecuado tal como una banda de PET flexible, sustrato portador u otro material plástico. Un espesor adecuado para el sustrato 302 es, por ejemplo, aproximadamente 51 a 178 micrómetros (2 a 7 milipulgadas). La lámina 300 incluye una capa 304 magnética sobre un sustrato 302, una capa 306 reflectora sobre una capa 304 magnética, una capa 308 de dieléctrico sobre una capa 306 reflectora y una capa 310 absorbente sobre una capa 308 de dieléctrico. Las capas magnética, reflectora, de dieléctrica y absorbente 55 pueden estar constituidas por los mismos materiales y pueden presentar los mismos espesores, como se describió anteriormente para las capas correspondientes en las laminillas 20 y 40.

La lámina 300 se puede formar por un procedimiento de revestimiento de bandas con las diversas capas como se describió anteriormente depositadas secuencialmente sobre una banda por técnicas de deposición convencionales para conformar una estructura de lámina de película delgada. La lámina 300 se puede conformar sobre una capa de

liberación de una banda a fin de que la lámina se pueda retirar con posterioridad y unir a una superficie de un objeto. La lámina 300 también se puede conformar sobre un sustrato portador, que puede ser una banda sin una capa de liberación.

La Figura 14 ilustra una realización de una lámina 320 dispuesta sobre una banda 322 con una capa 324 de liberación opcional sobre la que se deposita una capa 326 magnética, una capa 328 reflectora, una capa 330 de dieléctrico y una capa 332 absorbente. La lámina 320 se puede utilizar unida a la banda 322 como un portador cuando no se emplea una capa de liberación. Alternativamente, la lámina 320 puede estar laminada en un sustrato transparente (no mostrado) por una capa 334 de adhesivo opcional, tal como un adhesivo transparente o adhesivo curable por ultravioleta (UV), cuando se usa la capa de liberación. La capa 334 de adhesivo se aplica a la capa 332 absorbente.

La Figura 15 representa una realización alternativa en que una lámina 340 con las mismas capas de película delgada como lámina 320 se dispone sobre una banda 322 con una capa 324 de liberación opcional. La lámina 340 se conforma de manera que la capa 332 absorbente se deposita sobre la banda 322. La lámina 340 se puede utilizar unida a la banda 322 como un portador, que es preferiblemente transparente, cuando no se emplea una capa de liberación. La lámina 340 también puede estar unida a un sustrato tal como una contrasuperficie 342 cuando se usa la capa de liberación mediante una capa 334 de adhesivo tal como un adhesivo de estampación por calor, un adhesivo sensible a la presión, un adhesivo permanente y similares. La capa 334 de adhesivo se puede aplicar a la capa 326 magnética y/o a la contrasuperficie 342.

Cuando se emplea una aplicación de estampación en caliente, la pila óptica de la lámina se dispone a fin de que la superficie ópticamente exterior sea adyacente a la capa de liberación. Así, por ejemplo, cuando la lámina 340 en la Figura 15 se libera de la banda 322, la capa 332 absorbente está ópticamente presente en el exterior. En una realización preferida, la capa 324 de liberación es un revestimiento duro transparente que permanece sobre la capa 332 absorbente para proteger las capas subyacentes después de transferencia desde la banda 322.

Más detalles de preparación y uso de pilas ópticas como láminas de estampación en caliente se pueden encontrar en las Patentes de EE.UU. Nos. 5.648.165, 5.002.312, 4.930.866, 4.838.648, 4.779.898 y 4.705.300.

Haciendo referencia ahora a la Figura 16, un artículo 400 óptico presenta estructuras ópticas emparejadas. El artículo 400 óptico incluye un sustrato 402 con una superficie 404 superior y una superficie 406 inferior. El sustrato 402 puede ser flexible o rígido y se puede conformar de cualquier material adecuado tal como papel, plástico, cartón, metal o similares y puede ser opaco o transparente. La primera y la segunda estructura 408, 410 de revestimiento, emparejadas, que no se superponen, se disponen sobre la superficie 404 superior de manera que se superponga la primera y la segunda región no superpuestas sobre la superficie 404. Así, la primera y la segunda estructura 408, 410 de revestimiento no están superpuestas pero están separadas físicamente entre sí en la superficie 404, aunque en una relación confinada. Por ejemplo, en una realización, la primera estructura 408 de revestimiento puede ser en forma de un rectángulo o un cuadrado y se dispone dentro de una cavidad 412 formada por la segunda estructura 410 de revestimiento, estando también en forma de un rectángulo o un cuadrado que forma un límite o una estructura que rodea a la primera estructura 408 de revestimiento. Así, cuando se ve un artículo 400 óptico a partir de lo anterior, las estructuras 408, 410 de revestimiento se pueden visualizar simultáneamente.

La primera estructura 408 de revestimiento tiene un primer pigmento 414 formado de laminillas o partículas de pigmento magnético, tales como laminillas magnéticas que cambian de color, construidas de la manera descrita anteriormente para proporcionar una firma magnética. Las propiedades magnéticas del pigmento 414 se proporcionan por una capa magnética observable de manera no óptica dentro de una o más de las laminillas o partículas magnéticas. La segunda estructura 410 de revestimiento presenta un segundo pigmento 416 formado de laminillas o partículas de pigmento no magnético, tales como laminillas no magnéticas que cambian de color. Alternativamente, la segunda estructura 410 de revestimiento podía estar conformada para contener los pigmentos magnéticos y la primera estructura 408 de revestimiento podía estar conformada para contener los pigmentos no magnéticos. Los pigmentos 414, 416 se dispersan en un vehículo 418, 420 de pigmento líquido solidificado de un tipo convencional de manera que los pigmentos 414, 416 produzcan las características ópticas deseadas. Por ejemplo, el vehículo líquido puede ser un vehículo de tinta convencional o un vehículo de pintura convencional de un tipo adecuado.

En una realización alternativa, el artículo 400 óptico se puede conformar usando una estructura de lámina magnética adecuada, tal como las láminas magnéticas que cambian de color descritas anteriormente, en vez de la estructura 408 de revestimiento y usando una estructura de lámina no magnética tal como una lámina que cambia de color convencional en vez de la estructura 410 de revestimiento. Las propiedades magnéticas de la estructura de lámina magnética son proporcionadas así por una capa magnética que no es ópticamente observable. La primera y la segunda estructura de láminas emparejadas no superpuestas, una magnética y otra no magnética, se dispondrían sobre la superficie 404 superior del sustrato 402 de manera que se superpongan la primera y la segunda región, no superpuestas, sobre la superficie 404.

Otros artículos ópticos con estructuras ópticamente variables, emparejadas, que se podían modificar para incluir capas magnéticas en una de las estructuras emparejadas tal como se describe en la presente memoria, se explican

en la Patente de EE.UU. N° 5.766.738 para Phillips et al.

Haciendo referencia ahora a la Figura 17, un artículo 450 óptico presenta estructuras ópticas superpuestas emparejadas. El artículo 450 óptico incluye un sustrato 452 que tiene una región 454 de la superficie superior. El sustrato 452 se puede formar de los mismos materiales que se describen para el sustrato 402 mostrado en la Figura 16. Una estructura 456 de revestimiento de pigmento magnético se superpone a la región 454 de la superficie superior del sustrato 452. La estructura 456 de revestimiento de pigmento magnético incluye una pluralidad de pigmentos 458 magnéticos multicapa, tales como los descritos previamente, que se dispersan en un vehículo de pigmento solidificado. Las propiedades magnéticas de la estructura 456 de revestimiento del pigmento se proporcionan por una capa magnética observable no de manera óptica dentro de cada uno de los pigmentos 458 magnéticos multicapa. Una estructura 460 de revestimiento de pigmento no magnético se superpone al menos a una porción de la estructura 456 de revestimiento de pigmento magnético. La estructura 460 de revestimiento del pigmento no magnético incluye una pluralidad de pigmentos 462 no magnéticos dispersados en un vehículo de pigmento solidificado.

En una realización alternativa de artículo 450 óptico, se puede usar una estructura de revestimiento de pigmento no magnético en vez de la estructura 456 de revestimiento de pigmento magnético que se superpone a la región 454 de la superficie superior del sustrato 452. Una estructura de revestimiento de pigmento magnético se usa entonces en vez de la estructura 460 de revestimiento de pigmento no magnético.

En una realización alternativa más, el artículo 450 óptico se puede conformar usando una estructura de lámina magnética adecuada, tal como las láminas magnéticas que cambian de color descritas anteriormente, en vez de la estructura 456 de revestimiento. Se usa entonces una estructura de lámina no magnética tal como una lámina que cambia de color convencional en vez de la estructura 460 de revestimiento. Alternativamente, la estructura de lámina no magnética se puede usar en vez de la estructura 456 de revestimiento y una estructura de lámina magnética se usa entonces en vez de la estructura 460 de revestimiento.

Las estructuras de revestimiento o de láminas de pigmento, respectivas, en los artículos 400 ó 450 ópticos se pueden seleccionar para proporcionar coloración idéntica o idénticos efectos que cambian el color para los artículos 400 y 450 o se pueden seleccionar para proporcionar diferentes colores o diferentes efectos de cambio de color. Por supuesto, un experto en la materia reconocerá que se puede usar una variedad de combinaciones de características ópticas por selección de los revestimientos o las láminas apropiadas con las características ópticas deseadas para añadir diversas características de seguridad para los artículos 400 y 450 ópticos.

Aunque las estructuras de revestimiento o de láminas de pigmento usadas en los artículos 400 y 450 pueden presentar sustancialmente el mismo color o efectos de color, por ejemplo, los mismos efectos de cambio de color, sólo una de las estructuras de revestimiento o de láminas de pigmento en los artículos soporta una firma magnética encubierta. Por lo tanto, aunque el ojo humano no puede detectar las características magnéticas de la estructura de revestimiento o de láminas de pigmento, se puede usar un sistema de detección magnética tal como un detector giratorio de Faraday para detectar la firma encubierta magnética en el pigmento o la lámina y cualquier información codificada de manera magnética en la misma.

De lo anterior se puede ver que se han proporcionado estructuras de película delgada que tienen propiedades tanto magnéticas como opcionalmente de cambio de color, que presentan muchos tipos diferentes de aplicaciones, en particular en el caso en que se desea seguridad adicional.

Por ejemplo, una estructura o dispositivo formado con los pigmentos se puede colocar en un patrón de código de barras que produciría un dispositivo de código de barras de cambio de color que puede aparecer en una etiqueta o en un mismo artículo. Dicho código de barras actuaría como un código de barras de color de color que podía ser leído por lectores tanto ópticos como magnéticos. Dicho dispositivo que cambia el color de código de barras proporcionaría tres características de seguridad, el propio código de barras, las características de cambio de color y la característica magnética. Además, se puede codificar la información en las capas magnéticas de los pigmentos de la invención. Por ejemplo, las capas magnéticas podían registrar información típica que se realiza mediante una tarjeta de crédito en una banda magnética. Además, se podían utilizar pigmentos de la invención para poner los números en los fondos de comprobaciones de manera que la información soportada por la comprobación se podía leer magnéticamente como con comprobaciones del día de hoy aunque proporcionando también una característica variable óptica.

Ejemplo 1

Se preparó una muestra de revestimiento magnético de tres capas con 1.000 Å de Aluminio, 1.000 Å de Hierro y 1.000 Å de Aluminio (Al/Fe/Al). Se preparó la muestra de revestimiento en una máquina de recubrimiento con rodillos, usando una banda de poliéster de 51 micrómetros (2 milipulgadas) recubierta con una capa de liberación orgánica (soluble en acetona). Después de la separación del revestimiento de tres capas de la banda para formar partículas de laminilla de pigmento, las partículas se filtraron y se dimensionaron por exposición de las partículas en alcohol isopropílico a agitación ultrasónica durante 5 minutos usando un soldador sónico Branson. Se determinó el tamaño de partícula usando un instrumento de clasificación de partículas Horiba LA-300 (sistema basado en

dispersión láser). Se determinó que el tamaño medio de partícula era 44 μm (desviación estándar de 22 μm) en la dimensión plana, con una distribución gaussiana. Después de la clasificación, se filtraron y se secaron las partículas de pigmento.

Un peso seco de pigmento magnético a aglutinante (vehículo de pintura de reacabado de coches Du Pont) en la relación de 1:4 se dispuso sobre una lámina de cartón delgada (tarjeta Leneta). Una "disposición" es una muestra de pintura o tinta extendida sobre papel para evaluar el color. Típicamente, una disposición se forma con el borde de una cuchilla o espátula para masilla por "disposición" de una pequeña gota de pintura o tinta para conseguir una película delgada de la pintura o tinta. Alternativamente, la disposición se hace usando una varilla Mayer sacada a través de una tarjeta Leneta y por una pequeña gota de pintura. Se puso un imán de lámina convencional debajo de la tarjeta mientras que estaba teniendo lugar la disposición y se dejó en su sitio hasta que se secó el vehículo de la pintura. El resultado de los campos magnéticos sobre esta muestra de pigmento fue crear áreas brillantes y oscuras paralelas en el pigmento. Usando un espectador de área ultrapequeña (USAV, 2,3 mm) en un espectrofotómetro SF-600 DataColor, las áreas de aluminio brillante de la muestra de pigmento presentaban una luminosidad reflectante, Y, del 53% mientras que las áreas oscuras presentaban una luminosidad reflectante del 43%. Sin embargo, fue difícil ajustar la abertura dentro de las líneas oscura y brillante sugiriendo que la diferencia en claridad puede ser en realidad mayor que estas mediciones.

Ejemplo 2

Se preparó una muestra de tinta magnética por mezclamiento de una muestra de 0,5 g del pigmento magnético del Ejemplo 1 (Al/Fe/Al) con 3,575 g de un vehículo de tinta Intaglio estándar (vehículo de tinta de alta viscosidad) y 0,175 g de un secador de tinta. Se dispuso una muestra de tinta sobre papel usando una cuchilla para masilla plana. Una tira magnética con la palabra "FLEX" recortada de ella se puso debajo del papel durante la etapa de disposición. El patrón de las líneas magnéticas en la tinta magnética seca fue visible fácilmente como tiras blancas (color plata) y negras con la palabra "FLEX" fácilmente evidente. La imagen óptica de la palabra "FLEX" en la muestra de tinta fue visible a la incidencia normal y a aproximadamente un ángulo de visión de 45 grados.

Ejemplo 3

Se preparó una muestra de tinta magnética como en el Ejemplo 2 usando un vehículo de tinta Intaglio y recubierto sobre papel con un imán de lámina colocado debajo de ella. El imán tenía un recorte de una letra "F" estilizada. Además del pigmento magnético (Al/Fe/Al) orientándose a lo largo de las líneas del campo magnético, la "F" recortada fue estampada hacia arriba lejos del papel y era de aspecto plata brillante. La "F" sobresalía por el área circundante por aproximadamente 6 micrómetros. Esto fue causado empujando ligeramente el papel en el hueco de la "F" del imán por la fuerza de la cuchilla para masilla disponiendo la tinta Intaglio muy viscosa. Modificado el papel relajado, el área de la "F" permaneció brillante con las laminillas de Al/Fe/Al orientas paralelas a la superficie del papel pero en una altura aumentada por encima del revestimiento circundante.

Ejemplo 4

Se recortó una letra "F" estilizada de un imán de lámina flexible usando una cuchilla exacto. Se puso una tarjeta de disposición en la parte de arriba de, y en contacto con, el imán de lámina. Se mezcló un pigmento de cambio de color magnético con un vehículo a base de resina acrílica y se aplicó a la tarjeta con una varilla calibrada de alambre 22. La disposición resultante tenía líneas negras superpuestas listadas que replicaron el patrón del campo fuera de la "F" estilizada en el imán de lámina bajo la tarjeta. La superficie total de la tarjeta dispuesta presentó efectos de cambio de color. En el caso de que se observara el patrón de la "F" estilizada, la "F" estilizada sólo presentó efectos de cambio de color, mientras el fondo presentaba tanto efectos de cambio de color como las líneas negras superpuestas.

Los trozos de letra "F" estilizada recortados del imán de lámina se usaron en otra disposición con el mismo pigmento magnético y vehículo descrito previamente en este ejemplo. La disposición resultante presentaba líneas negras superpuestas listadas que replicaron el patrón del campo dentro de los trozos de imán de la "F" estilizada recortados. La superficie total de la disposición presentó un efecto de cambio de color. En el caso de que se observara el patrón de la "F" estilizada, la "F" estilizada presentó tanto efectos de cambio de color como las líneas negras superpuestas, mientras que el fondo presentaba sólo efectos de cambio de color.

Así, en los dos casos la superficie entera de las tarjetas dispuestas presentó efectos de cambio de color, mientras las áreas directamente por encima de los imanes presentaban adicionalmente líneas negras superpuestas listadas debido al patrón del campo magnético.

Las realizaciones descritas se tienen que considerar en todos los aspectos sólo como ilustrativas y no restrictivas. El alcance de la invención se indica, por lo tanto, por las reivindicaciones adjuntas más bien que por la descripción anterior.

REIVINDICACIONES

1. Una laminilla de pigmento magnético, que consiste en:
 - una capa magnética central que tiene una primera superficie principal, una segunda superficie principal opuesta y al menos una superficie lateral;
- 5 una primera capa reflectora sobre la primera superficie principal de la capa magnética, la primera capa reflectora para reflejar luz y
 - una segunda capa reflectora sobre la segunda superficie principal de la capa magnética, la segunda capa para reflejar luz;
- 10 en la que cada una de la primera y la segunda capa reflectora está constituida por al menos una de: un metal, una aleación de metal o una combinación de los mismos;
- en la que la primera y la segunda capa reflectora están en cada una de la primera y la segunda superficie principal pero no en al menos una superficie lateral de la capa magnética y
- en la que la laminilla de pigmento presenta una reflectancia que corresponde a la reflectancia de las capas reflectoras y presenta características magnéticas basadas en el magnetismo relativo de la capa magnética.
- 15 2. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que la capa magnética comprende un material magnético blando.
3. La laminilla según la reivindicación 1, en la que la capa magnética está constituida por un material con una coercitividad menor que 159.154 A/m (2.000 Oe).
- 20 4. La laminilla según la reivindicación 3, en la que la capa magnética está constituida por un material con una coercitividad menor que 23.873 (300 Oe).
5. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que la capa magnética comprende un material seleccionado del grupo que consiste en: hierro, níquel, cobalto, gadolinio, terbio, disprosio, erbio y aleaciones u óxidos de los mismos.
- 25 6. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que la capa magnética comprende un material seleccionado del grupo que consiste en: Fe/Si, Fe/Ni, FeCo, Fe/Ni/Mo y combinaciones de los mismos.
7. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que la capa magnética comprende un material magnético duro.
8. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que la capa magnética comprende un material seleccionado del grupo que consiste en: SmCo₅, NdCo₅, Sm₂Co₁₇, Nd₂Fe₁₄B, TbFe₂ y combinaciones de los mismos.
- 30 9. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que la capa magnética comprende un material seleccionado del grupo que consiste en: Fe₃O₄, NiFe₂O₄, MnFe₂O₄, CoFe₂O₄, YIG, GdIG y combinaciones de los mismos.
10. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que la capa magnética presenta un espesor físico de aproximadamente 200 Å a 10.000 Å.
- 35 11. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que las capas reflectoras comprenden un material reflectante seleccionado del grupo que consiste en: aluminio, plata, cobre, oro, platino, estaño, titanio, paladio, níquel, cobalto, rodio, niobio, cromo y combinaciones o aleaciones de los mismos.
12. La laminilla de pigmento según la reivindicación 1, en la que las capas reflectoras presentan cada una un espesor físico de 400 Å a 2.000 Å.
- 40 13. Una composición de colorante magnética que comprende:
 - un medio de pigmento y
 - una pluralidad de laminillas de pigmento dispersadas en el medio del pigmento, teniendo las laminillas de pigmento una estructura multicapa igual que la laminilla de pigmento definida en la reivindicación 1.
- 45 14. La composición de colorante según la reivindicación 13, en la que el medio del pigmento comprende un material seleccionado del grupo que consiste en: melamina acrílica, uretanos, poliésteres, resinas vinílicas, acrilatos, resinas ABS, resinas epoxídicas, estirenos, formulaciones de tinta y pintura basadas en resinas alquídicas y mezclas de los mismos.

15. Una laminilla de pigmento magnético como se define en la reivindicación 1, en la que la capa magnética es un material ferromagnético que tiene un espesor entre 500 y 1.500 angstroms.

5 16. Una laminilla de pigmento que comprende una sección de núcleo magnético que consiste en la laminilla de pigmento magnético según la reivindicación 1 y una capa de dieléctrico que rodea sustancialmente la sección de núcleo magnético.

17. La laminilla de pigmento según la reivindicación 16, en la que la capa de dieléctrico se absorbe selectivamente y proporciona efectos de color adicionales a la laminilla de pigmento.

18. Una composición de pigmento colorante, magnético, que comprende:

un medio de pigmento y

10 una pluralidad de laminillas de pigmento dispersadas en el medio de pigmento, teniendo las laminillas de pigmento una estructura multicapa igual que la laminilla de pigmento definida en la reivindicación 16.

19. La composición de colorante, magnética, según la reivindicación 18, en la que el medio de pigmento comprende un material seleccionado del grupo que consiste en: resinas vinílicas, acrilatos, resinas ABS, resinas epoxídicas, estirenos, formulaciones de tinta y pintura basadas en resinas alquídicas y mezclas de los mismos.

15

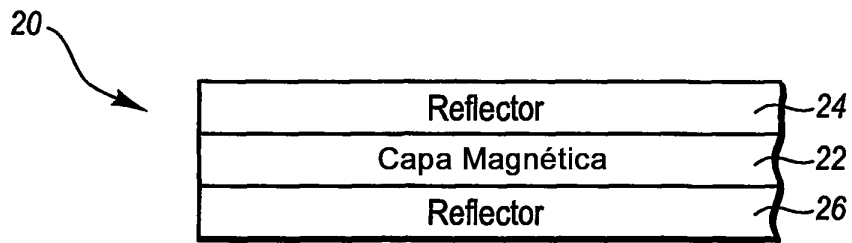


Fig. 1

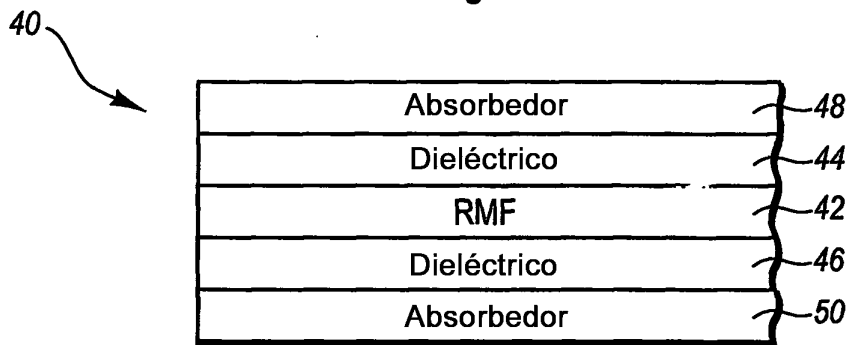


Fig. 2

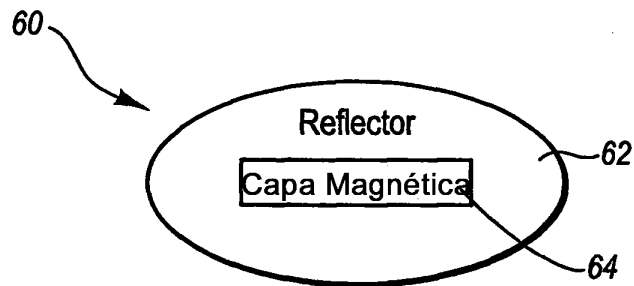


Fig. 3

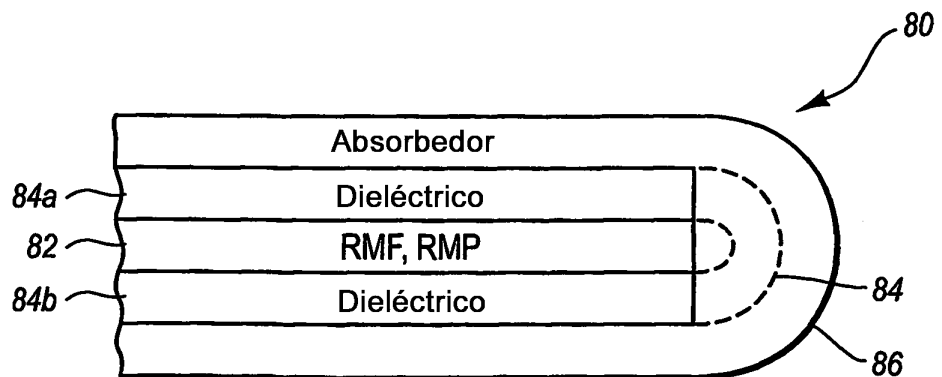


Fig. 4

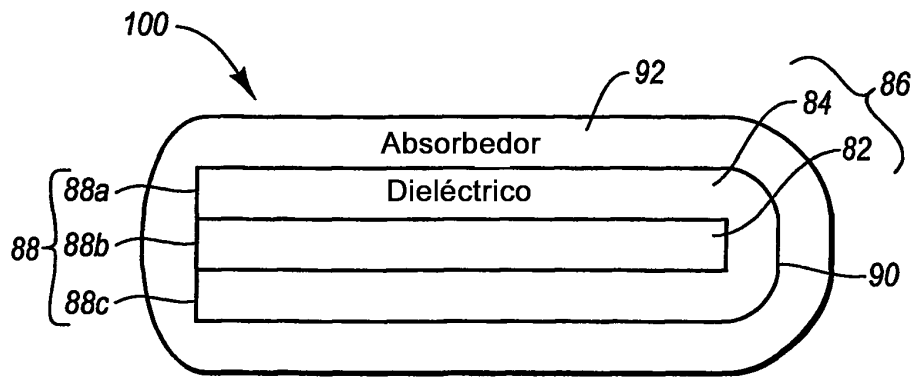


Fig. 5

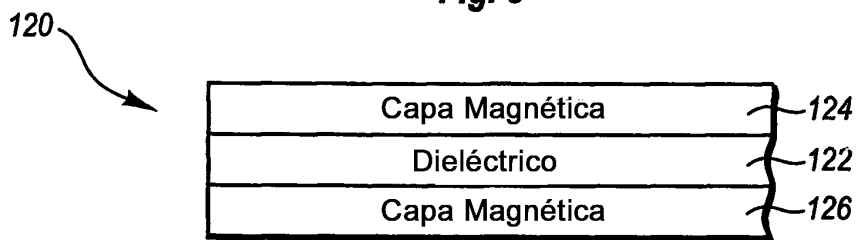


Fig. 6

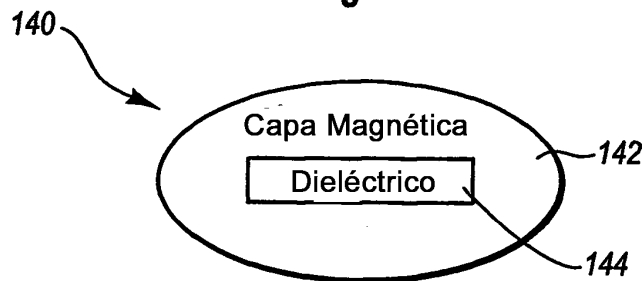


Fig. 7

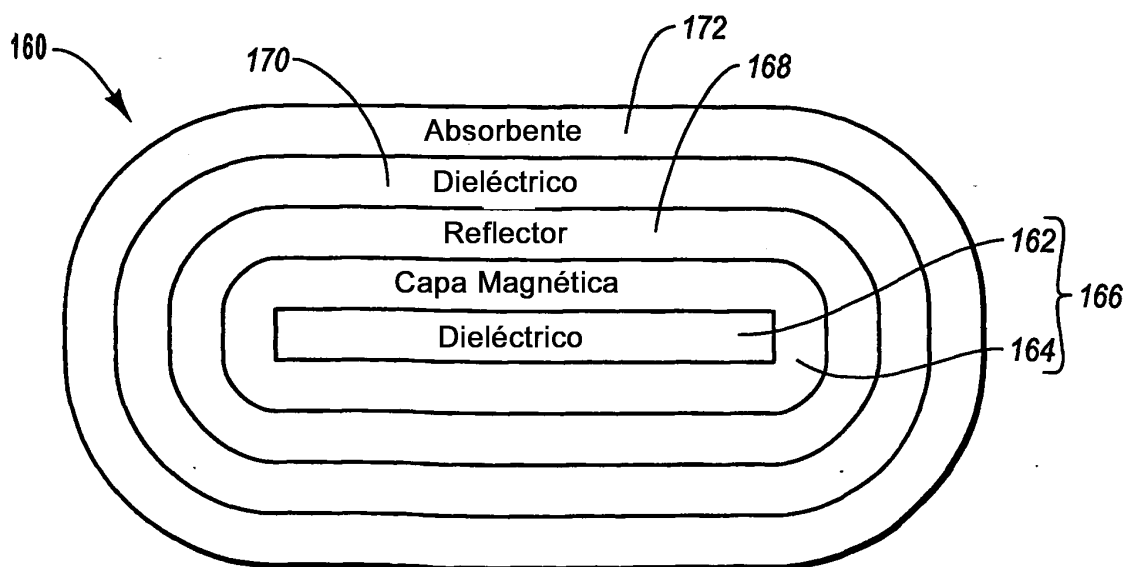


Fig. 8

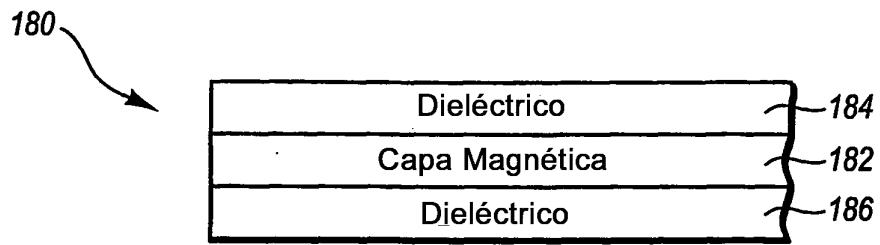


Fig. 9

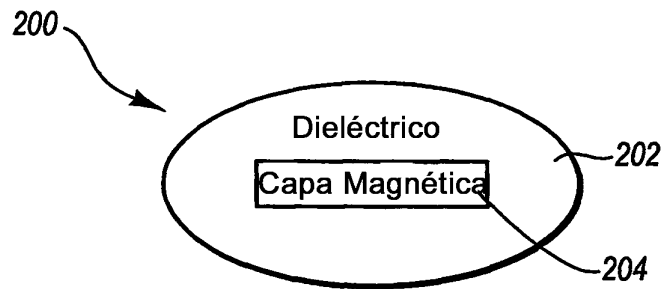


Fig. 10

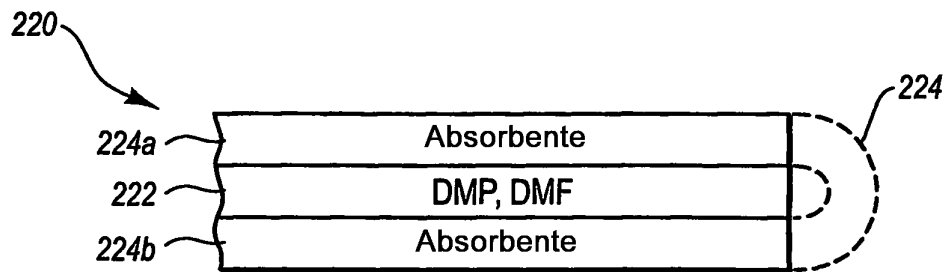


Fig. 11

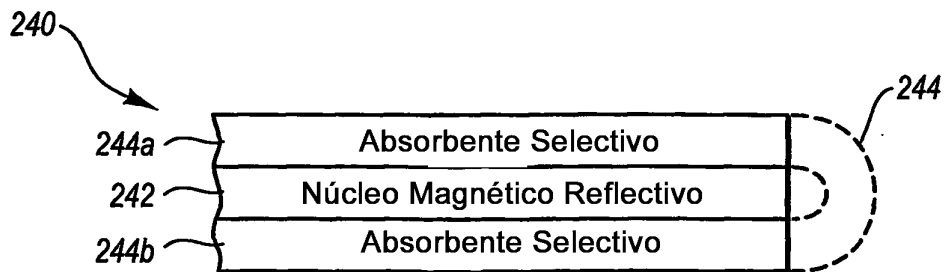


Fig. 12

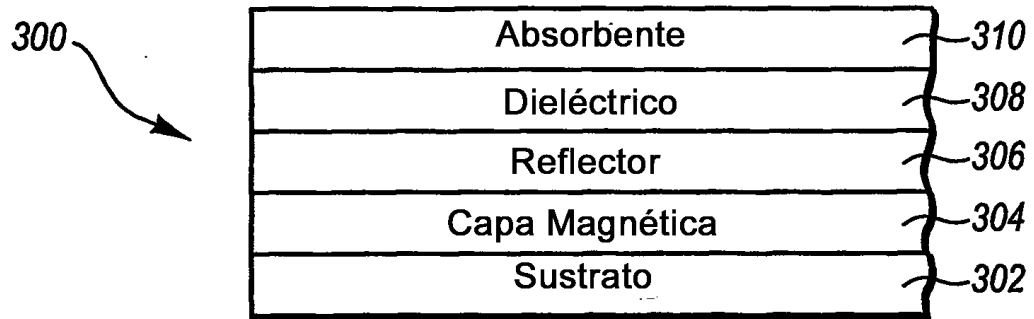


Fig. 13

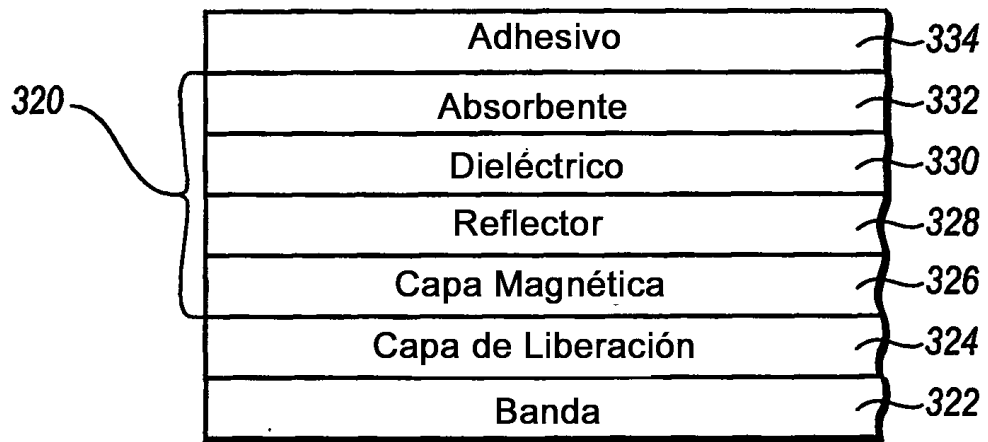


Fig. 14

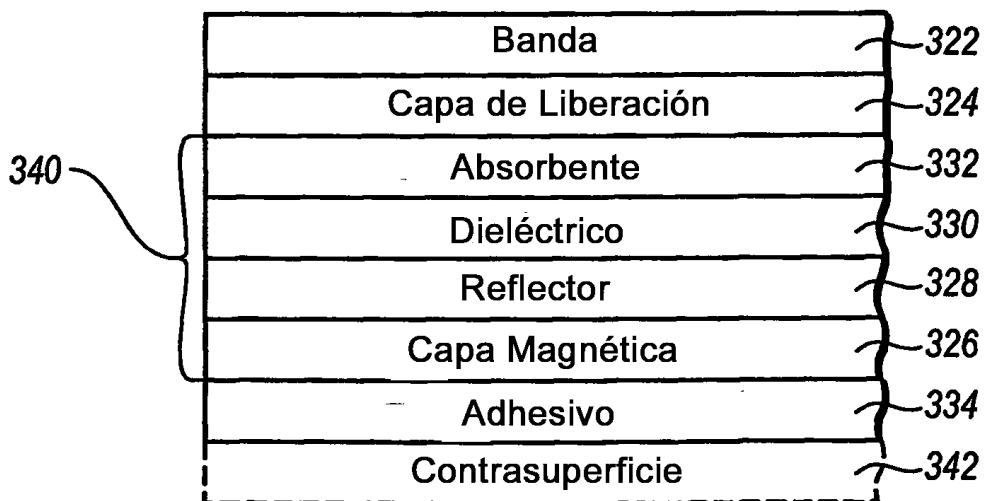


Fig. 15

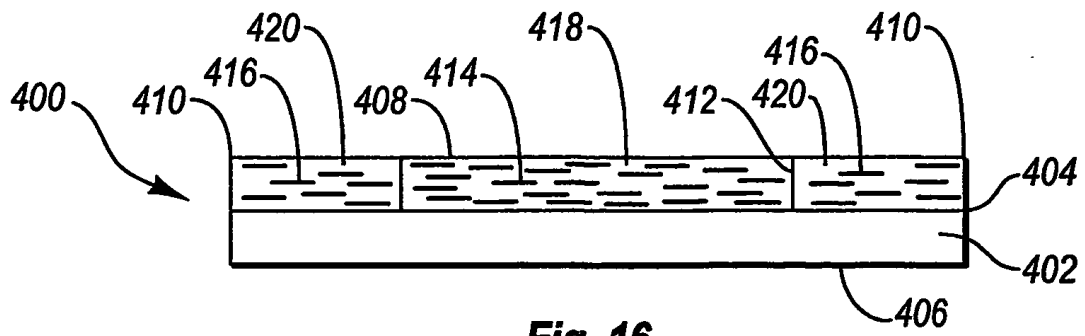


Fig. 16

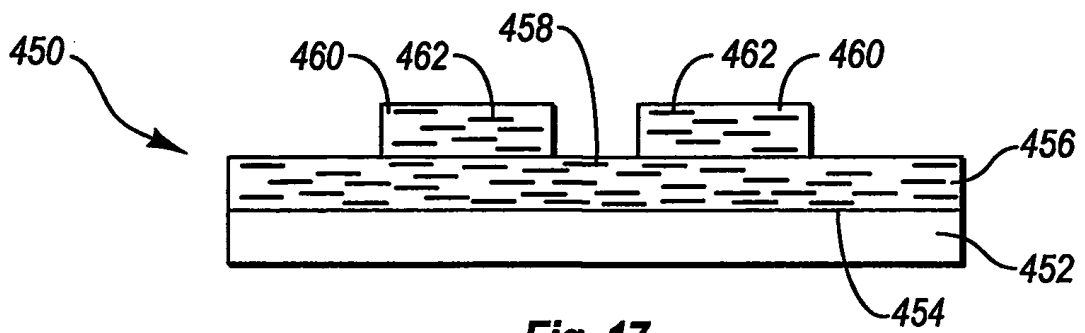


Fig. 17