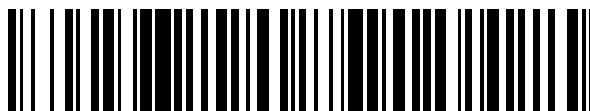


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 101**

51 Int. Cl.:

B41M 3/14	(2006.01)	B42D 25/355	(2014.01)
B41M 1/10	(2006.01)	B42D 25/364	(2014.01)
B41F 11/02	(2006.01)	B42D 25/44	(2014.01)
C09D 11/03	(2014.01)		
C09K 19/38	(2006.01)		
C09K 19/58	(2006.01)		
C09K 19/04	(2006.01)		
C09K 19/34	(2006.01)		
B42D 25/23	(2014.01)		
B42D 25/29	(2014.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2014 PCT/EP2014/071665**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15055504**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2014 E 14781894 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3057801**

54 Título: **Procesos de impresión en rotograbado para producir elementos de seguridad ópticamente variables**

30 Prioridad:

17.10.2013 EP 13189087

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GARNIER, CHRISTOPHE;
VUILLEUMIER, LUCIEN y
PASQUIER, CÉCILE**

74 Agente/Representante:

TORO GORDILLO, Ignacio

ES 2 759 101 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

Procesos de impresión en rotograbado para producir elementos de seguridad ópticamente variables

5 **Campo de la invención**

La presente invención se relaciona con el campo de elementos de seguridad ópticamente variables producidos a partir de materiales de cristal líquido colestérico para proteger documentos de seguridad contra falsificación y/o reproducción ilegal. En particular, la presente invención se relaciona con materiales de cristal líquido colestérico que se utilizarán en procesos de impresión en rotograbado para la impresión de documentos de seguridad, para obtener elementos específicos de seguridad.

Antecedentes de la invención

Con la calidad de mejora continua de las fotocopias e impresiones a color, y en un intento por proteger documentos de seguridad, tales como billetes de banco, pagarés o tarjetas, boletos de viaje o tarjetas, bandas fiscales, y etiquetas de productos que no tienen efectos reproducibles, contra imitación, falsificación o reproducción ilegal, la práctica convencional ha sido incorporar diversos elementos de seguridad en estos documentos. Los ejemplos típicos de elementos de seguridad incluyen hilos de seguridad, ventanas, fibras, tablillas, láminas, diseños, hologramas, marcas de agua, tintas de seguridad que comprenden pigmentos ópticamente variables, pigmentos de interferencia de película fina magnéticos o magnetizables, partículas interferencia-revestidas, pigmentos termocrómicos, pigmentos fotocromáticos, compuestos luminiscentes, absorbentes de luz infrarroja, absorbentes de luz ultravioleta o magnéticos.

Los elementos tornasolados (también denominados en la técnica como elementos ópticamente variables o elementos gonio cromáticos) exhiben un ángulo de visión o un color que depende del ángulo de incidencia, y se utilizan para proteger los billetes de banco y otros documentos de seguridad contra la falsificación y/o reproducción ilegal mediante un equipo de oficina para escaneo, impresión y copiado a color disponible comúnmente.

Los materiales que tienen una estructura de cristal líquido con una fase quiral, también conocido como materiales de cristal líquido colestérico, se conocen y se utilizan como elementos ópticamente variables.

Los polímeros de cristal líquido colestéricos muestran un orden molecular en la forma de una superestructura helicoidal perpendicular a los ejes longitudinales de sus moléculas. La superestructura helicoidal proporciona una modulación del índice de refracción periódica en todo el material de cristal líquido, la cual a su vez da por resultado en una transmisión/reflexión selectiva de longitudes de onda determinadas de luz (efecto de filtro de interferencia). Los polímeros de cristal líquido colestérico se pueden obtener al someter una o más sustancias reticulables (compuestos nemáticos) con una fase quiral para alineamiento y orientación. La situación particular de la disposición molecular helicoidal conduce a que los materiales de cristal líquido colestéricos exhiban la propiedad de reflejar un componente de luz polarizada circularmente dentro de una variación determinada de longitud de onda, en donde la luz polarizada circularmente puede ser a la izquierda o a la derecha, dependiendo del sentido de giro de las hélices moleculares. La variación de longitudes de onda reflejadas por un polímero de cristal líquido colestérico se determina por la geometría de su modulación de índice de refracción periódica, es decir, la inclinación de las hélices moleculares, como se conoce por el experto. La inclinación (es decir, la distancia sobre la cual se completa un giro total de 360° de la disposición helicoidal) se puede ajustar, en particular, al variar factores seleccionables entre los que se incluyen la temperatura y concentración de solventes, al cambiar la naturaleza de los componentes quirales y la proporción de los compuestos nemáticos y quirales. La inclinación del material por último se puede congelar mediante una reacción de reticulación (polimerización), de tal forma que el color del polímero de cristal líquido colestérico resultante ya no dependa de factores externos tales como la temperatura.

La variación de tornasolados de los polímeros de cristal líquido colestéricos disponibles para los documentos de seguridad se pudieron limitar, y con el objetivo de aumentar la gama de color de los polímeros de cristal líquido colestérico, puede ser ventajoso modificar las características reflectantes y con esto aumentar la variación de colores disponibles.

Como se mencionó anteriormente, la luz reflejada a partir de un polímero de cristal líquido colestérico depende de la inclinación de su estructura helicoidal y con esto depende de la naturaleza y la concentración de los componentes quirales. En particular, agregar una cantidad adecuada de los componentes quirales a la mezcla precursora da por resultado en una modificación del tornasolado a longitudes de onda más cortas. Sin embargo, no es sencillo ni rentable modificar el material de cristal líquido colestérico durante la fabricación para cada aplicación específica y para cada efecto de tornasolado deseado. Además, el reajuste de las propiedades de tornasolado de los polímeros de cristal líquido colestérico es un paso delicado que da por resultado con frecuencia en un desperdicio importante de tiempo y/o material.

El documento US 2007/0224341 describe un método en el cual una capa de cristal líquido quiral se pone en contacto con un medio de extracción (agente de extracción) mediante métodos de recubrimiento o impresión de tal forma que se

presente la difusión de sustancias de la capa de cristal líquido en el agente de extracción. El método descrito comprende los pasos de i) aplicar una primera capa de un material de cristal líquido quiral polimerizable o curable a un soporte, ii) polimerizar parcial o completamente o curar la primera capa del material de cristal líquido quiral polimerizable, iii) aplicar al menos una capa adicional de uno o más medios de extracción a la primera capa de cristal líquido polimerizada o curada parcial o totalmente, y iv) cuando sea adecuado, polimerizar o curar completamente la primera capa de cristal líquido y/o una o más de las capas adicionales.

El documento WO 2007/138255 A1 describe un método para formar un dispositivo de seguridad personalizable que comprende los pasos de formar un sustrato de una capa de cristal líquido, y absorber al menos parcialmente la capa de superposición con al menos una parte de un costado de la capa de cristal líquido, y al menos una región de personalización que superpone al menos una porción de un costado opuesto de la capa de cristal líquido en regiones seleccionadas. La región de personalización modifica las propiedades de tornasolado de la capa de cristal líquido, y esta modificación es evidente para el observador como un cambio en el ángulo de visión en el cual se observan los diferentes colores.

El documento US 7033653 describe un marcado birrefringente que comprende un material de cristal líquido que tiene regiones discretas con diferentes espesores, el marcado se prepara al aplicar gotitas de una solución de un material de cristal líquido a un sustrato y dejar que el solvente se evapore. Sin embargo, el método descrito puede adolecer de una deficiente capacidad de reproducibilidad debido a que el espesor de la capa de cristal líquido se puede alterar fácilmente.

El documento WO 2012/076533 A1 describe un método para cambiar una posición de una banda reflectante selectiva exhibida por una composición precursora de cristal líquido quiral en un estado curado. El método descrito comprende un paso de incorporar en la composición precursora al menos una sal que será capaz de cambiar una posición de una banda reflectante selectiva exhibida por la composición precursora en un estado curado.

El documento WO 2012/076534 A1 describe un método para cambiar una posición de una banda reflectante selectiva exhibida por una composición precursora de cristal líquido quiral curada que comprende (i) uno o más compuestos nemáticos, (ii) uno o más compuestos dopantes quirales que son capaces de producir un estado colestérico de la composición curada, y (iii) al menos una sal que cambia una posición de una banda reflectante selectiva exhibida por la composición curada en comparación con una posición de una banda reflectante selectiva exhibida por una composición curada que no contenga al menos una sal. El método descrito comprende el paso de poner en contacto la composición con una resina modificante que se produce a partir de uno o más monómeros polimerizables, al menos uno de los monómeros comprende un heteroátomo seleccionado de O, N, y S, y es capaz de cambiar una posición de una banda reflectante selectiva exhibida por la composición precursora de cristal líquido quiral curada que comprende al menos una sal.

El documento US 2013/0029169 describe un método para producir recubrimientos de múltiples colores sobre sustratos utilizando dos diferentes composiciones de recubrimiento cristalino líquido, el recubrimiento de múltiples colores exhibe al menos tres colores diferentes. El método descrito consiste en recubrir una primera composición de recubrimiento que contenga un primer material de cristal líquido nemático polimerizable sobre un sustrato y posteriormente recubrir una segunda composición de recubrimiento que contenga un segundo material de cristal líquido nemático polimerizable sobre el sustrato mientras que la primera composición de recubrimiento todavía está en un estado no polimerizado, en donde la primera y la segunda composición de recubrimiento se superponen en al menos un área definida, seguida por la polimerización del recubrimiento resultante.

Por lo tanto, sigue siendo necesario un método para producir un elemento de seguridad ópticamente variable de múltiples colores con base de polímeros de cristal líquido colestérico de una forma fácil, económica, mejorada, predecible, reproducible y controlada.

Sumario

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es superar las deficiencias de la técnica anterior analizada anteriormente. Esto se alcanza mediante el suministro de un proceso para fabricar un elemento de seguridad ópticamente variable en una sola etapa de impresión, comprendiendo dicho elemento de seguridad ópticamente variable una región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, teniendo dicha región al menos dos, de preferencia al menos tres, patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva, comprendiendo dicho proceso los pasos de:

- a) aplicar sobre un sustrato, mediante un proceso de rotograbado con el uso de un cilindro de grabado que tenga al menos dos, de preferencia al menos tres, grabados diferentes, una sola composición precursora de cristal líquido colestérico,
- b) calentar la composición aplicada para llevar la composición a un estado de cristal líquido colestérico, y
- c) curar la composición para formar la región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico.

5 Se describen y reivindican en la presente los usos de un cilindro para un proceso de impresión en rotograbado que tenga al menos dos, de preferencia al menos tres, grabados diferentes para producir un elemento de seguridad ópticamente variable en una sola etapa de impresión, comprendiendo dicho elemento de seguridad ópticamente variable una región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, teniendo dicha región al menos dos, de preferencia al menos tres, patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva.

10 Se describen y reivindican en la presente los usos de un elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente para la protección de un documento de seguridad y documentos de seguridad que comprenden el elemento de seguridad ópticamente variable.

15 Se describen y reivindican en la presente un método para fabricar un documento de seguridad, que comprende el paso de proporcionar el documento de seguridad con un elemento de seguridad ópticamente variable como se describe en la presente.

20 Una propiedad particularmente ventajosa del proceso proporcionada por la presente invención reside en la capacidad de proporcionar una forma ajustable y predecible fácilmente para imprimir elementos de seguridad ópticamente variables de múltiples colores con una sola composición precursora de cristal líquido colestérico en un solo paso de impresión, reduciendo con esto la complejidad de los procesos de impresión convencionales. La personalización de las propiedades de color y/o tornasolado de patrones que comprenden un polímero de cristal líquido colestérico se beneficia a partir de una flexibilidad de diseño, debido a que se pueden producir una variedad de patrones con diferentes propiedades ópticas a partir de una sola composición que se aplica en un solo paso. Esto permite que los materiales de cristal líquido colestéricos se produzcan por adelantado y se personalicen y/o terminen más tarde durante su aplicación sobre los documentos de seguridad que comprenden el elemento de seguridad ópticamente variable.

Breve descripción de la figura

30 La FIGURA 1, representa un ejemplo de un elemento de seguridad ópticamente variable producido de acuerdo con el proceso de acuerdo con la presente invención que comprende una región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, la región tiene tres patrones (A, B y C) que exhiben, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y una posición diferente de la banda reflectante selectiva.

Descripción detallada de la invención

40 Se utilizarán las siguientes definiciones para interpretar el significado de los términos analizados en la descripción y mencionados en las reivindicaciones.

45 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el artículo "uno" indica uno, así como más de uno y no necesariamente limita su sustantivo referente al singular.

50 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "aproximadamente" significa que la cantidad o valor en cuestión puede ser el valor designado o algún otro valor aproximadamente igual. Se pretende que la frase transmita esos valores similares dentro de una variación de $\pm 5\%$ del valor indicado estimulen resultados equivalentes o efectos de acuerdo con la invención.

55 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "y/o" u "o/y" significa que ya sea todos o sólo uno de los elementos del grupo pueden estar presentes. Por ejemplo, "A y/o B" debe significar "sólo A o sólo B o tanto A como B".

60 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "al menos" se destina a definir uno o más de uno, por ejemplo uno o dos o tres.

65 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "comprenden" o variaciones tales como "comprende" o "que comprende" se deberá entender que implica la inclusión de una característica establecida, número entero, paso o componente o grupo de características, números enteros, pasos o componentes aunque no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, números enteros, pasos o componentes.

70 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "composición" se refiere a cualquier composición que sea capaz de formar un recubrimiento sobre un sustrato sólido.

75 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "elemento de seguridad de múltiples colores", se refiere a cualquier elemento de seguridad que comprenda dos o más patrones impresos que exhiban, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva.

En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "banda reflectante selectiva", se refiere a la longitud de onda a la cual un patrón hecho de la única tinta curada que comprende el polímero de cristal líquido colestérico exhibe una reflectancia máxima ($\lambda_{\text{reflectancia max}}$).

5 El elemento de seguridad ópticamente variable, que comprende una región basada en una sola tinta tornasolada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, la región que tiene al menos dos, de preferencia al menos tres, patrones que tienen diferentes espesores, al menos los dos, de preferencia al menos los tres, patrones exhiben, al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva ($X_{\text{reflectancia max}}$) se produce mediante un proceso que comprende un paso de aplicar sobre un sustrato, mediante un proceso de rotograbado con el uso de un cilindro de grabado que tiene al menos dos, de preferencia al menos tres, grabados diferentes, una sola composición precursora de cristal líquido colestérico. Cuando la región tiene al menos dos patrones, se utiliza un cilindro de grabado que tenga al menos dos grabados diferentes. Cuando la región tiene al menos tres patrones, se utiliza un cilindro de grabado que tenga al menos tres grabados diferentes. Al menos los dos patrones de la región descrita en el presente pueden estar adyacentes entre sí o pueden estar separados. Cuando la región descrita en la presente comprende al menos tres patrones, los tres patrones pueden estar adyacentes entre sí, pueden estar separados o pueden estar colocados en una forma combinada (por ejemplo, dos patrones están adyacentes entre sí y el tercero está separado de uno o ambos de los dos patrones).

20 En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "grabados diferentes", se refiere a grabados que tengan diferentes parámetros de grabado, tales como características y configuraciones de celda, incluyendo, por ejemplo, la diagonal, el volumen y la forma de grabados debido al proceso de fabricación utilizado como se describe en la presente. Las características de configuraciones de celdas de los grabados tienen que ser bastante diferentes al elemento de seguridad ópticamente variable deseado que comprende una región basada en el polímero de cristal líquido colestérico, la región tiene al menos dos, de preferencia al menos tres, patrones que exhiben, al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva, se pueden fabricar con los mismos.

30 El elemento de seguridad ópticamente variable, que de preferencia se obtiene mediante el proceso descrito anteriormente, comprende una región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, la región tiene al menos dos, de preferencia al menos tres, patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres, patrones, al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva. En el sentido en el que se utiliza en la presente, el término "basado en", significa que la región del elemento de seguridad ópticamente variable está hecha de una sola tinta curada, es decir, tiene la misma composición química en toda la región total. Los patrones dentro de la región difieren con respecto a las características ópticas especificadas, debido a su aplicación sobre el sustrato utilizando grabados diferentes del cilindro de impresión.

40 Como se sabe en la técnica, los tintes, pigmentos, recubrimientos y capas se pueden caracterizar por sus parámetros de índice de color CIE (1976) a^* , b^* y L^* . El espacio de color CIELab se definió por el Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) en 1976 y representa un sistema coordinado rectangular, tridimensional. El término "parámetros CIE (1976)" se debe entender de acuerdo con la ISO 11664-4:2008. Se pueden encontrar algunos ejemplos en libros de texto estándar, por ejemplo, "Coloristik für Lackanwendungen", Tasso Baurle et al., Farbe und Lack Edition, 2012, ISBN 978-3-86630-869-5. La coordenada vertical L especifica la claridad de un color, las 2 coordenadas horizontales A y B representan el tono y la saturación sobre los ejes rojo/verde y azul/amarillo respectivamente. De acuerdo con una modalidad, al menos los dos, de preferencia al menos los tres, patrones descritos en la presente, exhiben al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976). Los parámetros de índice de color CIE diferente (1976) de un primer patrón A y el segundo patrón B están caracterizados por su diferencia total de color ΔE^*_{A-B} . El valor ΔE^*_{A-B} se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$50 \quad \Delta E^*_{A-B} = ((L^*_B - L^*_A)^2 + (a^*_B - a^*_A)^2 + (b^*_B - b^*_A)^2)^{1/2}$$

con los parámetros

55 L^*_A que representa el valor L^* de CIE (1976) del componente A

L^*_B que representa el valor L^* de CIE (1976) del componente B

a^*_A que representa el valor a^* de CIE (1976) del componente A

60 a^*_B que representa el valor a^* de CIE (1976) del componente B

b^*_A que representa el valor b^* de CIE (1976) del componente A

65 b^*_B que representa el valor b^* de CIE (1976) del componente B

De preferencia, la región descrita en la presente comprende al menos dos, de preferencia al menos tres, patrones que

5 tienen una $\Delta\lambda_{\text{reflectancia max}}$ (es decir, la diferencia de la banda reflectante selectiva) de al menos 5 nm, de mayor preferencia al menos 10 nm, y/o una ΔE_{A-B}^* (diferencia total de color) de al menos aproximadamente 3 y de mayor preferencia al menos aproximadamente 4 al menos en un ángulo de visión. Los valores ΔE_{A-B}^* definidos anteriormente se miden con un espectrofotómetro SF 300 de Datacolor. Las mediciones se realizan con un espectrofotómetro de haz dual con un iluminador/detección de geometría difusa a 8° (diámetro de la esfera: 66 mm; BaSO4 recubierto, fuente de luz: Xenón pulsado, filtrado a D65 aproximado (Observador estándar 10°)).

10 Los elementos de tornasolado (también denominados en la técnica como elementos goniocromáticos o elementos ópticamente variables) exhiben un ángulo de visión o ángulo de incidencia dependiente del color, y se utilizan para proteger billetes de banco y otros documentos de seguridad contra la falsificación y/o reproducción ilegal mediante un equipo de oficina para escaneo, impresión y copiado a color disponible comúnmente. Por ejemplo, los recubrimientos de tornasolado o capas exhiben un tornasolado con variación del ángulo de visión (por ejemplo, desde un ángulo de visión de aproximadamente 90° con respecto al plano del recubrimiento o capa hasta un ángulo de visión de aproximadamente 22,5° con respecto al plano del recubrimiento o capa) a partir de una impresión a color C11 (por ejemplo verde) hasta 15 una impresión a color C12 (azul). Además de la seguridad evidente proporcionada por las propiedades de tornasolado, lo cual permite una fácil detección, reconocimiento y/o discriminación de los elementos de seguridad o los documentos de seguridad que comprenden los elementos de sus posibles falsificaciones con los sentidos humanos sin ayuda, las propiedades de tornasolado se pueden utilizar como una herramienta legible por máquina para el reconocimiento de los elementos de seguridad o documentos de seguridad.

20 También se debe apreciar que la presente invención no se limita a la variación visible del espectro electromagnético. Por ejemplo, uno o más de al menos los dos, de preferencia al menos los tres, patrones descritos de la presente pueden exhibir, al menos en un ángulo de visión, una posición diferente de la banda reflectante selectiva y/o un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) en las variaciones visibles de IR (infrarrojos) o UV (ultravioleta) y/o las propiedades de tornasolado a partir de la variación visible hasta la variación IR, o a partir de la variación UV hasta la variación visible, 25 o a partir de la variación UV hasta la variación IR; en donde las porciones IR, visibles y UV del espectro electromagnético corresponden aproximadamente a las variaciones de longitud de onda entre 700-2500 nm, 400-700 nm, y 200-400 nm, respectivamente.

30 Como saben los expertos en la técnica, el término rotograbado se refiere a un proceso de impresión que se describe por ejemplo en "Handbook of print media", Helmut Kipphan, Springer Edition, páginas 360-394. El rotograbado es un proceso de impresión en donde la imagen o elementos patrón se graban en la superficie del cilindro de grabado. La unidad de impresión comprende, además, un rodillo de impresión. El término rotograbado no abarca los procesos de impresión calcográfica (también denominados en la técnica como procesos de impresión con dado de acero grabado o 35 placa de cobre) que dependen, por ejemplo, de un tipo diferente de tinta. Las áreas sin imagen están a un nivel original constante. Antes de la impresión, la placa de impresión completa (los elementos sin impresión y de impresión) se inunda con la tinta. La imagen o patrón consiste de celdas (o cavidades) grabadas en el cilindro de grabación, es decir, los grabados. El exceso de tinta en el área sin imagen se retira mediante un limpiador o una cuchilla antes de imprimir, de tal forma que la tinta permanezca sólo en las celdas ahuecadas. La imagen o patrón se transfiere desde las celdas 40 ahuecadas hacia el sustrato mediante una combinación de presión típicamente en la variación de 1 hasta 4 barías, la capilaridad y mediante las fuerzas de adhesión entre el sustrato y la tinta. Típicamente, los cilindros de grabación tienen una superficie de cobre que puede estar recubierta con una capa fina de cromo, el cobre que porta la imagen y el cromo que lo protege. Las funciones básicas del cobre son la capacidad de grabado, estabilidad y capacidad de reproducción. El cromo sirve como una capa protectora contra la fricción de la cuchilla raspadora y el sustrato, aumentando así la vida 45 y ciclo de vida del cilindro de grabación.

Al menos los dos, de preferencia al menos los tres, patrones de la región descrita en la presente exhiben, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva, los parámetros y/o propiedades diferentes se obtendrán al utilizar un cilindro de grabación que 50 tenga grabados diferentes de al menos dos, de preferencia al menos tres, diferentes características y configuraciones de celda. Al modificar los grabados del cilindro, es posible variar localmente el depósito de tinta y luego obtener diferentes propiedades ópticas después del curado de la tinta al menos en un ángulo de visión.

55 Como saben los expertos en la técnica, las celdas ahuecadas (grabados) de los cilindros de grabación se pueden producir mediante diversos métodos diferentes. Estos métodos incluyen sin limitación, grabado químico, grabado electromecánico y grabado por láser.

60 Antes del grabado químico, todas las secciones sin impresión se cubren típicamente con un barniz al betún resistente ácidos. Los procesos de grabado químico utilizan típicamente un papel con pigmento recubierto con una capa de gelatina sensibilizada (es decir, hecha sensible a la luz). Una pantalla de línea transversal y una película para formación de imágenes se exponen sobre el papel con pigmento, el papel con pigmento luego se laminará sobre el cilindro de grabación. Después de un paso de desarrollo, se forma entre las paredes de las celdas levantadas un relieve (correspondiente al del cilindro grabado) con las capas de gelatina de espesor variable. Durante el proceso de grabado químico, el cilindro ya sea se baña o se rocía con una solución de cloruro ferroso que se obtiene la profundidad 65 requerida de grabado. El grabado químico proporciona cilindros de grabación de profundidad variable. Los cilindros de grabación adecuados para la presente invención comprenden celdas ahuecadas preparadas mediante grabado químico

que tienen típicamente las siguientes características: una especificación de pantalla entre aproximadamente 30 l/cm hasta aproximadamente 120 l/cm, de preferencia entre aproximadamente 50 l/cm hasta aproximadamente 90 l/cm, y un grabado entre aproximadamente 10 µm hasta aproximadamente 100 µm, de preferencia entre aproximadamente 60 µm hasta aproximadamente 90 µm.

5 El grabado electromecánico utiliza una aguja de diamante controlada electrónicamente para cortar las celdas en la superficie del cilindro de grabación, es decir, el tamaño de la celda ahuecada se controla mediante el sistema electrónico y las dimensiones de la aguja de diamante. La copia original se escanea en una computadora y se digitaliza. Los datos digitales, similares a la imagen que se imprimirá, la profundidad, la pantalla, los parámetros del cilindro se transmiten a un cabezal de diamante oscilante denominado aguja; típicamente la aguja tiene una forma similar a una pirámide invertida. Cada imagen escaneada y digitalizada se convierte a puntos similares a medios tonos, teniendo cada uno una señal electrónica, que varía en intensidad de 0 hasta 100%, dependiendo de la oscuridad o brillantes de la imagen. La imagen luego se convierte de nuevo en una señal analógica que luego impulsa el cabezal de grabado para labrar la celda sobre el cilindro. Al variar la corriente electrónica, la señal mueve la unidad de aguja de diamante grabando de esto las celdas ahuecadas a una profundidad proporcional al voltaje de la señal, es decir, la computadora de esta forma controla el cabezal de grabado que se mueve a través y alrededor del cilindro, grabando así las celdas de profundidades variables al variar la penetración del cilindro del cabezal de grabado. Entre más profunda sea la aguja de diamante penetrada por el cilindro, mayores serán las celdas resultantes, o en otras palabras, se obtienen celdas de tamaño mínimo cuando la aguja de diamante penetra el cilindro al grado más insignificante. El espesor de las paredes de la celda también se puede variar; a una profundidad del 100%, las celdas con forma de diamante se entrelazan con aquellas de las filas en cualquier lado de las mismas, con sólo una pared de celda diminuta. Sin embargo, al 10%, las celdas tienen un tamaño muy reducido y existe una gran cantidad de espacio entre las mismas. Por último, el último paso de producción del cilindro comprende el cromado y pulido al final. Los cilindros de grabado adecuados para la presente invención comprenden celdas ahuecadas preparadas mediante grabado electromecánico que típicamente tienen las siguientes características: una especificación de pantalla entre aproximadamente 40 l/cm hasta aproximadamente 140 l/cm, un ángulo de la aguja de diamante de la pirámide inversa entre aproximadamente 110° hasta aproximadamente 150°, típicamente 120°, y una penetración entre aproximadamente 10% hasta aproximadamente 100%. Como saben los expertos en la técnica, las características descritas anteriormente se pueden afinar para obtener el patrón deseado. Con el objetivo de fabricar al menos los dos, de preferencia al menos los tres, patrones, de la región descrita en la presente, al menos los dos, de preferencia al menos los tres patrones que tienen diferentes espesores y que exhiben, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva, los cilindros de grabación adecuados tienen celdas ahuecadas preparadas mediante grabado electromecánico y tienen una diferencia de penetración de la aguja de diamante de al menos aproximadamente el 10%.

35 Los cilindros de grabación adecuados para la presente invención comprenden celdas ahuecadas preparadas mediante grabado por láser que típicamente tienen las siguientes características: una especificación de pantalla entre aproximadamente 40 l/cm hasta aproximadamente 140 l/cm, y una penetración entre aproximadamente 10% hasta aproximadamente 100%. Como saben los expertos en la técnica, las características descritas anteriormente se pueden afinar para obtener el patrón deseado. Con el objetivo de fabricar al menos los dos, de preferencia al menos los tres, patrones, de la región descrita en la presente, al menos los dos, de preferencia al menos los tres patrones que tienen diferentes espesores y que exhiben, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva, los cilindros de grabación adecuados tienen celdas ahuecadas preparadas mediante grabado por láser y que tienen una diferencia de penetración del láser de al menos aproximadamente el 10%.

Los procesos de grabado descritos anteriormente se describen adicionalmente por ejemplo en "Rotogravure and flexographic printing presses, Herbert L. Weiss, Converting Technology Corp., 1985, páginas 48-52.

50 La única composición precursora de cristal líquido colestérico descrito en la presente se aplica como se describió anteriormente sobre un sustrato, y posteriormente se cura a una sola tinta curada. El sustrato descrito en la presente puede ser un sustrato transparente o un sustrato no transparente. Los sustratos adecuados de la presente invención incluyen, sin limitación papeles u otros materiales fibrosos tales como celulosa, materiales que contienen papel, plástico o sustratos poliméricos, materiales compuestos, metales o materiales metalizados, vidrios, cerámicas y combinaciones de los mismos. Los ejemplos típicos de plástico o sustratos poliméricos son sustratos hechos de polipropileno (PP), polietileno (PE), policarbonato (PC), cloruro de polivinilo (PVC) y tereftalato de polietileno (PET). Los ejemplos típicos de materiales compuestos incluyen, sin limitación estructuras multicapa o laminados de papel y al menos una capa hecha de plásticos o material polimérico.

60 Con el objetivo de aumentar adicionalmente el nivel de seguridad y la resistencia contra una falsificación y reproducción ilegal del elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente, el sustrato descrito en la presente adicionalmente puede comprender indicios impresos, recubiertos, marcados por láser perforados por láser, marcas de agua, hilos de seguridad, fibras, tablillas, compuestos luminiscentes, ventanas, láminas, diseños y combinaciones de dos o más de los mismos. Con el mismo objetivo de aumentar adicionalmente el nivel de seguridad y la resistencia contra una falsificación y reproducción ilegal del elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente, el sustrato puede comprender una o más sustancias marcadoras o marcados y/o sustancias legibles por máquina (por

ejemplo, sustancias luminiscentes, sustancias absorbentes de UV/visibles/IR, sustancias magnéticas y combinaciones de las mismas).

Para generar o revelar el efecto de interferencia de color y los efectos fuertes de tornasolado, las capas o el recubrimiento que comprende polímeros de cristal líquido colestéricos de preferencia están presentes directa o indirectamente sobre una superficie absorbente de luz, de preferencia una suficientemente oscura e incluso de preferencia una superficie negra. El término "superficie absorbente de luz" se refiere a una superficie que absorbe al menos el 50%, de preferencia al menos el 60% de la intensidad de una o más porciones de la parte visible del espectro electromagnético (espectro visible). La superficie absorbente de luz puede ser una capa continua o puede ser una capa discontinua en la forma de indicios o patrón que incluyen, sin limitación símbolos, símbolos alfanuméricos, motivos, letras, palabras, números, logotipos y figuras. El término "capa absorbente de luz" se refiere a una capa que absorbe al menos parte, de preferencia al menos el 50%, de mayor preferencia al menos el 60% de la intensidad de una o más porciones del espectro visible de luz, de preferencia hacia una capa de color oscuro, de mayor preferencia hacia una capa negra.

El sustrato de los elementos de seguridad descritos en el presente, debe ser una superficie absorbente de luz, no se requiere una capa o recubrimiento adicional para observar fácilmente sin ninguna máquina o dispositivo las propiedades de tornasolado de los polímeros de cristal líquido colestérico. El sustrato de los elementos de seguridad descritos en la presente debe ser una capa absorbente de luz, un fondo suficientemente oscuro adicional y de preferencia uno negro, de preferencia una capa, se puede aplicar permanente entre el sustrato y la única composición precursora de cristal líquido colestérico; alternativamente, el fondo suficientemente oscuro adicional o sustrato se puede aplicar sobre el costado orientado hacia el sustrato (es decir, en el costado opuesto de la única composición precursora de cristal líquido colestérico), el fondo oscuro estará presente permanente o no permanentemente. Si se tiene que emplear un fondo oscuro, el fondo oscuro se aplica al sustrato, antes de la aplicación de la única composición precursora de cristal líquido colestérico. Por lo tanto, el proceso de acuerdo con la presente invención puede comprender además un paso de aplicar un fondo oscuro sobre el sustrato, el paso se efectúa antes del paso a). Los procesos típicos utilizados para aplicar el fondo oscuro incluyen, sin limitación impresión por chorro de tinta, en offset, en pantalla, impresión flexografía y rotograbado.

La propiedad de tornasolado de un elemento de seguridad que comprende polímeros de cristal líquido colestérico se considera que será un elemento de seguridad evidente, fácil de detectar para el público. Ventajosamente, cualquiera será capaz de detectar reconocer y/o discriminar fácilmente, los elementos de seguridad o los documentos de seguridad que comprendan los elementos de seguridad de sus posibles falsificaciones con los sentidos humanos sin ayuda, por ejemplo, estos elementos pueden ser visibles y/o detectables mientras que sean difíciles de producir y/o copiar. Además, la propiedad de reflejar una luz polarizada circularmente de los polímeros de cristal líquido colestérico se puede utilizar como un elemento semi-evidente que sea visible o detectable con la ayuda de un filtro para polarización de luz. En otras palabras, la propiedad de reflejar una luz polarizada circularmente de los polímeros de cristal líquido colestérico se puede utilizar como una herramienta de autenticación para el reconocimiento de elementos de seguridad que comprendan polímeros de cristal líquido colestérico o documentos de seguridad que comprendan los elementos de seguridad.

La única composición precursora de cristal líquido colestérico comprende (i) uno o más compuestos nemático A y (ii) uno o más compuestos dopantes quirales B que sean capaces de dar lugar a un estado colestérico de la composición precursora de cristal líquido colestérico con calentamiento. La inclinación del estado colestérico obtenible depende de la proporción relativa de los compuestos nemáticos y los dopantes quirales. La concentración (total) de uno o más compuestos nemáticos A en la única composición precursora de cristal líquido colestérico para utilizarse en la presente invención está entre aproximadamente 4 hasta aproximadamente 30, de preferencia entre aproximadamente 4 hasta aproximadamente 25, veces la concentración (total) de uno o más de los compuestos dopantes quirales B. Uno o más de los compuestos dopantes quirales B descritos anteriormente de preferencia están presentes en una cantidad entre aproximadamente 0.1% en peso hasta aproximadamente 30% en peso, de mayor preferencia entre aproximadamente 0.1% en peso hasta aproximadamente 20% en peso, y de mayor preferencia entre aproximadamente 3% en peso hasta aproximadamente 10% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la única composición precursora de cristal líquido colestérico. Uno o más de los compuestos nemáticos A descritos anteriormente de preferencia están presentes en una cantidad entre aproximadamente 20% en peso hasta aproximadamente 50% en peso, de mayor preferencia en una cantidad entre aproximadamente 30% en peso hasta aproximadamente 45% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la única composición precursora de cristal líquido colestérico.

Tanto uno o más de los compuestos nemáticos A como uno o más de los compuestos dopantes quirales B pueden comprender al menos un compuesto que comprenda al menos un grupo polimerizable. Por ejemplo, la totalidad de uno o más de los compuestos nemáticos A y la totalidad de uno o más de los compuestos dopantes quirales B pueden comprender al menos un grupo polimerizable. Al menos uno del grupo polimerizable, por ejemplo, puede comprender un grupo que sea capaz de tomar parte en una polimerización radical libre y, en particular, un enlace carbono-carbono no saturado (de preferencia activado), tal como por ejemplo un acrilato con la fórmula $H_2C = CH-C(O)-O$.

Se conocen en la técnica los compuestos nemáticos (precursores) A que son adecuados para utilizarse en la composición precursora de cristal líquido colestérico; cuando se utiliza solos (es decir, sin compuestos dopantes

quirales), se organizan por sí mismos en un estado caracterizado por su birrefringencia. Los ejemplos no limitantes de compuestos nemáticos A que son adecuados para utilizarse en la presente invención se describen en, por ejemplo, los documentos WO 93/22397 A1, WO 95/22586 A1, EP 0 847 432 B1, US 6589445, US 2007/0224341.

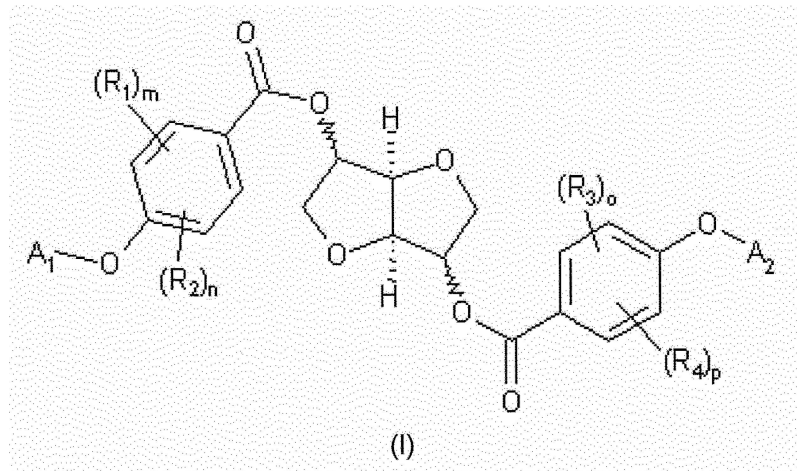
5 Una clase preferida de compuestos nemático A para utilizarse en la presente invención comprende uno o más grupos polimerizables, idénticos o diferentes entre sí, por molécula. Los ejemplos de grupos polimerizables incluyen grupos que sean capaces de participar en una polimerización de radicales libres y, en particular, los grupos que comprenden un doble o triple enlace carbono-carbono, tales como por ejemplo una porción de acrilato, una porción de vinilo o una porción acetilénica. Se prefieren particularmente como grupos polimerizables porciones de acrilato.

10 Los compuestos nemáticos A, para utilizarse en la presente invención pueden comprender además uno o más grupos aromáticos sustituidos opcionalmente, de preferencia grupos fenilo. Los ejemplos de sustituyentes opcionales de los grupos aromáticos incluyen aquellos que se establecen en la presente como ejemplos de grupos sustituyentes en los anillos de fenilo de los compuestos dopantes quirales de la fórmula (I) tales como por ejemplo grupos alquilo y alcoxi.

15 Los ejemplos de grupos que pueden estar presentes opcionalmente para enlazar los grupos polimerizables y los grupos arilo (por ejemplo, fenilo) en los compuestos nemáticos A incluyen aquellos que se ejemplifican en la presente para los compuestos dopantes quirales B de la fórmula (I) (incluyendo aquellos de la fórmula (IA) y la fórmula (IB) se establecieron más adelante). Por ejemplo, los compuestos nemáticos A pueden comprender uno o más grupos de las fórmulas (i) a (vi) que se indican más adelante como los ejemplos para A₁ y A₂ en la fórmula (I) (y las fórmulas (IA) y (IB)), típicamente unidos a grupos fenilo sustituidos opcionalmente.

25 Los ejemplos específicos no limitantes de compuestos nemáticos que son adecuados para utilizarse en la presente invención incluyen, sin limitación, los siguientes compuestos: bis[4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)benzoato] de 2-metoxibencen-1,4-diilo; 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-2-metilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)benzoil}oxi)-2-metoxifenilo; bis[4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-2-metilbenzoato] de 2-metoxibencen-1,4-diilo; bis[4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-2-metilbenzoato] de 2-metilbencen-1,4-diilo; 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-3-metoxibenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)benzoil}oxi)-2-metilfenilo; bis[4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)benzoato] de 2-metilbencen-1,4-diilo; 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-3,5-dimetoxibenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-3-metoxibenzoil}oxi)-2-metilfenilo; bis[4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-3,5-dimetoxibenzoato] de 2-metilbencen-1,4-diilo; bis[4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-3,5-di-metoxibenzoato] de 2-metoxibencen-1,4-diilo; 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-3,5-dimetoxibenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]carbonil}oxi)-3-metoxibenzoil}oxi)-2-metoxifenilo; 4-[4-(acrililoilo)butoxi]-2-metilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]benzoil}oxi)-3-metilfenilo; 4-[4-(acrililoilo)butoxi]-3-metilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]benzoil}oxi)-3-metilfenilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-2-metilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]benzoil}oxi)-3-metilfenilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-2,5-dimetilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]-2-metilbenzoil}oxi)-3-metilfenilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-2,5-dimetilbenzoato de 2-metilbencen-1,4-diilo bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]benzoato de 2-metilbencen-1,4-diilo; 4-[4-(acrililoilo)butoxi]-2,5-dimetilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]-3,5-dimetilbenzoil}oxi)-3-metilfenilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-3,5-dimetilbenzoato de 2-metilbencen-1,4-diilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-3,5-dimetilbenzoato de 2-metoxibencen-1,4-diilo; 4-[4-(acrililoilo)butoxi]-3,5-dimetilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]-3-metilbenzoil}oxi)-2-metoxifenilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-3-metilbenzoato de 2-metoxibencen-1,4-diilo; 4-[4-(acrililoilo)butoxi]-3-metilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]benzoil}oxi)-3-metoxifenilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-2-metoxibenzoato de 2-metoxibencen-1,4-diilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-3,5-dimetoxibenzoato de 2-metoxibencen-1,4-diilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-3-metoxibenzoato de 2-metoxibencen-1,4-diilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-2-metilbenzoato de 2-etoxi-bencen-1,4-diilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]benzoato de 2-(propan-2-ilo)benzen-1,4-diilo; 4-[4-(acrililoilo)butoxi]-2-metilbenzoato de 4-({[4-(acrililoilo)butoxi]benzoil}oxi)-2-(propan-2-ilo)fenilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-2-metilbenzoato de 2-(propan-2-ilo)benzen-1,4-diilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-2,5-dimetilbenzoato de 2-(propan-2-ilo)benzen-1,4-diilo; bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-3,5-dimetilbenzoato de 2-(propan-2-ilo)benzen-1,4-diilo; y 2-(propan-2-ilo)benzen-1,4-diilo bis[4-4-(acrililoilo)butoxi]-3,5-dimetoxibenzoato.

55 Uno o más de los compuestos dopantes quirales B para utilizarse en la presente invención de preferencia comprenden al menos un grupo polimerizable. Los ejemplos adecuados del uno o más de los compuestos dopantes quirales B incluyen aquellos de la fórmula (I):

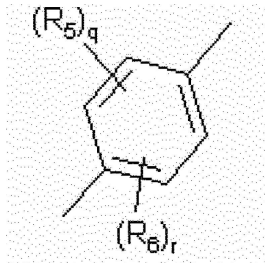


en donde:

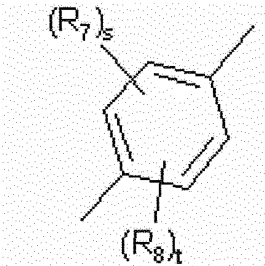
$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7$ y R_8 cada uno independientemente denotan C_1-C_6 alquilo y C_1-C_6 alcoxi;
 A_1 y A_2 cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula (i) a (vi):

- (i) $-[(CH_2)_y-O]_z-C(O)-CH=CH_2$;
- (ii) $-C(O)-D_1-O-[(CH_2)_y-O]_z-C(O)-CH=CH_2$;
- (iii) $-C(O)-D_2-O-[(CH_2)_y-O]_z-C(O)-CH=CH_2$;
- (iv) $-[COO(CH_2)_y-O]_z-C(O)-CH=CH_2$;
- (v) $-C(O)-D_1-O-[COO-(CH_2)_y-O]_z-C(O)-CH=CH_2$;
- (vi) $-C(O)-D_2-O-[COO-(CH_2)_y-O]_z-C(O)-CH=CH_2$;

D_1 denota un grupo de la fórmula

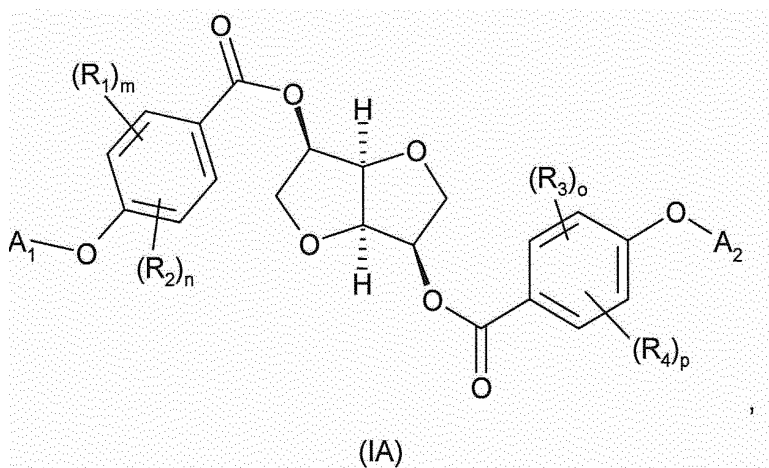


D_2 denota un grupo de la fórmula



m, n, o, p, q, r, s y t cada uno independientemente denotan 0, 1, ó 2;
 y denota 0, 1, 2, 3, 4, 5, ó 6;
 z es igual a 0 si, y es igual a 0 y z es igual a 1 si, y es igual a 1 hasta a 6.

En una modalidad, el uno o más de los compuestos dopantes quirales B pueden comprender uno o más derivados de isomanida de la fórmula (IA):

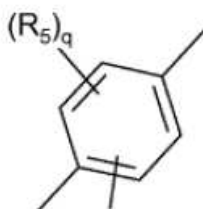


en donde:

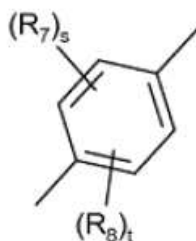
R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alquilo y C₁-C₆ alcoxi;
 A₁ y A₂ cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula (i) a (vi):

- (i) [(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (ii) -C(O)-D₁-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (iii) -C(O)-D₂-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (iv) -[COO(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (v) -C(O)-D₁-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (vi) -C(O)-D₂-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;

D₁ denota un grupo de la fórmula



D₂ denota un grupo de la fórmula



m, n, o, p, q, r, s y t cada uno independientemente denota 0, 1, ó 2;
 y denota 0, 1, 2, 3, 4, 5, ó 6;
 z es igual a 0 si, y es igual a 0 y z es igual a 1 si, y es igual a 1 a 6.

En una modalidad ilustrativa de los compuestos de la fórmula (IA) (y de los compuestos de la fórmula (I)), R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alquilo. En una modalidad alternativa, R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ en la fórmula (IA) (y en la fórmula (I)) cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alcoxi.

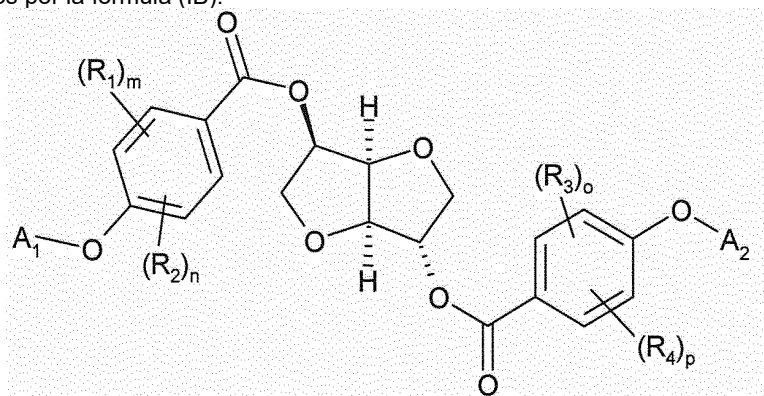
En otra modalidad ilustrativa de los compuestos de la fórmula (I) y de la fórmula (IA), A₁ y A₂ cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula -[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; R₁, R₂, R₃ y R₄ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alquilo; y m, n, o, y p, cada uno independientemente denotan 0, 1, ó 2. Todavía en

otra modalidad, A₁ y A₂ en la fórmula (I) y la fórmula (IA) cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula -[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; R₁, R₂, R₃ y R₄ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alcoxi; y m, n, o, y p, cada uno independientemente denotan 0, 1, ó 2.

5 En otra modalidad de los compuestos de la fórmula (IA) (y de la fórmula (I)), A₁ y A₂ cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula -C(O)-D₁-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; y/o de la fórmula -C(O)-D₂-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; y R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alquilo. En una modalidad alternativa, A₁ y A₂ en la fórmula (IA) (y en la fórmula (I)) cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula -C(O)-D₁-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; y/o del grupo de la fórmula -C(O)-D₂-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; y R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alcoxi.

En otra modalidad de los compuestos de la fórmula (IA) (y de la fórmula (I)), A₁ y A₂ cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula -C(O)-D₁-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂ y/o de la fórmula -C(O)-D₂-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; y R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alquilo. En una modalidad alternativa, A₁ y A₂ en la fórmula (IA) (y en la fórmula (I)) cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula -C(O)-D₁-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂ y/o de la fórmula -C(O)-D₂-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂; y R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alcoxi.

En otra modalidad, uno o más los compuestos dopantes quirales B pueden comprender uno o más derivados de isosorbida representados por la fórmula (IB):

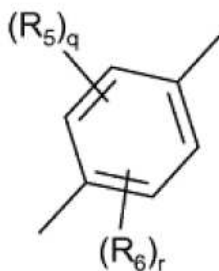


en donde:

R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alquilo y C₁-C₆ alcoxi; A₁ y A₂ cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula (i) a (vi):

- (i) -[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (ii) -C(O)-D₁-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (iii) -C(O)-D₂-O-[(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (iv) -[COO(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (v) -C(O)-D₁-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;
- (vi) -C(O)-D₂-O-[COO-(CH₂)_y-O]_z-C(O)-CH=CH₂;

D₁ denota un grupo de la fórmula



D₂ denota un grupo de la fórmula

(aciloiloxi)-5-metoxi-2-metilbenzoil]oxi)-3-metilbenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-etoxibenzoil]oxi}benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-etoxi-5-metilbenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-etoxibenzoil]oxi}benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-etoxi-5-metilbenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-5-etoxi-2-metilbenzoil]oxi}benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-etoxibenzoil]oxi}benzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metilbenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2,5-dimetilbenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metilbenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2,5-dimetilbenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metoxibenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-3-metilbenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-3-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metoxibenzoil]oxi)-3-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-benzoil]oxi)-3-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-benzoil]oxi)-3-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metoxibenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metilbenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metilbenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metilbenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metilbenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metilbenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metoxibenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metilbenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-3-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metoxibenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metoxibenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metoxibenzoil]oxi)benzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metoxibenzoil]oxi}benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metoxibenzoil]oxi)-2,5-dimetilbenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metilbenzoil]oxi)-3-metilbenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-metoxi-benzoil]oxi)-3-metilbenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-etoxibenzoil]oxi}benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]oxi)-2-etoxi-5-metilbenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-etoxibenzoil]oxi}benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-3-etoxibenzoil]oxi}benzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-metilbenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-5-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2,5-dimetilbenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-2-etoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-2-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-3-metilbenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-2-etoxibenzoil]oxi)-3-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)benzoil]-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-((4-(aciloiloxi)-butoxi]carbonil]oxi)benzoil]oxi)-benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-((4-(aciloiloxi)-butoxi]carbonil]oxi)-3-metoxibenzoil]oxi)-3-metoxibenzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; 2,5-bis-O-(4-{{4-{{6-(aciloiloxi)-hexiloxi]carbonil]oxi}benzoil]oxi)-benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol; y 2,5-bis-O-(4-{{4-(aciloiloxi)-butoxi]carbonil]oxi)benzoil]-1,4:3,6-dianhidro-D-glucitol.

La única composición precursora de cristal líquido colestérico descrito en la presente puede comprender además uno o más componentes colorantes, con la condición de que uno o más de los materiales legibles por máquina no alteren o interfieran negativamente con la formación de la hélice y/o la formación del polímero, uno o más de los componentes colorantes se seleccionarán del grupo que consiste de pigmentos orgánicos e inorgánicos, tintes y mezclas de los mismos, los componentes colorantes que se absorben en la región visible o invisible del espectro electromagnético. Cuando están presentes, uno o más de los componentes colorantes comprendidos en la única composición precursora de cristal líquido colestérico de preferencia están presentes en una cantidad entre aproximadamente 0,01 hasta aproximadamente 5% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la única composición precursora de cristal líquido colestérico.

La única composición precursora de cristal líquido colestérico puede comprender además uno o más materiales legibles por máquina, con la condición de que uno o más de los materiales legibles por máquina no alteran o interfieren negativamente con la formación de la hélice y/o la formación del polímero. Cuando están presentes, uno o más de los materiales legibles por máquina de preferencia se seleccionan del grupo que consiste de materiales magnéticos, materiales luminiscentes, materiales electro-conductores, materiales para absorción de luz infrarroja y mezclas de los mismos. En el sentido como se utiliza en la presente, el término "material legible por máquina" se refiere a un material que exhiba al menos una propiedad distintiva que se pueda detectar mediante un dispositivo o una máquina, tal como por ejemplo un detector magnético (cuando el material de seguridad legible por máquina es un material que tenga propiedades magnéticas) o una cámara IR (cuando el material de seguridad legible por máquina sea un material que tenga propiedades absorbentes de IR), y que puede estar comprendido en una capa para conferir una forma de

autenticar la capa o artículo que comprenda la capa mediante el uso de un equipo particular para su detección y/o autenticación. Cuando están presentes, uno o más de los materiales legibles por una o más máquinas comprendidos en la única composición precursora de cristal líquido colestérico de preferencia están presentes en una cantidad entre aproximadamente 0.01 hasta aproximadamente 5% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la única composición precursora de cristal líquido colestérico.

La única composición precursora de cristal líquido colestérico descrita en la presente puede comprender además uno o más aditivos, con las condición de que uno o más de los aditivos no alteren o interfieran negativamente con la formación de la hélice y/o la formación del polímero, uno o más de los aditivos que incluyen, sin limitación compuestos y materiales que se utilizan para ajustar los parámetros físicos, reológicos y químicos de los compuestos, tales como la consistencia (por ejemplo, agentes anti-sedimentantes y plastificantes), las propiedades de espumantes (por ejemplo, agentes antiespumantes y desaireadores), la propiedades lubricantes (ceras), sensibilizadores de radiación, estabilidad UV (fotoestabilizadores) propiedades de adhesión, propiedades superficiales (agentes humectantes, agentes oleofóbicos e hidrofóbicos), etc. Los aditivos descritos en la presente pueden estar presentes en una o más tintas descritas en la presente en cantidades y en formas conocidas en la técnica, incluyendo en la forma de los denominados nano-materiales donde al menos una de las dimensiones de los aditivos está en la variación de 1 hasta 1000 nm. Cuando están presentes, uno o más de los aditivos comprendidos en la única composición precursora de cristal líquido colestérico de preferencia están presentes en una cantidad entre aproximadamente 0,01 hasta aproximadamente 5% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la única composición precursora de cristal líquido colestérico.

Debido a que la única composición precursora de cristal líquido colestérico descrito en la presente se aplica mediante un proceso de impresión de rotograbado tal como el descrito en la presente, la composición comprende además uno o más solventes para ajustar su viscosidad a un valor que sea adecuado para el rotograbado, es decir, una viscosidad en la variación entre aproximadamente 15 hasta aproximadamente 110 s a temperatura ambiente de acuerdo con DIN 53211-4 mm. Se conocen por aquellos expertos en la técnica los solventes adecuados e incluyen, sin limitación, solventes orgánicos de baja viscosidad, ligeramente polares y apróticos, tales como por ejemplo metiletilcetona (MEK), acetona, ciclohexanona, acetato de etilo, 3-etoxipropionato de etilo, y mezclas de dos o más de los mismos.

Posteriormente a la aplicación sobre un sustrato mediante rotograbado de la única composición precursora de cristal líquido colestérico descrito en la presente, la composición aplicada se calienta para ser llevada a un estado de cristal líquido colestérico que tenga propiedades ópticas específicas. El término "propiedades ópticas específicas" se debe entender como un estado de cristal líquido con una inclinación específica que refleje una variación de longitud de onda específica (banda reflectante selectiva). Para este fin, la única composición precursora de cristal líquido colestérico se calienta, el solvente contenido en la composición, si está presente, se evapora y se lleva a cabo la estimulación del estado de cristal líquido colestérico deseado. La temperatura utilizada para vaporar el solvente y estimular la formación del estado de cristal líquido depende de los componentes de la única composición precursora de cristal líquido colestérico y de preferencia está entre aproximadamente 55°C hasta aproximadamente 150°C, de mayor preferencia aproximadamente 55°C hasta aproximadamente 120°C, y todavía de mayor preferencia entre aproximadamente 55°C hasta aproximadamente 115°C. Típicamente, el paso de calentamiento descrito en la presente utiliza fuentes de calentamiento adecuadas que incluyen, sin limitación medios de calentamiento convencionales tales como placas calefactoras, hornos, corrientes de aire caliente y fuentes de radiación, tales como por ejemplo lámparas IR. El tiempo de calentamiento requerido depende de diversos factores tales como por ejemplo, los ingredientes de la única composición precursora de cristal líquido colestérico descrito en la presente, el tipo de dispositivo de calentamiento y la intensidad del calentamiento (salida de energía del dispositivo de calentamiento). Típicamente, la única composición precursora de cristal líquido colestérico aplicada se calienta durante un período de tiempo de aproximadamente 1 s (segundo) hasta 30 s, de preferencia tal como, por ejemplo, no más de aproximadamente 20 segundos, o no más de aproximadamente 10 segundos serán suficientes.

Posteriormente al paso de calentamiento descrito en la presente, la única composición precursora de cristal líquido colestérico aplicada se cura para formar la región basada en la única tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico. De preferencia, el paso de curado se lleva a cabo mediante radiación incluyendo radiación infrarroja, radiación por luz visible UV, radiación de haz electrónico (haz E), radiación por rayos X, rayos gamma y ultrasónica. De mayor preferencia, el paso de curado se lleva a cabo mediante radiación por luz visible UV (UV/VIS). La radiación por luz visible UV, se puede llevar a cabo en presencia de uno o más fotoiniciadores comprendidos en la única composición precursora de cristal líquido colestérico. Los ejemplos no limitantes de los muchos fotoiniciadores adecuados incluyen α -hidroxicetonas tales como 1-hidroxi-ciclohexil-fenil-cetona y una mezcla (por ejemplo, de aproximadamente 1:1) de 1-hidroxi-ciclohexil-fenil-cetona y uno o más de benzofenonas, 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-1-propanona, y 2-hidroxi-1-[4-(2-hidroxietoxi)fenil]-2-metil-1-propanona; fenilgloxilatos tales como metilbenzoilformato y una mezcla del 2-[2-oxo-2-fenil-acetoxi-etoxi]-etiléster de ácido oxifenilacético y 2-[2-hidroxietoxi]-etiléster de oxifenil-acético; bencildimetilcetales, tales como alfa, alfa-dimetoxi-alfa-fenilacetofenona; a-aminocetonas tales como 2-bencil-2-(dimetilamino)-1-[4-(4-morfolinil)fenil]-butan-1-ona, 2-dimetilamino-2-(4-metil-bencil) -1-(4-morfolin-4-il-fenil)-butan-1-ona y 2-metil-1-[4-(metiltio)fenil]-2-(4-morfolinil)-1-propanona; óxido de fosfina y derivados de óxido de fosfina tales como óxido de difenil(2,4,6-trimetilbenzoil)-fosfina; óxido de fenil-bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fosfina y también derivados de tioxantona tales como Speedcure ITX (CAS 142770-42-1), Speedcure DETX (CAS 82799-44-8), Speedcure CPTX (CAS 549584-1-2 o CAS 83846-86-0). Cuando están presentes, uno o más de los fotoiniciadores comprendidos en la única composición

precursora de cristal líquido colestérico de preferencia están presentes en una cantidad entre aproximadamente 0,01 hasta aproximadamente 10% en peso, de mayor preferencia entre aproximadamente 0,05 hasta aproximadamente 7% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la única composición precursora de cristal líquido colestérico.

5 Alternativamente, se pueden utilizar mecanismos de curado dual. Las composiciones que se curan mediante mecanismos de curado dual combinan mecanismos de secado térmico y curado por radiación. Típicamente, las composiciones adecuadas para los mecanismos de curado dual son similares a las composiciones de curado por radiación, aunque incluyen una parte volátil constituida por agua y/o por solvente. Estos constituyentes volátiles comprendidos en la única composición precursora de cristal líquido colestérico, se evaporan primero utilizando aire caliente y/o secadores IR y secado por radiación, de preferencia secado por UV-Vis, luego se completa el proceso de curado.

15 El espesor de cada uno de los dos, de preferencia al menos tres, patrones de la tinta curada aplicada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico de preferencia es independientemente entre aproximadamente 0,1 hasta aproximadamente 12 μm (micras), y de mayor preferencia entre aproximadamente 1 hasta aproximadamente 7 μm (micras), siempre que al menos los dos, de preferencia al menos tres patrones tengan diferentes espesores. Por "diferentes espesores", se debe entender que al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, tienen espesores que difieran en al menos el 10% o el 20%, dependiendo del diseño deseado de la región descrita en la presente, es decir, dependiendo del color requerido y/o las propiedades del tornasolado de al menos los dos, de preferencia al menos los tres patrones descritos en la presente.

25 El elemento de seguridad ópticamente variable que comprende una región basada en una única tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico y que tiene al menos dos, de preferencia al menos tres patrones descritos en la presente que tienen diferentes espesores, al menos los dos, de preferencia al menos los tres patrones que exhiben, al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva es particularmente adecuado para la protección de un documento de seguridad contra fraude o reproducción ilegal. El término "documento de seguridad" se refiere a un documento que por lo general se protege contra falsificación o fraude mediante al menos una elemento de seguridad. Los ejemplos de documentos de seguridad incluyen, sin limitación pagarés y bienes comerciales valiosos. Los ejemplos típicos de pagarés incluyen sin limitación, billetes de banco, escrituras, boletos, cheques, vales, estampillas fiscales y etiquetas fiscales, acuerdos y lo semejante, documentos de identidad tales como pasaportes, tarjetas de identidad, visas, tarjetas bancarias, tarjetas de crédito, tarjetas para transacciones, documentos de acceso, boletos de entrada y lo semejante. De preferencia, el documento de seguridad descrito en la presente se selecciona del grupo que consiste de billetes de banco, documentos de identidad, cheques, vales, tarjetas para transacciones, estampillas y etiquetas fiscales y de mayor preferencia el documento de seguridad descrito en la presente es un billete de banco o un documento de identidad. El término "bien comercial valioso" se refiere a un material de empaque, en particular para productos farmacéuticos nutracéuticos, cosméticos, electrónicos o la industria de bebidas y alimentos que pueden comprender uno o más elementos de seguridad para garantizar el contenido del empaque, similar por ejemplo a fármacos genuinos. Un ejemplo de estos materiales de empaque incluye, sin limitación etiquetas tales como etiquetas con marca de autenticación, etiquetas y sellos con evidencia de alteración. El elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente se puede aplicar directamente al documento de seguridad descrito en la presente. Alternativamente, el elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente puede estar en la forma de un hilo de seguridad o una lámina de estampación. Cuando el elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente se encuentra en la forma de una lámina de estampación, la lámina de estampación comprende un sustrato y, opcionalmente, una capa desprendible, en donde la lámina de estampación se puede aplicar a un documento de seguridad en un paso de estampación por separado. Por ejemplo, una lámina de estampación que comprende el elemento de seguridad ópticamente variable se describe en la presente sobre un sustrato transparente, tal como por ejemplo, un sustrato hecho de PET, se puede aplicar en un paso de estampación separado a un documento de seguridad, tal como por ejemplo un sustrato suficientemente oscuro y de preferencia negro de un documento de seguridad. La adhesión entre el documento de seguridad y el elemento de seguridad ópticamente variable debe ser baja, se pueden aplicar una o más capas de adhesivo, lacas de sellado térmico y/o lacas de sellado en frío, sobre el documento de seguridad y/o al elemento de seguridad ópticamente variable.

55 También se describen en la presente los métodos para proteger un documento de seguridad, los métodos comprenden el paso de aplicar mediante un proceso de rotograbado con el uso del cilindro de grabación descrito en la presente la composición precursora de cristal líquido colestérico descrito en la presente sobre un documento de seguridad tal como aquellos descritos anteriormente, de preferencia seleccionados del grupo que consiste de billetes, documentos de identidad, cheques, vales, tarjetas de transacción, estampillas y etiquetas fiscales, contra falsificación o fraude. También se describen en la presente los métodos para proteger un documento de seguridad contra falsificación o fraude, los métodos comprenden el paso de aplicar mediante un proceso de rotograbado con el uso de un cilindro de grabado descrito en la presente la composición precursora de cristal líquido colestérico descrita en la presente sobre un sustrato auxiliar tal como para ejemplo un hilo de seguridad, una tira de seguridad, una lámina, un diseño, una ventana o una etiqueta, el sustrato auxiliar opcionalmente comprende una capa desprendible y/o una capa adhesiva, y aplicarla o insertarla en un documento de seguridad tal como aquellos descritos anteriormente en un paso de estampación por separado.

También se describen en la presente los métodos para fabricar un documento de seguridad, los métodos comprenden el paso de proporcionar el documento de seguridad descrito en la presente con el elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente. De acuerdo con una modalidad, los métodos para fabricar un documento de seguridad comprenden los pasos de a) aplicar sobre el documento de seguridad descrito en la presente, mediante un proceso de rotograbado con el uso del cilindro de grabado que tenga al menos dos, de preferencia al menos tres, diferente grabados descritos en la presente, la única composición precursora de cristal líquido colestérico descrita en la presente; b) calentar la composición aplicada para llevar la composición a un estado de cristal líquido colestérico; y c) curar la composición para formar sobre el documento de seguridad una región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, la región tiene al menos dos, de preferencia al menos tres patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva. Alternativamente, el elemento de seguridad ópticamente variable descrito en la presente se proporciona como un elemento de seguridad por separado, de preferencia como una lámina de estampación o un hilo de seguridad, y posteriormente se aplica sobre o se inserta en el documento de seguridad.

También se describen en la presente los métodos para fabricar un elemento de seguridad ópticamente variable que comprende una región basada en la única tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico descrito en la presente, la región tiene al menos dos, de preferencia al menos tres patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva, los métodos comprende las pasos de: a) aplicar sobre el sustrato descrito en la presente, mediante un proceso de rotograbado con el uso del cilindro que tiene al menos dos, de preferencia al menos tres, grabados diferentes descritos en la presente y la única composición precursora de cristal líquido colestérico descrita en la presente; b) calentar como se describe en la presente la composición aplicada para llevar la composición a un estado de cristal líquido colestérico; y c) curar como se describe en la presente la composición para formar el elemento de seguridad ópticamente variable.

Una propiedad particularmente ventajosa del proceso de rotograbado proporcionado por la presente reside en la capacidad de proporcionar una forma ajustable fácilmente, controlada y predecible de imprimir elementos de seguridad ópticamente variables de múltiples colores o patrones con una sola composición precursora de cristal líquido colestérico en un solo paso de impresión, reduciendo así la complejidad de los proceso de impresión convencionales.

Ejemplos

La presente invención ahora se describirá con mayor detalle con respecto a ejemplos no limitantes.

Preparación de la única composición precursora de cristal líquido colestérico

Una composición precursora de cristal líquido colestérico se puede preparar como sigue: un compuesto dopante quiral B1 de la fórmula (I) mostrado anteriormente, es decir, 2,5-bis-O-(4-[[4-(acrililoiloxi)-benzoil]oxi]-benzoil)-1,4:3,6-dianhidro-D-manitol (6.00% en peso) y un compuesto nemático A, es decir, bis{4-[4-(acrililoiloxi)butoxi]benzoato} de 2-metilbencen-1,4-diilo (39,00% en peso), metiletilcetona (MEK, 26,25% en peso), ciclohexanona (26,25% en peso), un fotoiniciador (2-dimetilamino-2-(4-metil-bencil)-1-(4-morfolin-4-il-fenil)-butan-1-ona, 1,50% en peso) y dodecilviniléter (1,0% en peso) se pesaron en un matraz, se agitaron manualmente con una espátula y después de esto se calentaron a aproximadamente 50°C en un horno durante aproximadamente 1 hora hasta la disolución completa. La mezcla así obtenida se enfrió a temperatura ambiente y se filtró (filtro TITAN2® de 30 mm, membrana de nylon de 5,0 µm, 45025-NN).

Impresión de la única composición precursora de cristal líquido colestérico sobre un sustrato

La única composición precursora de cristal líquido colestérico obtenida como se describió anteriormente se aplicó independiente sobre a) un sustrato de PET (Hostaphan® RN que tuvo un espesor de aproximadamente 50 µm suministrado por Pütz GmbH + Co. Folien KG) y b) una sustrato de papel (P4/51936 de Gascogne Laminates), que comprendió un fondo negro que se había aplicado al papel mediante impresión flexográfica (tinta curable por UV que comprende pigmentos negros, anilox 8,0cc, 120 L/cm, 60°) (en lo sucesivo denominada como sustrato de papel negro), mediante rotograbado (TESTACOLOR FTM-145 vendido por Norbert Schläfli Engler Maschinen) a una velocidad de 15 ± 2 m/min.

Se obtuvo un elemento de seguridad ópticamente variable al utilizar un cilindro que se había grabado electromecánicamente en la forma de una región que comprendió tres patrones (Figura 1, A, B y C), el cilindro que tuvo los grabados con tres diferentes características de celdas: Grabado A que tuvo una pantalla de 60 l/cm, un ángulo de aguja de diamante de una pirámide inversa de 120° y 100% de penetración (estos parámetros conducen a profundidades de celdas de aproximadamente 58 µm); grabado B que tuvo una pantalla de 60 l/cm, un ángulo de aguja de diamante de 120° y 80% de penetración (estos parámetros conducen a profundidades de celdas de aproximadamente 50 µm); y el grabado C que tuvo una pantalla de 60 l/cm, un ángulo de aguja de diamante de 120° y 60% de penetración (estos parámetros conducen a profundidades de celdas de aproximadamente 40 µm).

La capa así aplicada se calentó en línea con un sistema de secado por aire caliente (túnel de 80 cm de largo, temperatura de aproximadamente 60°C) durante aproximadamente 3 segundos para evaporar el solvente y desarrollar una fase de cristal líquido colestérico. El sustrato de la capa así aplicada tuvo una temperatura de aproximadamente 50°C cuando dejó el sistema de secado por aire caliente.

Después de esto, la única composición precursora de cristal líquido colestérico se curó en línea mediante irradiación con una secadora UV (VCP-20-1 suministrada por GEW) que comprendió una lámpara UV de mercurio estándar (160 W) para inmovilizar la inclinación del polímero de cristal líquido colestérico, de tal forma que las propiedades ópticas del polímero de cristal líquido colestérico resultante ya no dependieran de factores externos tales como la temperatura. El espesor de los patrones A, B y C del elemento de seguridad ópticamente variable obtenido como se describió anteriormente fue de aproximadamente 6, aproximadamente 3 y aproximadamente 2 μm, respectivamente, el espesor se había medido al utilizar un Extramess inductive Digital Comparator 2001 (suministrado por Mahr).

Método de medición ΔE de acuerdo con CIELAB (1976)

La diferencia de color entre los tres patrones A, B y C se midió y se expresó como ΔE CIELAB (1976). λ_{reflectancia max} y los valores ΔE se midieron con un espectrofotómetro SF 300 de Datacolor. Las mediciones se realizaron a) sobre tres muestras que comprendieron el elemento de seguridad ópticamente variable descrito anteriormente sobre el sustrato de PET descrito anteriormente que comprendió además, un sustrato negro externo y fijado no permanentemente orientado hacia el PET (estera negra Antalis Argovia 80 g/m²) y b) sobre tres muestras que comprendieron el elemento de seguridad ópticamente variable descrito anteriormente sobre el sustrato de papel negro descrito anteriormente con un espectrofotómetro de haz dual con un iluminador de geometría difusa/detección a 8° (diámetro de la esfera: 66 mm; recubierto con BaSO₄, fuente de luz: Xenón pulsado, filtrado para aproximar D65 (Observador estándar 10°)). ΔE*_{x-y} se calcularon como se describió anteriormente:

$$\Delta E^*_{x-y} = ((L^*_y - L^*_x)^2 + (a^*_y - a^*_x)^2 + (b^*_y - b^*_x)^2)^{1/2}$$

Cuanto mayor sea ΔE indica una desviación más fuerte entre los dos patrones.

Tabla 1. Características ópticas del elemento de seguridad ópticamente variable

	ΔE* _{A-B}	ΔE* _{A-C}	ΔE* _{B-C}	Δλ _{reflectancia max A-B [nm]}	Δλ _{reflectancia max A-C [nm]}	Δλ _{reflectancia max B-C [nm]}
Muestras a)	>10	>10	>4	>60	>90	>30
Muestras b)	>10	>10	>4	>60	>90	>30

Muestras a) correspondientes a las muestras que comprenden el PET y el sustrato negro externo y no fijado permanentemente, muestras b) correspondientes a las muestras que comprenden el sustrato de papel negro (es decir, un fondo negro colocado entre el sustrato de papel y el elemento de seguridad ópticamente variable), los valores descritos correspondientes a los valores promedio obtenidos de tres especímenes.

El elemento ópticamente variable obtenido como se describió anteriormente exhibió las siguientes propiedades de color:

patrón A: Tornasolado con la variación del ángulo de visión de aproximadamente 90° con respecto al plano del elemento de seguridad a un ángulo de visión de aproximadamente 22,5° con respecto al plano del elemento de seguridad del rojo al amarillo;

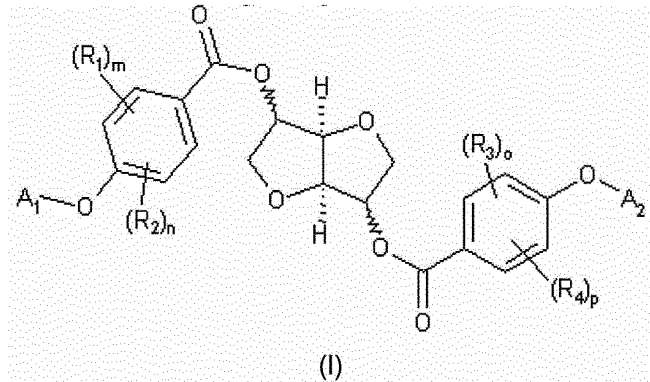
patrón B: Tornasolado con la variación del ángulo de visión de aproximadamente 90° con respecto al plano del elemento de seguridad a un ángulo de visión de aproximadamente 22,5° con respecto al plano del elemento de seguridad del amarillo al verde; y

patrón C: Tornasolado con la variación del ángulo de visión de aproximadamente 90° con respecto al plano del elemento de seguridad a un ángulo de visión de aproximadamente 22,5° con respecto al plano del elemento de seguridad del verde al azul.

Alternativamente, se obtuvo un elemento de seguridad ópticamente variable como se describió anteriormente con la excepción de que el cilindro utilizado se habla grabado con láser en la forma de una región que comprendió los tres patrones (Figura 1, A, B y C), el cilindro tuvo tres celdas diferentes características: A que tiene una pantalla de 70 l/cm y una profundidad de aproximadamente 33 μm; B que tuvo una pantalla de 70 l/cm y una profundidad de aproximadamente 15 μm; y C que tuvo una pantalla de 70 l/cm y una profundidad de aproximadamente 10 μm. Las propiedades ópticas de los elementos de seguridad así obtenidos fueron similares a los valores descritos en la Tabla 1.

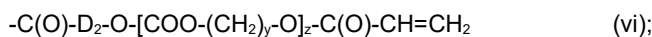
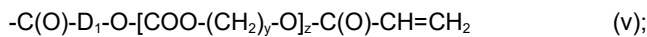
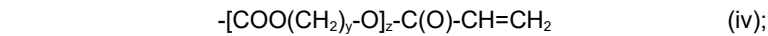
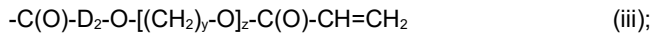
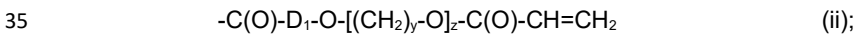
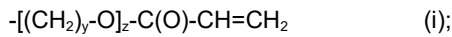
REIVINDICACIONES

1. Un proceso para fabricar un elemento de seguridad ópticamente variable en una sola etapa de impresión, comprendiendo dicho elemento de seguridad ópticamente variable una región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, teniendo dicha región al menos dos, de preferencia al menos tres patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva, comprendiendo dicho proceso los pasos de:
- a. aplicar sobre un sustrato, mediante un proceso de rotograbado con el uso de un cilindro de grabado que tenga al menos dos, de preferencia al menos tres, grabados diferentes, una única composición precursora de cristal líquido colestérico,
 - b. calentar la composición aplicada para llevar la composición a un estado de cristal líquido colestérico, y
 - c. curar la composición para formar la región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico.
2. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, en donde al menos los dos patrones o al menos los tres patrones exhiben, al menos en un ángulo de visión, una diferencia de una banda reflectante selectiva $\Delta\lambda_{\text{reflectancia max}}$ de al menos 5 nm, de preferencia al menos 10 nm, y/o un ΔE^*_{A-B} de al menos 3, de preferencia al menos 4.
3. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la única composición precursora de cristal líquido colestérico comprende (i) uno o más compuestos nemáticos A, de preferencia en una cantidad entre 20% en peso hasta 50% en peso, y (ii) uno o más de compuestos dopantes quirales B de la fórmula (I), de preferencia en una cantidad entre aproximadamente 0,1 hasta 30% en peso, los porcentajes en peso se basan en el peso total de la única composición precursora de cristal líquido colestérico:

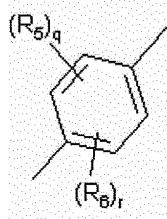


en donde:

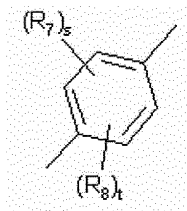
- R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇ y R₈ cada uno independientemente denotan C₁-C₆ alquilo y C₁-C₆ alcoxi; A₁ y A₂ cada uno independientemente denotan un grupo de la fórmula (i) a (vi):



- D₁ denota un grupo de la fórmula



D₂ denota un grupo de la fórmula



m, n, o, p, q, r, s y t cada uno independientemente denotan 0, 1, o 2;
y denota 0, 1, 2, 3, 4, 5, o 6;

z es igual a 0 si, y es igual a 0 y z es igual a 1 si, y es igual a 1 hasta 6.

4. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición aplicada se calienta a una temperatura entre 55°C hasta 150°C.
5. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de curado c) se lleva a cabo mediante radiación.
6. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un paso de aplicar un fondo oscuro sobre el sustrato, el paso se lleva a cabo antes del paso a).
7. Un uso de un cilindro para un proceso de impresión en rotograbado que tiene al menos dos, de preferencia al menos tres, grabados diferentes para producir un elemento de seguridad ópticamente variable en una sola etapa de impresión, comprendiendo dicho elemento de seguridad ópticamente variable una región basada en una única tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, teniendo dicha región al menos dos, de preferencia al menos tres patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, en al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva.
8. Un elemento de seguridad ópticamente variable, obtenible mediante el proceso mencionado en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende una región basada en una única tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, teniendo dicha región al menos dos, de preferencia al menos tres patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres patrones, al menos en un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva.
9. El elemento de seguridad ópticamente variable de conformidad con la reivindicación 8, en donde al menos los dos, de preferencia al menos los tres patrones exhiben, al menos en un ángulo de visión, un $\Delta\lambda_{\text{reflectancia max}}$ de al menos 5 nm, de preferencia al menos 10 nm, y/o un ΔE^*_{A-B} de al menos 3, de preferencia al menos 4.
10. El elemento de seguridad ópticamente variable de conformidad con la reivindicación 8 ó 9, que es un hilo de seguridad o una lámina de estampación.
11. Uso del elemento de seguridad ópticamente variable mencionado en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 para la protección de un documento de seguridad, seleccionado de preferencia del grupo que consiste de billetes de banco, documentos de identidad, cheques, vales, tarjetas de transacción, sellos y etiquetas de impuestos, contra falsificación o fraude.
12. Un documento de seguridad que comprende el elemento de seguridad ópticamente variable mencionado en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10.
13. Un método para fabricar un documento de seguridad, que comprende el paso de proporcionar el documento de seguridad con un elemento de seguridad ópticamente variable como el mencionado en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10.
14. El método de conformidad con la reivindicación 13, que comprende los pasos de:
 - a. aplicar sobre el documento de seguridad, mediante un proceso de rotograbado con el uso de un cilindro de grabado que tenga al menos dos, de preferencia al menos tres, grabados diferentes, una sola composición precursora de cristal líquido colestérico,
 - b. calentar la composición aplicada para llevar la composición a un estado de cristal líquido colestérico, y
 - c. curar la composición para formar sobre el documento de seguridad una región basada en una sola tinta curada que comprende un polímero de cristal líquido colestérico, teniendo dicha región al menos dos, de preferencia al menos tres patrones que tienen diferentes espesores, exhibiendo dichos al menos dos, de preferencia al menos tres

patrones, en al menos un ángulo de visión, un parámetro de índice de color CIE diferente (1976) y/o una posición diferente de la banda reflectante selectiva.

- 5 15. El método de conformidad con la reivindicación 13, en donde el elemento de seguridad ópticamente variable se proporciona como un elemento de seguridad por separado, de preferencia como una lámina de estampación o un hilo de seguridad, y posteriormente se aplica sobre o se inserta en el documento de seguridad.

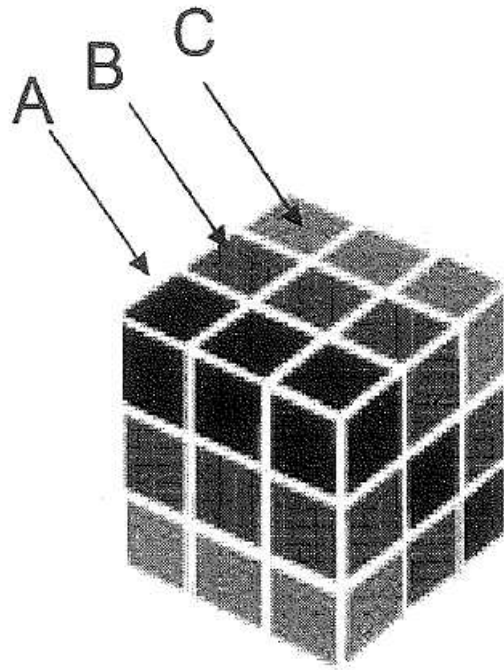


Figura 1