

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 369**

51 Int. Cl.:

**B42D 25/30** (2014.01)

**B42D 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2000 E 07015183 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 1849621**

54 Título: **Dispositivos de seguridad ópticamente variables**

30 Prioridad:

**21.01.2000 US 489250**

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

**22.05.2014**

73 Titular/es:

**JDS UNIPHASE CORPORATION (100.0%)  
1768 AUTOMATION PARKWAY  
SAN JOSE, CA 95131, US**

72 Inventor/es:

**PHILIPS, ROGER W.;  
BONKOWSKI, RICHARD L.;  
HIGGINS, PATRICK K. y  
MARKANTES, CHARLES T.**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 462 369 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivos de seguridad ópticamente variables.

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION****1. Campo de la invención**

10 La presente invención se relaciona generalmente con recubrimientos ópticos de película delgada para usar para producir artículos de seguridad. Más específicamente, la presente invención se relaciona con la producción de superficies de difracción, tales como hologramas o redes que tienen cambio de color o fondos ópticamente variables que se pueden usar como artículos de seguridad en una variedad de aplicaciones.

**2. Tecnología relevante**

15 Los pigmentos y colorantes que cambian de color se han usado en numerosas aplicaciones, que van desde las pinturas de automóviles a las tintas contra la falsificación de documentos de seguridad y la moneda. Tales pigmentos y colorantes exhiben la propiedad de cambiar de color al variar el ángulo de la luz incidente, o cuando se desplaza el ángulo de visión del observador. El método primario usado para lograr dichos colorantes que cambian de color es dispersar pequeñas escamas, que están compuestas típicamente de múltiples capas de películas delgadas que tienen características ópticas particulares, a través de un medio tal como pintura o tinta que podrán aplicarse posteriormente a la superficie de un objeto.

20 Los patrones de difracción y relieves, y el campo relacionado de hologramas, han comenzado a encontrar amplias aplicaciones prácticas debido a sus efectos visuales estéticos y utilitarios. Un efecto decorativo muy deseable es el efecto visual iridiscente creado por una red de difracción. Este efecto visual sorprendente se produce cuando la luz ambiente se difracta en sus componentes de color por la reflexión de la red de difracción. Generalmente, las redes de difracción son estructuras prácticamente repetitivas fabricadas de líneas o ranuras en un material para formar un pico y estructura pasante. Efectos ópticos deseados dentro del espectro visible se producen cuando las redes de difracción tienen ranuras regularmente espaciadas en el intervalo de cientos a miles de líneas por milímetro en una superficie reflectante.

25 La tecnología de redes de difracción se han empleado en la formación de patrones holográficos bidimensionales que crean la ilusión de una imagen tridimensional a un observador. Los hologramas tridimensionales se han desarrollado sobre la base de las diferencias en los índices de refracción en un polímero mediante el uso de rayos láser cruzados, que incluyen un haz de referencia y un haz del objeto. Tales hologramas son llamados hologramas de volumen u hologramas 3D. Además, el uso de imágenes holográficas sobre diversos objetos para disuadir la falsificación ha encontrado aplicación generalizada.

40 En la actualidad existen varias aplicaciones para superficies grabadas en relieve con patrones holográficos que van desde envases decorativos tales como papel de regalo, a documentos de seguridad, tales como billetes de banco y tarjetas de crédito. Los hologramas bidimensionales utilizan típicamente los patrones de difracción que se forman en una superficie de plástico. En algunos casos, una imagen holográfica que se ha grabado en relieve en una superficie de este tipo puede ser visible sin más procesamiento; sin embargo, con el fin de lograr efectos ópticos máximos, es generalmente necesario colocar una capa reflectante, típicamente una capa fina de metal tal como aluminio, sobre la superficie grabada en relieve. La capa reflectante aumenta sustancialmente la visibilidad del grabado en relieve del patrón de difracción.

45 Cada tipo de estructura de difracción primer orden, incluyendo hologramas convencionales e imágenes de redes, tiene un defecto importante, incluso si se encapsula en un plástico rígido. Cuando las fuentes de luz difusa, como las luces de las habitaciones ordinarias o un cielo nublado, se usan para iluminar la imagen holográfica, todos los órdenes de difracción se expanden y se superponen de manera que los colores de difracción se pierden y no se pone de manifiesto mucha de la información visual contenida en el holograma. Lo que se ve normalmente es sólo un reflejo plateado de la superficie grabada en relieve y en estas condiciones de visión todos estos dispositivos se ven plateados o en colores pastel, a lo sumo. Por lo tanto, las imágenes holográficas requieren generalmente la iluminación especular directa con el fin de ser visualizadas. Esto significa que para obtener mejores resultados de visualización, la luz de iluminación tiene que incidir en el mismo ángulo que el ángulo de visión.

50 Dado que el uso de hologramas de seguridad ha encontrado una amplia aplicación, existe un incentivo importante para los falsificadores para reproducir hologramas que se utilizan con frecuencia en las tarjetas de crédito, billetes de banco y similares. Por lo tanto, un obstáculo que los hologramas de seguridad deben superar para ser verdaderamente seguros, es la facilidad con la que esos hologramas pueden falsificarse. El copiado óptico de una etapa y dos etapas, el copiado mecánico directo e incluso la re-creación se han discutido ampliamente a través de Internet. Diversas formas de contrarrestar estos métodos han sido exploradas, pero ninguna de las contramedidas, tomadas por separado, se ha encontrado que sea un medio eficaz de disuasión.

65

5 Uno de los métodos usados para reproducir hologramas es escanear un haz de láser a través de la superficie en relieve y grabar ópticamente el haz reflejado en una capa de un material tal como un polímero fotopolimerizable. El patrón original se puede reproducir posteriormente como una falsificación. Otro método es eliminar el material de cobertura protectora de la superficie de metal en relieve por ataque iónico, y después, cuando la superficie del metal en relieve es expuesta, puede depositarse una capa de metal tal como plata (o cualquier otra capa fácilmente liberable). Esto es seguido por la deposición de una capa de níquel, que se libera posteriormente para formar una lámina de grabado de la falsificación.

10 Debido al nivel de sofisticación de los métodos de falsificación, se ha hecho necesario el desarrollo de medidas de seguridad más avanzadas. Un enfoque, descrito en patentes de Estados Unidos núms. 5,624,076 y 5,672,410 de Miekka y otros, se usan partículas de metal en relieve o escamas de apilado óptico para producir un patrón de imagen holográfica.

15 Un problema adicional con los hologramas de seguridad es que para la mayoría de las personas es difícil identificar y recolectar las respectivas imágenes producidas por estos hologramas para fines de verificación. La capacidad de la persona promedio para autenticar un holograma de seguridad de manera concluyente se ve comprometida por la complejidad de sus características y por la confusión con el embalaje decorativo difractingente. Así, la mayoría de las personas tiende a confirmar la presencia de tal dispositivo de seguridad en lugar de verificar la imagen real. Esto proporciona la oportunidad para usar falsificaciones pobres o la sustitución de los hologramas comerciales por el holograma de seguridad genuino.

20 En otros esfuerzos para frustrar a los falsificadores, la industria del holograma ha recurrido a imágenes más complejas, tales como producir imágenes múltiples cuando se gira el dispositivo de seguridad. Estas imágenes mejoradas proporcionan al observador un alto nivel de "flash" o atractivo estético. Por desgracia, esta complejidad añadida no confiere mayor seguridad ya que esta imaginería compleja es difícil de comunicar y la recolección de tales imágenes es difícil, si no imposible, de recordar.

30 Por tanto, sería una ventaja sustancial desarrollar mejores productos de seguridad que proporcionen cualidades de visualización mejoradas en diferentes condiciones de iluminación, especialmente en la iluminación difusa, y que puedan emplearse en diversas aplicaciones de seguridad para hacer más difícil su falsificación.

El documento DE-A-4343387 describe un artículo de seguridad de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

### 35 **RESUMEN DE LA INVENCION**

40 De acuerdo con la invención como se realiza y describe ampliamente aquí, se proporciona un artículo de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1. Varios procesos puede utilizarse para formar los artículos de seguridad, tales como procesos de recubrimiento al vacío, recubrimientos orgánicos, laminación, trazado por láser, y de formación de imágenes por láser. El recubrimiento óptico es un apilado óptico de tres capas de absorbente-dieléctrico-reflector.

45 En otras modalidades, varios artículos de seguridad se forman mediante laminación de una estructura prelamada que incluye un recubrimiento óptico que cambia de color el cual puede opcionalmente formar un imagen con láser por ablación, en un sustrato grabado en relieve con un patrón de interferencia óptica.

50 En otro método de la invención, se forma un recubrimiento óptico que cambia de color en la lámina maestra con el fin de adaptarse a la forma de un patrón de interferencia óptica en la lámina. Una capa de sustrato de soporte se fija al recubrimiento óptico y se retira junto con el recubrimiento óptico de la lámina para producir un artículo de seguridad con el patrón de interferencia replicado en el recubrimiento óptico.

55 Los artículos de seguridad de la invención puede fijarse a una variedad de objetos a través de diversos mecanismos de fijación, tales como adhesivos sensibles a la presión o los procesos de estampación en caliente, para proporcionar medidas de seguridad mejoradas como la antifalsificación. Los artículos de seguridad pueden utilizarse en forma de un marcador, una etiqueta, una cinta, un hilo de seguridad, y similares, para la aplicación a una variedad de objetos tales como documentos de seguridad, divisa monetaria, tarjetas de crédito, mercancías, etc.

60 Estos y otros aspectos y características de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas, o pueden aprenderse por la práctica de la invención que se exponen de aquí en adelante.

### 60 **BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS**

65 Con el fin entender completamente la manera en la que se obtienen las anteriormente mencionadas y otras ventajas y objetos de la invención, una descripción más detallada de la invención descrita se dará como referencia a modalidades específicas de las mismas las que se ilustran en los dibujos adjuntos. Entendiendo que estos dibujos

describen solamente modalidades típicas de la invención y no se consideran por lo tanto como limitantes de su alcance, la invención se describirá y explicará con especificidad y detalle adicional mediante el uso de los dibujos acompañantes en los que:

- 5 Figura 1 es una representación esquemática de un artículo de seguridad ;  
 Figura 2 es una representación esquemática de un artículo de seguridad ;  
 Figura 3 es una representación esquemática de un artículo de seguridad ;  
 Figura 4 es una representación esquemática de un artículo de seguridad ;  
 Figura 5 es una representación esquemática de un artículo de seguridad ;  
 10 Figura 6 es una representación esquemática de un artículo de seguridad ;  
 Figura 7 es una representación esquemática de un artículo de seguridad ;  
 Figura 8A es una representación esquemática de un artículo de seguridad de acuerdo con una modalidad de la presente invención;  
 Figura 8B es una vista en sección ampliada de los artículos de seguridad de la Figura 8A;  
 15 Figura 9 es una representación esquemática de un artículo de seguridad de acuerdo con otra modalidad de la presente invención;  
 Figura 10A es una representación esquemática de una estructura prelamada que se usa para formar un artículo de seguridad ;  
 Figura 10B es una representación esquemática de un artículo de seguridad formado a partir de la estructura prelamada de la Figura 10A;  
 20 Figura 11 es una representación esquemática de un artículo de seguridad;  
 Figura 12 es una representación esquemática de un artículo de seguridad;  
 Figura 13 es una representación esquemática de un artículo de seguridad;  
 Figura 14 es una representación esquemática de un artículo de seguridad de conformidad con otra modalidad de la presente invención;  
 25 Figura 15 es una representación esquemática de un proceso de estampación en caliente usado para formar una modalidad de un artículo de seguridad de acuerdo con la invención;  
 Figura 16 es una representación esquemática de un proceso de estampación en caliente usado para formar otra modalidad de un artículo de seguridad de acuerdo con la invención;  
 30 Figuras 17A y 17B son diagramas que muestran las geometrías de varias condiciones de visión usadas para medir las características ópticas de un artículo de seguridad de la invención;  
 Figura 18 es un gráfico que muestra los perfiles espectrales para un artículo de seguridad de la invención;  
 Figura 19 es una representación gráfica del espacio de color CIE Lab que muestra la trayectoria de color para un artículo de seguridad de la invención;  
 35 Figura 20 es un gráfico que muestra los perfiles espectrales opacos para artículos de seguridad de la invención;  
 Figura 21 es un gráfico que muestra los perfiles espectrales brillantes para un artículo de seguridad de la invención;  
 Figura 22 es un gráfico que muestra os perfiles espectrales brillantes para un artículo de seguridad de la invención;  
 Figura 23 es una fotomicrografía de un apilado óptico de películas delgadas usado en un artículo de seguridad de la invención; y  
 40 Figuras 24A y 24B son fotomicrografías que muestran relieve holográfico en la parte superior de un apilado óptico de películas delgadas usado en un artículo de seguridad de la invención.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

- 45 La presente invención se dirige a artículos de seguridad con superficies de difracción con fondos que cambian de color que producen efectos visuales mejorados. La configuración de los artículos de seguridad es tal que una combinación de patrones de interferencia óptica tales como patrones holográficos o de redes de difracción con láminas o tinta que cambian de color disminuye la posibilidad de falsificación. Además, los artículos de la invención permiten que un usuario vea más fácilmente la imagen o efecto de difracción en luz difusa sin necesidad de luz  
 50 especular directa.

Generalmente, la configuración de los artículos de seguridad de la presente invención es tal que la combinación de un sustrato transmisor de luz, que tiene un patrón de interferencia en la superficie del mismo, con recubrimientos ópticos que cambian de color proporciona características de seguridad que hacen que la falsificación o la piratería de un objeto sea difícil. La presente invención combina las características de desempeño de los efectos de interferencia de la luz con los efectos de difracción de una superficie difractinge tal como un holograma. Los artículos de seguridad permiten la identificación rápida por la persona media mientras se preservan los patrones ópticos complejos, superando así las desventajas de la tecnología holográfica convencional.

- 60 Las modalidades de los artículos de seguridad, descritos con más detalle más abajo, pueden formarse usando tres construcciones básicas. Una involucra la sustitución del reflector de aluminio de un holograma u otra superficie difractinge con un apilado interferencia óptica de película delgada. Esta construcción construye la estructura de holograma a la derecha en el apilado de interferencia óptica. En este caso, el recubrimiento óptico se deposita al vacío directamente sobre la superficie grabada en relieve. La segunda construcción añade una lámina o tinta que  
 65 cambia de color de película delgada color al lado de un sustrato opuesto al grabado en relieve. Si se utiliza la lámina

o la tinta, el efecto de interferencia se puede basar en una estructura de interferencia de metal-dieléctrico-absorbente, o todos los diseños ópticos dieléctricos. El tercer enfoque implica la laminación de una estructura con recubrimiento óptico que cambia de color, que puede ser fotografiada digitalmente por ablación con láser, grabado por patrón reflectante, o grabado químico por fotolitografía, en una superficie difractinge tal como un holograma.

5 Con referencia a los dibujos, en donde las estructuras iguales se proporcionan con designaciones de referencia iguales, la Figura 1 representa un artículo de seguridad 10. El artículo de seguridad 10 incluye un sustrato transmisor de luz 12 que tiene un patrón de interferencia óptica 14 tal como una imagen grabada a relieve sobre una primera superficie exterior de la misma. Un recubrimiento óptico que cambia de color 16 se forma en una segunda superficie opuesta del sustrato 12 y se discute con más detalle más abajo. La combinación del sustrato 12 y el recubrimiento óptico que cambia de color 16 que forma artículos de seguridad 10 proporciona una función de seguridad que reduce la posibilidad de duplicación, falsificación y/o piratería de un objeto que tiene artículos de seguridad 10 en él.

15 El patrón de interferencia óptica 14 formado sobre la superficie exterior del sustrato transmisor de luz 12 puede adoptar diversas formas convencionales, incluyendo patrones de difracción tales como redes de difracción, patrones de refracción, patrones holográficos tales como imágenes holográficas bidimensionales y tridimensionales, reflectores de esquina de cubo, dispositivos Kinegram®, dispositivos Pixelgram®, patrones de difracción de orden cero, patrones de moiré, u otros patrones de interferencia de la luz basados en microestructuras que tienen dimensiones en el intervalo de aproximadamente 0.1 m a aproximadamente 10 m, preferentemente de 20 aproximadamente 0.1 m a aproximadamente 1 m, y varias combinaciones de lo anterior tales como holograma/imágenes de redes, u otros patrones de interferencia similares.

25 Los métodos y estructuras particulares que forman patrón de interferencia óptica 14 son conocidos por aquellos con experiencia en la técnica. Por ejemplo, grabar a relieve un sustrato transmisor de luz para formar un patrón de interferencia tal como un holograma en este puede realizarse métodos bien conocidos, tales como grabar a relieve la superficie de una película de plástico por planchado en contacto con una cuña de estampar de níquel caliente a alta presión. Otros métodos incluyen la fotolitografía, moldeo de película de plástico contra una superficie con un patrón, y similares.

30 El dispositivo Kinegram® es una imagen de dos dimensiones, generada por ordenador (disponible de OVD Kinegram Corp. de Suiza) en el que los elementos de imagen individuales se llenan con microestructuras de difracción de la luz. Estas microestructuras son modulaciones de superficie extremadamente finas con dimensiones típicas de menos de un micrómetro.

35 Generalmente, los materiales termoformables moldeables se usan para formar el sustrato transmisor de luz 12 e incluyen, por ejemplo, plásticos tales como tereftalato de polietileno (PET), especialmente PET tipo G, policarbonato, acrílicos tales como poliacrilatos que incluyen polimetil metacrilato (PMMA), poliacrilonitrilo, cloruro de polivinilo, poliestireno, diacetato de celulosa y triacetato de celulosa, polipropileno, polidiciclopentadieno, mezclas o copolímeros de estos, y similares. En una modalidad preferida, el sustrato transmisor de luz 12 se compone 40 prácticamente de un material transparente tal como policarbonato. El sustrato 12 se forma para tener un espesor adecuado de aproximadamente 3µm a aproximadamente 100µm, y preferentemente un espesor de aproximadamente 12µm a aproximadamente 25µm. Adicionalmente, el sustrato 12 puede fabricarse de una capa o múltiples capas de materiales de sustrato. Generalmente, el sustrato 12 debe tener un punto de fusión o temperatura de transición del vidrio inferior que el recubrimiento óptico, mientras que sea transparente.

45 En un método, el sustrato 12 puede producirse a partir de una película termoplástica que se grabó a relieve por ablandamiento con calor de la superficie de la película y después mediante el pase de la película a través de rodillos de estampación que imparten la red de difracción o imagen holográfica sobre la superficie blanda. De esta forma, las láminas de longitud efectivamente ilimitada pueden formarse con la red de difracción o imagen holográfica en estas. 50 Alternativamente, la superficie difractinge puede fabricarse al pasar un rollo de película de plástico recubierto con un polímero curable ultravioleta (UV), tal como, tales como PMMA, a través de un conjunto de rodillos transparentes UV de manera que los rodillos fijan una superficie difractinge en el polímero curable UV y el polímero es curado por la luz UV que pasa a través de los rodillos transparentes UV.

55 Como se muestra en la Figura 1, el recubrimiento óptico que cambia de color 16 es un apilado o lámina de interferencia óptica multicapas que incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20, y una capa reflectora 22. La capa absorbente 18 puede depositarse sobre el sustrato transmisor de luz 12 por un proceso de deposición convencional tal como deposición física de vapor (PVD), pulverización iónica, o similares. La capa absorbente 18 se forma para tener un espesor adecuado de aproximadamente 30-300 Å Angstroms (Å), y preferentemente un espesor 60 de aproximadamente 50-100 Å.

La capa absorbente 18 puede estar compuesta de un material semi-opaco tal como un metal gris, que incluyen, metales como cromo, níquel, titanio, vanadio, cobalto, y paladio, así como también otros metales tales como hierro, tungsteno, molibdeno, niobio, aluminio, y similares. Además pueden usarse varias combinaciones y aleaciones de los metales anteriores tal como Inconel (Ni-Cr-Fe). Otros materiales absorbentes pueden emplearse además en la

capa absorbente 18 que incluyen compuestos metálicos tales como sub-óxidos metálicos, sulfuros metálicos, nitruros metálicos, carburos metálicos, fosfuros metálicos, selenuros metálicos, siliciuros metálicos, y combinaciones de estos, así como también carbono, germanio, óxido férrico, metales mezclados en una matriz dieléctrica, y similares.

5 La capa dieléctrica 20 puede formarse sobre la capa absorbente 18 por un proceso de deposición convencional tal como PVD, deposición química de vapor (CVD), deposición química de vapor mejorada por plasma (PECVD), pulverización iónica DC reactivo, pulverización iónica RF, o similares. La capa dieléctrica 20 se forma para que tenga un espesor óptico eficaz para impartir propiedades de cambio de color a los artículos de seguridad 10. El espesor óptico es un parámetro óptico bien conocido definido como el producto  $\eta d$ , donde  $\eta$  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 cuarto de onda (QWOT) que es igual a  $4\eta d/\lambda$ , donde  $\lambda$  es la longitud de onda a la cual ocurre una condición QWOT. El espesor óptico de la capa dieléctrica 20 puede estar en el intervalo de aproximadamente 2 QWOT a un diseño de longitud de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 9 QWOT a un diseño de longitud de onda de aproximadamente 700 nm, y preferentemente 2-6 QWOT a 400-700 nm, dependiendo del cambio de color deseado. Los materiales adecuados para la capa dieléctrica 20 incluyen aquellos que tienen un "alto" índice de refracción, definido en la presente descripción como mayor que aproximadamente 1.65, así como también los que tienen un "bajo" índice de refracción, que se define en la presente descripción como aproximadamente 1.65 o menos.

20 Los ejemplos de materiales de alto índice de refracción adecuados para la capa dieléctrica 20 incluyen sulfuro de zinc (ZnS), óxido de zinc (ZnO), óxido de zirconio (ZrO<sub>2</sub>), dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), carbono (C), óxido de indio (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de indio-estaño (ITO), pentóxido de tántalo (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), óxido cérico (CeO<sub>2</sub>) óxido de itrio (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de europio (Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxidos de hierro como óxido de (II)dihierro (III) (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) y óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), nitruro de hafnio (HfN), carburo de hafnio (HfC), óxido de hafnio (HfO<sub>2</sub>), óxido de lantano (La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido magnésico (MgO), óxido de neodimio (Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de praseodimio (Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub>), óxido de samario (Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), trióxido de antimonio (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), carburo de silicio (SiC), nitruro de silicio (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>), monóxido de silicio (SiO), trióxido de selenio (Se<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de estaño (SnO<sub>2</sub>), trióxido de tungsteno (WO<sub>3</sub>), combinaciones de estos, y similares.

30 Los materiales de bajo índice de refracción adecuado para la capa dieléctrica 20 incluye dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido aluminico (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), fluoruros metálicos tales como fluoruro magnésico (MgF<sub>2</sub>), fluoruro de aluminio (AlF<sub>3</sub>), fluoruro de cerio (CeF<sub>3</sub>), fluoruro de lantano (LaF<sub>3</sub>), fluoruros de sodio aluminio (por ejemplo, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> o Na<sub>5</sub>Al<sub>3</sub>F<sub>14</sub>), fluoruro de neodimio (NdF<sub>3</sub>), fluoruro de samario (SmF<sub>3</sub>), fluoruro bórico (BaF<sub>2</sub>), fluoruro cálcico (CaF<sub>2</sub>), fluoruro de litio (LiF), combinaciones de estos, o cualquier otro material de bajo índice que tenga un índice de refracción de aproximadamente 1.65 o menos. Por ejemplo, los monómeros y polímeros orgánicos pueden utilizarse como materiales de bajo índice, que incluyen, dienos o alquenos tales como acrilatos (por ejemplo, metacrilato), perfluoroalquenos, politetrafluoroetileno (Teflon), etileno propileno fluorado (FEP), combinaciones de estos, y similares.

40 La capa reflectora 22 puede formarse sobre la capa dieléctrica 20 por un proceso de deposición convencional tal como PVD, pulverización iónica, o similares. La capa reflectora 22 se forma para que tenga un espesor adecuado de aproximadamente 300-1000 Å, y preferentemente un espesor de aproximadamente 500-1000 Å. La capa reflectora 22 se compone preferentemente de un metal opaco, altamente reflectante tal como aluminio, plata, cobre, oro, platino, niobio, estaño, combinaciones y aleaciones de estos, y similares, dependiendo de los efectos de color deseados. Se apreciará que los metales semi-opacos tales como metales grises se tornan opacos a aproximadamente 350-400 Å. Así, los metales tales como cromo, níquel, titanio, vanadio, cobalto, y paladio, o aleaciones de cobalto-níquel, pueden usarse además a un espesor adecuado para la capa reflectora 22.

50 Adicionalmente, la capa reflectora 22 puede estar compuesta de un material magnético tal como una aleación de cobalto-níquel, o pueden formarse se un material semitransparente, para proporcionar facilidad de lectura de la máquina de verificación de seguridad. Por ejemplo, la información legible por máquina puede ser colocada sobre un soporte subyacente al recubrimiento óptico, tal como números de identificación personal (PINS), información de la cuenta, identificación de negocios de la fuente, información sobre la garantía, o similares. En una modalidad alternativa, la capa reflectora 22 puede segmentarse para permitir la visión parcial de la información subyacente visualmente o a través del uso de varios dispositivos ópticos, electrónicos, magnéticos, u otros dispositivos detectores. Esto permite la detección de información por debajo del recubrimiento óptico 16, excepto en aquellos lugares donde los segmentos del reflector se localizan, y de ese modo potencian la dificultad para producir falsificaciones. Además, ya que la capa reflectora se segmenta de modo controlado, se impide que la información específica a ser leída se controle, proporcionando una mayor protección contra la falsificación o alteración.

60 Como se muestra en la Figura 1, los artículos de seguridad 10 pueden incluir además opcionalmente una capa adhesiva 24 tal como una adhesivo sensible a la presión sobre la capa reflectora 22. La capa adhesiva 24 permite que los artículos de seguridad 10 se unan fácilmente a una variedad de objetos tales como tarjetas de crédito, certificados de autenticidad, tarjetas de banco, billetes, visados, pasaportes, licencias de conducir, tarjetas de inmigración, y las tarjetas de identificación, así como los recipientes y otros objetos tridimensionales. La capa adhesiva 24 puede estar compuesta de una variedad de materiales adhesivos tales como polímeros de base

5 acrílica, y polímeros basados en acetato de etilenvinilo, poliamidas, uretano, poliisobutileno, polibutadieno, cauchos  
 10 plastificados, combinaciones de estos, y similares. Alternativamente, un proceso de estampación en caliente, cuyos  
 ejemplos se discuten con más detalle más abajo, pueden utilizarse para adherir artículos de seguridad 10 a un  
 objeto. Mediante el uso de un diseño absorbente/dieléctrico/reflector para el recubrimiento óptico que cambia de  
 color 16, tal como se muestra en Figura 1, se logran efectos de color variable de alta intensidad cromática que son  
 perceptibles para el ojo humano. Así, un objeto que tiene artículos de seguridad 10 aplicados a el cambiará de color  
 dependiendo de las variaciones del ángulo de visión o el ángulo del objeto con relación al ojo de visión, así como  
 también variaciones en los ángulos de la luz incidente. Como resultado, la variación de los colores con el ángulo de  
 visión aumenta la dificultad de forjar o falsificar artículos de seguridad 10. Además, el recubrimiento que cambia de  
 color de interferencia de película delgada cambia los colores difrangentos, suprimiendo, modificando o potenciando  
 ciertos colores dependiendo de los cambios de color inherentes de las estructuras difrangible y de película delgada.  
 A modo de ejemplo, los cambios de color que pueden lograrse utilizando recubrimiento óptico que cambia de color  
 16 de acuerdo con la presente invención incluyen, pero sin limitarse a, oro-a-verde, verde-a-magenta, azul-a-rojo,  
 verde-a-plata, magenta-a-plata, magenta-a-oro, etc.

15 Las propiedades de cambio de color del recubrimiento óptico 16 pueden controlarse a través del diseño adecuado  
 de las capas. Los efectos deseados pueden lograrse a través de la variación de los parámetros tales como espesor  
 de las capas y el índice de refracción de cada capa. Los cambios en el color percibido que ocurre por diferentes  
 ángulos de visión o ángulos de la luz incidente son un resultado de una combinación de absorción selectiva de los  
 20 materiales que comprenden las capas y efectos de interferencia dependientes de las longitudes de onda. Los  
 efectos de interferencia, que surgen de la superposición de las ondas de luz que se sometieron a múltiples  
 reflexiones y transmisiones dentro de la estructura de múltiples capas, son responsables de los cambios en el color  
 percibido con diferentes ángulos.

25 La Figura 2 representa un artículo de seguridad 30. Los artículos de seguridad 30 incluyen elementos similares a los  
 discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 10, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12  
 formado con un patrón de interferencia óptica 14 sobre una primera superficie exterior de este, y un recubrimiento  
 óptico que cambia de color 16 formado sobre una segunda superficie opuesta del sustrato 12. El recubrimiento  
 óptico 36 es una película de múltiples capas que incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20 sobre la  
 30 misma, y otra capa absorbente 38, pero no incluye una capa reflectora. Esta configuración de película de múltiples  
 capas se describe en la patente de los Estados Unidos núm. 5,278,590 de Phillips y otros, la que se incorpora como  
 referencia en la presente descripción. Tal estructura de película permite que el recubrimiento óptico 36 sea  
 transparente a la luz incidente sobre la superficie del mismo, proporcionando de este modo la verificación visual o la  
 legibilidad por máquina de la información por debajo de recubrimiento óptico 36 sobre un sustrato portador (no  
 35 mostrado).. Una capa adhesiva 24 tal como un adhesivo sensible a la presión puede formarse opcionalmente sobre  
 la capa absorbente 38 si se desea para permitir la adhesión de los artículos de seguridad 30 a una superficie  
 adecuada de un objeto.

40 La Figura 3 representa un artículo de seguridad 40. El artículo de seguridad 40 incluye elementos similares a los  
 discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 10, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12  
 formado con un patrón de interferencia óptica 14 sobre una primera superficie exterior de este, y un recubrimiento  
 óptico que cambia de color 46 formado sobre una segunda superficie opuesta del sustrato 12. El recubrimiento  
 óptico 46 sin embargo, es un apilado óptico de múltiples capas que incluye todas las capas dieléctricas. Los apilados  
 45 ópticos adecuados para el recubrimiento óptico 46 que incluyen todas las capas dieléctricas se describen en la  
 patente de los Estados Unidos núms. 5,135,812 y 5,084,351 de Phillips y otros. Generalmente, el recubrimiento  
 óptico 46 incluye capas alternas de capa dieléctricas de bajo y alto índice de refracción que pueden estar  
 compuestas de varios materiales tales como los discutidos anteriormente para la capa dieléctrica 20. El apilado de  
 recubrimiento óptico 46 todo dieléctrico permite que los artículos de seguridad 40 sean transparentes a la luz  
 50 incidente sobre la superficie de ella. Una capa adhesiva 24 tal como un adhesivo sensible a la presión puede  
 formarse en el recubrimiento óptico 46 si se desea.

La Figura 4 representa un artículo de seguridad 50. Los artículos de seguridad 50 incluyen elementos similares a los  
 discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 10, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12  
 55 formado con un patrón de interferencia óptica 14 sobre una primera superficie exterior de este, y un recubrimiento  
 óptico que cambia de color 56 aplicado sobre una segunda superficie opuesta del sustrato 12. El recubrimiento  
 óptico que cambia de color 56 se forma a partir de una capa de tinta o pintura que cambia de color que incluye un  
 medio polimérico intercalados con una pluralidad de escamas de interferencia óptica con propiedades de cambio de  
 color.

60 Las escamas de cambio de color del recubrimiento óptico 56 se forman a partir de una estructura de película  
 delgada de múltiples capas que incluye las mismas capas básicas que las descritas anteriormente para el  
 recubrimiento óptico 16 de los artículos de seguridad 10. Estas incluyen una capa absorbente, una capa dieléctrica,  
 y opcionalmente una capa reflectora, las cuales pueden estar compuestas de los mismos materiales discutidos  
 anteriormente en relación con las capas de recubrimiento óptico 16. Las escamas pueden formarse para tener una  
 65 estructura de película delgada de múltiples capas simétrica, tal como

absorbente/dieléctrico/reflector/dieléctrico/absorbente, o absorbente/dieléctrico/absorbente. Alternativamente, las escamas pueden tener una estructura asimétrica, tal como absorbente/dieléctrico/reflector. Las escamas se forman de manera que una dimensión en cualquier superficie de ella esté en el intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 200 micras.

5 Típicamente, la estructura de película delgada de múltiples capas se forma sobre un material de trama flexible con un capa de liberación en la misma. Las diversas capas se depositan en la trama por métodos bien conocidos en la técnica para formar estructuras de recubrimiento delgadas, tales como PVD, pulverización iónica, o similares. La estructura de película delgada de múltiples capas se elimina después del material de trama como escamas de película delgada que cambian de color, las que pueden añadirse a un medio polimérico tal como varios vehículos pigmento para usar como una tinta o pintura. adicionalmente a las escamas que cambian de color, pueden añadirse aditivos a las tintas o pinturas para obtener los resultados de cambio de color deseados. Estos aditivos incluyen pigmentos laminares como escamas de aluminio, grafito, escamas de mica, y similares, así como pigmentos no laminares como polvo de aluminio, negro de carbón, y otros colorantes tales como pigmentos orgánicos e inorgánicos, y tintes coloreados.

Las modalidades adecuadas de estructuras de escama se describen en una solicitud copendiente con número de serie 09/198,733, presentada el 24 de noviembre de 1998, y titulada "Pigmentos de película delgada que cambian de color". Otras modalidades adecuadas de escamas de cambio de color u ópticamente variables que pueden usarse en tintas o pinturas para la aplicación en la presente invención se describen en las patentes de Estados Unidos núms. 5,135,812, 5,171,363, 5,278,590, 5,084,351, y 4,838,648.

La tinta o pintura que cambia de color utilizada para formar el recubrimiento óptico 56 sobre los artículos de seguridad 50 puede aplicarse por dispositivos de recubrimiento convencionales y métodos conocidos por aquellos con experiencia en la técnica. Estos incluyen, por ejemplo, varios métodos de impresión tales como métodos de serigrafía, huecograbado, rotograbado o flexografía, y similares. Alternativamente, el recubrimiento óptico 56 puede formarse sobre artículos de seguridad 50 mediante la coextrusión de un material polimérico que contiene escamas que cambian de color, con el material plástico usado para formar el sustrato 12 con el patrón de interferencia 14.

Una capa adhesiva 24 tal como un adhesivo sensible a la presión puede formarse opcionalmente sobre el recubrimiento óptico 56 si se desea para permitir la adhesión de los artículos de seguridad 50 a una superficie adecuada de un objeto.

En la Figura 5 se muestra un artículo de seguridad 60 que incluye elementos similares a los discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 10, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 formado con un patrón de interferencia óptica 14 sobre una primera superficie exterior de este. Un recubrimiento óptico que cambia de color 66 se proporciona en forma de una lámina que se lamina a una segunda superficie opuesta del sustrato 12 a modo de una capa adhesiva 62. El adhesivo de laminación puede estar compuesto de un adhesivo sensible a la presión, poliuretanos, acrilatos, látex natural, o combinaciones de los mismos. El recubrimiento óptico 16 incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20 sobre esta y una capa reflectora 22 sobre la capa dieléctrica 20. El recubrimiento óptico 16 se forma en una lámina de soporte 64 antes de ser laminado al sustrato 12. Por ejemplo, el recubrimiento óptico 16 puede depositarse en un revestidor de rodillo de vacío sobre una lámina de soporte de plástico transparente, tal como PET antes de la laminación.

En modalidades alternativas de artículos de seguridad 60, el recubrimiento óptico puede adoptar la forma de una estructura de múltiples capas que tiene capas absorbentes y dieléctricas sin capa reflectora tal como en el recubrimiento óptico 36 de los artículos de seguridad 30, o puede adoptar la forma de un apilado óptico todo dieléctrico tal como en el recubrimiento óptico 46 de los artículos de seguridad 40. adicionalmente, el recubrimiento óptico de los artículos de seguridad 60 pueden adoptar la forma de una capa de tinta o pintura que cambia de color tal como en el recubrimiento óptico 56 de los artículos de seguridad 50.

La Figura 6 representa un artículo de seguridad 70. Los artículos de seguridad 70 incluyen elementos similares a los discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 60, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 formado con un patrón de interferencia óptica 14 sobre una primera superficie exterior de este. Un recubrimiento óptico que cambia de color 76 se proporciona en forma de una lámina que se lamina a una segunda superficie opuesta del sustrato 12 a modo de una capa adhesiva 62. El recubrimiento óptico 76 incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20, y una capa reflectora 22, que se forman sobre una lámina de soporte 64 antes de laminarse al sustrato 12. El recubrimiento óptico 76 incluye además una capa intermedia prácticamente ópticamente inactiva 78 que es sensibles al cizallamiento. La capa intermedia 78 se forma entre la capa dieléctrica 20 y la capa reflectora 22 por un proceso de recubrimiento convencional y está compuesta de una capa muy delgada (por ejemplo, aproximadamente 50-200) de material depositado por vapor tal como politetrafluoretileno, etileno propileno fluorado (FEP), silicona, carbono, combinaciones de estos, o similares. La capa intermedia 78 hace imposible el desprendimiento de los artículos de seguridad 70 en un estado no dañado una vez que se aplica a un objeto.



Se debe entender que la capa intermedia de cizallamiento como se describe para el artículo de seguridad 70 se puede usar, si se desea, en las otras modalidades descritas anteriormente que usan un recubrimiento óptico que comprende una lámina de múltiples capas. Por ejemplo, la Figura 7 representa un artículo de seguridad 80 que incluye prácticamente los mismos elementos que los discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 10, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 con un patrón de interferencia óptica 14, y un recubrimiento óptico que cambia de color 86 que tiene una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20, y una capa reflectora 22. El recubrimiento óptico incluye además una capa intermedia prácticamente ópticamente inactiva 88 que se forma entre la capa dieléctrica 20 y la capa reflectora 22. Una capa adhesiva 24 tal como un adhesivo sensible a la presión puede formarse opcionalmente sobre la capa reflectora 22, o sobre una lámina de soporte opcional 64, tal como una lámina de plástico, para permitir la adhesión de los artículos de seguridad 80 a una superficie adecuada de un objeto. En el último caso, la capa absorbente se uniría de manera adhesiva al sustrato transmisor de luz 12 ya que el lámina de soporte 64 puede portar las capas 18, 20, 88, y 22.

La Figura 8A representa un artículo de seguridad 90 de acuerdo con una modalidad de la presente invención en la que la superficie grabada en relieve de un sustrato porta el recubrimiento óptico. Los artículos de seguridad 90 incluyen elementos similares a los discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 10, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 con un patrón de interferencia óptica 14 grabada sobre una superficie de ella, y un recubrimiento óptico que cambia de color 96 que es un apilado óptico de película de múltiples capas. El recubrimiento óptico 96 se forma, sin embargo, en el mismo lado que el patrón de interferencia sobre el sustrato 12 por procesos convencionales de deposición al vacío. El recubrimiento óptico 96 incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20 bajo la capa absorbente 18, y una capa reflectora 22 bajo la capa dieléctrica 20. Alternativamente, el orden de deposición de la capa puede invertirse, es decir, la capa absorbente puede depositarse primero sobre el patrón de interferencia óptica, seguido por la capa dieléctrica, y finalmente la capa reflectante. En esta configuración, uno puede observar el patrón de interferencia tal como un holograma modificado al observar los artículos de seguridad a través del sustrato transmisor de luz 12.

Cada una de esta capas de recubrimiento óptico 96 formadas sobre el sustrato 12 se conforma preferentemente a la forma del patrón de interferencia subyacente tal como un imagen holográfica, resultando en la estructura holográfica que está presente en la superficie exterior del recubrimiento óptico 96. Esto se muestra más claramente en la vista en corte ampliada de los artículos de seguridad 90 en la Figura 8B. El procesamiento al vacío utilizado para formar el recubrimiento óptico 96 u otro recubrimiento de múltiples capas mantendrá la estructura holográfica a través de la película de crecimiento de manera que la imagen holográfica se retiene en la superficie exterior de recubrimiento óptico 96. Esto se logra preferentemente por un haz dirigido de vapor esencialmente normal a la superficie recubierta. Tal procesamiento tiende a replicar la estructura inicial a lo largo del apilado óptico a la superficie exterior.

Una capa adhesiva 24 tal como un adhesivo sensible a la presión puede formarse opcionalmente sobre una superficie del sustrato 12 opuesta al recubrimiento óptico 96 para permitir la adhesión de los artículos de seguridad 90 a una superficie adecuada de un objeto.

Debe entenderse que en modalidades alternativas del artículos de seguridad 90, el recubrimiento óptico 96 puede adoptar la forma de una estructura de múltiples capas que tiene capas absorbentes y dieléctricas sin capa reflectora tal como en el recubrimiento óptico 36 de los artículos de seguridad 30, o puede adoptar la forma de un apilado óptico todo dieléctrico tal como en el recubrimiento óptico 46 de los artículos de seguridad 40.

La Figura 9 representa un artículo de seguridad 100 de acuerdo con otra modalidad de la presente invención que se forma a partir de una lámina maestra 102 usada para replicar una estructura de interferencia tal como un holograma en un apilado óptico. La lámina maestra 102 está compuesta por un material metálico tal como níquel, estaño, cromo, o combinaciones de estos, y tiene un patrón holográfico o difractinge 104 formado en la misma. Un recubrimiento óptico 106 se forma sobre el patrón 104 por procesos de deposición al vacío convencionales tal como deposición física de vapor. El recubrimiento óptico 106 incluye una capa de liberación (no mostrada) depositada directamente sobre el patrón 104, una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20 sobre la capa absorbente 18, y una capa reflectora 22 sobre la capa dieléctrica 20. La capa de liberación puede estar compuesta de un material tal como oro, silicona, o un material de baja energía superficial tal como FEP. La capa dieléctrica es preferentemente un material de bajo índice tal como MgF2 o SiO2 debido a los beneficios de tensión proporcionados. Cada una de estas capas de recubrimiento óptico 106 se forma en la lámina maestra 102 para conformarla según la forma del patrón difractinge u holográfico subyacente 104. Una lámina receptora 108 tal como una lámina de plástico con un adhesivo (no mostrada) se une a la capa reflectora 22. El recubrimiento óptico 106 puede despojarse después de la lámina maestra 102 en la lámina receptora 108 para su adhesión sobre un objeto, dejando el patrón holográfico o difractinge replicado en el recubrimiento óptico 106.

En modalidades alternativas de los artículos de seguridad 100, el recubrimiento óptico 106 pueden adoptar la forma de una estructura de múltiples capas que tiene capas absorbentes y dieléctricas sin capa reflectora tal como en el recubrimiento óptico 36 de los artículos de seguridad 30, o puede adoptar la forma de un apilado óptico todo dieléctrico tal como en el recubrimiento óptico 46 de los artículos de seguridad 40.

En lo que sigue, varios artículos de seguridad se forman mediante laminación de estructuras de recubrimiento óptico de imágenes láser en los sustratos grabados. La laminación proporciona la ventaja de ser rentable y segura ya que los dos componentes de seguridad costosos (es decir, la película que cambia de color y el holograma) se mantienen separados hasta que se laminan juntos. Los artículos laminados pueden incluir una lámina que cambia de color o tinta, que puede usarse como el fondo por debajo de una imagen holográfica, donde la imagen holográfica es capaz de ser vista solamente en ángulos seleccionados. El holograma se observa así superpuesto en un fondo que cambian de color que además tiene una imagen asociada.

En las Figuras 10A y 10B se ilustra un artículo de seguridad 110 que está provisto con imágenes de ablación láser formadas en un recubrimiento óptico que cambia de color 116. Como se muestra en Figura 10A, el recubrimiento óptico 116 se forma sobre una lámina de soporte 64 tal como PET transparente por procesos de recubrimiento convencionales para formar una estructura prelaminaada 117. El recubrimiento óptico 116 se forma al depositar una capa reflectora 22 sobre la lámina de soporte 64, seguido por la deposición de una capa dieléctrica 20 y una capa absorbente 18. Una imagen de ablación láser 118 se forma después en el recubrimiento óptico 116 en la estructura prelaminaada 117 por un sistema de imagen láser convencional. La imagen de ablación láser 118 puede adoptar la forma de imágenes digitales (por ejemplo, fotografías de personas, caras), códigos de barras, datos e información encubierta (es decir, microscópicos), o combinaciones de estos. La imagen láser puede realizarse con el uso de un sistema láser de diodo semiconductor tal como los disponibles de Presstek, Inc. y descritos en las patentes de Estados Unidos núms. 5,339,737 y Re. 35,512. Alternativamente, el grabado de patrón reflectante, o grabado químico por fotolitografía pueden utilizarse para formar varias imágenes en el recubrimiento óptico.

La estructura prelaminaada 117 con la imagen de ablación láser 118 se lamina después a un sustrato transmisor de luz 12 que tiene un patrón de interferencia óptica 14, tal como un patrón difractinge u holográfico sobre una superficie de ella, como se muestra en Figura 10B. La estructura prelaminaada 117 se lamina al sustrato 12 a través de la capa adhesiva 62 en una superficie opuesta del patrón de interferencia 14 para formar el artículo de seguridad completo 110. Alternativamente, la estructura prelaminaada 117 puede laminarse sobre la superficie grabada en relieve del sustrato 12. En el último caso, el dispositivo se observa a través del sustrato transmisor 12. En ese caso, una capa transparente de alto índice debe estar en el lugar sobre la superficie grabada en relieve de manera que no se produzca la igualación del índice entre el adhesivo y la superficie en relieve. Los ejemplos adecuados de una capa transparente de alto índice incluye TiO<sub>2</sub> o ZnS.

Debe entenderse que la estructura prelaminaada 117 puede usarse como un producto final si se desea sin laminación posterior a un sustrato grabado a relieve. En este caso, la estructura prelaminaada 117 puede adherirse directamente a otro objeto por el uso de un adhesivo u otro mecanismo de unión. La estructura prelaminaada puede prepararse además directamente por ablación láser de una capa ópticamente variable adecuada que se depositó directamente sobre un sustrato holográfico o difractinge.

La Figura 11 muestra un artículo de seguridad 120 que incluye elementos similares a los discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 110, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 con un patrón de interferencia óptica 14 tal como un patrón holográfico o difractinge, y un recubrimiento óptico que cambia de color 126 que se lamina al sustrato 12 por una capa adhesiva 62. El recubrimiento óptico 126 incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20, y una capa reflectora 22. El recubrimiento óptico 126 se deposita sobre una lámina de soporte 64 para formar una estructura prelaminaada antes de laminarse al sustrato 12. La estructura prelaminaada se somete a un proceso de imágenes láser tal como se describió anteriormente para los artículos de seguridad 110 para formar un número de copiado láser 122 tal como un número de serie para usar en etiquetas en serie.

La Figura 12 representa un artículo de seguridad 130 que incluye elementos similares a los discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 110 y 120, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 formado con un patrón holográfico o difractinge, y un recubrimiento óptico que cambia de color 136 que se lamina al sustrato 12 por una capa adhesiva 62. El recubrimiento óptico 136 incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20, y una capa reflectora 22 como se describió anteriormente. El recubrimiento óptico 136 se deposita sobre una lámina de soporte 64 para formar una estructura prelaminaada antes de laminarse al sustrato 12. La estructura prelaminaada se somete a un proceso de imágenes láser tal como se describió anteriormente para los artículos de seguridad 110 y 120 para formar una imagen de ablación láser 118 así como también un número de copiado láser 122, y de ese modo combinar las características de los artículos de seguridad 110 y 120.

En la Figura 13, un artículo de seguridad 140 incluye elementos similares a los discutidos anteriormente con respecto a los artículos de seguridad 130, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 formado con un patrón de interferencia óptica 14, y un recubrimiento óptico que cambia de color 146 que se lamina al sustrato 12 por medio de una capa adhesiva 62. El recubrimiento óptico 146 incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20, y una capa reflectora 22 como se describió anteriormente, con recubrimiento óptico 146 depositado sobre una lámina de soporte 64 para formar una estructura prelaminaada antes de laminarse al sustrato 12. La estructura prelaminaada se somete a un proceso de imágenes láser tal como se describió anteriormente para los artículos de seguridad 130 para formar una imagen de ablación láser 118 así como también un número de copiado láser 122. Adicionalmente, una

capa resistiva encubierta 148 se forma en el sustrato 12 sobre el patrón de interferencia 14. La capa resistiva encubierta 148 está compuesta por un material conductor transparente tal como óxido de estaño indio (ITO), óxido de indio, óxido de estaño cadmio, combinaciones de estos, y similares, y proporciona características mejoradas a los artículos de seguridad 140 tal como una resistencia eléctrica definida. Tales capas resistivas encubiertas se describen en la solicitud de patente de los Estados Unidos con número de serie 09/094,005, presentada el 9 de junio de 1998. La capa resistiva encubierta puede aplicarse a otras modalidades de la invención si se desea.

Debe entenderse que los artículos de seguridad representados anteriormente en las Figuras 10-13 podrían ser laminados alternativamente por el anverso de manera que la superficie grabada en relieve con una capa dieléctrica transparente de alto índice sea adyacente al adhesivo de laminación y al recubrimiento óptico. Por ejemplo, la Figura 14 representa un artículo de seguridad 150 que incluye prácticamente los mismos elementos de los artículos de seguridad 130, que incluyen un sustrato transmisor de luz 12 con un patrón de interferencia óptica 14, y un recubrimiento óptico que cambia de color 156 que se lamina al sustrato 12 por medio de una capa adhesiva 62. El recubrimiento óptico 156 incluye una capa absorbente 18, una capa dieléctrica 20, y una capa reflectora 22. El recubrimiento óptico 156 se deposita sobre una lámina de soporte 64 para formar una estructura prelaminaada antes de laminarse al sustrato 12. La estructura prelaminaada se somete un proceso de imágenes láser para formar una imagen de ablación láser 118 así como también un número de copiado láser 122. Como se muestra en Figura 14, el recubrimiento óptico 156 se lamina al sustrato 12 de manera de ser adyacente al patrón de interferencia óptica 14 tal como un patrón holográfico o difrangible.

En varios artículos de seguridad representado en las Figuras 10-14, el recubrimiento óptico puede adoptar la forma de una estructura de múltiples capas que tiene capas absorbentes y dieléctricas sin capa reflectora tal como en el recubrimiento óptico 36 de los artículos de seguridad 30, o puede adoptar la forma de un apilado óptico todo dieléctrico tal como en el recubrimiento óptico 46 de los artículos de seguridad 40. Adicionalmente, el recubrimiento óptico de estos artículos de seguridad pueden adoptar la forma de una capa de pintura o tinta que cambia de color tal como en el recubrimiento óptico 56 de los artículos de seguridad 50. Tales recubrimientos ópticos alternativos pudieran formarse directamente sobre la lámina de soporte 64 antes de la formación de la imagen láser y laminación posterior.

Debe entenderse que los recubrimientos ópticos que cambian de color depositados directamente en sustratos grabados, tal como se muestra en las modalidades de las Figuras 1-4 y 7-9, pueden fotografiarse además si se desea, tal como por ablación láser como se discutió anteriormente.

Los artículos de seguridad de la invención pueden transferirse y unirse a varios objetos por una variedad de procesos de unión. Un proceso preferido es la estampación en caliente, que se muestra esquemáticamente en las Figuras 15 y 16. Una estructura de estampación en caliente 160 de acuerdo con una modalidad se ilustra en la Figura 15 e incluye una lámina de soporte 162 con una capa de liberación térmica 164 en una superficie de ella. Un sustrato grabado 12 que tiene un patrón de interferencia 14 más una capa transparente de alto índice (no mostrada) sobre un patrón de interferencia 14 se une a la capa de liberación 164 de manera que la capa de liberación está sobre un lado opuesto del grabado. Un recubrimiento óptico que cambia de color 166 que se ha aplicado al sustrato 12 como una solución de recubrimiento de tinta se interpone entre el sustrato 12 y una capa adhesiva 168 activada térmicamente.

Generalmente, la lámina de soporte 162 puede estar compuesta de varios materiales tales como plásticos con varios espesores que son conocidos por aquellos con experiencia en la técnica. Por ejemplo, cuando la lámina de soporte 162 se forma de PET, el espesor preferentemente está en el intervalo de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 75  $\mu\text{m}$ . Otros materiales e intervalos de espesor son aplicables a la luz de las enseñanzas contenidas en la presente descripción. Además, la lámina de soporte 162 puede formar parte de varias bandas de fabricación u otras estructuras de procesamiento que ayudan en la transferencia de artículos de seguridad a un objeto deseado. La capa de liberación 164 se compone de un material adecuado para permitir que el sustrato 12 se elimine de la lámina de soporte 162 durante el proceso de estampación en caliente. La capa de liberación 164 puede ser un material polimérico tal como cloruro de polivinilo, poliestireno, caucho clorado, copolímero propenonitrilo-butadieno-estireno (ABS), nitrocelulosa, metacrilato de metilo, copolímeros acrílicos, ácidos grasos, ceras, gomas, geles, mezclas de estos, y similares. La capa de liberación 164 puede tener un espesor de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 25  $\mu\text{m}$ .

La capa adhesiva térmicamente activada 168 puede estar compuesta de varios materiales adhesivos tales como polímeros de base acrílica, acetato de etilvinilo, poliamidas, combinaciones de estos, y similares. La capa adhesiva 168 puede tener un espesor de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ .

Durante el proceso de estampación en caliente, la lámina de soporte 162 se elimina por medio de la capa de liberación 164 del sustrato 12 después que la estructura de estampación en caliente 160 se presiona sobre una superficie de un objeto 169 a ser estampado en caliente, con el artículo de seguridad compuesto por el sustrato 12 y el recubrimiento óptico 166 está unido al objeto 169 por medio de una capa adhesiva térmicamente activada 168. El objeto 169 puede estar compuesto de varios materiales tales como plásticos, poliéster, cueros, metales, vidrio,

madera, papel, tela, y similares, por ejemplo, cualquier superficie material que requiera un dispositivo de seguridad. La unión de la capa adhesiva 168 contra la superficie del objeto 169 ocurre cuando un sello de metal calentado (no mostrado), que tiene una forma o una imagen distinta, entra en contacto con el objeto 169 que se calienta a una temperatura para proporcionar una unión entre el objeto 169 y capa adhesiva 168. El sello de metal calentado fuerza simultáneamente la capa adhesiva 168 contra el objeto 169 mientras calienta la capa adhesiva 168 hasta una temperatura adecuada para la unión al objeto 169. Además, el sello de metal calentado suaviza la capa de liberación 164, y de ese modo ayuda en la eliminación de la lámina de soporte 162 del sustrato 12 en las áreas de la imagen del sello para revelar el artículo de seguridad unido al objeto 169. Una vez que los artículos de seguridad se liberan de la lámina de soporte 162, la lámina de soporte se desecha. Cuando los artículos de seguridad se unen al objeto 169, la imagen producida por los artículos de seguridad se observa a partir del sustrato 12 hacia el recubrimiento óptico 166.

Una estructura de estampación en caliente 170 de acuerdo con otra modalidad se ilustra en la Figura 16 e incluye prácticamente los mismos elementos que la estructura de estampación en caliente 160 discutida anteriormente. Estos incluyen una lámina de soporte 162 con una capa de liberación térmica 164 sobre una superficie de ella, y un sustrato grabado 12 que tiene un patrón de interferencia 14, con el sustrato 12 unido a la capa de liberación 164. Un recubrimiento óptico de múltiples capas que cambia de color 176 que se ha aplicado al sustrato 12 como un recubrimiento al vacío directo se interpone entre el sustrato 12 y una capa adhesiva térmicamente activada 168.

El proceso de estampación en caliente para la estructura de estampación en caliente 170 es la misma que la que se describió anteriormente para la estructura de estampación en caliente 160. La lámina de soporte 162 se elimina por medio de la capa de liberación 164 del sustrato 12 después que la estructura de estampación en caliente 170 se presiona sobre una superficie de un objeto 169, con el artículo de seguridad compuesto por el sustrato 12 y el recubrimiento óptico 176 está unido al objeto 169 por la capa adhesiva 168.

Debe entenderse que varias de las otras modalidades del artículo de seguridad de la invención descrito previamente pueden adaptarse para un proceso de estampación en caliente.

Alternativamente, un proceso de transferencia en frío mediante el uso de un adhesivo UV activado puede utilizarse para unir el artículo de seguridad de la invención a varios objetos. Tal proceso se describe en un papel por I.M. Boswarva y otros, Roll Coater System for the Production of Optically Variable Devices (OVD's) for Security Applications, Proceedings, 33a Conferencia Técnica Anual de la Sociedad de Proveedores de Recubrimientos al Vacío, págs. 103-109 (1990).

Los distintos artículos de seguridad como se describió anteriormente pueden usarse en una variedad de aplicaciones para proporcionar medidas de seguridad mejoradas como antifalsificación. Los artículos de seguridad pueden utilizarse en formar de una marca, etiqueta, listón, hilo de seguridad, cinta, y similares, para la aplicación en una variedad de objetos tales como documentos de seguridad, marcas de seguridad, tarjetas de transacción financiera, divisa monetaria, tarjetas de crédito, embalaje de mercancías, tarjetas de licencia, pagarés negociables, certificados de acciones, bonos tales como bonos del banco o del gobierno, productos de papel, plástico, o vidrio, u otros objetos similares. Las aplicaciones preferidas para los artículos de seguridad de la invención son en las siguientes áreas; 1) productos de seguridad de sustrato rígido, tal como tarjetas de pago, "tarjetas inteligentes," y tarjetas de identificación; 2) productos laminados, que incluyen permisos de conducción, pases de seguridad, tarjetas de cruce fronterizo, y pasaportes; y 3) artículos de seguridad de "un viaje", tales como timbres fiscales, banderolas, sellos de paquetes, certificados de autenticidad, certificados de regalo, etc.

Las aplicaciones anteriores comparten algunas consideraciones comunes. En estas aplicaciones, la estructura holográfica u otra estructura de difracción se presenta mejor y protegida por un sustrato rígido y laminación de recubrimiento, o si éstos no se utilizan, la aplicación debe ser una que no requiera una larga vida de circulación y manipulación extensa. Un factor predominante es que el documento de aplicación debe depender de un conjunto limitado de dispositivos de seguridad y un observador relativamente no especializado debe ser capaz de autenticar fácilmente los dispositivos. Las tarjetas de crédito, por ejemplo, dependen usualmente de un dispositivo de seguridad principal y dispositivos secundarios tales como técnicas de impresión, para su autenticación. El arsenal de herramientas disponibles para la seguridad de los billetes de banco (marcas de agua, impresión por huecograbado, papel especial, hilos, etc.) no se puede aplicar a sustratos opacos rígidos. El dispositivo de seguridad de la invención, por lo tanto, puede ser un "escudo defensivo" rentable muy fácilmente discernido por el público, e integrado en estilo general de la documento de seguridad.

Los dispositivos de seguridad de la presente invención además tienen la ventaja de ser adecuado para la verificación de la máquina automatizada, mientras que al mismo tiempo que se preserva una característica fácil de recordar, específicamente, un cambio de color distinto cuando el ángulo de visión cambia. La seguridad puede ser aumentada aún más con la incorporación de la información digital que puede compararse a la misma imagen en la forma fotográfica. Aunque el pirata informático creativo podría encontrar la manera de simular un logotipo simple en un sustrato holográfico decorativo, la simulación de los fondos que cambian de color usando una impresora de

inyección de tinta no es posible y las imágenes no se pueden crear que ya que sólo aparecen en ciertos ángulos de visión.

5 Aunque los hologramas convencionales proporcionan un elemento de protección de seguridad de los documentos, decisivamente tales hologramas son difíciles de autenticar para la persona común ya que presentan una apelación llamativa, pero no conducen naturalmente al observador en una determinación correcta. Sobre la base de la apelación llamativa de los hologramas, los artículos de seguridad de la invención añaden elementos distintivos que son fáciles de autenticar y difícil de replicar o simular.

10 Los siguientes ejemplos no pretenden limitar el alcance de la invención.

Ejemplo 1

15 Los recubrimientos ópticos compuestos por escamas que cambian de color en un vehículo polimérico se formaron por un proceso de reducción en los sustratos transmisores de luz compuestos por películas PET que contienen una imagen holográfica. El vehículo de la reducción incluyó dos partes de laca/catalizador y una parte de escamas que cambian de color. Las escamas que cambian de color utilizadas tenían propiedades de cambio de color de verde-a-

20 Ejemplo 2

Un recubrimiento óptico que cambia de color que tiene un diseño de tres capas se formó sobre una película transparente grabada para producir un artículo de seguridad. El recubrimiento óptico se formó en la superficie plana de la película transparente en el lado opuesto de la superficie grabada en relieve. El recubrimiento óptico se formó por deposición de una capa absorbente compuesta por cromo sobre la superficie plana de la película transparente, depositando una capa dieléctrica compuesta por fluoruro magnésico sobre la capa absorbente, y depositando una capa reflectora de aluminio sobre la capa dieléctrica.

25 Alternativamente, la capa de aluminio puede depositarse de manera que sea prácticamente transparente. Esto permitiría que la información impresa sobre un objeto se lea por debajo del recubrimiento óptico. Más aun, la capa reflectora puede componerse alternativamente de un material magnético. Dicha característica magnética en el componente de cambio de color cuando se añade al componente holográfico daría tres funciones de seguridad independientes a los artículos de seguridad.

30 La película grabada y el recubrimiento óptico que forma los artículos de seguridad pueden fijarse rígidamente a un sustrato portador, o pueden unirse a una capa de liberación de manera que los artículos de seguridad puedan estamparse en caliente en una superficie de un objeto. Adicionalmente, la imagen estampada en caliente de la película delgada que cambia de color puede ser en forma de un patrón, como por ejemplo, puntos, líneas, logotipos u otras imágenes. Este patrón de efectos ópticamente variables añadirá un grado aún mayor de disuasión a la falsificación.

40 Ejemplo 3

Un artículo de seguridad se formó por laminación de una estructura de recubrimiento óptico con imágenes láser a un sustrato grabado de acuerdo con la presente invención. El artículo de seguridad incluyó cuatro partes principales: 1) Una imagen grabada por ablación láser, 2) un código de barras o número de serie grabado por ablación láser, 3) una película delgada que cambia de color de múltiples capas, y 4) una imagen holográfica.

50 La película delgada que cambia de color se depositó en un revestidor de rodillos al vacío sobre un sustrato de poliéster (PET) claro que tenía 1 mil de espesor. La película delgada se formó mediante deposición de una capa de metal de aluminio sobre el sustrato, seguido por una capa dieléctrica compuesta por fluoruro magnésico que se deposita sobre la capa de metal, y una capa absorbente compuesta de cromo que se deposita sobre la capa dieléctrica. Después de eso, la película delgada se sometió a ablación láser mediante el uso de un sistema de imágenes de diodo láser basado en el sistema de impresión de Heidelberg Quickmaster para proporcionar una codificación digital. El sistema de imágenes usó un arreglo de diodo láser de alta resolución con un tamaño del punto de aproximadamente 30 micras. Después que la información digital fue codificada en la película delgada, una película de plástico grabada con un holograma se laminó a la película delgada con el uso de un adhesivo sensible a la presión para producir el artículo de seguridad completo. La palabra del holograma "seguridad" se colocó boca abajo para colocar la superficie grabada cerca de la película delgada así como también para proteger la imagen. La estructura terminada del artículo de seguridad fue similar a la mostrada para la modalidad de la Figura 14 descritos anteriormente.

60 Tras una inspección visual, el artículo de seguridad tenía tres imágenes distintas, ya que se hizo girar hacia atrás y adelante. En la observación normal, se observó un perfil de la cara de una mujer creada por ablación láser en un color magenta, que un ángulo alto cambió a un color verde. Este cambio de color fue fácil de observar bajo varias

condiciones de iluminación y es fácil de recordar este simple cambio de color. En un ángulo intermedio, el holograma apareció con su multitud de facetas de imágenes y color.

#### Ejemplo 4

El artículo de seguridad del Ejemplo 3 se sometió a varias pruebas para medir su desempeño óptico, las que se describen como sigue.

#### A. Instrumentación y orientación de la muestra

Un goniospectrofotómetro Zeiss GK/311M que usa una lámpara de flash de xenón con fibra óptica de ángulo ajustable para la iluminación y reflectancia se usó para caracterizar los artículos de seguridad. Se examinaron tres tipos de condiciones de visualización, con las geometrías utilizadas que se muestran en las Figuras 17A y 17B. Estas condiciones de visualización incluyeron: a) ajustar el ángulo de la iluminación a 45 grados, con incrementos en los ángulos de medición de 5 grados de 65 a 155 grados (Figura 17A); b) opacos, con incrementos en los ángulos de iluminación de 5 grados de 25 a 75 grados e incrementos en los ángulos de medición de 5 grados de 100 a 150 grados (Figura 17B); y c) brillante (especular), con incrementos en los ángulos de iluminación de 5 grados de 25 a 80 grados e incrementos en los ángulos de medición de 5 grados de 100 a 155 grados (Figura 17B). Calibración para todas estas geometrías se realizó con un azulejo blanco. Para probar si estaban presentes cualquiera de los efectos de orientación, el artículo de seguridad se orientó a 0, 90, 180 y 270 grados con respecto a las ópticas de visualización para cada condición de visualización.

#### B. Resultados ópticos

Los resultados de la prueba óptica para las tres condiciones de visualización se describen más abajo. Las mediciones indican que es posible caracterizar únicamente los efectos de interferencia ópticamente variables separadamente de los efectos difractantes.

##### 1. Fijar el ángulo de iluminación

En esta configuración, las propiedades ópticas del holograma dominaron la respuesta espectral, pero sólo en dos orientaciones, a 90° y 270° (es decir, a 90° para las ranuras del holograma). La inspección de los perfiles espectrales mostrados en la gráfica de Figura 18 demuestran que predominan las diversas órdenes de difracción del holograma. Sólo en las diferencias pequeñas y grandes de ángulo es que la capa delgada que cambia de color muestra sus espectros. Una comparación de la trayectoria de color en el espacio de color CIE Lab en la Figura 19 muestra que el cambio de color resultante del dispositivo de seguridad se debe principalmente al holograma. La saturación de color o croma o del holograma es alta, como puede verse por las grandes excursiones desde el punto acromático ( $a^* = b^* = 0$ ).

##### 2. Geometría opaca

En contraste a los perfiles espectrales que se encontraron anteriormente, las mediciones opaca mostraron que en esta geometría, la película delgada que cambia de color dominó ahora la respuesta óptica, con independencia de la orientación de la muestra. Si bien no hay evidencia de efectos ópticos del holograma en la orientación 0°, los efectos ópticos combinados del holograma y el apilado óptico de películas delgadas se observó a la orientación de 90°. Los picos espectrales que surgen de los apilados ópticos se modificaron como se muestra en Figura 20. Los perfiles espectrales son típicos de los apilados ópticos metal-dieléctrico-absorbente donde el espectro y el color resultante se mueven hacia longitudes de onda más cortas cuando aumenta el ángulo de visión. Es interesante destacar que en esta configuración, la luminosidad,  $L^*$  se mueve de alta a baja cuando el color cambia de magenta a amarillo. En la orientación 0°/180°, el holograma no mostró picos espectrales.

##### 3. Geometría brillante

En la geometría brillante, los artículos de seguridad mostraron dos características distintas: una en 0°, 180° y una en 90°, 270°. En la primera orientación, el único efecto óptico fue el típico de un cambio de color de la película delgada donde el color cambia de longitudes de onda más cortas cuando el ángulo de incidencia aumenta. La Figura 21 es un gráfico que muestra los perfiles espectrales brillantes para el artículo de seguridad en la primera orientación. El color cambia de magenta a verde. La supresión del pico se produce progresivamente a medida que los picos se desplazan hacia las longitudes de onda más cortas. Esta supresión es causada, en parte, por los valores de reflectancia más altos que surgen del azulejo blanco estándar así como también de los artículos de seguridad propiamente. Teóricamente, los espectros de la película delgada retienen el mismo espectro, pero cambian a longitudes de onda más cortas cuando aumenta el ángulo de incidencia. Cabe destacar que la orientación brillante a 0°, 180° es muy adecuada para la lectura de la máquina ya que los picos están bien definidos para el apilado óptico y están libres de características holográficas.

En la segunda orientación, los picos espectrales que surgen del apilado óptico, a los altos ángulos de incidencia, muestran grandes interacciones ópticas con el holograma. La Figura 22 es un gráfico que muestra los perfiles espectrales brillantes para el artículo de seguridad en la segunda orientación.

5 C. Microscopía óptica

10 El artículo de seguridad fue visto en un microscopio óptico Zeiss para ver las características digitales codificadas en la película delgada que cambia de color. La Figura 23 es una fotomicrografía de la imagen digital (ampliada 50x) en el apilado óptico de películas delgadas del artículo de seguridad. En la Figura 23, los puntos digitales (agujeros de ablación), donde falta todo el apilado óptico, tienen dimensiones en el orden de aproximadamente 100 micras. Cada pixel de 100 micras en realidad está compuesto de puntos digitales superpuestos de 30 micras. Así, es posible escribir la información secreta con resolución de píxeles de 30-100 micras, una resolución por debajo del límite de detección del ojo. El agrietamiento observado en el recubrimiento es típico de películas dieléctricas que se someten a alivio de la tensión. Estas grietas no tienen ningún efecto perjudicial sobre las propiedades ópticas o adhesión de la película delgada.

15 Ejemplo 5

20 Un apilado óptico que cambia de color que tiene un diseño de tres capas se formó sobre una película de plástico transparente grabada por recubrimiento directo al vacío del apilado óptico sobre una superficie holográfica para producir un artículo de seguridad. Durante los procesos de fabricación, la capa de aluminio estándar se eliminó de un holograma disponible comercialmente por una solución diluida de hidróxido sódico. Después de enjuagar y secar, la superficie grabada en relieve se recubrió al vacío con una capa de metal semi-transparente, una capa de material dieléctrico de bajo índice, y finalmente una capa opaca de aluminio, por procesos de deposición física de vapor.

25 Este apilado óptico de películas delgadas fue un filtro de Fabry-Perot centrado a 500 nanómetros. Las capas pueden recubrirse en la dirección opuesta con un cambio correspondiente en el que el lado de la película de plástico se modificó por el apilado óptico.

30 Cuando esta construcción se vio a través de la película de plástico, se observó una superposición del holograma y del apilado óptico. En esencia el arcoíris de colores que estaba en el holograma inicial se modificó por el apilado óptico de manera que algunos colores se acentuaron y algunos se suprimieron. En realidad, el holograma podría ser visto desde ambos lados; en el lado de aluminio el holograma original se puede observar, y en el otro lado, la superposición del holograma y el apilado óptico puede verse a través de la película de plástico.

35 Un examen detallado del apilado óptico por microscopía electrónica de barrido (SEM) mostró que el patrón de superficie difracting del holograma se replicó a través del apilado óptico de modo que la imagen holográfica se preservó en la superficie de aluminio. Esto se representa en las Figuras 24A y 24B, que son fotomicrografías de imágenes SEM (ampliadas 2000x y 6000x, respectivamente) que muestran el relieve holográfico en la parte superior del apilado óptico del artículo de seguridad.

40 La presente invención puede ser realizada en otras formas específicas. El alcance de la invención es, por lo tanto, indicado por las reivindicaciones adjuntas más que por la descripción anterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Un artículo de seguridad (90, 100, 150) que comprende:
  - 5 un sustrato transmisor de luz (12, 102);  
una red de difracción que tiene un patrón de red (14, 104), la red de difracción se localiza sobre una superficie del sustrato; y  
un recubrimiento óptico que cambia de color (96, 106, 156) localizado en la red de difracción (14, 104);  
**caracterizado porque:**
    - 10 el recubrimiento óptico que cambia de color (96, 106, 156) incluye una capa absorbente (18), una capa dieléctrica (20) y una capa reflectora (22) para proporcionar un cambio de color de interferencia de película delgada observable cuando cambia un ángulo de luz incidente o ángulo de visión; en donde una de la capa absorbente (18), la capa dieléctrica (20) o la capa reflectora (22),  
15 adyacente a la red difracting (14, 104), concuerda con el patrón de red y de manera que el patrón de red se replica en el recubrimiento óptico que cambia de color (96, 106, 156).
2. Un artículo de seguridad (90, 100, 150) como se define en la reivindicación 1, en donde el patrón de red comprende microestructuras que tienen dimensiones en el intervalo de 0.1 micras a 10 micras.
- 20 3. Un artículo de seguridad (100, 150) como se define en la reivindicación 1, en donde la capa absorbente (18) recubre el patrón de la red de difracción (14, 104), la capa dieléctrica (20) recubre la capa absorbente (19); y la capa reflectora (22) recubre la capa dieléctrica (20).
- 25 4. Un artículo de seguridad (90) como se define en la reivindicación 1, en donde la capa reflectora (22) recubre el patrón de la red de difracción (14), la capa dieléctrica (20) recubre la capa reflectora (22); y la capa absorbente (18) recubre la capa dieléctrica (20).
- 30 5. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 1, que además comprende una capa adhesiva, que recubre el recubrimiento óptico que cambia de color (96, 106, 156) para asegurar el artículo de seguridad (90, 100, 150) a un objeto.
- 35 6. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 1, en donde el patrón de la red de difracción (14, 104) se forma directamente en dicha superficie del sustrato transmisor de luz (12, 102).
7. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 1, en donde el patrón de la red de difracción (14, 104) está sobre una capa asegurada al sustrato transmisor de luz (12, 102).
- 40 8. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 1, en donde el recubrimiento óptico que cambia de color (96, 106, 156) tiene una imagen de ablación láser (118).
- 45 9. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 1, en donde el patrón de red (14, 104) se replica en la capa absorbente (18), la capa dieléctrica (20) y en la capa reflectante (22), en donde el dispositivo exhibe el patrón de red (14, 104) en ausencia de cambio de color si se observa de un lado del dispositivo y en donde el dispositivo exhibe el patrón de red (14, 104) en presencia de cambio de color si se observa desde un segundo lado del dispositivo.
- 50 10. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 1 que además comprende un material magnético para proporcionar legibilidad por máquina para la verificación de seguridad.
- 55 11. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 10 en donde el material magnético está compuesto de aleación de cobalto-níquel.
12. El artículo de seguridad (90, 100, 150) de la reivindicación 10 en donde el material magnético está visiblemente escondido debajo o dentro de la capa reflectora (22).
- 60 13. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se define en la reivindicación 1 en donde capa reflectora (22) se segmenta para permitir la visión parcial de la información subyacente visualmente o mediante el uso de, dispositivos detectores electrónicos, magnéticos, ópticos u otros.
14. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se define en la reivindicación 10 en donde la capa reflectora (22) se segmenta para permitir la visión parcial de la información subyacente visualmente o mediante el uso de, dispositivos detectores electrónicos, magnéticos, ópticos u otros.



15. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se define en la reivindicación 1 en donde la red de difracción (14, 104) y el recubrimiento óptico que cambia de color (96, 106, 156) son desprendibles del sustrato (12, 102).
- 5 16. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde la capa dieléctrica (20) es un material de bajo índice de refracción.
17. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde la capa dieléctrica(20) es un material de alto índice de refracción.
- 10 18. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se define en la reivindicación 1, en donde la capa absorbente(18) está compuesta de un material absorbente selectivo a través de una longitud de onda visible.
- 15 19. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se define en la reivindicación 1 en donde la capa reflectora (22) es aluminio.
- 20 20. El artículo de seguridad (90, 100, 150) como se define en la reivindicación 1 en donde la red de difracción (14, 104) es un logo u otra información discernible y en donde el recubrimiento óptico que cambia de color (96, 106, 156) consiste solamente de tres capas.

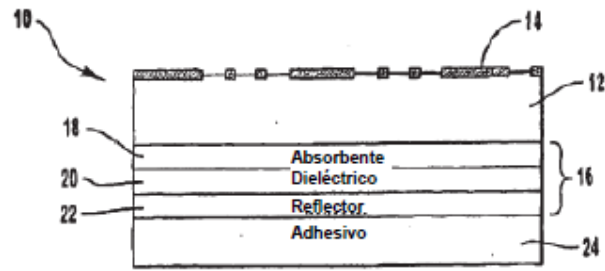


Fig. 1

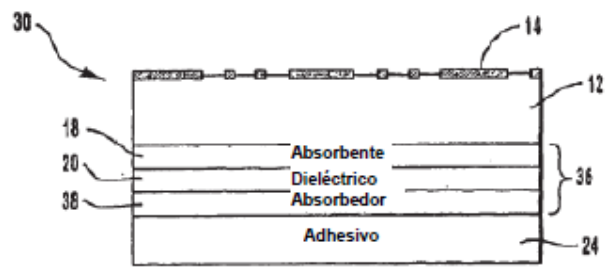


Fig. 2

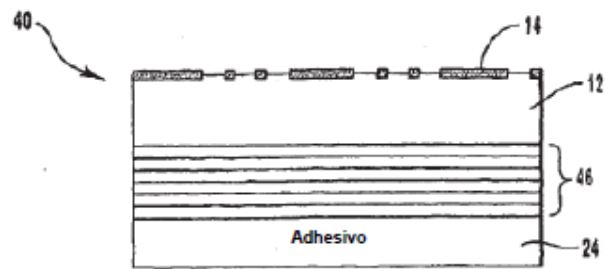


Fig. 3

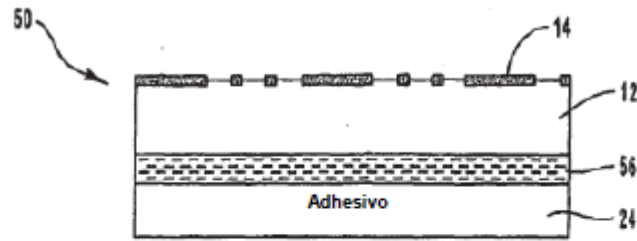


Fig. 4

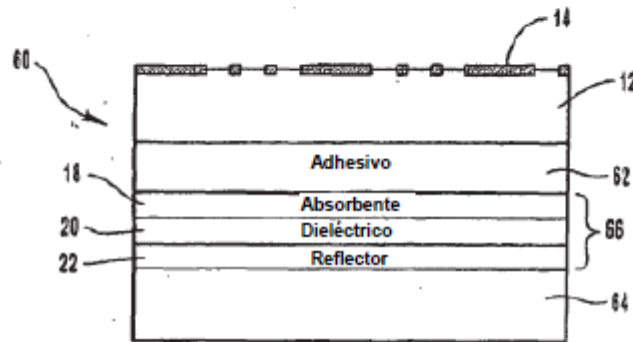


Fig. 5

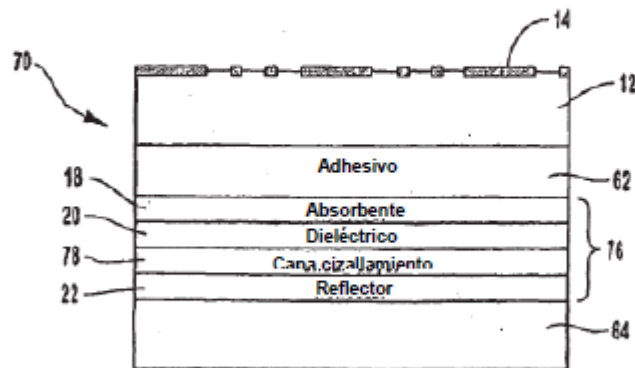


Fig. 6

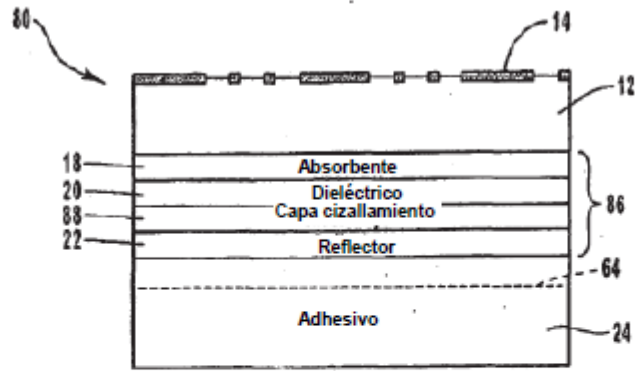


Fig. 7

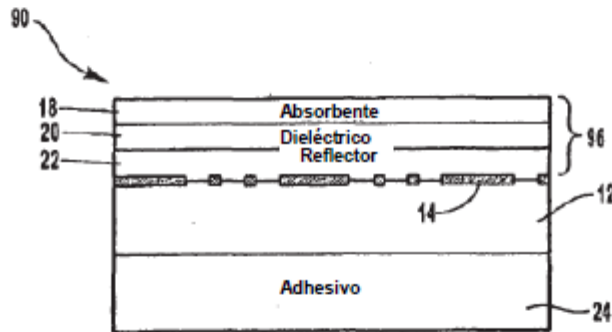


Fig. 8A

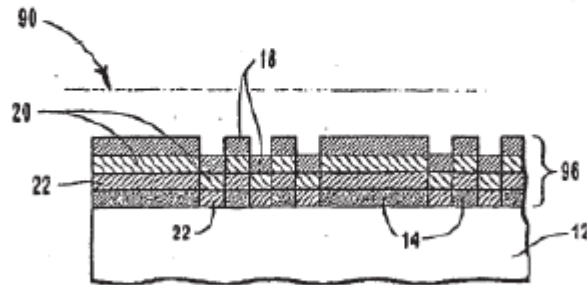


Fig. 8B

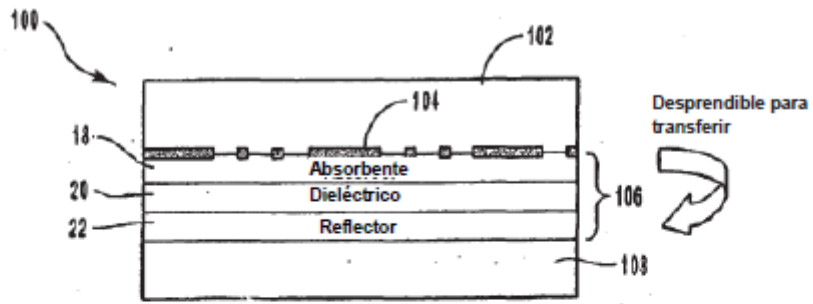


Fig. 9

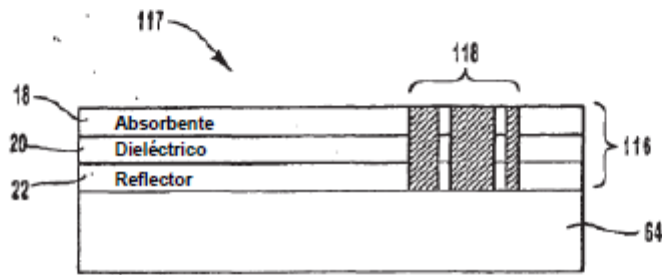


Fig. 10A

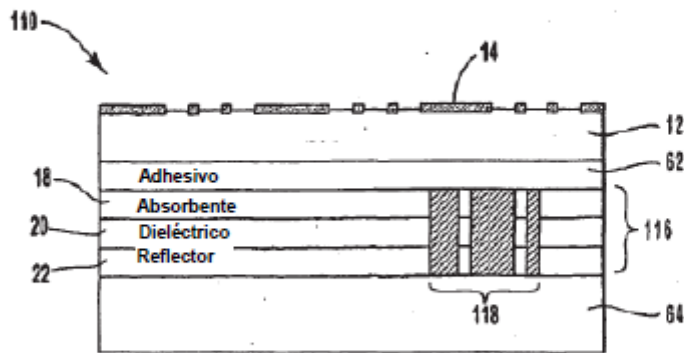


Fig. 10B

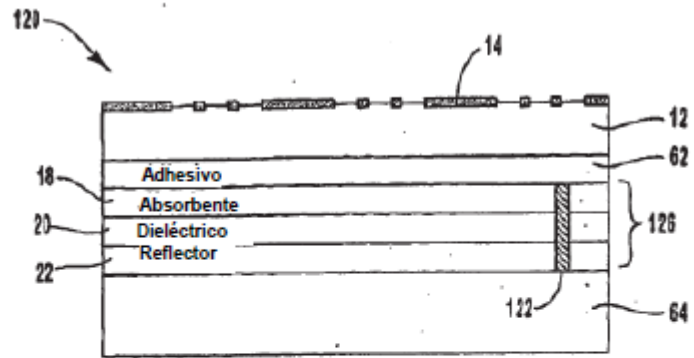


Fig. 11

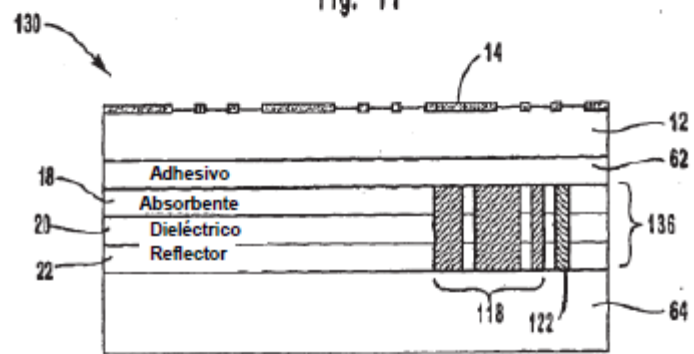


Fig. 12

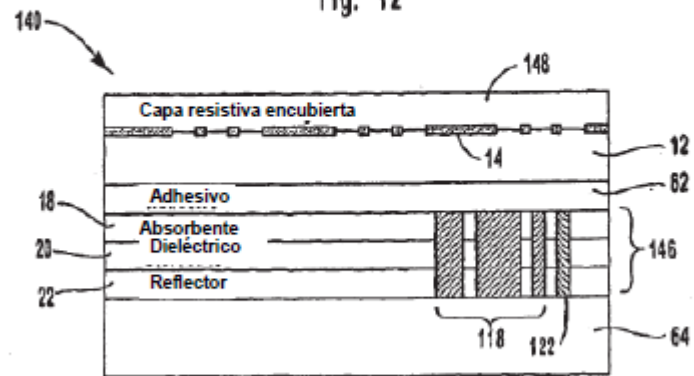


Fig. 13

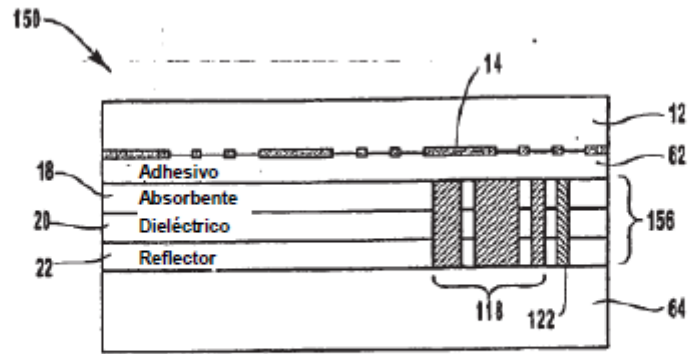


Fig. 14

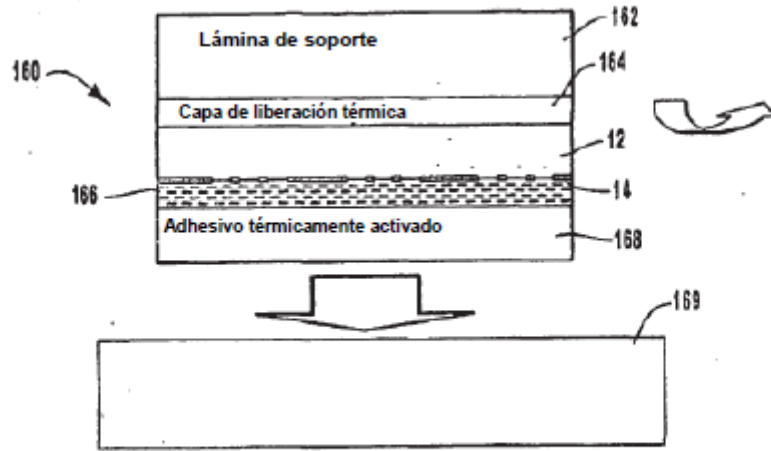


Fig. 15

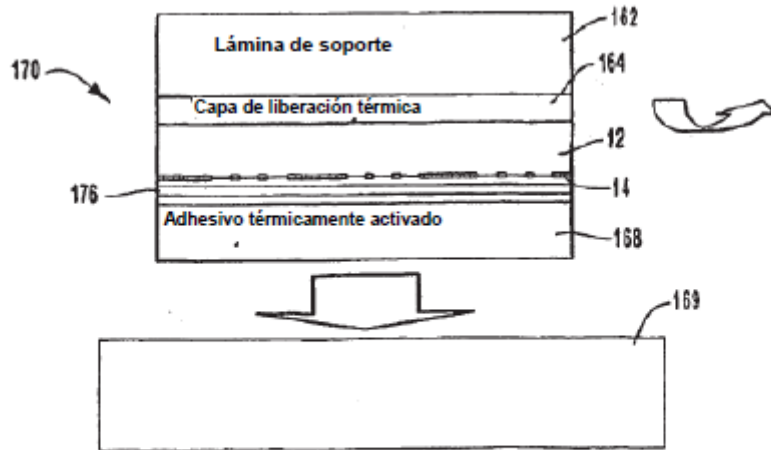


Fig. 16



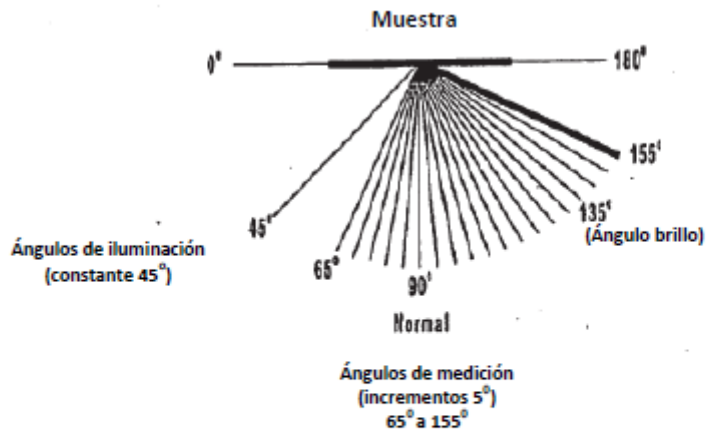


Fig. 17A

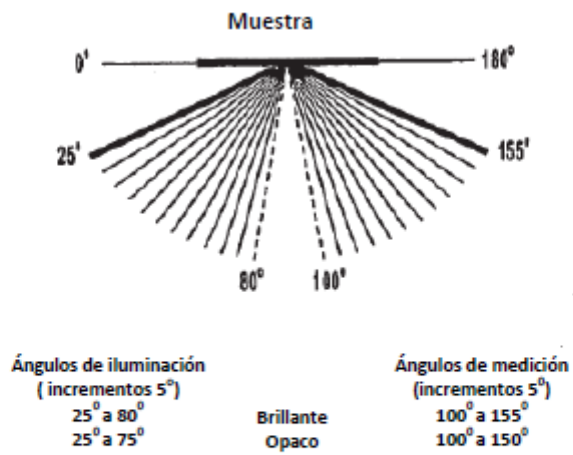


Fig. 17B

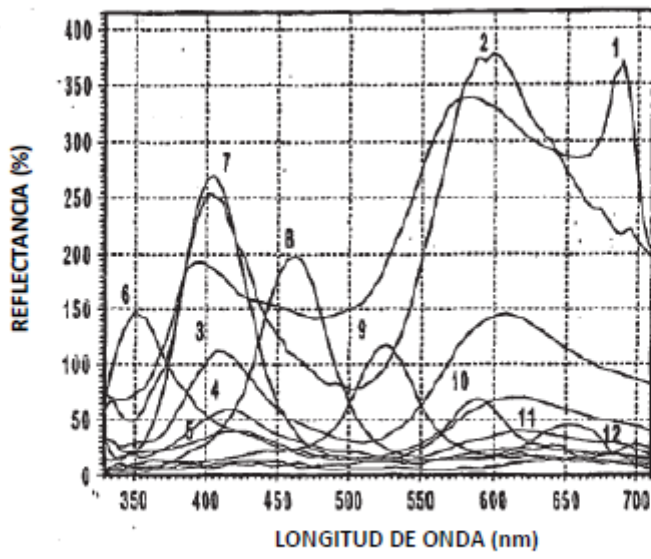


Fig. 18

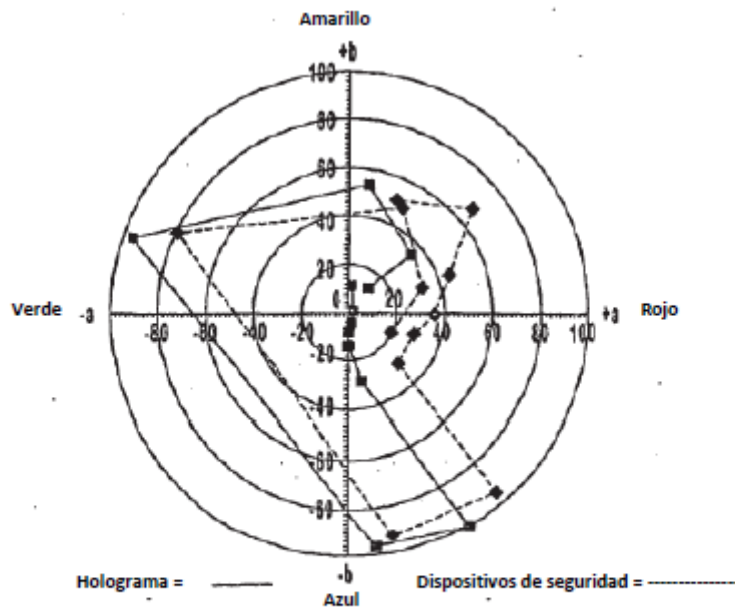


Fig. 19

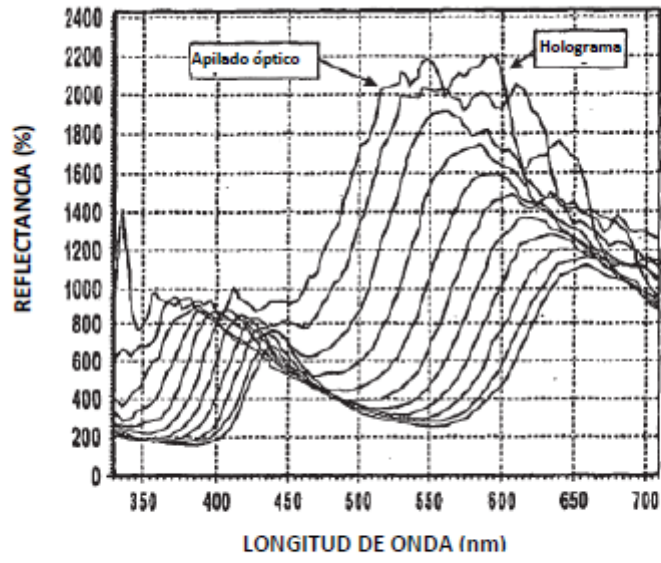


Fig. 20

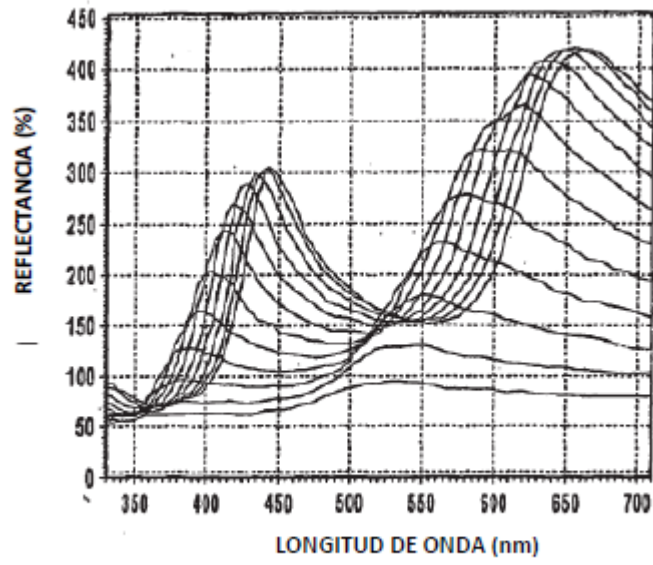


Fig. 21

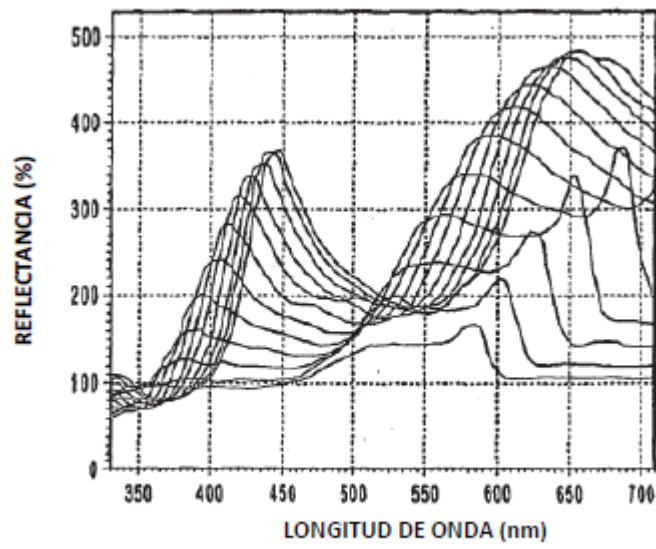


Fig. 22

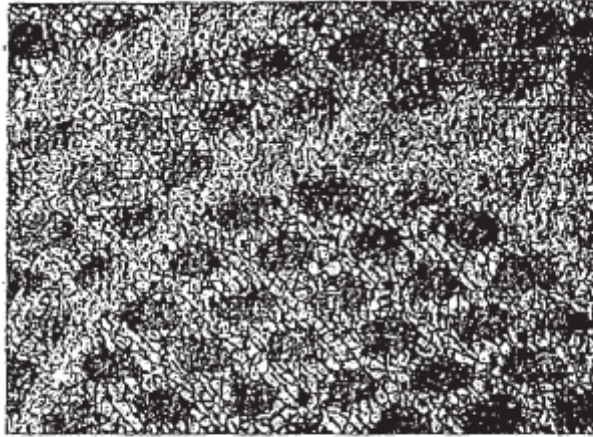


Fig. 23

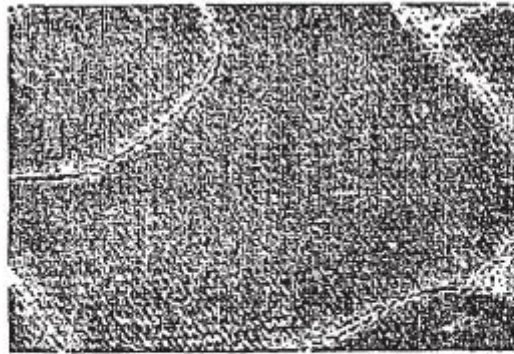


Fig. 24A

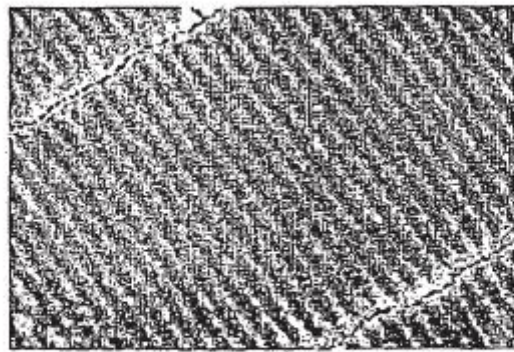


Fig. 24B