



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 338 825**

51 Int. Cl.:
B42D 15/10 (2006.01)
B42D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07789190 .1**
96 Fecha de presentación : **10.08.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2054242**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.05.2009**

54 Título: **Dispositivo de seguridad con cristal fotónico.**

30 Prioridad: **10.08.2006 GB 0615919**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.05.2010

73 Titular/es: **DE LA RUE INTERNATIONAL LIMITED**
De la Rue House, Jays Close, Viables
Basingstoke, Hants RG22 4BS, GB

72 Inventor/es: **Whiteman, Robert**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 338 825 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

Dispositivo de seguridad con cristal fotónico.

5 La presente invención se refiere a mejoras en dispositivos de seguridad que pueden ser usados en formas y tamaños variables para varias aplicaciones de autenticación y seguridad.

10 Los documentos de seguridad, tales como billetes de banco, llevan ahora frecuentemente dispositivos ópticamente variables que exhiben una reflexión de color dependiente del ángulo. Esto ha sido motivado por el progreso en los campos de la autoedición y el escaneo por ordenador, que hacen las tecnologías convencionales de impresión de seguridad, tales como impresión en huecograbado y offset, más propensas a intentos de replicación o imitación. Es bien conocido en la técnica anterior usar materiales de cristal líquido o estructuras de interferencia de película fina para generar dicha reflexión de color dependiente del ángulo. Se describen ejemplos de dispositivos de seguridad basados en cristal líquido en EPO435029, WO03061980, y EP1156934 y se describen ejemplos de dispositivos de seguridad utilizando estructuras de interferencia de película fina en US4186943 y US20050029800.

20 La naturaleza plana de las películas de cristal líquido y las estructuras de interferencia de película fina da lugar a la reflexión de color dependiente del ángulo observada que exhibe limitada variación espacial, por ejemplo, un simple cambio de color rojo a verde al inclinar el dispositivo de seguridad alejándolo de la incidencia normal.

25 Los cristales fotónicos son materiales ópticos estructurados en los que el índice de refracción varía periódicamente en dos o preferiblemente tres dimensiones. Estos materiales exhiben un rango de efectos ópticos interesantes cuando se someten a radiación electromagnética de una longitud de onda comparable a la modulación espacial del Índice de refracción. Se puede producir reflexión Bragg en un rango de longitudes de onda que dependen de la dirección de incidencia/propagación y la periodicidad de la variación del índice de refracción. Esto da origen a “intervalos de energía” fotónica que son análogos a los intervalos de banda electrónica en los semiconductores. Típicamente, las ondas electromagnéticas dentro de un cierto rango de frecuencia no se pueden propagar en direcciones particulares dentro del cristal, y, en consecuencia, se refleja la radiación electromagnética incidente a estas longitudes de onda. La presencia de dichos intervalos de banda fotónica parciales es lo que da origen a los colores tenuemente brillantes observados en piedras preciosas de ópalo.

30 En general, hay una dependencia compleja de la longitud de onda, la dirección de propagación y polarización que dicta qué ondas electromagnéticas se pueden propagar dentro del cristal fotónico y cuáles son reflejadas de otro modo. Sin embargo, si la modulación en el índice de refracción es suficientemente fuerte, la propagación de algunas frecuencias puede estar prohibida en cualquier dirección cristalina, y surge un intervalo de banda fotónica completo. En este caso se evita que la luz se propague dentro del cristal en cualquier dirección, y el material actúa como un reflector ideal de modo que toda la luz de una longitud de onda dentro del rango de intervalos de banda sea reflejada perfectamente independientemente de la dirección de incidencia.

35 Hay dos métodos documentados de fabricar estructuras con la necesaria variación altamente ordenada en el índice de refracción: la microfabricación y el automontaje. Debido a la complejidad de microfabricación se ha dedicado esfuerzo considerable a investigar los sistemas de automontaje compuestos de matrices tridimensionales submicrométricas de esferas dieléctricas. Tales cristales fotónicos se forman dejando que una suspensión coloidal de esferas de idénticas dimensiones sedimenten lentamente bajo la influencia de gravedad o por la aplicación de una fuerza externa de modo que las esferas se ordenen naturalmente. Un ejemplo conocido es la fabricación de estructuras de ópalo sintético donde esferas de sílice submicrométricas de dimensiones uniformes se organizan a través de un proceso de sedimentación en una estructura cristalina cúbica centrada en facetas.

40 Se han desarrollado más mejoras en esta técnica de modo que el ópalo sintético actúe como un precursor o plantilla para personalizar más la estructura. Se ha demostrado que es posible utilizar tales sistemas como plantillas para realizar materiales conocidos como ópalos invertidos. Aquí, los vacíos entre las esferas de sílice se llenan primero con materiales de un alto índice de refracción, y el sílice se disuelve posteriormente por medios químicos obteniendo un material que consta de esferas de aire separadas por una matriz uniforme del material de índice de refracción alto.

45 El uso de cristales fotónicos para generar reflexión de color dependiente del ángulo se describe en WO03062900 y US20050228072. Las propiedades ópticas de los cristales fotónicos pueden ser diseñadas y variadas en mayor medida que las propiedades ópticas de los dispositivos de cristal líquido plano e interferencia de película fina. En primer lugar, la dependencia angular y de longitud de onda de la luz reflejada puede ser controlada más fácilmente variando la estructura reticular cristalina regulando simplemente el tamaño de la esfera, o la separación de esferas. Igualmente, las reflexiones/transmisiones permitidas y no permitidas seleccionadas pueden ser modificadas o mejoradas introduciendo defectos estructurales en el retículo o introduciendo nanopartículas en la estructura. En principio, esto da libertad para modificar y diseñar la estructura de banda y por lo tanto la longitud de onda y dependencia espacial de la reflectividad.

50 El uso de cristales fotónicos en dispositivos de seguridad se ha limitado y en la técnica anterior su uso se limita a una simple reflexión de color dependiente del ángulo que el autenticador observa inclinando el dispositivo. Tampoco se describe en la técnica anterior cómo incorporar tales dispositivos a documentos de seguridad de tal manera que los efectos ópticos adicionales posibles de los cristales fotónicos, en comparación con otros materiales dicróicos

ES 2 338 825 T3

conocidos, puedan ser usados para validar el documento. El objeto de la presente invención es mejorar la seguridad de los dispositivos descritos en la técnica anterior.

Según la presente invención facilitamos un dispositivo de seguridad ópticamente variable incluyendo un cristal fotónico para que la luz incidente recibida por el cristal sea reflejada o transmitida selectivamente por el cristal para generar un primer efecto ópticamente variable observable en un primer conjunto de direcciones y la luz incidente recibida por el cristal es reflejada o transmitida selectivamente por el cristal para generar un efecto óptico, diferente del primer efecto ópticamente variable, observable en un segundo conjunto de direcciones que es diferente del primer conjunto.

El efecto óptico puede producir un efecto no ópticamente variable, tal como reflexión de la luz incidente, en todas las longitudes de onda. Típicamente, sin embargo, el efecto óptico generado es un segundo efecto ópticamente variable que es diferente del primero.

Por lo tanto, el dispositivo de seguridad ópticamente variable incluye preferiblemente un cristal fotónico que exhibe al menos una reflexión de color dependiente del ángulo observable en un primer conjunto de direcciones y una segunda reflexión de color dependiente del ángulo diferente observable en un segundo conjunto de direcciones que es diferente del primer conjunto. Los conjuntos de direcciones primero y/o segundo pueden estar sustancialmente en planos respectivos.

Por lo tanto, la presente invención proporciona un efecto óptico bidireccional. Por lo tanto, los efectos ópticamente variables primero y segundo dependen preferiblemente de la orientación cristalina con respecto a la luz incidente. Además, típicamente los efectos ópticamente variables son una función del ángulo de visión con respecto al cristal.

Por lo tanto, la invención proporciona un efecto de seguridad mejorado proporcionando dos efectos diferentes cuando se ve desde posiciones diferentes cuando el dispositivo de seguridad se gira. Preferiblemente cada efecto es visible a un observador humano aunque también o alternativamente puede ser legible por máquina.

La luz reflejada en el contexto de la presente invención incluye tanto luz especularmente reflejada como luz dispersada.

Los materiales de cristal fotónico adecuados para uso en la invención son aquellos donde el intervalo de banda fotónica total o parcial exhibido no tiene simetría rotacional alrededor de la normal a su superficie. Por ejemplo, la variación espacial del intervalo de banda asociado con la luz incidente en el plano x-z puede ser diferente de la del plano y-z. Como resultado, el color de la luz reflejada en un ángulo acimutal arbitrario en el plano x-z no será en general el mismo que el de luz reflejada en el mismo ángulo acimutal en el plano y-z. Así, para un ángulo acimutal arbitrario, parecerá que la superficie cambia de color a la rotación. Preferiblemente el intervalo de banda fotónica total o parcial también puede ser una función del ángulo acimutal en uno o ambos planos, de tal manera que uno o ambos planos también exhiban un cambio de color angular dependiente.

Un método de lograr este efecto es proporcionar un cristal fotónico formado de esferas de un primer material y una matriz del segundo material donde cada material tiene un índice de refracción respectivo diferente, proporcionando la disposición relativa de las esferas y la matriz los efectos diferentes en los respectivos conjuntos de direcciones.

Los parámetros estructurales del cristal fotónico se pueden disponer de modo que sean diferentes en regiones diferentes del cristal, con el fin de generar efectivamente múltiples cristales con propiedades ópticas diferentes. Además, el "cristal" puede incluir una pluralidad de cristales individuales.

Se puede usar varios tipos de cristales para lograr la presente invención, y se deberá indicar que se ha previsto que el término "cristal fotónico" incluya cuasicristales que exhiban este efecto, así como cristales fotónicos "no cuasi" ordenados más convencionales.

También se contempla que los parámetros estructurales del cristal fotónico se puedan disponer de manera que sean diferentes en regiones diferentes del cristal, con el fin de generar efectivamente múltiples cristales con propiedades ópticas diferentes. Además, el "cristal" puede incluir una pluralidad de cristales individuales.

La luz puede incluir luz visible y/o no visible, incluyendo por lo tanto, por ejemplo, luz ultravioleta e infrarroja. Se puede usar bandas de longitud de onda ancha o estrecha. Igualmente, el cristal fotónico se puede disponer de manera que refleje selectivamente luz en la parte no visible del espectro (incluyendo ultravioleta e infrarrojo). Cuando la luz es producida por una fuente de luz blanca (banda de longitud de onda ancha), preferiblemente los efectos ópticos variables primero y segundo son efectos de color. Por lo tanto, el primer efecto ópticamente variable es preferiblemente un primer efecto de color dependiente del ángulo y el segundo efecto ópticamente variable es preferiblemente un segundo efecto de color dependiente del ángulo, que es diferente del primero. De esta forma, el color observado es una función diferente del ángulo de visión cuando se ve en las dos direcciones respectivas.

Por lo tanto, se observa una diferencia en la reflexión de color dependiente del ángulo cuando el dispositivo se inclina a lo largo de las diferentes direcciones cristalográficas especificadas. Por ejemplo, el cristal fotónico puede estar orientado de tal manera que se vea un cambio de color cuando la muestra se incline alrededor de un eje paralelo

ES 2 338 825 T3

a un lado largo de un documento rectangular en el que se contiene el dispositivo, y se observe un segundo cambio de color cuando la muestra se gire e incline alrededor de un eje paralelo a un lado corto del documento.

5 Se apreciará que los dos conjuntos de direcciones pueden no ser ortogonales. Mientras que los efectos primero y segundo se observan preferiblemente como efectos de reflexión, también se contemplan efectos transmisivos.

10 El cristal fotónico se puede disponer en un número de formas, por ejemplo como una capa de auto soporte. Alternativamente, puede ser soportado por un sustrato o capa de soporte en que se monte directa o indirectamente (a través de una o más capas adicionales). El sustrato o la capa de soporte pueden tomar la forma de una capa polimérica.

15 El dispositivo de seguridad también puede incluir una o más capas adicionales adhesivas, por ejemplo, para unir el dispositivo a otro dispositivo y/o documento de seguridad. Se disponen típicamente una o varias de tales capas adhesivas sobre una superficie exterior del dispositivo.

20 También se puede proporcionar una capa de dispersión para producir dispersión de la luz reflejada del cristal fotónico.

25 El dispositivo de seguridad ópticamente variable puede incluir además un material ópticamente absorbente previsto como una o más capas aplicadas al dispositivo. Tal capa se puede disponer sobre el cristal fotónico o de hecho el material se puede formar dentro de la estructura cristalina propiamente dicha. También se contempla una combinación de estos. La inclusión de dicho material absorbente puede ser usada para mejorar el efecto óptico con respecto a un observador, o usarse para modificar el efecto óptico, por ejemplo, mediante la utilización de materiales absorbentes que sean selectivamente absorbentes a las longitudes de onda de luz usadas. En algunos ejemplos se usan colorantes o tintas para esta finalidad.

30 Las propiedades ópticas también se pueden modificar adicional o alternativamente o mejorar mediante la utilización de nanopartículas colocadas dentro de la estructura cristalina, preferiblemente en lugares intersticiales. Las nanopartículas pueden estar distribuidas de forma sustancialmente uniforme a través del cristal de tal manera que cada parte del cristal exhiba sustancialmente el mismo efecto óptico. Alternativamente, las nanopartículas pueden estar distribuidas de forma no homogénea a través del cristal de tal manera que las diferentes partes del cristal exhiban un efecto óptico sustancialmente diferente. Así las nanopartículas pueden estar distribuidas según un gradiente de concentración. Las nanopartículas también pueden estar distribuidas en un número de regiones que tengan diferentes concentraciones.

35 El dispositivo de seguridad ópticamente variable puede incluir además una capa metalizada. Preferiblemente, dicha capa está desmetalizada selectivamente en un número de posiciones. Además, el dispositivo puede incluir además una capa de resist sobre la capa metalizada. La capa metalizada y/o la capa de resist se disponen preferiblemente como marcas. Tales capas con o sin marcas pueden ser visibles desde el mismo lado del cristal fotónico que recibe la luz, o desde el lado inverso. También se contempla la visión transmisiva de las capas.

40 También se prefiere que el dispositivo se disponga de manera que sea legible por máquina. Esto se puede lograr de varias formas. Por ejemplo, al menos una capa del dispositivo (opcionalmente como una capa separada) o el cristal fotónico propiamente dicho puede incluir además material legible por máquina. Preferiblemente, el material legible por máquina es un material magnético, tal como magnetita. El material legible por máquina puede ser sensible a un estímulo externo. Además, cuando el material legible por máquina se forma en una capa, esta capa puede ser transparente.

45 El dispositivo de seguridad ópticamente variable puede ser usado en muchas aplicaciones diferentes, por ejemplo, mediante unión a objetos de valor. Preferiblemente, los dispositivos de seguridad están adheridos o sustancialmente contenidos dentro de un documento de seguridad. Tales documentos de seguridad incluyen billetes de banco, cheques, pasaportes, tarjetas de identidad, certificados de autenticidad, sellos fiscales y otros documentos para asegurar el valor o la identidad personal.

50 Por lo tanto, el dispositivo de seguridad se puede unir a una superficie de tal documento o se puede incrustar dentro del documento con el fin de proporcionar superficies cristalinas para recibir luz incidente en una o cada una de las caras opuestas del documento. El dispositivo de seguridad puede tomar varias formas diferentes para uso con documentos de seguridad, incluyendo estos un hilo de seguridad, una fibra de seguridad, un parche de seguridad, una tira de seguridad, una banda de seguridad o una lámina de seguridad como ejemplos no limitadores.

55 Los materiales de cristal fotónico de base polimérica son especialmente adecuados para la presente invención e incluirían típicamente materiales poliméricos tanto para la matriz como para las esferas. Se describen ejemplos típicos de cristales fotónicos poliméricos adecuados para la presente invención en US20040131799, US20050228072, US20040253443 y US6337131. El cristal se puede formar de esferas del primer material y una matriz de un segundo material donde cada material tiene un índice de refracción respectivo diferente.

60 Los materiales adecuados para formar las esferas son preferiblemente materiales de un solo polímero o copolímero. Los ejemplos típicos incluyen tanto polímeros como copolímeros de monómeros insaturados polimerizables y policondensados y copolicondensados de monómeros conteniendo al menos dos grupos reactivos, tales como, por

ES 2 338 825 T3

ejemplo, poliésteres alifáticos de peso molecular alto, alifáticos/aromáticos o completamente aromáticos, poliamidas, policarbonatos, poliureas y poliuretanos, pero también son adecuadas las resinas amino y fenólicas, tales como, por ejemplo, condensados de melamina-formaldehído, urea-formaldehído y fenol-formaldehído.

5 Los materiales adecuados para formar la matriz incluyen polímeros de adición y copolímeros de monómeros insaturados polimerizables y también de los policondensados y copolicondensados de monómeros que tienen dos o más grupos reactivos, por ejemplo, poliésteres alifáticos de alto peso molecular, alifáticos-aromáticos o completamente aromáticos y poliamidas, pero también de las resinas amino y fenólicas, tal como condensados de melamina-formaldehído, urea-formaldehído y fenol-formaldehído.

10 También se contemplan materiales no poliméricos para las esferas y la matriz y pueden ser inorgánicos o metálicos o un compuesto híbrido.

15 Preferiblemente el material de cristal fotónico para uso en la presente invención tiene forma de película. Los métodos de producción para formar películas poliméricas de materiales de cristal fotónico son conocidos en la técnica. Por ejemplo, se puede hacer películas usando técnicas estándar de procesamiento continuo de polímeros tales como laminado, calandrado, soplado de película o extrusión de película plana como se detalla en US20050228072. En este proceso, la alineación de las esferas tiene lugar bajo la fuerza mecánica aplicada por el proceso de formación de película. Una vez formada la película, la matriz se entrecruza para fijar la orientación de las esferas. Se puede hacer alternativamente una
20 película de material de cristal fotónico aplicando una composición de recubrimiento, incluyendo las esferas y matriz, a una película de soporte como se describe en US6337131. Una vez aplicada la composición de recubrimiento, se quita todo material dispersante o diluyente y las esferas se orientan mediante un proceso de sedimentación, después de lo que la matriz se entrecruza para fijar la orientación de esferas.

25 Alternativamente, el material de cristal fotónico puede ser usado en forma de polvo o pigmentado. Los pigmentos se obtienen formando una película en una capa de soporte, separando la película y rectificándola hasta un pigmento o polvo.

30 El dispositivo de seguridad podría estar dispuesto completamente en la superficie del documento, como en el caso de una banda o parche, o puede ser visible solamente parcialmente en la superficie del documento en forma de un hilo de seguridad con ventana. El material de cristal fotónico se incorpora preferiblemente a la estructura del dispositivo como una película, pero alternativamente se puede incorporar como un recubrimiento pigmentado.

35 El dispositivo de seguridad puede incluir otras características de seguridad adicionales o el dispositivo se puede colocar sobre una característica adicional de seguridad, de la que un ejemplo es la capa selectivamente desmetalizada explicada anteriormente, con el fin de proporcionar mayor seguridad. El dispositivo de seguridad también se puede soportar sobre una capa transparente, por ejemplo, para que la superficie contactada por la capa transparente pueda recibir o transmitir luz.

40 Ahora llevan hilos de seguridad muchas divisas del mundo, así como bonos, pasaportes, cheques de viaje y otros documentos. En muchos casos el hilo está dispuesto en una forma parcialmente incrustada o con ventana donde parece que el hilo entra y sale del papel. Un método para producir papel con los denominados hilos con ventana se puede ver en EP0059056. EP0860298 y WO03095188 describen diferentes acercamientos para la incrustación de hilos más anchos parcialmente expuestos en un sustrato de papel. Los hilos anchos, típicamente con una anchura de 2-6 mm, son
45 especialmente útiles puesto que la zona adicional expuesta permite un mejor uso de dispositivos ópticamente variables tales como la presente invención.

50 El dispositivo se podría incorporar al documento de tal manera que las regiones del dispositivo son visibles desde ambos lados del documento. Se conocen en la materia técnicas para formar regiones transparentes tanto en los sustratos tanto de papel como de polímero. Por ejemplo, WO 8300659 describe un billete de banco de polímero formado a partir de un sustrato transparente incluyendo un recubrimiento opacificante en ambos lados del sustrato. El recubrimiento opacificante se omite en regiones localizadas en ambos lados del sustrato para formar una región transparente.

55 En EP1141480 y WO03054297 se describen métodos para incorporar un dispositivo de seguridad de tal manera que sea visible desde ambos lados de un documento de papel. En el método descrito en EP1141480 un lado del dispositivo está completamente expuesto en una superficie del documento en la que está parcialmente incrustado, y parcialmente expuesto en ventanas en la otra superficie del sustrato.

60 En el caso de una banda o parche, la película de cristal fotónico se prefabrica preferiblemente en un sustrato de soporte y se transfiere al sustrato en un paso operativo posterior. La película de cristal fotónico se puede aplicar al documento usando una capa adhesiva. La capa adhesiva se aplica a la película de cristal fotónico o la superficie del documento seguro al que se ha de aplicar el dispositivo. Después de transferir la tira de soporte, se puede quitar dejando el dispositivo de película de cristal fotónico como la capa expuesta o alternativamente la capa de soporte puede permanecer como parte de la estructura que actúa como una capa protectora exterior.

65 Después de la aplicación del dispositivo de cristal fotónico, el documento, tal como un billete de banco, experimenta más procesos de impresión de seguridad estándar incluyendo uno o más de los siguientes; impresión litográfica en húmedo o en seco, impresión de huecograbado, impresión con tipos, impresión flexográfica, serigrafía, y/o impresión

ES 2 338 825 T3

por fotograbado. En un ejemplo preferido y para aumentar la efectividad del dispositivo de seguridad contra la falsificación, el diseño del dispositivo de seguridad se deberá conectar al documento que protege mediante el contenido y registro de los diseños y la información identificativa dispuesta en el documento.

5 Además, el dispositivo de cristal fotónico puede ser personalizado por sobreimpresión o relieve antes o después de incorporarse al documento de seguridad. El relieve puede incluir un relieve no difractivo basto o un relieve difractivo. El dispositivo se puede disponer para producir una imagen latente que sea selectivamente visible según el ángulo de visión. La superficie del cristal fotónico puede estar directamente en relieve para producir estructuras elevadas que pueden ser usadas para formar una imagen latente. Además el dispositivo se puede disponer de manera que incluya un
10 holograma, usando opcionalmente una estructura en relieve en la superficie del cristal fotónico, o proporcionando una estructura difractiva en otra capa metálica que pueda solapar parcialmente el cristal, por ejemplo.

En algunos casos, el cristal fotónico puede exhibir otro efecto óptico en respuesta a un estímulo externo. Típicamente el efecto óptico adicional es un efecto ópticamente variable. El estímulo puede tomar varias formas, incluyendo
15 un estímulo mecánico, térmico, químico, eléctrico, magnético, electromagnético o sónico, o de hecho una combinación de tales estímulos. Aunque tales estímulos pueden tener un efecto irreversible, el efecto es preferiblemente reversible. Se puede usar un cristal fotónico elástico para lograr tal efecto.

Ahora se describirán algunos ejemplos de la presente invención con referencia a los dibujos acompañantes, en los
20 que:

La figura 1 ilustra la operación de los efectos del cristal fotónico.

La figura 2 representa la incorporación de un cristal fotónico sobre una capa de soporte según un primer ejemplo.
25

La figura 3 representa el dispositivo de seguridad como un segundo ejemplo incorporado a un documento de seguridad.

La figura 4 representa un tercer ejemplo de un dispositivo de seguridad para uso en un hilo de seguridad con
30 ventana.

La figura 5 representa un dispositivo de seguridad según un cuarto ejemplo que tiene una capa polimérica de soporte.

La figura 6a representa un dispositivo de seguridad según un quinto ejemplo que tiene caracteres desmetalizados.
35

La figura 6b representa un sexto ejemplo legible por máquina incluyendo material magnético.

La figura 7 representa la incorporación de un dispositivo de seguridad según un séptimo ejemplo dentro de una
40 región transparente.

La figura 8a representa un dispositivo de seguridad según un octavo ejemplo.

La figura 8b representa un noveno ejemplo legible por máquina como una alternativa del octavo ejemplo.
45

La figura 9a representa una vista lateral frontal de un dispositivo de seguridad parcialmente incrustado dentro de un sustrato de papel.

La figura 9b representa una vista posterior lateral correspondiente.
50

La figura 10 representa una sección transversal de un dispositivo de seguridad de un décimo ejemplo incluyendo dos cristales fotónicos.

Las figuras 11a,b,c representan un dispositivo de seguridad del undécimo ejemplo cuando se ve desde tres direcciones diferentes (11a, 11b, 11c, respectivamente).
55

La figura 12 representa un dispositivo de seguridad del duodécimo ejemplo que además está en relieve.

La figura 13 representa un dispositivo de seguridad del decimotercer ejemplo que tiene capas de absorción roja y
60 negra.

La figura 14 representa el dispositivo de seguridad del decimotercer ejemplo aplicado a un documento.

La figura 15 representa un dispositivo de seguridad del decimocuarto ejemplo que tiene intervalos en el cristal
65 fotónico y que tiene una capa de absorción.

La figura 16 representa un dispositivo de seguridad del decimoquinto ejemplo conteniendo nanopartículas.

ES 2 338 825 T3

La figura 17 representa un dispositivo de seguridad del decimosexto ejemplo para uso como una etiqueta.

La figura 18 representa el dispositivo del decimosexto ejemplo unido a un sustrato.

5 La figura 19 representa un decimoséptimo ejemplo, análogo al decimosexto.

Las figuras 20a,b,c muestran el dispositivo de seguridad del decimoséptimo ejemplo cuando se ve desde tres direcciones diferentes (20a, 20b, 20c, respectivamente).

10 Las figuras 21a, 21b muestran vistas frontal y posterior, respectivamente, de un dispositivo de seguridad del decimooctavo ejemplo que tiene un cristal fotónico elástico.

Y la figura 21c es una vista esquemática del decimooctavo ejemplo deformado en la mano de un usuario.

15 La figura 1 representa el dispositivo de seguridad de la presente invención incorporado a un documento de seguridad, como un parche aplicado superficialmente. La figura 2 representa una vista en sección transversal del parche en el documento en la figura 1.

20 El dispositivo incluye una película de autosoporte de cristal fotónico, sobre la que se aplica una capa de absorción oscura. Se ha aplicado una capa adhesiva a la superficie exterior del dispositivo en la capa de absorción oscura para adherirla al documento seguro. Aunque la física detallada de los cristales fotónicos es más bien compleja, el principio se puede resumir considerando que el cristal fotónico exhibe un intervalo de banda fotónica parcial diferente para propagar luz en la dirección x en comparación con la propagación de luz en la dirección y . La variación del intervalo de banda fotónica parcial en el plano xz y el plano $y-z$ puede ser un resultado de la simetría de la estructura cristalina fotónica, es decir, la disposición empaquetada de las esferas, o un resultado de la presencia de inclusiones o defectos dentro de la estructura cristalina fotónica.

30 Cuando el dispositivo en la figura 2 se ve en reflexión a lo largo de la dirección de visión 1, se observa un efecto de cambio de color de alto contraste cuando el dispositivo se inclina a lo largo del eje 1. Al girar el dispositivo alrededor de la normal al plano del dispositivo y ver a lo largo de la dirección de visión 2, el color del dispositivo cambiará y además exhibirá un cambio de color diferente cuando se incline a lo largo del eje 2 en comparación a cuando se inclina a lo largo del eje 1 el mismo rango angular. Por ejemplo, el cambio de color puede ser de rojo, cuando se ve en un ángulo de incidencia relativamente alto, por ejemplo 70° , al plano de sustrato, a verde cuando se ve en un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45° , al plano del sustrato. Al girar el documento de seguridad y verlo a lo largo de la dirección de visión 2, se observa un cambio de color de alto contraste diferente, para el mismo rango angular, cuando el dispositivo se inclina a lo largo del eje 2 en comparación con a lo largo del eje 1. Por ejemplo el cambio de color puede ser de verde, cuando se ve a 70° al plano de sustrato, a azul cuando se ve a 45° de incidencia al plano del sustrato.

40 La figura 3 representa el dispositivo de seguridad de la presente invención incorporado a un documento de seguridad como un hilo con ventana con ventanas de hilo expuesto y zonas de hilo incrustado. La figura 4 representa una vista en sección transversal de un ejemplo de la presente invención adecuado para aplicación como un hilo de seguridad con ventana. El dispositivo incluye una película de autosoporte de cristal fotónico, sobre la que se aplica una capa de absorción oscura. Se puede aplicar una capa adhesiva a las superficies exteriores del dispositivo para mejorar la adherencia al documento seguro.

50 Cuando el dispositivo en la figura 3 se ve en reflexión en condiciones ambientales, se observa un efecto de cambio de color de alto contraste en las regiones de ventana de la capa de cristal fotónico cuando el dispositivo se inclina a lo largo de una primera dirección. Por ejemplo, observando a lo largo del eje largo del hilo de seguridad (dirección de visión 1), el cambio de color puede ser de rojo, cuando se ve en un ángulo de incidencia, por ejemplo 70° , a verde cuando se ve en un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45° al plano del sustrato, siendo la inclinación en un plano conteniendo la primera dirección de visión, es decir, basculado alrededor del eje 2. Si el dispositivo se pasa a 70° al plano del sustrato y se gira 90° de tal manera que ahora se vea a lo largo del eje corto del hilo de seguridad (dirección de visión 2), se observará un cambio de color en rotación, por ejemplo, de todo a verde. Si se mantiene la dirección de visión 2, se observa un segundo cambio de color angular dependiente diferente, por ejemplo de verde a azul, cuando el dispositivo se inclina a un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45° al plano del sustrato, siendo la inclinación en un plano conteniendo la segunda dirección de visión, es decir, basculado alrededor del eje 1.

60 En una estructura alternativa a la representada en la figura 4, e ilustrada en la figura 5, el dispositivo de seguridad incluye un sustrato polimérico de soporte, por ejemplo tereftalato de polietileno (PET) o polipropileno biaxialmente orientado (BOPP), sobre el que se aplica una capa de absorción oscura. Posteriormente se aplica una capa de material de cristal fotónico a la superficie opuesta de la película de soporte, o alternativamente sobre la capa de absorción oscura. La capa de cristal fotónico se puede formar directamente sobre el sustrato de soporte como una película recubierta o formarse como una película separada y después laminar al sustrato de soporte. La película separada se puede formar como una capa de autosoporte, usando por ejemplo extrusión, o por recubrimiento sobre una capa de soporte temporal que después se desecha durante el proceso de laminación. Esto es especialmente beneficioso cuando el sustrato de soporte para el hilo de seguridad incluye características de seguridad adicionales, tales como capas magnéticas y capas metalizadas incluyendo caracteres desmetalizados, que pueden no ser adecuados para aplicación

ES 2 338 825 T3

directa a la capa de cristal fotónico o que reducen la idoneidad del sustrato de soporte a usar como una capa sobre la que el cristal fotónico se puede formar directamente. Se puede aplicar una capa adhesiva a las superficies exteriores del dispositivo para mejorar la adherencia al documento seguro.

5 El hecho de que el dispositivo de seguridad en las figuras 3, 4 y 5 tenga forma de un hilo de seguridad con ventana es para ilustración solamente y el cristal fotónico se podría emplear fácilmente como parte de una característica de seguridad aplicada en superficie tal como una banda o un parche.

10 Los ejemplos de la presente invención descrita en las figuras 3 y 4 se ven principalmente en reflexión y como tal los efectos ópticos del material de cristal fotónico se ven mejor contra un fondo oscuro de absorción no selectiva. Esto se puede lograr poniendo una capa de absorción debajo de la capa de cristal fotónico o mediante la introducción de partículas absorbentes en los materiales de cristal fotónico. Las partículas absorbentes deberán ser significativamente más grandes que el tamaño de las esferas del retículo fotónico de modo que no produzcan un cambio en el retículo y en consecuencia un cambio indeseable en las propiedades ópticas.

15 Aunque el uso de una capa de absorción sustancialmente total, negra o muy oscura, puede dar origen a los cambios de color muy fuertes, se pueden generar otros efectos por el uso de una capa parcialmente absorbente de otros colores o una combinación de colores, dando origen a diferentes cambios de color evidentes. La capa absorbente de la presente invención puede incluir una tinta pigmentada o recubrimiento o alternativamente se puede usar un tinte absorbente no pigmentado.

20 Las propiedades ópticas de la capa de cristal fotónico se pueden personalizar modificando las características del retículo de cristal fotónico. La presencia de un intervalo de banda fotónica total o parcial, que da lugar a la exclusión de algunas longitudes de onda para direcciones específicas de incidencia/propagación, surge de la diferencia en el índice de refracción entre la matriz y las esferas que forman el cristal fotónico. El aumento de la diferencia en el índice de refracción entre las esferas y la matriz incrementa la intensidad de los colores y cambios de color observados e incrementa el número de direcciones de propagación de incidencia en las que se excluye una longitud de onda específica.

30 Los cristales fotónicos que se pueden formar más fácilmente en películas, incluyen típicamente materiales poliméricos para la matriz y las esferas. Los polímeros para la matriz y las esferas se pueden seleccionar con el fin de maximizar la diferencia del índice de refracción. La diferencia del índice de refracción deberá ser al menos 0,001, pero más preferiblemente superior a 0,01 e incluso más preferiblemente superior a 0,1.

35 Las propiedades ópticas de la capa de cristal fotónico también se pueden modificar cambiando la estructura cristalina, la espaciación del cristal o el tamaño de las esferas. Como una guía general, independientemente del tipo de polímero, el tamaño de partícula de las esferas es preferiblemente del rango de 50-500 nm, e incluso más preferiblemente del rango 100-500 nm, para que el cristal refleje luz en la región visible del espectro electromagnético.

40 Se ha referido en la literatura científica, (véase Optics Express, Vol. 15, N° 15, página 9553-9561, 23 Julio 2007), que se puede introducir nanopartículas en la matriz de un cristal fotónico con el fin de cambiar o mejorar los colores observados, los cambios de color y tolerancia en el ángulo de iluminación. El tamaño de las nanopartículas se selecciona preferiblemente de tal manera que asienten dentro de los lugares intersticiales del retículo de cristal. Las nanopartículas mejoran los eventos de dispersión resonante que tienen lugar dentro del cristal fotónico dando origen a colores estructurales fuertes. Por ejemplo, la incorporación de nanopartículas de carbono de menos de 50 nm de diámetro a un sistema incluyendo esferas de poliestireno con un tamaño de la esfera de 200 nm en una matriz de polietilacrilato, mejora la dispersión resonante del cristal fotónico y altera drásticamente el aspecto de la película de cristal fotónico de una con un aspecto opalescente de color débil a una película de color verde intenso. Por lo tanto, el uso de las nanopartículas proporciona una ventaja clave porque se observan colores intensos fuertes sin necesidad de una capa de absorción separada o la incorporación de partículas absorbentes bastas. Además, hay una mayor tolerancia en el ángulo de iluminación de tal manera que el color observado ya no es tan dependiente de la posición de la fuente de luz. En un segundo ejemplo se puede incorporar nanopartículas de magnetita para generar una película magnética de cambio de color legible por máquina.

55 La concentración de las nanopartículas se puede variar a través del dispositivo. Por ejemplo, las nanopartículas se podrían introducir en regiones localizadas o podría haber un gradiente en el número de nanopartículas a través del dispositivo. Esto dará lugar a una variación de la intensidad del color y el cambio de color asociado a través del dispositivo.

60 En una realización preferida la película elástica de cristal fotónico se produce por un proceso de extrusión, y las nanopartículas se añaden al depósito de polímero antes de la extrusión. En este caso, se pueden lograr bandas lateralmente espaciadas de nanopartículas proporcionando un conjunto de divisores en el depósito de polímero de modo que los aditivos se suministren a través del extrusor en posiciones laterales correspondientes.

65 Las partículas se pueden hacer de material que sea orientable en un campo eléctrico, magnético o electromagnético. De esta forma, la alineación de las partículas se puede llevar a cabo por la aplicación selectiva de dicho campo especificado a la película elástica de cristal fotónico antes del paso de entrecruzamiento final en la producción de la película. Se puede añadir partículas nanofotoluminiscentes, tales como puntos cuánticos, para crear una nueva característica de

ES 2 338 825 T3

seguridad de fotoluminiscencia. Por ejemplo, se puede añadir nanopartículas PbS para producir películas luminiscentes. La literatura científica (Nature Materials Volumen 5 Marzo 2006 página 179) ha demostrado que embeber puntos cuánticos en un cristal fotónico da lugar a la supresión de luminiscencia si la frecuencia de emisión cae dentro del intervalo de banda del cristal fotónico. Si la posición del intervalo de banda fotónica varía según la dirección de la luz incidente con relación a la orientación cristalina, de modo que se solapa o cruce a través del pico de fotoluminiscencia del emisor incrustado, se puede producir supresión/mejora de emisión y la modificación dinámica de las duraciones de la luminiscencia creando un dispositivo de seguridad interactivo donde la fluorescencia o fosforescencia se active o desactive girando simplemente el dispositivo con relación a la radiación incidente.

Los dispositivos de seguridad incluyendo materiales de cristal fotónico son inherentemente legibles por máquina debido a la selectividad de longitud de onda de los materiales de cristal fotónico. En otros ejemplos, el aspecto de legibilidad por máquina de la presente invención se puede ampliar más mediante la introducción de materiales detectables en el cristal fotónico o por la introducción de capas separadas legibles por máquina. Los materiales detectables que reaccionan a un estímulo externo incluyen, aunque sin limitación, materiales fluorescentes, fosforescentes, de absorción de infrarrojos, termocrómicos, fotocromáticos, magnéticos, electrocromáticos, conductores y piezocromáticos.

En una realización preferida, el pigmento en las capas absorbentes separadas es legible por máquina, por ejemplo, negro de carbón, para producir una capa legible por máquina, conductora o absorbente de IR. Alternativamente puede ser un material magnético, tal como magnetita, para producir una capa magnética legible por máquina.

Los expertos en la técnica entenderán también que el dispositivo de seguridad de la presente invención podría ser usado en combinación con acercamientos existentes para la fabricación de hilo de seguridad. Los ejemplos de métodos y construcciones adecuados que se puede usar incluyen, aunque sin limitación, los citados en WO03061980, EP0516790, WO9825236, y WO9928852.

La figura 6a ilustra cómo se puede combinar la presente invención con caracteres desmetalizados para aplicación como un hilo de seguridad con ventana. El método requiere una película metalizada incluyendo una película polimérica sustancialmente clara de PET o análogos, que tiene una capa opaca de metal en su primer lado. Una película premetalizada adecuada es película metalizada MELIN EX S de DuPont preferiblemente de 19 μm de grosor. La capa de metal se imprime con un resist que contiene un tinte o pigmento negro u oscuro. Los resists adecuados incluyen el tinte BASE Neozapon X51 o el pigmento (bien dispersado) "Carbon Black 7" mezclado con un material con buena adhesión a metal y resistencia cáustica.

La película metalizada impresa es desmetalizado después parcialmente, según un proceso de desmetalización conocido usando un lavado cáustico que quita el metal en las regiones no impresas con el resist. Las regiones restantes recubiertas con resist proporcionan una capa negra que es visible cuando la película desmetalizada se ve desde su primer lado (a lo largo de la flecha Y) interdispersada con regiones claras. El metal brillante de las partes restantes de la capa metálica solamente son visibles desde un lado opuesto de la película desmetalizada (a lo largo de la flecha X). El resist puede ser impreso en forma de marcas tales como palabras, números, configuraciones y análogos; en cuyo caso las marcas resultantes serán positivamente metalizadas, con el metal todavía cubierto por el resist oscuro o negro. Alternativamente el resist puede ser impreso con el fin de formar marcas negativamente, en cuyo caso las marcas resultantes las proporcionarán las regiones desmetalizadas. Sin embargo, las marcas formadas son claramente visibles desde ambos lados, especialmente en luz transmitida, debido al contraste entre las regiones del metal que han sido quitadas y las regiones opacas restantes. Entonces se aplica la capa de cristal fotónico, usando preferiblemente un proceso de transferencia, como el expuesto con referencia a la figura 5.

El dispositivo de seguridad ilustrado en la figura 6a exhibe dos características de seguridad de contraste visual. El dispositivo incluye los efectos ópticos de la capa de cristal fotónico, como se ha descrito con respecto a los ejemplos anteriores, cuando el sustrato acabado se ve en reflexión desde el primer lado (a lo largo de la flecha Y); y un recubrimiento metálico parcial brillante cuando se ve desde el otro lado (a lo largo de la flecha X). Adicionalmente, se pueden ver marcas positivas o negativas claras, definidas por el resist negro, en transmisión desde ambos lados. Este ejemplo es especialmente ventajoso cuando se usa en un dispositivo que es visible desde ambos lados del documento en el que se incorpora. Por ejemplo, el dispositivo podría incorporarse a un documento seguro usando los métodos descritos en EP1141480 o WO03054297.

La figura 6b ilustra una versión legible por máquina del dispositivo ilustrado en la figura 6a. El dispositivo incluye una capa base de PET metalizada desmetalizada con un diseño adecuado incluyendo carriles de metal que quedan a lo largo de cada borde del dispositivo. Como se ha descrito con referencia a la figura 6a, se usa un resist negro durante el proceso de desmetalización. Se puede aplicar una capa protectora sobre los carriles de metal (no representados en la figura) para evitar que el metal sea corroído por la capa magnética, que se aplica después. Una capa protectora adecuada es VHL31534 suministrada por Sun Chemical aplicada con un peso de recubrimiento de 2 gsm. La capa protectora puede estar pigmentada opcionalmente. El material magnético solamente se aplica sobre los carriles de metal con el fin de no oscurecer las marcas desmetalizadas. Entonces se aplica la capa de cristal fotónico, preferiblemente usando un proceso de transferencia, como se expone con referencia a la figura 5. Se puede aplicar una capa adhesiva a las superficies exteriores del dispositivo para mejorar la adherencia al documento de seguridad.

Cuando se incorpora un material magnético al dispositivo dentro de la capa absorbente o como una capa separada, el material magnético se puede aplicar en cualquier diseño, pero los ejemplos comunes incluyen el uso de

carriles magnéticos o el uso de bloques magnéticos para formar una estructura codificada. Los materiales magnéticos adecuados incluyen pigmentos de óxido de hierro (Fe_2O_3 o Fe_3O_4), ferritas de bario o estroncio, hierro, níquel, cobalto y aleaciones de estos. En este contexto el término “aleación” incluye materiales como níquel: cobalto, hierro:aluminio:níquel:cobalto y análogos. Se puede usar materiales de níquel en copos; también son adecuados los materiales de hierro en copos. Los copos de níquel típicos tienen unas dimensiones laterales en el rango de 5-50 micras y un grosor de menos de 2 micras. Los copos de hierro típicos tienen unas dimensiones laterales en el rango de 10-30 micras y un grosor de menos de 2 micras.

En una realización alternativa legible por máquina se puede incorporar una capa magnética transparente en cualquier posición dentro de la estructura del dispositivo. En WO-A-03091953 y WO-A03091952 se describen capas magnéticas transparentes adecuadas conteniendo una distribución de partículas de un material magnético de un tamaño y distribuidas a una concentración en la que la capa magnética permanece transparente.

En otro ejemplo, el dispositivo de seguridad de la presente invención se puede incorporar en un documento de seguridad de tal manera que el dispositivo se incorpore a una región transparente del documento. El documento de seguridad puede tener un sustrato formado de cualquier material convencional incluyendo papel y polímero. Se conocen en la materia técnicas para formar regiones transparentes en cada uno de estos tipos de sustratos. Por ejemplo, WO8300659 describe un billete de banco polimérico formado por un sustrato transparente incluyendo un recubrimiento opacificante en ambos lados del sustrato. El recubrimiento opacificante se omite en regiones localizadas en ambos lados del sustrato para formar una región transparente.

EP1141480 describe un método de hacer una región transparente en un sustrato de papel. Otros métodos para formar regiones transparentes en sustratos de papel se describen en EP0723501, EP0724519 y WO03054297.

La figura 7 representa el dispositivo de seguridad de la presente invención incorporado a una región transparente de un documento de seguridad. La figura 8a representa una vista en sección transversal del dispositivo de seguridad dentro de la región transparente. El dispositivo de seguridad incluye una capa de soporte transparente, que forma preferiblemente la región transparente del sustrato. Se aplica un material absorbente a la capa transparente en regiones localizadas para formar una configuración reconocible o imagen identificativa. Una capa incluyendo un material de cristal fotónico, que exhibe las mismas características ópticas que el material de cristal fotónico en las figuras 3 y 4, está situado encima de la capa absorbente.

Cuando el dispositivo de la figura 7 se ve en reflexión desde el lado A, se observa un efecto de cambio de color diferente de alto contraste en dos direcciones diferentes, desde las regiones de la capa de cristal fotónico situadas encima de la capa absorbente, cuando el dispositivo se inclina. Por ejemplo, en la dirección de visión 1 (figura 7), el cambio de color puede ser de rojo, cuando se ve en un ángulo de incidencia al plano de sustrato, a verde cuando se ve en un ángulo de incidencia más oblicuo al plano del sustrato. En la dirección de visión 2, se aplicará un cambio de color diferente, sobre el mismo rango angular, por ejemplo, de verde a azul. En las regiones no encima de la capa absorbente, el color transmitido satura el color reflector. Los colores transmitidos y reflejados son complementarios, por ejemplo, un cambio de color de rojo a verde en reflexión se ve como un cambio de color de cian a magenta en transmisión.

Cuando el dispositivo en la figura 8a se vea en reflexión o transmisión desde el lado B, la capa de absorción oscura será visible en forma de una imagen identificativa. Si una imagen oscura no es estéticamente aceptable, entonces se podría usar un material/color más agradable estéticamente para ocultar el resist oscuro de modo que no sea visible desde el lado B. Por ejemplo, las zonas de absorción oscuras se podrían sobreimprimir en el lado B de la región transparente con tintas opacas de color diferente o tintas metálicas. Alternativamente, el sustrato de soporte transparente podría ser sustituido por un sustrato polimérico metalizado, como se ilustra en la figura 8b. El sustrato metalizado se imprime con un resist oscuro, como se ha explicado con referencia a la figura 6, en forma de la imagen identificativa. La película metalizada impresa se desmetaliza entonces parcialmente quitando el metal en las regiones no impresas con el resist. Cuando se ve desde el lado A, la película de cristal fotónico se ve contra el resist oscuro absorbente y aparece como se describe con referencia a la figura 8a, pero cuando se ve desde el lado B, se observa una imagen metálica de la imagen identificativa impresa con el resist oscuro. La imagen podría ser positiva, es decir, definida por las regiones metálicas, o negativa, es decir, definida por las regiones transparentes entre las regiones metálicas.

En una construcción alternativa legible por máquina, el resist oscuro en la figura 8b se puede formar usando un pigmento magnético, por ejemplo, magnetita para proporcionar un código legible por máquina. En otra realización, solamente parte del resist oscuro está provista de un pigmento magnético y el resto está provisto de un pigmento no magnético. Si ambas regiones magnética y no magnética son sustancialmente totalmente absorbentes, no habrá diferencia visual en la película de cristal fotónico sobre las dos regiones y por lo tanto el formato del código no será fácilmente evidente.

La figura 9 ilustra un ejemplo donde el dispositivo de seguridad de la presente invención se ha incorporado a un agujero de un sustrato de papel. Se incorpora una película de cristal fotónico de autosoporte a un sustrato de papel como se describe en EP1141480. Un lado de la película de cristal fotónico está completamente expuesto en la superficie delantera de un sustrato de papel en el que se incrusta parcialmente (figura 9a), y parcialmente expuesta en un agujero en la superficie trasera del sustrato (figura 9b). En este ejemplo se han incorporado nanopartículas de carbono a la estructura cristalina fotónica.

ES 2 338 825 T3

Al ver el dispositivo de la parte delantera del documento en reflexión, ilustrado en la figura 9a, y mirar a lo largo de la dirección de visión 1, se observa un cambio de color de alto contraste a lo largo de todo el dispositivo de seguridad alargado expuesto. En este ejemplo el cambio de color es de rojo, cuando se ve en un ángulo de incidencia al plano de sustrato, por ejemplo 70°, a verde cuando se ve en un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45°, al plano del sustrato. Al girar el dispositivo y mirar a lo largo de la dirección de visión 2, se observa un color diferente en comparación con la visión a lo largo de la dirección de visión) para un ángulo de incidencia dado. Por ejemplo, a un ángulo de 70° al plano del sustrato, el sustrato aparece verde en la dirección de visión 2 en comparación con rojo en la dirección de visión 1. Al inclinarlo a un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45°, el color del dispositivo se desplaza de verde a azul en la dirección de visión 2 en comparación con rojo a verde en la dirección de visión 1. La incorporación de las nanopartículas produce una película sustancialmente opaca de color fuerte, de una sola capa, es decir, no laminada.

Ésta es una ventaja sobre las películas de cambio de color de cristal líquido donde hay que usar una capa de absorción negra u oscura separada para generar una película sustancialmente opaca de color fuerte. Si se usa un dispositivo a base de cristal líquido en el ejemplo representado en la figura 9a, entonces para que el efecto de cambio de color reflector sea visible desde ambos lados del documento, se requerirían dos películas de cristal líquido con una capa absorbente entre ellas. En contraposición, en la presente invención, el uso de la película de cristal fotónico de autosoprote dopada con nanopartículas de carbono permite que el efecto de cambio de color reflector sea visible desde ambos lados del documento usando solamente una sola capa de material de cambio de color. Al ver el dispositivo desde la parte trasera del documento en reflexión, ilustrado en la figura 9b, se producen las mismas propiedades ópticas rotacionalmente dependientes, cuando se observa desde la parte delantera del documento, donde la película de cristal fotónico está expuesta en el agujero.

En una realización alternativa a la referenciada en las figuras 9a y 9b, la película de cristal fotónico puede ser soportada por una capa de soporte para facilitar su incorporación al documento de papel. La capa de cristal fotónico se puede formar directamente sobre el sustrato de soporte como una película recubierta o formarse como una película separada y después laminar al sustrato de soporte. El sustrato de soporte puede incluir características de seguridad adicionales incluyendo diseños desmetalizados, diseños holográficos en combinación con una capa altamente reflectora, tal como una capa metálica o una capa fina transparente de un material de alto índice de refracción (por ejemplo ZnS), marcas impresas, materiales luminiscentes o magnéticos, y relieve basto con un diseño de seguridad que puede ser relieve ciego para producir una característica táctil/visible o podría incluir tintas de impresión para mejorar más la visibilidad. De esta manera se puede observar una característica de seguridad diferente a ambos lados del dispositivo de seguridad.

En otra realización, el dispositivo de seguridad de la presente invención se puede construir de tal manera que se observen diferentes efectos de cambio de color en ambas superficies del dispositivo de seguridad. Esto se puede lograr laminando conjuntamente dos películas de cristal fotónico con diferentes características ópticas o variando las características ópticas de la película de cristal fotónico en el grosor de la película.

Por ejemplo, se puede hacer dos películas de cristal fotónico de los mismos materiales para las esferas y matriz, pero diferentes en sus propiedades ópticas debido a una diferencia de tamaño de las esferas. La figura 10 representa una sección transversal de un dispositivo de seguridad incluyendo dos películas de cristal fotónico adheridas conjuntamente con un adhesivo laminar. El adhesivo laminar incluye un tinte o pigmento oscuro de modo que también actúe como una capa absorbente. El dispositivo se puede hacer legible por máquina incorporando un pigmento magnético al adhesivo laminar o aplicando una capa magnética adicional a la superficie interior de una o ambas películas de cristal fotónico. Se puede aplicar una capa adhesiva a las superficies exteriores del dispositivo para mejorar la adherencia al documento seguro. El dispositivo de seguridad se incorpora a un documento de tal manera que al menos en regiones localizadas esté expuesto en ambas superficies del documento seguro. En este ejemplo, la primera película de cristal fotónico exhibe dos cambios de color diferentes cuando se ve a lo largo de la dirección de visión 1 y 2 respectivamente (no representado en la figura 10). La dirección de visión 1 es paralela a un lado corto del documento y la dirección de visión 2 es paralela a un lado largo del documento. Cuando se ve a lo largo de la dirección de visión 1, el dispositivo parece rojo cuando se ve en un ángulo de 70° al plano del sustrato y cambia a verde en un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45°. En contraposición, cuando se ve a lo largo de la dirección de visión 2, el dispositivo exhibe un cambio de color de naranja a azul cuando se inclina a través del mismo rango angular. La segunda película de cristal fotónico parece amarilla cuando se ve en luz reflejada a lo largo de la dirección de visión 1 en un ángulo de 70° al plano del sustrato y cambia a índigo en un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45°. En contraposición, cuando se ve a lo largo de la dirección de visión 2, el dispositivo exhibe un cambio de color de verde a violeta cuando se inclina a través del mismo rango angular.

También se pueden generar efectos de cambio de color diferentes en ambas superficies del dispositivo de seguridad usando una sola capa de película de cristal fotónico variando localmente las características ópticas de la película de cristal fotónico en el grosor de la película. Por ejemplo, el tamaño de la esfera se puede variar a través del grosor de la película. Esta variación puede ser introducida controlando el conjunto de las esferas durante la formación de la película de cristal fotónico. Alternativamente si la película se fabrica por extrusión de polímero, entonces se pueden generar dos mezclas de polímero, incluyendo las esferas y la matriz, con diferente tamaño de las esferas. Las dos mezclas de polímero se pueden coextrusionar entonces a una sola película polimérica que forma una estructura cristalina donde hay un cambio de paso en el tamaño de la esfera en una interface en el centro de la película.

El dispositivo de seguridad de la presente invención se puede personalizar más con el fin de aumentar la dificultad de falsificación y/o de proporcionar información identificativa. El proceso de personalización puede tener lugar antes o después de incorporar el dispositivo al documento. En un ejemplo, la personalización del dispositivo de seguridad tiene lugar aplicando información impresa a la película de cristal fotónico. La película de cristal fotónico puede ser impresa con imágenes usando alguno de los procesos de impresión convencionales tales como huecograbado, fotograbado, inyección de tinta, litografía offset, serigrafía, difusión de tinte y flexografía. La impresión se puede aplicar como una sola impresión en un solo color o como múltiples impresiones en colores múltiples.

En una realización preferida, las imágenes se imprimen parcialmente en la película de cristal fotónico y parcialmente en el sustrato al que se incorpora el dispositivo de tal manera que el diseño siga ininterrumpido entre las dos superficies. En otra realización, uno de los colores de las imágenes impresas corresponde a uno de los colores de cambio de la película de cristal fotónico. Por ejemplo, si la película de cristal fotónico cambia de rojo a verde al inclinar el dispositivo en una dirección de visión específica, entonces toda información impresa roja será sustancialmente invisible a ciertos ángulos de incidencia, pero será visible cuando la muestra se incline y el rojo estático de la información impresa contraste con el verde de la película de cristal fotónico ópticamente variable. De esta manera se puede crear una característica de seguridad de imagen latente.

La figura 11 ilustra otro ejemplo de la presente invención donde un dispositivo de seguridad ha sido incorporado al documento como un parche aplicado superficialmente. Se imprime una imagen identificativa roja de tal manera que una parte esté en el sustrato y otra parte esté en el dispositivo de seguridad. Al ver el sustrato a lo largo de la dirección de visión 1 en un ángulo de aproximadamente 70° al plano del sustrato (figura 11a), el dispositivo de seguridad parece rojo y satura la información impresa en el dispositivo de seguridad de tal manera que solamente la información impresa en el sustrato sea visible. La información impresa se manifiesta inclinando o girando el sustrato. Al inclinar el sustrato a un ángulo de incidencia más oblicuo, mientras se mira a lo largo de la dirección de visión 1, el cristal fotónico cambia de rojo a verde. Al girar el sustrato y mirar a lo largo de la dirección de visión 2, pero manteniendo el mismo ángulo de incidencia, el cristal fotónico también cambia de rojo a verde. En ambos casos, la información impresa roja aparecerá en el dispositivo de seguridad y se formará una imagen completa con la información impresa en el sustrato (figura 11b). Si el dispositivo se inclina mientras se mira a lo largo de la dirección de visión 2, en el mismo rango angular que en la dirección de visión 1, la película de cristal fotónico cambia de verde a azul y la imagen identificativa roja permanece visible. También se puede imprimir una segunda imagen identificativa verde en el dispositivo de seguridad. La imagen verde será visible a lo largo de la dirección de visión 1 cuando el ángulo de incidencia sea aproximadamente 70° al plano del sustrato, pero desaparecerá cuando el dispositivo se incline y el cristal fotónico cambie de rojo a verde (figura 11b). En contraposición, la imagen verde será sustancialmente invisible a lo largo de la dirección de visión 2 cuando el ángulo de incidencia sea aproximadamente 70° al plano del sustrato, pero aparecerá cuando el dispositivo se incline a un ángulo más oblicuo y la película de cristal fotónico cambie de verde a azul (figura 11c).

El dispositivo de seguridad del ejemplo de las figuras 11a, 11b, 11c tiene un número de aspectos seguros; en primer lugar, diferentes cambios de color en inclinación con direcciones de visión diferentes, y en segundo lugar, la presencia de dos imágenes latentes que se activan y desactivan alternativamente por inclinación en una dirección de visión, pero que pueden ser activadas simultáneamente por inclinación en una segunda dirección de visión.

Como una alternativa a la impresión de tintas de color ordinarias, también es posible imprimir tintas funcionales. Por tintas funcionales entendemos tintas que reaccionan a un estímulo externo. Las tintas de este tipo incluyen, aunque sin limitación, las fluorescentes, fosforescentes, de absorción infrarroja, termocrómicas, fotocromáticas, magnéticas, electrocromáticas, conductoras y piezocromáticas.

Además de tintas funcionales, también es posible imprimir sobre la película de cristal fotónico con otras tintas de efecto óptico. Las tintas de efecto óptico incluyen OVI[®] y Oasis[®] comercializadas por Sicpa. Otras tintas ópticas incluyen tintas conteniendo pigmentos iridiscentes, iriodin, perlescentes, de cristal líquido y a base de metal.

En otra realización, la personalización del dispositivo de seguridad tiene lugar estampando en relieve la película de cristal fotónico con estructuras de líneas elevadas. El estampado en relieve de estructuras de líneas elevadas en películas de cristal fotónico es especialmente ventajoso porque las facetas generadas por el relieve dan lugar a un cambio en el ángulo de incidencia de la luz entrante, generando facetas de diferentes colores debido al hecho de que el color de la película de cristal fotónico depende del ángulo de visión. El uso de una estructura de líneas elevadas con una película de cristal fotónico tiene dos aspectos seguros; en primer lugar, la característica ópticamente variable generada por la estructura de líneas y, en segundo lugar, la creación de regiones localizadas que exhiben diferentes cambios de color de la película de fondo.

Por ejemplo, si el dispositivo de cristal fotónico exhibe un cambio de color verde a azul al inclinar el dispositivo alejándolo de la incidencia normal, entonces cuando se vea en incidencia normal las regiones en relieve y no en relieve parecerá verde. Al inclinar el dispositivo, las regiones no en relieve y en relieve cambiarán de verde a azul en ángulos de visión diferentes cuando se incline el dispositivo.

Otra ventaja de usar estructuras de líneas elevadas en relieve es que las estructuras tienen una superficie elevada que puede ser identificado al tacto. La superficie lisa de la película de cristal también mejora la tactibilidad de estas estructuras elevadas.

ES 2 338 825 T3

Las estructuras de líneas en relieve pueden tomar cualquier forma conveniente, incluyendo recta (rectilínea) o curvada tal como arcos completos o parciales de un círculo o secciones de una onda sinusoidal. Las líneas pueden ser continuas o discontinuas y, por ejemplo, formarse de trazos, puntos u otras formas. Por otras formas entendemos que los puntos o trazos podrían tener una forma gráfica. Las anchuras de línea son típicamente en el rango de 10-500 micras, preferiblemente de 50-300 micras. Preferiblemente, las líneas individuales son visibles a simple vista, dando una serie de múltiples líneas la impresión visual principal. Las líneas pueden definir cualquier forma, por ejemplo de cuadrado, triángulo, hexágono, estrella, flor o marcas como una letra o número.

Las estructuras de líneas en relieve se forman preferiblemente aplicando una placa de relieve a la película de cristal fotónico bajo calor y presión. Preferiblemente el proceso de relieve tiene lugar durante el proceso de impresión de huecograbado y se lleva a cabo usando una plancha de huecograbado que tiene rebajes que definen las estructuras de líneas. Preferiblemente, la película de cristal fotónico es ciega en relieve, es decir, los rebajes no se llenan de tinta. Sin embargo, también es posible que algunos rebajes que definen la estructura en relieve, se puedan llenar de tinta y otros queden sin llenar. Además, la impresión de huecograbado o relieve ciego se puede llevar a cabo en regiones del sustrato adyacentes al dispositivo de seguridad usando la misma plancha de huecograbado con el fin de lograr la correspondencia exacta entre las regiones diferentes.

La figura 12 representa un ejemplo de un sustrato de seguridad incluyendo un dispositivo de seguridad de la presente invención donde las películas de cristal fotónico han sido personalizadas estampando en relieve la película después de haberse aplicado al sustrato base. En este ejemplo la película elástica de cristal fotónico ha sido incorporada a un sustrato de papel de la misma manera que la referenciada en las figuras 9a, 9b y descrita en EP1141480. La figura 12 representa la superficie delantera del sustrato de papel en que el dispositivo está completamente expuesto. El dispositivo también está expuesto en la superficie trasera en la región abierta. En este ejemplo la película de cristal fotónico exhibe un cambio de color rojo-verde al inclinar el dispositivo a un ángulo oblicuo de incidencia y ver a lo largo de la dirección de visión 1 y un cambio de color verde-azul al inclinar el dispositivo a un ángulo oblicuo de incidencia y ver a lo largo de la dirección de visión 2. Las estructuras de líneas en relieve, formadas por un conjunto respectivo de líneas elevadas sustancialmente paralelas, definen el número "5". Las regiones en relieve proporcionan un aspecto ópticamente variable adicional al dispositivo además de los cambios de color dependiente del ángulo y la rotación que exhiben las estructuras no en relieve.

Al ver el sustrato a lo largo de la dirección de visión 1 en un ángulo de incidencia relativamente alto, por ejemplo 70° al plano del sustrato (figura 11a), las regiones no en relieve parecen rojas, pero las regiones en relieve parecen verdes debido a la luz dominante reflejada que surge de los bordes de las líneas elevadas. La diferencia de color surge porque el ángulo de incidencia efectivo para la luz incidente en las regiones de borde es mayor que el ángulo de incidencia para luz incidente en regiones no en relieve planas. Al inclinar el sustrato a un ángulo de incidencia más oblicuo, las regiones no en relieve pasan de rojo a verde y las regiones en relieve pasan de verde a azul. Si el dispositivo se gira 90°, de modo que se vea a lo largo de la dirección de visión 2, las regiones en relieve y no en relieve parecen sustancialmente del mismo color en un ángulo de visión dado, porque el borde de las líneas refleja muy poca luz.

En otra realización, la personalización del dispositivo de seguridad tiene lugar estampando en relieve la película de cristal fotónico con una estructura de líneas no difractivas. Una estructura de líneas no difractivas es un ejemplo de una estructura de líneas elevadas que producen un efecto ópticamente variable cuando varía la luz del ángulo de incidencia, pero en la que este efecto no se produce por interferencia o difracción. Los dispositivos de seguridad basados en estructuras lineales no difractivas son conocidos en la técnica anterior, por ejemplo, WO9002658 describe un dispositivo de seguridad en el que una o más imágenes transitorias están en relieve en una superficie reflectora. WO9870382 describe otro dispositivo de seguridad en el que un grupo de zonas elementales en las que las líneas se extienden en ángulos diferentes una a otra, forman respectivos píxeles de imagen. US1996539 describe un dispositivo decorativo en el que se ha formado una estructura de alivio en una superficie y tiene un efecto ópticamente variable. WO2005080089 describe un dispositivo de seguridad que tiene segmentos definidos por estructuras de líneas en una porción reflectora de un sustrato, que hacen que la luz incidente sea reflejada de forma no difractiva cuando cambie el ángulo de incidencia.

En una realización alternativa, el dispositivo de seguridad incluye además un dispositivo ópticamente variable, tal como un holograma o retículo de difracción. Estos dispositivos se forman comúnmente como estructuras de alivio en un sustrato, que entonces recibe un recubrimiento reflector para mejorar la repetición del dispositivo. En la presente invención, el cristal fotónico puede actuar como el recubrimiento reflector y la estructura de alivio puede estar en relieve directamente en la película de cristal fotónico o a una laca en relieve aplicada sobre la película de cristal fotónico. Alternativamente, las regiones localizadas del dispositivo pueden estar provistas de una capa metalizada y la estructura de alivio posteriormente en relieve a una laca en relieve encima de la capa metalizada. De esta manera el dispositivo incluye dos regiones lateralmente espaciadas de las que una exhibe las propiedades de cambio de color de la película de cristal fotónico y otra exhibe las propiedades ópticamente variables de un dispositivo holográfico. Alternativamente, el recubrimiento metálico reflector puede ser sustituido por un material transparente mejorador de la reflexión, por ejemplo, una capa fina de un material de alto índice de refracción tal como ZnS. En este caso, tanto las propiedades de cambio de color del material de cristal fotónico como las propiedades ópticamente variables del dispositivo holográfico son visibles en todas las zonas del dispositivo, aunque las propiedades ópticamente variables del dispositivo holográfico solamente serán visibles en ciertos ángulos de visión.

En otra realización de la invención, el dispositivo de seguridad puede ser personalizado por la aplicación de una capa de dispersión a la película de cristal fotónico. En una realización preferida, la capa de dispersión toma la forma de un barniz o laca mate. En este contexto, un barniz o laca mate es el que reduce el brillo de la película de cristal fotónico por dispersión de la luz reflejada. Un ejemplo de un barniz mate adecuado es una suspensión de partículas finas en una resina orgánica. Las partículas superficiales dispersan la luz cuando pasa a través del barniz dando lugar a un aspecto mate. Un barniz adecuado para la presente invención es "Hi-Seal O 340" suministrado por Hi-Tech Coatings Ltd. En una solución alternativa las partículas finas pueden ser sustituidas por ceras orgánicas. Como otra alternativa, la capa de dispersión se puede generar estampando en relieve una estructura mate a la superficie de una capa de cristal fotónico. Se describen estructuras mate en relieve adecuadas en WO9719821. La capa de dispersión modifica las propiedades de cambio de color de la capa de cristal fotónico.

La capa de dispersión modifica la superficie de la película de cristal fotónico de tal manera que la reflexión sea ahora más difusa reduciendo el deslumbramiento de la película de cristal fotónico y cambiando el rango angular en el que los colores respectivos del dispositivo de seguridad son fácilmente visibles al autenticador. Por ejemplo, si el material de cristal fotónico exhibe un cambio de color de rojo a verde al inclinar el dispositivo alejándolo de la incidencia normal entonces, el paso de rojo a verde tiene lugar más cerca de la incidencia normal para la región con la capa de dispersión en comparación con otra sin una capa de dispersión.

Otra forma de personalizar el dispositivo de seguridad es usar dos o más capas absorbentes de color diferente. Un ejemplo de esta realización se ilustra en las figuras 13 y 14. La figura 13 representa una vista en sección transversal de una construcción del dispositivo de seguridad adecuado para aplicación como una banda o parche superficial. El dispositivo incluye un sustrato de soporte, que puede estar recubierto con una capa de liberación, sobre la que se aplica una película de cristal fotónico. Se aplica una capa roja parcialmente absorbente sobre la película de cristal fotónico en forma de un diseño y se aplica una segunda capa absorbente negra sobre toda la capa parcialmente absorbente. Se aplica una capa adhesiva a la capa absorbente negra. El dispositivo es transferido posteriormente a un documento de seguridad, tal como un billete de banco (figura 14). Después de la transferencia, la tira de soporte se puede quitar, dejando la película de cristal fotónico expuesta o alternativamente la capa de soporte se puede dejar en posición para formar una capa protectora exterior. Mediante la selección de colores apropiados para la capa parcialmente absorbente, los diseños definidos por esta capa pueden ser visibles en ciertos ángulos de visión y direcciones de visión e invisibles en otros. En este ejemplo, la película de cristal fotónico transmite todas las longitudes de onda excepto roja en incidencia normal, y exhibe dos efectos ópticamente variables diferentes en dos direcciones de visión diferentes como se ha descrito con referencia al ejemplo en la figura 2. Entonces, en los ángulos de incidencia en los que el cristal fotónico parece rojo, el diseño formado por la capa roja parcialmente absorbente es invisible, apareciendo el dispositivo de color rojo uniforme, pero al inclinar o girar el dispositivo, se observa un cambio de color diferente para las regiones de cristal fotónico con y sin la capa absorbente parcial y por lo tanto los diseños están expuestos. La exposición del diseño se suma a los dos efectos ópticamente variables diferentes observados en las dos direcciones de visión diferentes.

En otra realización de la presente invención, la película de cristal fotónico puede ser personalizada proporcionando intervalos en la película de tal manera que la capa subyacente sea visible en regiones localizadas. Los intervalos se pueden disponer transfiriendo o recubriendo la película de cristal fotónico sobre un sustrato de soporte de manera parcial. Alternativamente, los intervalos se pueden crear en una etapa posterior en el proceso, por ejemplo, extirpando por láser una película de cristal fotónico completamente formada. La figura 15 ilustra un dispositivo incluyendo un sustrato de soporte sobre el que se ha aplicado una capa absorbente parcial roja sobre la que se ha transferido una película de cristal fotónico. Se usa un láser para formar intervalos en la película de cristal fotónico en forma de una imagen identificativa. En este ejemplo, la película de cristal fotónico transmite todas las longitudes de onda excepto rojo en incidencia normal, y exhibe dos efectos ópticamente variables diferentes en dos direcciones de visión diferentes como se ha descrito con referencia al ejemplo en la figura 2. Entonces, en ángulos de incidencia en los que el cristal fotónico parece rojo, la información identificativa definida por la capa absorbente roja expuesta en los intervalos no es distinguible del fondo.

Al inclinar o girar el dispositivo, la película de cristal fotónico cambia de rojo a verde, pero los intervalos que exponen la capa absorbente subyacente todavía parecen rojos. De esta manera, se hace que la imagen identificativa aparezca al inclinar o girar el dispositivo. El revelado de la imagen identificativa es otro de los dos efectos ópticamente variables diferentes observados en las dos direcciones de visión diferentes.

La figura 16 ilustra otro ejemplo donde hay intervalos presentes en la película de cristal fotónico. El dispositivo de la figura 16 incluye una película de cristal fotónico que ha sido transferida sobre un sustrato de soporte sustancialmente transparente. Alternativamente, una película de autosuporte de cristal fotónico puede ser usada sin la necesidad de un sustrato de soporte. La película de cristal fotónico es la misma que la descrita en relación a las figuras 9a, 9b y se han incorporado nanopartículas de carbono a la estructura cristalina fotónica para producir una película sustancialmente opaca con un color rojo intenso cuando se ve en incidencia normal. Se usa un láser para formar intervalos en la película de cristal fotónico en forma de una imagen identificativa. La imagen identificativa es claramente visible desde ambos lados, especialmente en luz transmitida debido al contraste entre las regiones de la película de cristal fotónico sustancialmente opaca que han sido quitadas y las regiones opacas restantes. El dispositivo de seguridad ilustrado en la figura 16 exhibe dos características de seguridad de contraste visual; en primer lugar, los efectos ópticos de la capa de cristal fotónico, y, en segundo lugar, la imagen identificativa claramente visible en transmisión desde ambos lados del dispositivo.

ES 2 338 825 T3

En otra realización de la presente invención, los materiales de cristal fotónico se pueden seleccionar de tal manera que en ciertos ángulos de visión y en direcciones de visión especificadas la luz reflejada esté a las longitudes de onda no visibles del espectro electromagnético. El uso de cristales fotónicos donde solamente un componente del cambio de color está en la región visible del espectro electromagnético permite incorporar al dispositivo una imagen que solamente es evidente en ciertos ángulos de visión en direcciones de visión especificadas.

La figura 17 representa una vista en sección transversal de otra realización del dispositivo de seguridad de la presente invención. El dispositivo se ha previsto para uso como una etiqueta de seguridad e incluye una película de cristal fotónico sobre la que se han impreso marcas identificativas usando tintas o colorantes. La película de cristal fotónico se ha dopado con nanopartículas de carbono para generar un color opaco intenso. Se aplica una capa adhesiva a un lado del dispositivo y sobre ésta se aplica una capa de soporte de glasina. La capa de glasina permite quitar fácilmente la etiqueta para aplicarla de nuevo a un documento, u otro elemento que requiera protección.

La figura 18 representa el dispositivo de etiqueta aplicado a un sustrato. La capa de glasina se quita primero para exponer la capa adhesiva. El dispositivo de etiqueta se aplica posteriormente al sustrato; el adhesivo usado puede ser un adhesivo sensible a la presión o fundido en caliente y puede ser permanente o temporal. Los adhesivos temporales se pueden usar donde una etiqueta se tenga que quitar y aplicar a de nuevo a otro artículo. Sin embargo, es más probablemente que la etiqueta deba ser aplicada de forma permanente. Para evitar la extracción y reaplicación de una etiqueta aplicada permanentemente, la etiqueta también puede estar provista de otras características antimanipulación por ejemplo capas de sustrato frangibles, cortes por contacto leve, y análogos.

En el ejemplo de la figura 18, la película de cristal fotónico, cuando se ve desde una primera dirección de visión, por ejemplo paralela al lado corto del sustrato, parece azul en un ángulo de incidencia relativamente alto, por ejemplo 70° al plano del sustrato. Las marcas identificativas se imprimen en color azul de tal manera que cuando el dispositivo se vea en este ángulo de incidencia relativamente alto en la primera dirección de visión, las marcas no sean fácilmente evidentes contra el color de fondo de la película de cristal fotónico. Al inclinar el dispositivo y ver en la primera dirección de visión, la película de cristal fotónico cambia de azul a luz ultravioleta invisible y la película parecerá negra debido a la presencia de las nanopartículas de carbono. Cuando se incline el dispositivo, las marcas identificativas azules impresas aparecerán como los cambios de fondo de azul a negro.

Al girar el dispositivo de seguridad y verlo en un ángulo de incidencia relativamente alto a lo largo de la segunda dirección de visión, es decir, paralela al lado largo del sustrato, el dispositivo parecerá verde, siendo visibles las marcas identificativas azules contra el fondo verde. Al inclinar el dispositivo y verlo en la segunda dirección de visión, la película de cristal fotónico cambia de verde a azul. Cuando se incline el dispositivo y se vea a lo largo de la segunda dirección de visión, las marcas identificativas azules impresas desaparecen en el fondo azul de la película de cristal fotónico. De esta manera, se logra una característica de seguridad de tal manera que cuando se vea a lo largo de un lado del documento, aparezca una imagen identificativa al inclinarlo, pero cuando se gire y vea a lo largo de un lado perpendicular, la misma imagen identificativa se vea desaparecer al inclinarlo.

En una modificación del ejemplo de las figuras 17 y 18, ilustrado en las figuras 19 y 20, la película de cristal fotónico incluye un cristal fotónico que en una dirección de visión únicamente refleja luz infrarroja cuando se ve en un ángulo de incidencia relativamente alto, y refleja luz visible cuando se inclina a un ángulo de incidencia más oblicuo. La figura 19 es una vista en sección transversal de un dispositivo de seguridad e incluye un sustrato polimérico de soporte sobre el que se imprime una capa de absorción oscura. Posteriormente se transfiere una película de cristal fotónico sobre la capa absorbente y se sobreimprime con una imagen identificativa roja. En este ejemplo, el cristal fotónico no se dopa con nanopartículas de carbono, pero la presencia de la capa absorbente significa que solamente las longitudes de onda de luz reflejadas se ven como un color. Se aplica una capa adhesiva a un lado del dispositivo y sobre ésta se aplica una capa de glasina de soporte.

La figura 20 ilustra una vista en planta del dispositivo. En el ejemplo en la figura 20, la película de cristal fotónico cuando se ve desde la dirección de visión 1 en un ángulo de incidencia relativamente alto, por ejemplo 70° al plano del sustrato, parece incolora y por lo tanto el dispositivo tomará el aspecto negro de la capa absorbente subyacente. Las marcas identificativas se imprimen en un color rojo de tal manera que cuando el dispositivo se vea en este ángulo de incidencia relativamente alto en la primera dirección de visión, las marcas sean fácilmente evidentes contra el color negro de la capa absorbente (figura 20a). Al inclinar el dispositivo y verlo en la primera dirección de visión, la película de cristal fotónico cambia de luz infrarroja visible a luz roja visible y las marcas identificativas rojas desaparecerán contra el fondo rojo generado por la película de cristal fotónico (figura 20b). Al girar el dispositivo de seguridad y verlo en un ángulo de incidencia relativamente alto a lo largo de la dirección de visión 2, el dispositivo parecerá rojo de tal manera que las marcas identificativas rojas sean sustancialmente indistinguibles contra el rojo de la película de cristal fotónico (figura 20b). Al inclinar el dispositivo y verlo en la dirección de visión 2, la película de cristal fotónico cambia de rojo a verde y las marcas identificativas rojas son fácilmente evidentes contra el fondo verde (figura 20c).

De esta manera se logra una característica de seguridad de tal manera que cuando se vea a lo largo de un lado del documento, aparezca una imagen identificativa al inclinarlo, pero cuando se gire y vea a lo largo de un lado perpendicular, la misma imagen identificativa se vea desaparecer al inclinarlo. De esta manera se crea una característica de seguridad altamente interactiva que es llamativa y memorable para el autenticador.

ES 2 338 825 T3

En otra realización de la presente invención, el material de cristal fotónico se selecciona de tal manera que cuando el dispositivo se someta a un estímulo externo, se observe un efecto óptico adicional. El efecto óptico en cada caso puede producir un efecto no ópticamente variable, tal como reflexión de la luz incidente en todas las longitudes de onda. El estímulo externo puede tomar un número de formas solas o en combinación, incluyendo éstas estímulos mecánicos, térmicos, químicos, eléctricos, magnéticos, electromagnéticos o ultrasónicos.

El efecto óptico puede producir un efecto no ópticamente variable, tal como reflexión de la luz incidente en todas las longitudes de onda. Típicamente, sin embargo, el efecto óptico generado es un efecto ópticamente variable.

La diferencia entre la respuesta óptica del cristal en la presencia y ausencia del estímulo externo es preferiblemente de suficiente magnitud para ser detectable visualmente por un observador humano y/o es legible por máquina.

El estímulo produce una modificación en la espaciación periódica de una o más entidades refractivas dentro de la estructura cristalina. En una realización, la modificación es el resultado directo de la deformación debido a un esfuerzo aplicado, pero en realizaciones alternativas no hay deformación mecánica directa y la modificación es inducida indirectamente por ejemplo en el caso de un estímulo térmico, químico, eléctrico, magnético, electromagnético o ultrasónico.

En algunos casos, el estímulo produce una modificación en el índice de refracción de una o más entidades refractivas dentro de la estructura cristalina. Por ejemplo, una o varias entidades dentro de la estructura cristalina puede exhibir efectos electroópticos, magnetoópticos o químicos, donde el cambio en la estructura cristalina es primariamente uno relativo a un índice de refracción más bien que la espaciación de las varias entidades de las que se compone la estructura cristalina. En términos químicos, esto podría deberse, por ejemplo, a la captación de agua. Sin embargo, también se contempla una combinación de esto con la modificación mecánica de la espaciación periódica dentro del cristal.

El cristal fotónico se puede seleccionar de tal manera que el efecto del estímulo sobre el cristal sea reversible a la extracción del estímulo o a la aplicación de un estímulo opuesto. Por lo tanto, la espaciación del retículo de cristal se puede modificar de forma reversible, por ejemplo contraerse o expandirse, en algunos casos elásticamente, aplicando un estímulo externo.

Un ejemplo preferido es modificar de forma reversible la espaciación del retículo de cristal fotónico curvando mecánicamente, estirando, pinchando o prensando el material. En este contexto pinchar se diferencia de prensar debido al hecho de que la zona deformada no es soportada por detrás durante la deformación. Como resultado de la deformación se alteran las características del intervalo de banda fotónica total o parcial que deriva de la periodicidad del retículo de cristal fotónico, y por lo tanto las propiedades de reflexión y transmisión se pueden diseñar de manera que respondan a un estímulo mecánico. En este caso, el estímulo externo será transferido preferiblemente al dispositivo de seguridad presionando el autenticador el dispositivo. Cristales fotónicos adecuados para uso con un estímulo de deformación mecánica son los que tienen una matriz elastomérica flexible, y son conocidos como cristales fotónicos elásticos.

Los cristales fotónicos elásticos incluyen típicamente materiales poliméricos para la matriz y las esfe ras. Ejemplos típicos de cristales fotónicos elásticos adecuados para la presente invención se describen en US20040131799, US20050228072, US20040253443 y US6337131. El cristal se puede formar de esferas del primer material y una matriz de un segundo material donde cada material tiene un índice de refracción respectivo diferente. Por lo tanto, la matriz se puede deformar fácilmente tomando la forma de un material elastomérico.

Los materiales adecuados para formar las esferas son preferiblemente materiales de un polímero solo o copolímero. Los ejemplos típicos incluyen polímeros y copolímeros de monómeros insaturados polimerizables y policondensados y copolicondensados de monómeros conteniendo al menos dos grupos reactivos, tal como, por ejemplo, alifáticos de peso molecular alto, alifáticos/aromáticos o poliésteres completamente aromáticos, poliamidas, policarbonatos, poliureas y poliuretanos, pero también son adecuadas las resinas amino y fenólicas, tal como, por ejemplo, condensados de melamina-formaldehído, urea-formaldehído y fenol-formaldehído.

Los materiales adecuados para formar una matriz elastomérica son polímeros de adición que tienen una temperatura de transición vítrea baja. Los ejemplos incluyen polímeros de adición y copolímeros de monómeros insaturados polimerizables y también de los policondensados y copolicondensados de monómeros que tienen dos o más grupos reactivos, por ejemplo, poliésteres de alto peso molecular alifático, alifáticos-aromáticos o completamente aromáticos y poliamidas, pero también de las resinas amino y fenólicas, tal como condensados de melamina-formaldehído, urea-formaldehído y fenol-formaldehído.

También se contemplan materiales no poliméricos para las esferas y la matriz y pueden ser inorgánicos o metálicos o un compuesto híbrido.

La figura 21 ilustra un ejemplo donde se usa un cristal fotónico elástico en el dispositivo de seguridad de la presente invención. Se incorpora una película elástica de cristal fotónico de autosoporte a un sustrato de papel como se describe en EP1141480. Un lado de la película de cristal fotónico está completamente expuesto en la superficie delantera de un sustrato de papel en el que se incrusta parcialmente (figura 21a), y parcialmente expuesto en un agujero en la superficie

ES 2 338 825 T3

trasera del sustrato (figura 21b). En este ejemplo se han incorporado nanopartículas de carbono a la estructura cristalina fotónica de tal manera que la película tenga un color rojo intenso cuando se vea en incidencia normal.

5 Al ver el dispositivo desde la parte delantera del documento en reflexión, ilustrado en la figura 21 a, y verlo a lo largo de la dirección de visión 1 se observa un efecto de cambio de color de alto contraste a lo largo de todo el dispositivo de seguridad alargado expuesto. En este ejemplo, el cambio de color es de rojo, cuando se ve en un ángulo de incidencia al plano de sustrato, por ejemplo 70°, a verde cuando se ve en un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45°, al plano del sustrato. Al girar el dispositivo y verlo a lo largo de la dirección de visión 2 se observa un color diferente en comparación con la visión a lo largo de la dirección de visión) en un ángulo de incidencia dado. Por ejemplo en un ángulo de 70° al plano del sustrato, el sustrato parece verde en la dirección de visión 2 en comparación con rojo en la dirección de visión 1. Al inclinarlo a un ángulo de incidencia más oblicuo, por ejemplo 45°, el color del dispositivo cambia de verde a azul en la dirección de visión 2 en comparación con de rojo a verde en la dirección de visión 1.

15 En este ejemplo, se aplica un estímulo mecánico externo curvando el documento alrededor de su eje longitudinal central, como se ilustra en la figura 21c. Esta deformación modifica la estructura de banda fotónica del cristal y por lo tanto la longitud de onda y la dependencia espacial de la reflectividad observada por el autenticador. En este ejemplo, la deformación produce una contracción del retículo perpendicular al plano del sustrato que da lugar al movimiento de color observado a una longitud de onda más corta, por ejemplo, el rojo pasa a verde y el verde pasa a azul. En este ejemplo, el agujero se coloca de tal manera que caiga dentro del eje central del documento de modo que cuando el autenticador curve el documento alrededor del eje central, tenga lugar la máxima deformación y por lo tanto el cambio de color en la región abierta del documento. Una ventaja de la presente invención es que, al deformar el cristal fotónico elástico, se observa un cambio de color dinámico.

25 En el ejemplo de las figuras 21a, 21b, 21c, cuando el dispositivo se curva alrededor del agujero central, el cambio de color inicial, cuando se ve a lo largo de la dirección de visión 1, de rojo a verde está en la región central del agujero donde la deformación es más alta, cuando el documento se curva más, la deformación aumenta hacia fuera hacia los bordes del agujero y se observa que una banda verde se desplaza hacia el borde del agujero. Si el documento se curva en un radio de curvatura suficientemente alto, la región central del agujero pasará de verde a azul. También se observará un cambio de color angular dependiente cuando el dispositivo esté en su estado deformado, por ejemplo, éste podría ser de verde a azul cuando el sustrato se incline en su estado deformado inicial y se vea a lo largo de la dirección de visión 1. Al quitar la deformación, la capa de cristal fotónico volverá a su color original y por lo tanto el proceso de autenticación es reversible. El cambio de color con deformación proporciona otro componente interactivo al dispositivo de seguridad que es memorable para el público y difícil de falsificar.

35 En todos los ejemplos, los diseños o imágenes identificativas creadas por alguna capa, por ejemplo la película de cristal fotónico, las capas de absorción o personalización, pueden tomar cualquier forma. Los diseños están preferiblemente en forma de imágenes tal como configuraciones, símbolos y caracteres alfanuméricos y sus combinaciones. Los diseños pueden ser definidos por configuraciones incluyendo regiones sólidas o discontinuas que pueden incluir, por ejemplo, configuraciones de líneas, configuraciones de líneas de filigranas finas, estructuras de puntos y configuraciones geométricas. Los caracteres posibles incluyen los no románicos, cuyos ejemplos incluyen, aunque sin limitación, chino, japonés, sánscrito y árabe.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable incluyendo un cristal fotónico para el que la luz incidente recibida por el cristal es reflejada o transmitida selectivamente por el cristal para generar un primer efecto ópticamente variable observable en un primer conjunto de direcciones y la luz incidente recibida por el cristal es reflejada o transmitida selectivamente por el cristal para generar un efecto óptico observable en un segundo conjunto de direcciones que es diferente del primer conjunto.
- 10 2. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el cristal fotónico tiene un intervalo de banda total o parcial que no tiene simetría rotacional alrededor de la normal a su superficie.
- 15 3. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el efecto óptico observable en el segundo conjunto de direcciones es un segundo efecto ópticamente variable.
- 20 4. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo un cristal fotónico en el que dichos efectos ópticos primero y segundo dependen de la orientación cristalina con respecto a la luz incidente, o donde cada efecto ópticamente variable es una función del ángulo de visión con respecto al cristal.
- 25 5. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según la reivindicación 3 o 4, donde parte de uno o varios efectos ópticamente variables es en la parte infrarroja o ultravioleta del espectro electromagnético.
- 30 6. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, donde, cuando el dispositivo es iluminado con una fuente de luz blanca, los efectos ópticamente variables primero y segundo son efectos de color y donde el primer efecto ópticamente variable es un primer efecto de color dependiente del ángulo y el segundo efecto ópticamente variable es un segundo efecto de color dependiente del ángulo, que es diferente del primero.
- 35 7. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde los parámetros estructurales del cristal fotónico son diferentes en posiciones diferentes dentro del cristal con el fin de producir propiedades ópticas diferentes correspondientes o donde el cristal fotónico está formado por dos o más estructuras de cristal que tienen diferentes propiedades ópticamente variables.
- 40 8. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo además una capa de dispersión.
- 45 9. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo además un material ópticamente absorbente proporcionado como una o más capas aplicadas al dispositivo.
- 50 10. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo incluye además una capa metalizada y donde la capa metalizada es desmetalizada selectivamente en un número de posiciones.
- 55 11. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo está destinado a ser legible por máquina.
- 60 12. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo además nanopartículas dentro de la estructura cristalina.
- 65 13. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo está dispuesto para producir una imagen latente que es selectivamente visible según el ángulo de visión.
14. Un dispositivo de seguridad ópticamente variable según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la superficie del cristal fotónico está en relieve con estructuras elevadas.
15. Un documento de seguridad incluyendo un dispositivo de seguridad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de seguridad está adherido o sustancialmente contenido dentro del documento de seguridad.
16. Un documento de seguridad según la reivindicación 15, donde el dispositivo está incrustado dentro de una ventana de documento con el fin de proporcionar superficies cristalinas para recibir luz incidente en cada una de las caras opuestas del documento.
17. Un documento de seguridad según la reivindicación 15 o la reivindicación 16, donde el dispositivo de seguridad está dispuesto en una forma seleccionada del grupo de un hilo de seguridad, una fibra de seguridad, un parche de seguridad, una tira de seguridad, una banda de seguridad o una lámina de seguridad.

ES 2 338 825 T3

18. Un documento de seguridad según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, donde el dispositivo de seguridad se soporta sobre una capa transparente.

5 19. Un documento de seguridad según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18, donde el documento de seguridad es uno de un billete de banco, cheque, pasaporte, tarjeta de identidad, certificado de autenticidad o sello fiscal.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

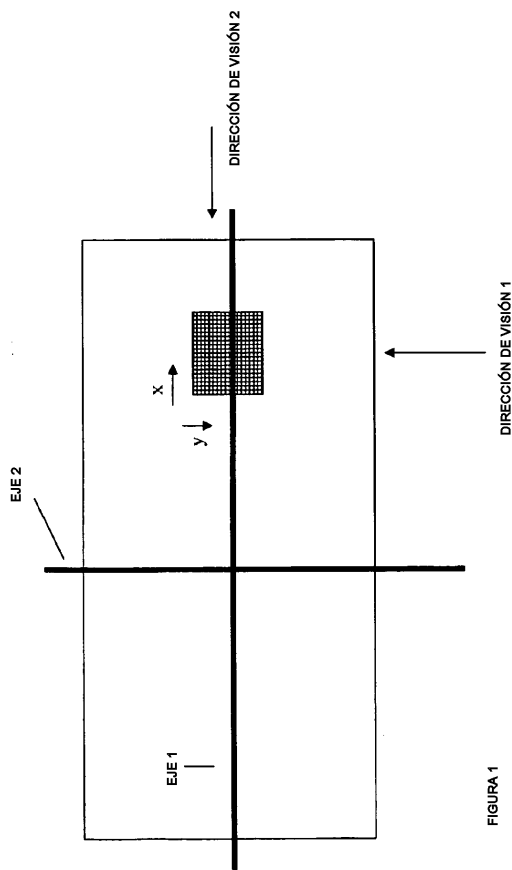


FIGURA 1

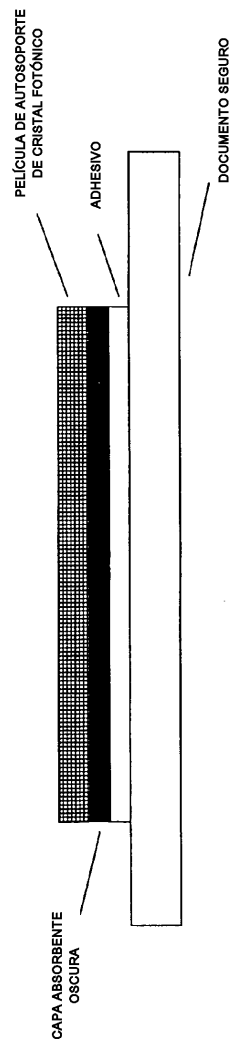


FIGURA 2

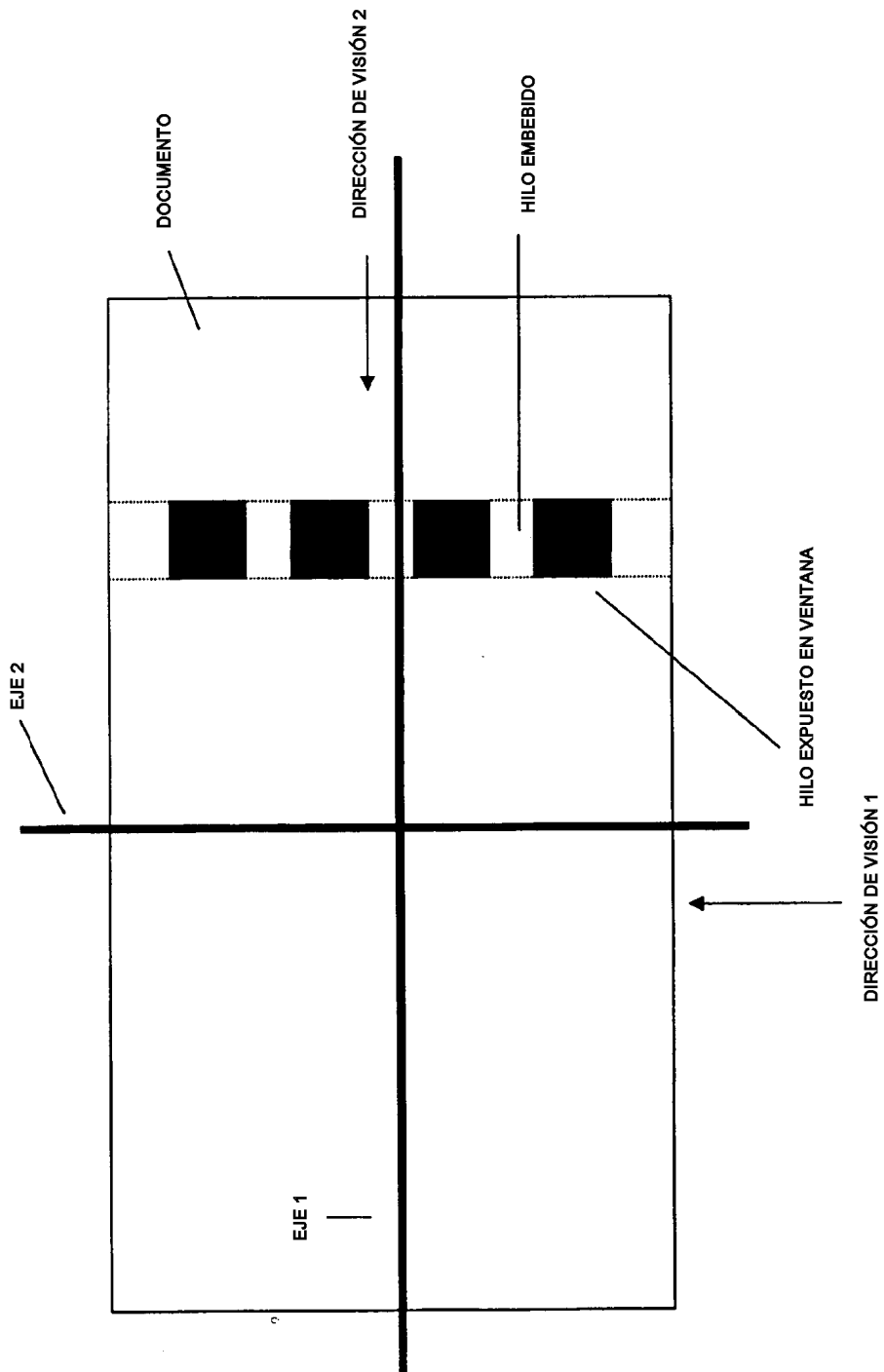


FIGURA 3

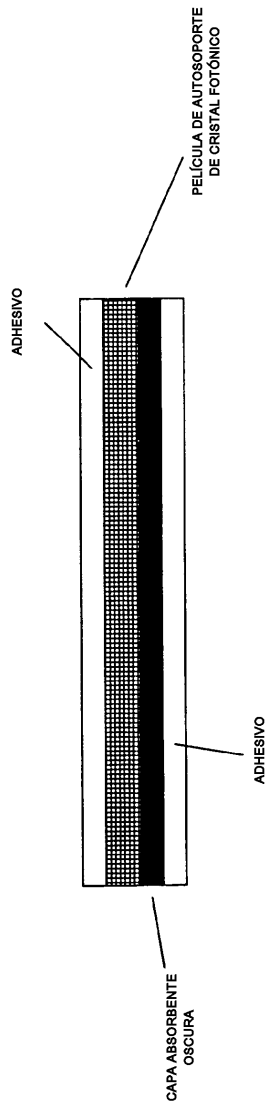


FIGURA 4

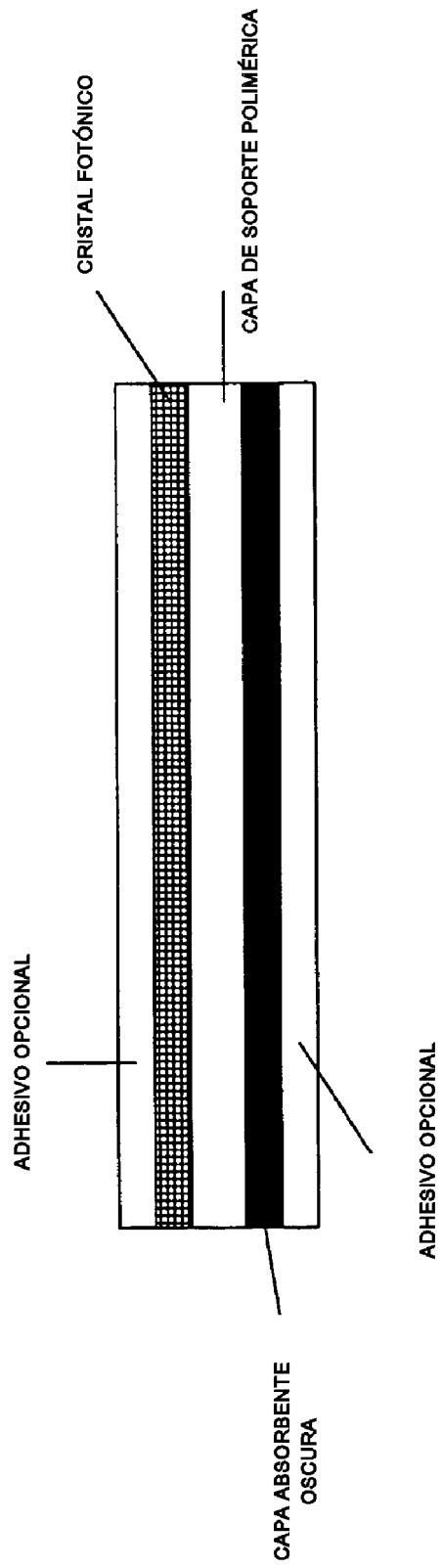
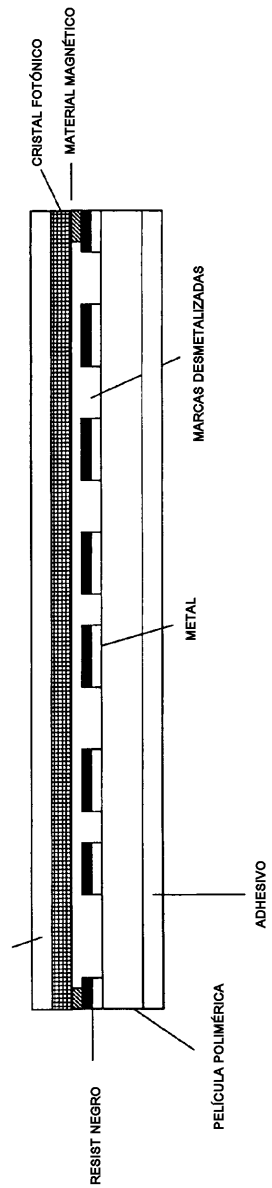
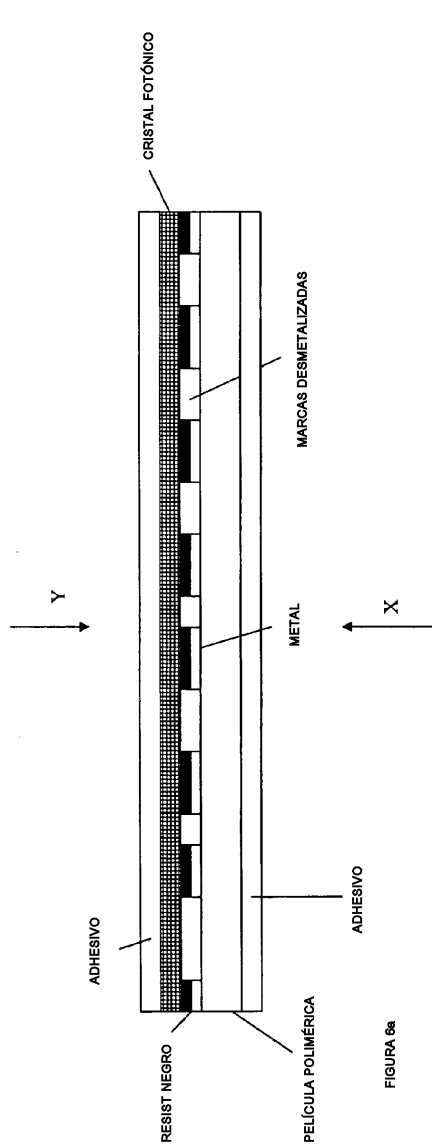


FIGURA 5



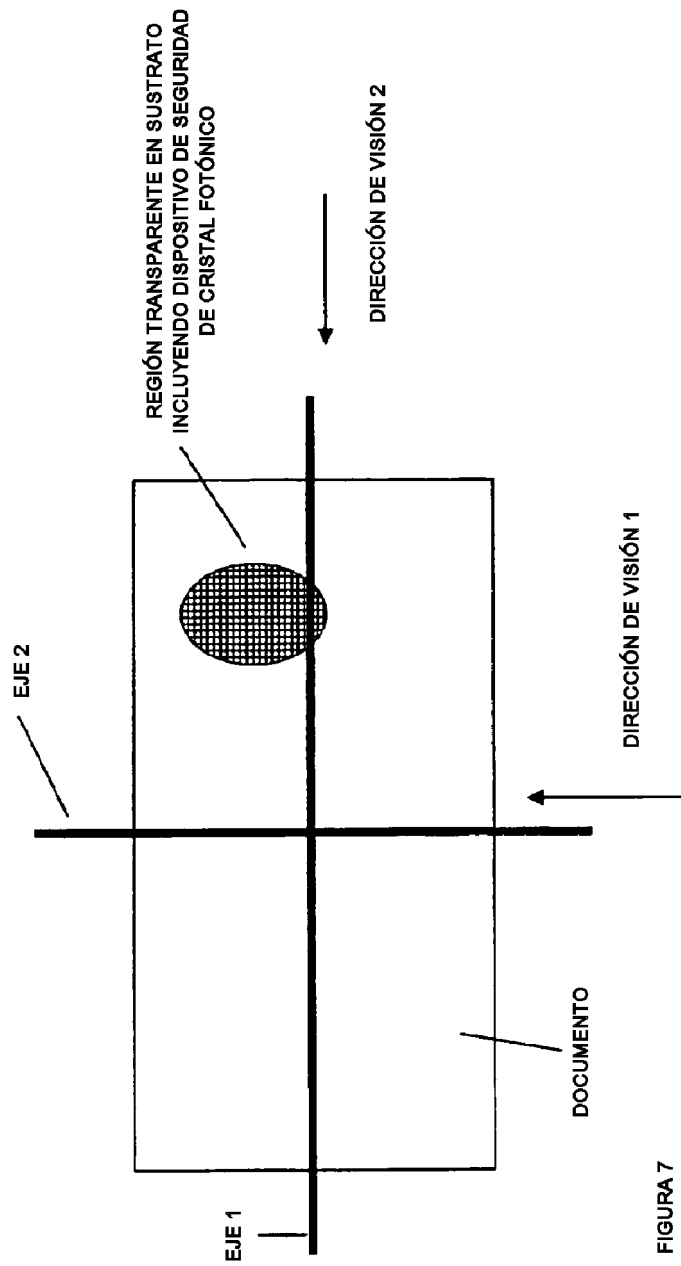


FIGURA 7

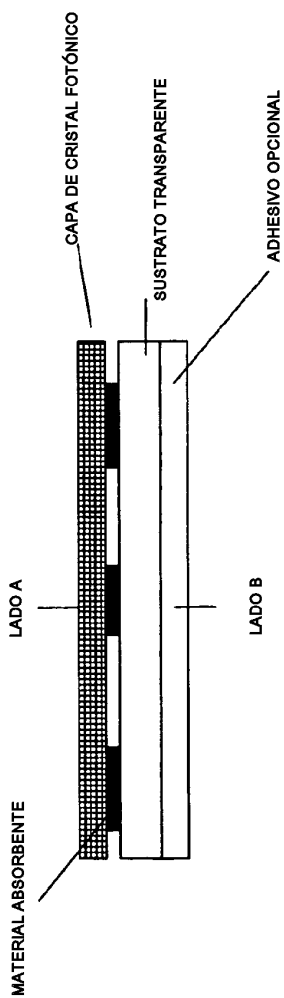


FIGURA 8a

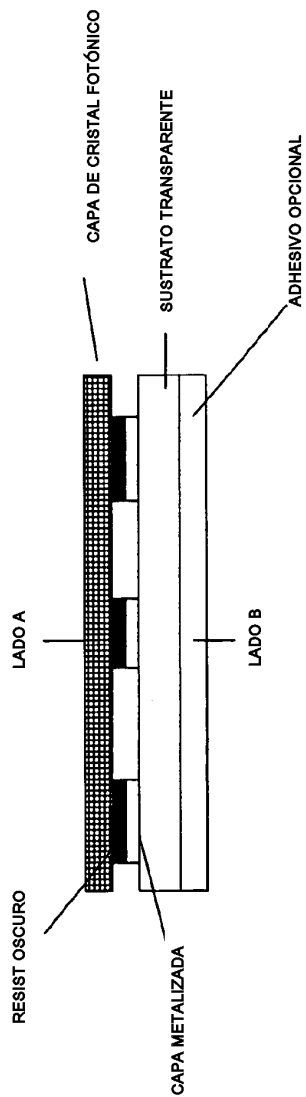


FIGURA 8b

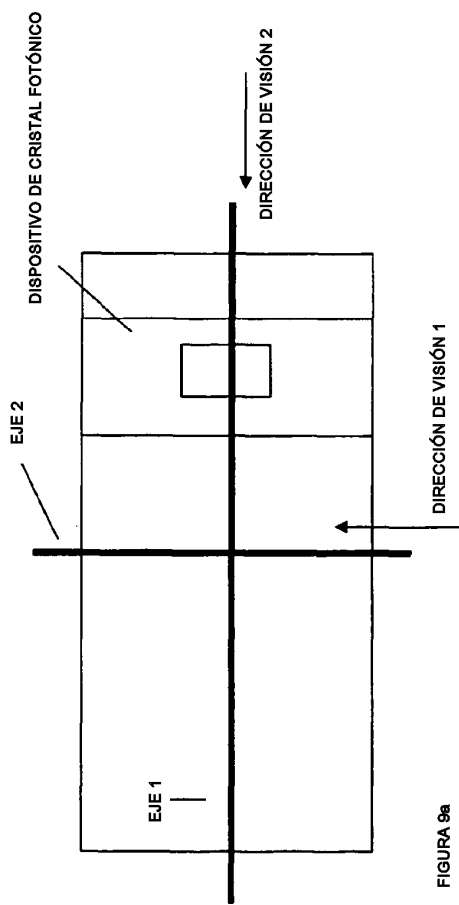


FIGURA 9a

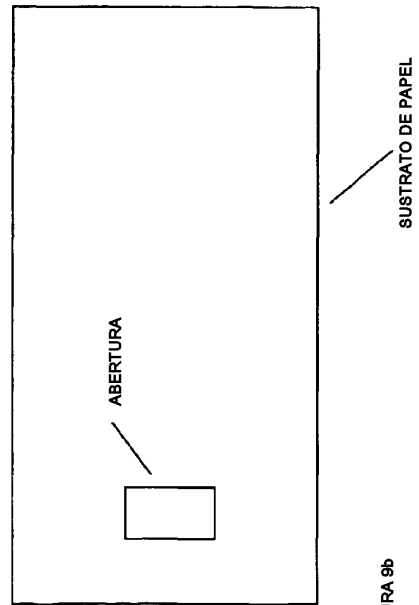


FIGURA 9b

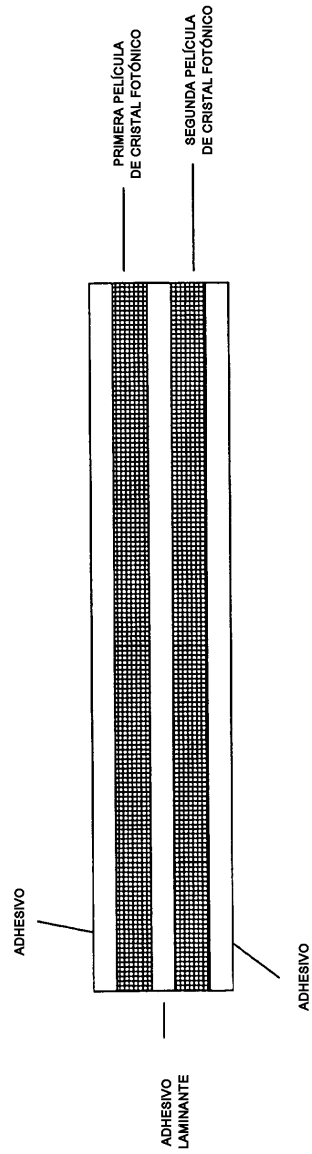


FIGURA 10

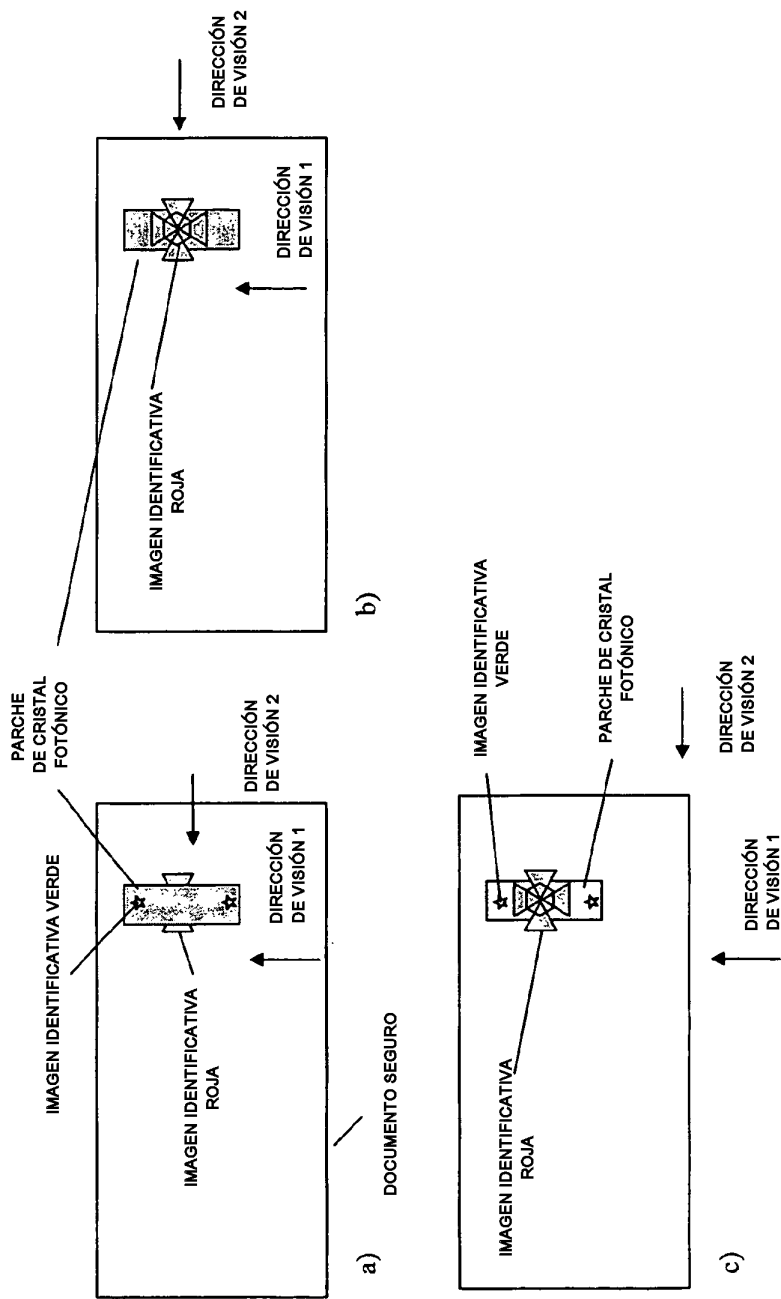


FIGURA 11

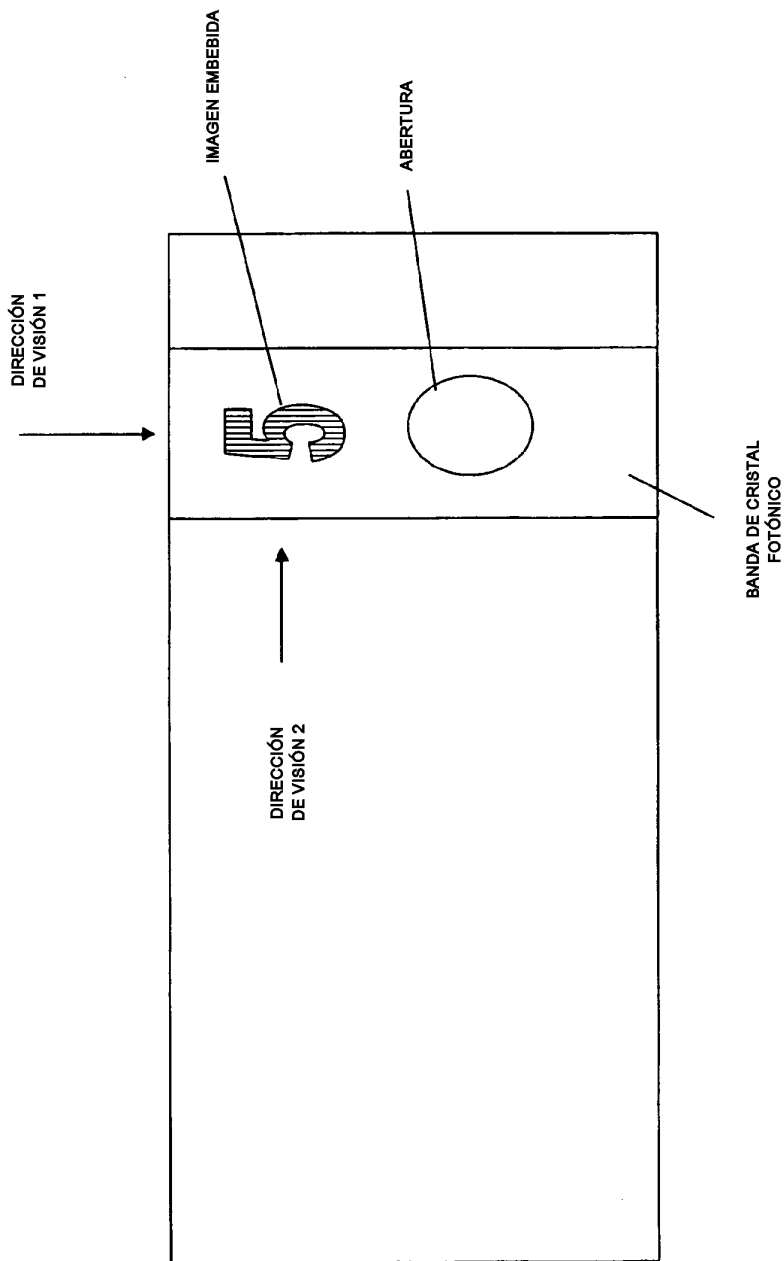


FIGURA 12

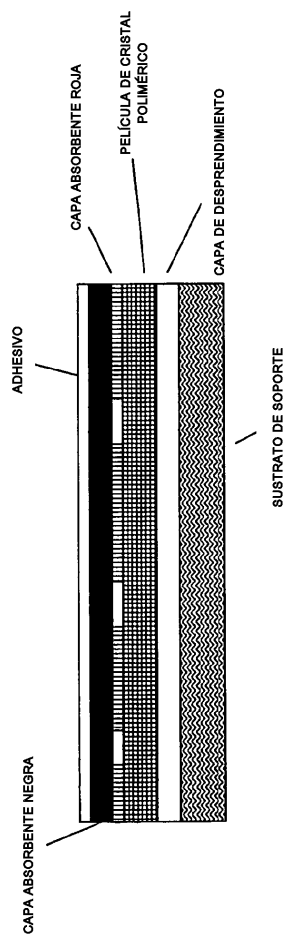


FIGURA 13

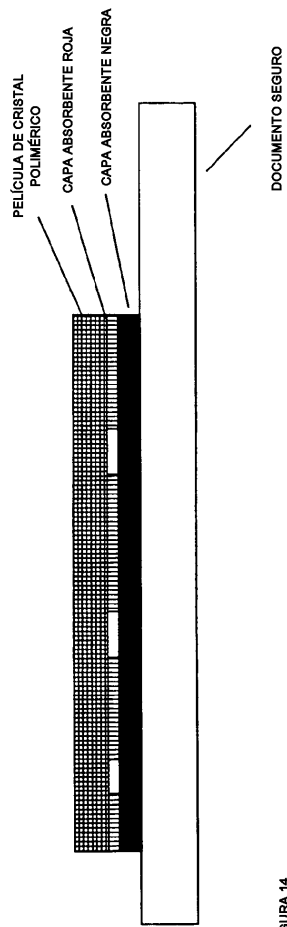


FIGURA 14

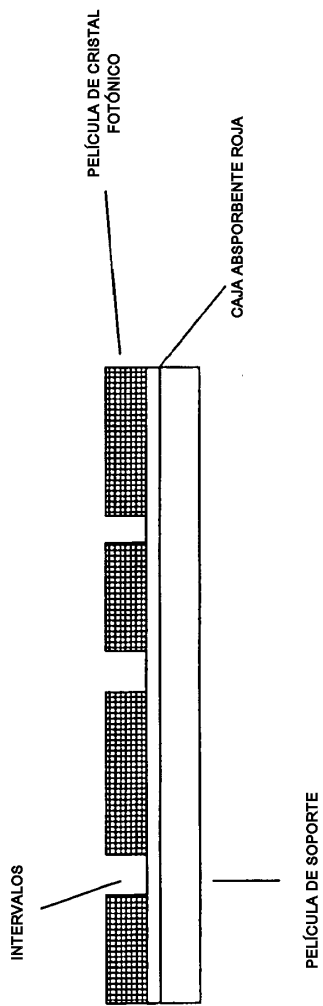


FIGURA 15

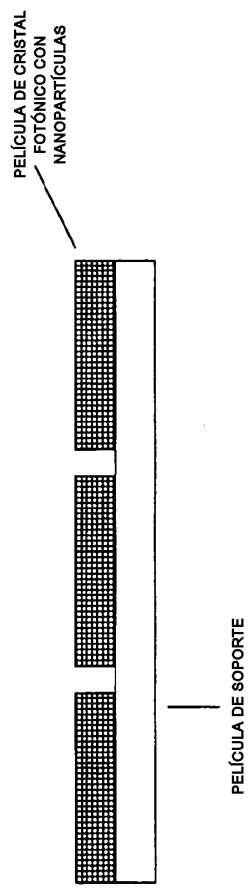


FIGURA 16

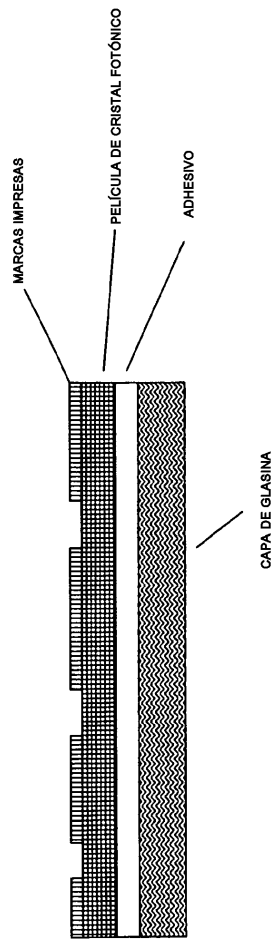


FIGURA 17

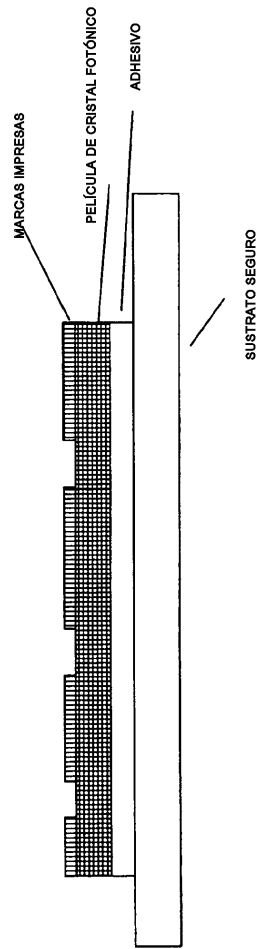


FIGURA 18

