

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 479**

51 Int. Cl.:

B42D 15/00 (2006.01)

G02B 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2008** **E 08749332 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016** **EP 2155500**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una capa de cristal líquido reticulada y dispositivo para la implementación del procedimiento**

30 Prioridad:

10.05.2007 DE 102007022437

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

11.05.2016

73 Titular/es:

**LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO. KG (100.0%)
SCHWABACHER STRASSE 482
90763 FÜRTH, DE**

72 Inventor/es:

**KATSCHOREK, HAYMO y
BREHM, LUDWIG**

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 569 479 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

Procedimiento para la fabricación de una capa de cristal líquido reticulada y dispositivo para la implementación del procedimiento

5

La invención se refiere a un procedimiento para fabricar una capa de cristal líquido polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados que presentan un efecto de cambio de color dependiente del ángulo de visión, así como un dispositivo para implementar el procedimiento.

- 10 Se denomina «cristales líquidos» a moléculas orgánicas, normalmente de cadena larga, que presentan un carácter dipolar. Debido a ello, los cristales líquidos pueden presentarse en una fase líquida y en una fase sólida y, además, también en otro estado físico, a saber, en la fase mesomórfica o mesofase. Desde el punto de vista macroscópico, la fase mesomórfica es un líquido. Desde el punto de vista microscópico, es decir, teniendo en cuenta la disposición de las distintas moléculas, la fase mesomórfica muestra las propiedades físicas de un sólido con comportamiento
- 15 anisótropo, a saber, comportamientos dependientes de la dirección.

- En el área de los elementos de seguridad para la protección de documentos de seguridad tales como documentos de identificación personal, billetes bancarios, tarjetas bancarias, documentos, etc., desde hace ya bastante tiempo se utilizan, por sus interesantes efectos ópticos, capas de cristal líquido poliméricas reticuladas formadas por
- 20 cristales líquidos orientados. Así, con frecuencia se utilizan capas de cristal líquido poliméricas que por zonas son transparentes y a color debido a la doble refracción y muestran un efecto de color que cambia su color en función del ángulo de visión del observador. Para conseguir las propiedades ópticas deseadas en materiales mesomórficos, hasta el momento se forman capas de cristal líquido sobre superficies tratadas previamente por medios físicos o químicos y, a través de ello, estructuradas de forma específica para conseguir con dicha estructuración una
- 25 orientación de los cristales líquidos.

- El documento EP 1 227 347 A1 describe un procedimiento de fabricación para un elemento individualizado, ópticamente variable y con propiedades polarizantes que se utiliza para la protección de documentos. En este procedimiento, se imprime sobre un sustrato, por medio de una impresora de chorro de tinta, una capa
- 30 fotopolimérica que, seguidamente, puede orientarse de una determinada manera mediante la irradiación con luz polarizada. A continuación, sobre la capa de orientación formada de esta manera se aplica, por medio de una impresora de chorro de tinta, una capa de un material de cristal líquido y se crean las condiciones en las que los cristales líquidos contenidos se orientan en la capa de orientación. Finalmente, la capa de cristal líquido se endurece con luz ultravioleta (UV) y se fija la orientación de los cristales líquidos.

35

- La capa de orientación que define y determina la orientación de los cristales líquidos es, según el documento EP 1 227 347 A1, una capa polimérica reticulada. También se utilizan ya como sustratos de soporte otros materiales de plástico reticulados que presentan superficies que actúan orientando los cristales líquidos, tales como sustratos de soporte con superficies estructuradas, superficies cepilladas o ralladas, superficies activadas, etc. El principal uso
- 40 de los plásticos reticulados como material de sustrato de soporte se debe a que, en la mayoría de los casos, los cristales líquidos se aplican en una solución sobre la capa de orientación o la superficie orientadora del sustrato de soporte y los solventes contenidos en la solución pueden disolver o hinchar una capa de orientación o superficie de plástico no reticulado, tal como, por ejemplo, plástico termoplástico. A causa de dicha disolución o hinchamiento, el efecto de orientación de la capa de orientación o la superficie se pierde —o, al menos, se pierde en gran medida—
- 45 dado que se perjudica o pierde la estructuración formada, y puede suceder que se mezcle el material de cristal líquido con el plástico. Por tanto, la elección del material para la formación de una capa de orientación polimérica o una superficie polimérica que oriente los cristales líquidos normalmente está limitada a materiales que no se disuelvan o hinchen a causa del material de cristal líquido aplicado. El documento DE-A-0 435 029 muestra un procedimiento de fabricación según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 2.

50

La invención se basa entonces en el objetivo de simplificar la fabricación de una capa de cristal líquido polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados e indicar un dispositivo para la implementación del procedimiento.

- 55 El objetivo se alcanza por medio del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2.

La orientación de los cristales líquidos se consigue fundamentalmente, según la invención, porque se solicitan con presión las zonas del estrato de capa en las que debe producirse una orientación de los cristales líquidos. En este sentido, debe aplicarse precisamente la presión necesaria para que el material de cristal líquido se ponga en

estrecho contacto con una superficie de herramienta que puede estar configurada lisa o con un relieve de superficie. Para un material de cristal líquido configurado muy fluido es necesaria una presión de compresión muy baja, mientras que para un material de cristal líquido viscoso o espeso es necesaria una mayor presión de compresión de la superficie de herramienta. Así, en el caso de un material de cristal líquido muy fluido, solo poner en contacto una superficie de herramienta con el material de cristal líquido y, a continuación, volver a retirar la superficie de herramienta ya puede resultar suficiente para conseguir una orientación espacial de los cristales líquidos exactamente en la zona de contacto.

La orientación de los cristales líquidos en el estrato de capa se mantiene tras eliminar la carga de presión o retirar la superficie de herramienta del material de cristal líquido. A efectos de la presente invención, los cristales líquidos se consideran orientados si las moléculas de cristal líquido presentan una orientación espacial anisótropa. Los cristales líquidos se consideran no orientados si las moléculas de cristal líquido no presentan una orientación espacial anisótropa.

De forma sorprendente, se ha mostrado que también puede producirse una orientación o alineación espacial anisótropa de moléculas de cristal líquido en un sustrato de soporte sin utilizar —como era habitual hasta el momento— una capa de orientación o una superficie que oriente los cristales líquidos sobre un sustrato de soporte. A través de la carga de presión o también únicamente mediante la puesta en contacto con una superficie de herramienta, dentro del estrato de capa se produce una auto-organización de los cristales líquidos, pudiendo emplearse entonces cualquier sustrato de soporte dado que su configuración ya no debe contribuir o no debe contribuir fundamentalmente a la orientación de los cristales líquidos. Puede suprimirse un tratamiento previo por medios químicos o físicos o una estructuración de la superficie del sustrato de soporte.

Por tanto, para la implementación del procedimiento según la invención también pueden utilizarse materiales económicos como sustratos de soporte en contacto directo con la capa de cristal líquido que no ocasionen ningún tipo de orientación de los cristales líquidos.

Esto permite, partiendo del estrato de capa que contiene cristales líquidos no orientados, posibilidades prácticamente ilimitadas para la formación de zonas con cristales líquidos orientados en la capa de cristal líquido dado que para la formación de estas zonas solo es determinante la configuración y disposición de la(s) herramienta(s) que genera(n) la carga de presión y, dado el caso, su superficie. En este sentido, la elección de la herramienta solo puede realizarse tras la formación del compuesto formado por el sustrato de soporte y el estrato de capa.

Por consiguiente, la invención se refiere a un procedimiento sencillo para fabricar una capa de cristal líquido polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados que muestran un efecto de cambio de color dependiente del ángulo de visión que no impone ningún tipo de requisito al sustrato de soporte sobre el que se forma la capa de cristal líquido.

Por tanto, puede realizarse una orientación de los cristales líquidos en el estrato de capa —en particular, solo en zonas del estrato de capa— de forma independiente de la fabricación del compuesto formado por el sustrato de soporte y el estrato de capa y, con ello, puede ser llevada a cabo solo por el usuario final. Por tanto, puede transcurrir un gran intervalo de tiempo entre la formación del estrato de capa compuesto por material de cristal líquido que contiene cristales líquidos no orientados y una orientación de al menos una parte de los cristales líquidos en el estrato de capa por medio de la aplicación, al menos parcial, de una carga de presión sobre el estrato de capa. Los pasos del procedimiento para la formación de la capa y la orientación de los cristales líquidos —en particular, solo en zonas del estrato de capa— pueden realizarse desacoplados unos de otros.

Durante el proceso de orientación deberá procurarse que los cristales líquidos en el material de cristal líquido presenten una movilidad aún suficiente para poder orientarse. Para facilitar a un usuario final un compuesto formado por un estrato de capa hecho de material de cristal líquido que contiene cristales líquidos no orientados y un sustrato de soporte, el estrato de capa se cubre con una cobertura separable, por ejemplo, de papel de silicona, y se enrolla en un rodillo dado que el estrato de capa presenta en la mayoría de los casos una consistencia pegajosa o cerosa para garantizar una movilidad aún suficiente de las moléculas de cristal líquido.

Se utilizan sustratos de soporte cuya superficie está configurada de forma que no oriente o no oriente suficientemente los cristales líquidos, de modo que el efecto de color no se produce o no lo hace de forma suficientemente clara. Con ello se evita que se produzca una orientación de los cristales líquidos en el estrato de capa ya durante la formación del estrato de capa. Se prefieren especialmente sustratos de soporte con una

superficie lisa para alojar el material de cristal líquido. Los materiales del sustrato de soporte se disuelven o hinchan por el material de cristal líquido.

5 El sustrato de soporte se forma a partir de un plástico, en especial, de poliéster, poliolefina, PMMA (polimetilmetacrilato) o poliamida. También es posible el uso de compuestos de plástico.

Preferiblemente, el sustrato de soporte se forma a partir de un plástico termoplástico o, sobre la superficie que ha de revestirse con la capa de cristal líquido, se aplica una capa de plástico termoplástico, formando el plástico termoplástico, al menos por zonas, la superficie para alojar el material de cristal líquido.

10 No obstante, básicamente puede utilizarse cualquier sustrato de soporte rígido o flexible. Los sustratos rígidos, los cuales normalmente se emplean con un grosor de 0,5 mm a 10 mm, se forman en especial de PMMA. Como sustratos flexibles son adecuadas láminas flexibles y delgadas, en particular, con un grosor en el intervalo entre 12 μm y 3 mm, por ejemplo, hechos de poliéster u otro de los plásticos antes citados.

15 Ha demostrado resultar ventajoso que el sustrato de soporte se configure de forma transparente. Gracias a ello, es posible una combinación con las más diversas capas de fondo opacas o transparentes, o, eventualmente, también opacas a color o transparentes a color.

20 Naturalmente, en el procedimiento según la invención no solo pueden emplearse sustratos de soporte que no ejerzan ningún tipo de efecto orientador sobre los cristales líquidos sino también, adicionalmente, sustratos de soporte con superficies que orientan, al menos en una escasa medida, los cristales líquidos, pudiendo, gracias al procedimiento según la invención, incrementarse la proporción de los cristales líquidos orientados, mejorarse el efecto de color y producirse efectos de color y estructura adicionales.

25 He demostrado resultar ventajoso que el material de cristal líquido pase al estado líquido al calentarlo. En este sentido, el material de cristal líquido, que a temperatura ambiental presenta una consistencia cerosa, se calienta a una temperatura en la que se presenta en forma líquida, en particular, a una temperatura en el intervalo entre aproximadamente 60 °C y 120 °C.

30 A continuación, el material de cristal líquido calentado hasta el estado líquido y aplicado sobre la superficie del sustrato de soporte puede considerarse directamente como estrato de capa y solicitarse con presión. No obstante, preferiblemente, se forma un estrato de capa enfriando el material de cristal líquido. En este sentido, el material de cristal líquido se enfría, particularmente, hasta que ya no se desplace por la superficie del sustrato de soporte.

35 De forma alternativa, el material de cristal líquido se pasa al estado líquido formando una solución que contiene al menos un solvente y el material de cristal líquido. Preferiblemente, menos del 60 % de la solución está constituida por material de cristal líquido. En este caso, el estrato de capa se forma evaporando, al menos parcialmente, el al menos un solvente de la solución. En este sentido, el al menos un solvente se evapora en especial hasta que el material de cristal líquido ya no discurre por la superficie del sustrato de soporte. La evaporación del solvente o el secado físico de la solución se lleva a cabo, en particular, hasta alcanzar un contenido de solvente restante en el estrato de capa inferior al 20 %.

45 Un grosor preferido del estrato de capa formado, compuesto por material de cristal líquido que contiene cristales líquidos no orientados, se sitúa en el intervalo entre 0,5 μm y 20 μm .

En particular, se prefiere que se produzca una orientación nemática o colestérica de los cristales líquidos.

50 Asimismo, el objetivo se alcanza por medio de un dispositivo para la implementación del procedimiento que presenta lo siguiente:

- A) un dispositivo de transporte para transportar el sustrato de soporte;
- B) una estación de revestimiento para aplicar, en toda la superficie o por zonas, el material de cristal líquido en estado líquido sobre el sustrato de soporte;
- 55 C) opcionalmente, una estación para formar el estrato de capa;
- D) una estación de orientación para solicitar, al menos por zonas, el estrato de capa con una carga de presión;
- y
- E) una estación de reticulación para reticular el estrato de capa y formar con ello la capa de cristal líquido polimérica reticulada,

alimentando el dispositivo de transporte el sustrato de soporte sucesivamente a las estaciones B) a E).

Un dispositivo de este tipo es sencillo y, por tanto, económico. En particular, resulta ventajosa la separación de la estación B —eventualmente, de las estaciones B) y C)— de la estación D) dado que con ello la formación del estrato de capa compuesto por material de cristal líquido puede realizarse de forma separada espacial y temporalmente de una orientación de los cristales líquidos. En especial, solo el usuario final de la capa de cristal líquido polimérica reticulada lleva a cabo la orientación de cristales líquidos en el estrato de capa —preferiblemente, solo de cristales líquidos en zonas del estrato de capa— así como la reticulación.

10 Ha demostrado resultar ventajoso que el dispositivo de transporte esté diseñado para el transporte continuo del sustrato de soporte.

Ha demostrado resultar ventajoso que la orientación de los cristales líquidos solo se lleve a cabo en zonas del estrato de capa, en particular, por medio de al menos una herramienta que se pone en contacto con el estrato de capa, en concreto, por medio de al menos un sello y / o al menos un cilindro. En este sentido, puede estar previsto que el al menos un sello y / o el al menos un cilindro esté calentado. Si se emplea un sello, fundamentalmente solo se presentan fuerzas que actúan perpendicularmente sobre el plano del sustrato de soporte revestido, mientras que, si se utiliza un cilindro, se presentan, además de las fuerzas verticales, también fuerzas transversales. En el presente documento, ambas fuerzas se denominan «carga de presión». La topografía de la herramienta resulta determinante para la orientación de los cristales líquidos.

La herramienta se dispone en la zona de la estación de orientación. En la zona en la que la herramienta genera una carga de presión en el estrato de capa, los cristales líquidos se orientan y producen un efecto de color. Para poder aplicar de forma definida la carga de presión necesaria ha demostrado resultar ventajoso el facilitar una superficie de contrapresión para la herramienta mediante un sello de contrapresión y / o un cilindro de contrapresión. En este caso, la superficie de contrapresión puede configurarse lisa o estructurada con un relieve de superficie.

En este sentido, debe aplicarse exactamente la presión para que el material de cristal líquido entre en estrecho contacto con una superficie de herramienta que puede estar configurada lisa o con un relieve de superficie. Para un material de cristal líquido muy diluido es necesaria una presión de compresión muy reducida, mientras que para un material de cristal líquido espeso o viscoso es necesaria una mayor presión de compresión de la superficie de herramienta. Así, en el caso de un material de cristal líquido fluido, solo poner en contacto una superficie de herramienta con el material de cristal líquido y, a continuación, volver a retirar la superficie de herramienta puede resultar suficiente para generar una orientación espacial de los cristales líquidos exactamente en la zona de contacto.

El al menos un sello y / o el al menos un cilindro pueden estar configurados con una superficie lisa que se pone en contacto con el estrato de capa. No obstante, se ha mostrado ventajoso configurar el al menos un sello y / o el al menos un cilindro con un relieve de superficie resaltado y realizar la orientación de los cristales líquidos únicamente en las zonas del estrato de capa en las que el relieve de superficie entra en contacto con el estrato de capa. Si el relieve de superficie forma, por ejemplo, un patrón de líneas resaltadas, en el estrato de capa solo se produce una orientación de los cristales líquidos en las zonas en las que las líneas resaltadas ejercen la carga de presión necesaria sobre el estrato de capa. Por tanto, en el estrato de capa se configuran zonas con cristales líquidos no orientados junto a zonas lineales con cristales líquidos orientados. No obstante, también las superficies de contrapresión pueden presentar un relieve de superficie resaltado que aplica la carga de presión. Si se trabaja con una superficie de contrapresión estructurada, la presión sobre la capa compuesta por material de cristal líquido se elige preferiblemente tan elevada que el relieve de superficie de la superficie de contrapresión pueda representarse a través el sustrato de soporte. No obstante, en este caso solo se generan áreas mayores con dimensiones imprecisas en las que están orientados los cristales líquidos.

La magnitud de la carga de presión aplicada sobre el estrato de capa puede variar entre amplios límites en función de la consistencia del material de cristal líquido. Preferiblemente, la carga de presión sobre el estrato de capa se elige en el intervalo entre 1 N/cm^2 y 10 N/cm^2 . En este sentido, para la reorientación de los cristales líquidos en el estrato de capa es suficiente un intervalo de tiempo inferior a 1 segundo, durante el cual debe solicitarse con presión el estrato de capa.

Una vez que el estrato de capa debe facilitar, durante la orientación de los cristales líquidos, aún una libertad de movimiento suficiente para los cristales líquidos que deben orientarse, el estrato de capa o bien se configura relativamente blando y pegajoso o bien, poco antes o durante el proceso de orientación, se pasa a un estado

correspondiente mediante calentamiento u otro tipo de tratamiento. Un calentamiento puede realizarse directamente presionando una herramienta calentada contra el estrato de capa o previendo un ventilador de aire caliente, un emisor de infrarrojos o un elemento similar.

- 5 Si se prevé un estrato de capa blando y pegajoso, entre el estrato de capa y la herramienta puede preverse una capa intermedia que dificulte la adhesión del material del estrato de capa a la herramienta. Así, entre el estrato de capa y la herramienta puede disponerse una lámina continua como capa intermedia. No obstante, en este caso, solo es posible la transmisión de un patrón poco definido o zonas estructurales de gran superficie de la herramienta.
- 10 En este sentido, la lámina continua puede estar configurada de modo que sea transparente y permanezca sobre la capa de cristal líquido reticulada. La lámina continua no debe impedir la reticulación del material de cristal líquido. Si el material de cristal líquido se reticula por irradiación, entonces ha de configurarse el sustrato de soporte o la lámina continua de forma que sea permeable a la correspondiente radiación. Lo anterior también será aplicable a eventuales capas previstas entre el sustrato de soporte y el material de cristal líquido o la lámina continua y el
- 15 material de cristal líquido.

No obstante, la lámina continua también puede retirarse nuevamente una vez que se ha llevado a cabo la orientación de los cristales líquidos por medio de la herramienta. La retirada de la lámina continua puede realizarse antes de la reticulación del estrato de capa de cristal líquido o solo después de la reticulación de la capa de cristal

20 líquido ya reticulada.

Como material para la formación del sustrato de lámina se ha mostrado ventajoso un poliéster o una poliolefina. Si debe retirarse nuevamente la lámina continua, entonces esta se reviste, dado el caso, con una capa de separación de cera o silicona en el lado dirigido al estrato de capa.

25 Asimismo, ha demostrado resultar ventajoso que la herramienta esté recubierta con una capa intermedia en forma de una capa antiadherente, en particular, hecha de cera o silicona, al menos en la zona de las superficies que entran en contacto directo con el estrato de capa.

30 No obstante, también es aceptable una pequeña remoción de material del estrato de capa a través de la herramienta, siempre que el grosor mínimo de capa de la capa de cristal líquido reticulada posterior no sea inferior al necesario para generar el efecto de cambio de color dependiente del ángulo de visión. El grosor de capa mínimo de capas de cristal líquido de orientación colestérica se sitúa en aproximadamente 3 μm , mientras que el grosor de capa mínimo de capas de cristal líquido de orientación nemática se sitúa en el intervalo de aproximadamente 1 μm .

35 Preferiblemente, se lleva a cabo una limpieza de la herramienta —en el procedimiento continuo, en especial, una limpieza en línea de la herramienta— entre dos instantes sucesivos en los que la herramienta se pone en contacto con el estrato de capa.

40 Los sustratos de soporte flexibles son especialmente adecuados para realizar un procedimiento de fabricación continuo en el que el sustrato de soporte se transporta de forma continua de un rodillo a otro. En este caso, el dispositivo de transporte del dispositivo está formado por los dos rodillos alojados de forma giratoria, accionándose el rodillo que enrolla el sustrato de soporte con la capa de cristal líquido mediante un motor o elemento similar. En este sentido, el sustrato de soporte se facilita enrollado en un rodillo de reserva. Se extrae de forma continua del

45 rodillo de reserva y se alimenta a la estación de revestimiento para la aplicación del material de cristal líquido en toda la superficie o por zonas. En la estación de revestimiento, la aplicación se realiza preferiblemente por presión, mediante rasquetas, por pulverización, etc. En particular, se prefiere el uso de una impresora de chorro de tinta, una unidad de huecograbado, una unidad de impresión flexográfica, una unidad de serigrafía o al menos un inyector de aplicación para aplicar el material de cristal líquido en estado líquido. Es posible que la estación de revestimiento

50 comprenda una impresora de chorro de tinta, una unidad de huecograbado, una unidad de impresión flexográfica, una unidad de serigrafía o al menos un inyector de aplicación.

Opcionalmente, el sustrato de soporte se alimenta a una estación para formar el estrato de capa, la cual ocasiona un enfriamiento del material de cristal líquido calentado con un incremento simultáneo de la viscosidad del material de

55 cristal líquido o un secado de la solución que contiene el material de cristal líquido. Un enfriamiento del material de cristal líquido se produce preferiblemente mediante una cámara de frío y / o un ventilador. En caso de utilizar una solución, su secado físico se realiza preferiblemente en una estación de secado, llevándose a cabo el secado, en particular, mediante un ventilador y / o un emisor de infrarrojos. En este sentido, la estación de secado puede comprender un ventilador y / o un emisor de infrarrojos.

Posteriormente, el sustrato de soporte se alimenta a la estación de orientación para solicitar, al menos por zonas, el estrato de capa con una carga de presión. Para ello se utilizan sellos o cilindros.

- 5 A continuación, se realiza un transporte ulterior del sustrato de soporte a una estación de reticulación, la cual ocasiona una reticulación del estrato de capa y forma con ello la capa de cristal líquido. El material de cristal líquido correspondiente determina las condiciones del proceso que son necesarias para la reticulación. La mayoría de los materiales de cristal líquido disponibles en el mercado se endurecen por radiación, aunque también existen materiales de cristal líquido que se reticulan por inducción térmica. En particular, la reticulación del estrato de capa se lleva a cabo por irradiación, prefiriéndose una irradiación mediante radiación ultravioleta o infrarroja.

Preferiblemente, la estación de reticulación presenta al menos un emisor de radiación ultravioleta o al menos un emisor de radiación infrarroja.

- 15 Asimismo, ha demostrado resultar ventajoso que la reticulación del estrato de capa se lleve a cabo en una atmósfera inerte, en particular, en un gas inerte tal como, por ejemplo, un gas protector, argón o nitrógeno.

Finalmente, se lleva a cabo un enrollamiento sobre el rodillo accionado de la estación de transporte.

- 20 El sustrato de soporte puede presentarse ya en la dimensión necesaria / deseada o dividirse tras la formación de la capa de cristal líquido. El procedimiento adecuado para la división depende del material del sustrato de soporte. En este caso se considera especialmente una división mediante corte o punzonado.

Se prefiere una orientación de cristales líquidos únicamente en determinadas zonas del estrato de capa.

- 25 Preferiblemente, estas zonas del estrato de capa en las que se orientan los cristales líquidos (vistas en perpendicular al plano del estrato de capa) se configuran en forma de signos alfanuméricos o cadenas de signos, símbolos, logotipos, imágenes o patrones.

- 30 En general, la resolución de la herramienta utilizada determina una anchura de línea mínima del material de cristal líquido orientado y, por tanto, se sitúa en un intervalo inferior al micrómetro, en particular, hasta un ancho de línea mínimo de $0,1 \mu\text{m}$. No obstante, se prefiere un ancho de línea del material de cristal líquido orientado que pueda ser percibido a simple vista por el ojo humano sin medios auxiliares, en el intervalo entre $50 \mu\text{m}$ y $100 \mu\text{m}$.

- 35 Asimismo, ha demostrado resultar ventajoso el aplicar una capa de adhesivo en el lado de la capa de cristal líquido reticulada alejado del sustrato de soporte. Por medio de una capa de adhesivo de este tipo puede fijarse la capa de cristal líquido reticulada —eventualmente, también el sustrato de soporte, dado el caso, dividido— a un documento de seguridad. Es posible una disposición de la capa de cristal líquido en forma de un parche, tira o también en toda la superficie a modo de una capa superpuesta sobre el documento de seguridad. Sin embargo, para ello la capa de adhesivo debe disponerse exactamente en el lado del sustrato de soporte alejado de la capa de cristal líquido o estar aplicada directamente sobre el documento de seguridad.

Asimismo, la disposición de la capa de cristal líquido reticulada puede realizarse a través de una abertura de ventana de un documento de seguridad, refiriéndose por «abertura de ventana» no solo a interrupciones mecánicas en el documento de seguridad sino también a áreas transparentes del documento de seguridad.

- 45 En este caso, se entiende por «documento de seguridad» un documento de identificación personal, un pasaporte, una tarjeta bancaria, un carné de identidad, un billete bancario, un documento, un carné de conducir, un título o un elemento similar. Además de la capa de cristal líquido reticulada, el documento de seguridad puede presentar otros elementos de seguridad tales como una impresión de seguridad a modo de filigranas, guilloques, elementos ópticamente variables tales como hologramas, Kinegram®, elementos luminiscentes, magnéticos, fotocromáticos, termocromáticos o eléctricamente conductores, pilas de capas de interferencia de película delgada con efecto de cambio de color en función del ángulo de visión, elementos de orden cero de difracción (ZOD, por sus siglas en inglés, *zero order diffraction*) o también estructuras de lentes, etc.

- 55 Si el sustrato de soporte se configura de modo que la capa de cristal líquido reticulada puede separarse de este, el compuesto de capa formado por el sustrato de soporte y la capa de cristal líquido puede utilizarse como lámina de transferencia, actuando la capa de cristal líquido —dado el caso, incluidas otras capas tales como la capa de adhesivo— como estrato de transferencia.

Resulta ideal el uso de un sustrato de soporte como soporte para la formación de una capa de cristal líquido polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados de forma nemática o colestérica, estando configurado el sustrato de soporte de modo que no tiene lugar una orientación automática de los cristales líquidos de un material de cristal líquido en estado líquido para la formación de la capa de cristal líquido que se aplica a una superficie del sustrato de soporte.

En este sentido, se prefiere en particular que la superficie del sustrato de soporte se forme de un plástico que se disuelva o hinche por el material de cristal líquido en estado líquido.

10 Las figuras 1 a 3 muestran, a título de ejemplo, un procedimiento adecuado así como, de forma esquemática, un dispositivo para implementar el procedimiento. En concreto, muestran lo siguiente:

la fig. 1a, un sustrato de soporte, incluido un estrato de capa y una herramienta, en una vista en sección transversal;

15 la fig. 1b, el sustrato de soporte, incluido el estrato de capa de la figura 1a, con la herramienta descendida, en una vista en sección transversal;

la fig. 1c, el sustrato de soporte, incluido el estrato de capa de la figura 1b, tras la elevación de la herramienta, en una vista en sección transversal;

20 la fig. 1d, una reticulación del estrato de capa según la figura 1c sobre el sustrato de soporte, en una vista en sección transversal;

la fig. 1e, una vista en planta desde arriba de la capa de cristal líquido formada según la figura 1d;

25 la fig. 2a, un sustrato de soporte, incluido un estrato de capa, y una herramienta con relieve de superficie en una vista en sección transversal;

la fig. 2b, el sustrato de soporte, incluido el estrato de capa de la figura 2a, con la herramienta descendida, en una vista en sección transversal;

30 la fig. 2c, el sustrato de soporte, incluido el estrato de capa de la figura 2b, tras elevar la herramienta, en una vista en sección transversal;

35 la fig. 2d, una reticulación del estrato de capa según la figura 2c sobre el sustrato de soporte en una vista en sección transversal;

la fig. 2e, una vista en planta desde arriba de la capa de cristal líquido formada según la figura 2d; y

40 la fig. 3, de forma esquemática, un dispositivo para implementar de forma continua el procedimiento.

La figura 1 muestra, en un corte transversal, un sustrato de soporte 1 transparente y flexible hecho de PET (tereftalato de polietileno) con un grosor de capa de 25 μm en el que ya está dispuesto un estrato de capa 2a que contiene cristales líquidos no orientados con un grosor de capa de 10 μm . Para formar el estrato de capa 2a se ha utilizado una solución de un material de cristal líquido colestérico del tipo RMS 24 de la empresa Merck con 50 % de sólido en tolueno como solvente. Esta solución se extendió sobre el sustrato de soporte 1 y se secó por medios físicos para configurar el estrato de capa 2a.

50 El sustrato de soporte 1 se encuentra sobre una placa de contrapresión 51 plana. Por encima del sustrato de soporte 1 y el estrato de capa 2a está dispuesta una herramienta en forma de un sello 50 que puede hacerse descender sobre el estrato de capa 2a (véase la flecha) y solicitar con presión el estrato de capa 2a en la zona de contacto.

La figura 1b muestra, en un corte transversal, el sustrato de soporte 1, incluido el estrato de capa 2a de la figura 1a, con el sello 50 descendido. En la zona de contacto del sello 50 con el estrato de capa 2a, se produce, debido a las fuerzas de compresión, una orientación de los cristales líquidos en el estrato de capa 2a y se origina una zona 2b en el estrato de capa 2a que contiene cristales líquidos orientados de forma colestérica.

La figura 1c muestra, en un corte transversal, el sustrato de soporte 1, incluido el estrato de capa 2a que contiene las zonas 2b de la figura 1b, tras elevar el sello 50. La orientación colestérica de los cristales líquidos en la zona 2b

se mantiene cuando se retira la carga de presión ejercida por la herramienta o, en este caso, el sello 50.

- La figura 1d muestra, en un corte transversal, una reticulación del estrato de capa 2a que contiene las zonas 2b según la figura 1c sobre el sustrato de soporte 1. Un emisor de radiación ultravioleta 60 irradia el estrato de capa 2a y las zonas 2b y ocasiona una transformación del estrato de capa 2a que contiene la zona 2b a una capa de cristal líquido 2 reticulada con zonas 2a' sin una orientación de los cristales líquidos y una zona 2b' que presenta cristales líquidos orientados de forma colestérica. En la capa de cristal líquido 2 formada, la orientación colestérica de los cristales líquidos ahora está fijada y ya no puede modificarse.
- 10 La figura 1e muestra la capa de cristal líquido 2 formada según la figura 1d en una vista en planta desde arriba. Cuando la capa de cristal líquido 2 se observa delante de un fondo opaco, el observador percibe, en la zona 2b' que presenta cristales líquidos orientados de forma colestérica, un efecto de color que cambia su color en función del ángulo de visión del observador (en este caso, de rojo - dorado a verde - dorado). En la zona 2a', que presenta cristales líquidos no orientados, el observador no percibe ningún cambio de color sino una imagen transparente de color ligeramente blanco lechoso. Vistas al trasluz —sin fondo opaco—, las zonas 2a' de la capa de cristal líquido 2 que presentan cristales líquidos no orientados también aparecen transparentes y de color blanco lechoso. La zona 2b' de la capa de cristal líquido 2 que presenta cristales líquidos orientados de forma colestérica aparece, vista al trasluz, transparente e incolora.
- 15
- 20 La figura 2a muestra, en un corte transversal, un sustrato de soporte 1 transparente hecho de vidrio acrílico con un grosor de capa de 2 mm en el que ya está dispuesto un estrato de capa 2a que contiene cristales líquidos no orientados (formados tal como se ha descrito en relación con la figura 1a). El sustrato de soporte 1 se encuentra sobre una placa de contrapresión 51 plana y, por encima del sustrato de soporte 1 y el estrato de capa 2a, está dispuesta una herramienta en forma de un sello 50 que presenta un relieve de superficie 50a resaltado y puede hacerse descender sobre el estrato de capa 2a (véase la flecha) para poder solicitar con presión el estrato de capa 2a en la zona de contacto.
- 25
- La figura 2b muestra, en un corte transversal, el sustrato de soporte 1, incluido el estrato de capa 2a de la figura 2a, con el sello 50 descendido. En la zona de contacto del relieve de superficie 50a del sello 50 con el estrato de capa 2a se produce, debido a las fuerzas de compresión, una orientación de los cristales líquidos en el estrato de capa 2a y se forman zonas 2b en forma de patrones en el estrato de capa 2a que contiene cristales líquidos orientados de forma colestérica.
- 30
- La figura 2c muestra, en un corte transversal, el sustrato de soporte 1, incluido el estrato de capa 2a que contiene las zonas 2b de la figura 2b, tras elevar el sello 50. La orientación colestérica de los cristales líquidos en las zonas 2b se mantiene cuando se elimina la carga de presión ejercida por la herramienta o, en este caso, el sello 50.
- 35
- La figura 2d muestra, en un corte transversal, una reticulación del estrato de capa 2a que contiene las zonas 2b según la figura 2c sobre el sustrato de soporte 1. Un emisor de radiación ultravioleta 60 irradia el estrato de capa 2a y las zonas 2b y ocasiona una transformación del estrato de capa 2a que contiene las zonas 2b en una capa de cristal líquido 2 reticulada con zonas 2a' sin orientación de los cristales líquidos y una zona 2b' que presenta cristales líquidos orientados de forma colestérica. En la capa de cristal líquido 2 formada, ahora está fijada la orientación colestérica de los cristales líquidos y ya no puede modificarse.
- 40
- La figura 2e muestra la capa de cristal líquido 2 formada según la figura 2d en una vista en planta desde arriba. Cuando se observa la capa de cristal líquido 2 delante de un fondo opaco, el observador percibe, en las zonas 2b' en forma de patrón que presentan cristales líquidos orientados de forma colestérica, un efecto de color que cambia su color en función del ángulo de visión del observador (en este caso, de rojo - dorado a verde - dorado). En la zona 2a' que presenta cristales líquidos no orientados, el observador no percibe ningún efecto de color sino una imagen transparente de color ligeramente blanco lechoso. Vistas al trasluz —sin fondo opaco—, las zonas 2a' de la capa de cristal líquido 2 que presentan cristales líquidos no orientados también se muestran transparentes y de color blanco lechoso. Las zonas 2b' en forma de patrones de la capa de cristal líquido 2 que presentan cristales líquidos orientados de forma colestérica aparecen, vistas al trasluz, transparentes e incoloras.
- 45
- 50
- 55 La figura 3 muestra, de forma esquemática, un posible dispositivo para la implementación de un procedimiento continuo. Un sustrato de soporte 1 flexible hecho de PET con un grosor de capa de 19 μm se extrae de forma continua de un rodillo de reserva 10, se transporta a otro rodillo 20 accionado por un motor y se enrolla nuevamente en este. Los dos rodillos 10, 20 alojados de forma giratoria forman un dispositivo de transporte. El sustrato de soporte 1 se transporta desde el rodillo de reserva 10 a una estación de revestimiento B). En esta, una solución 3

(tal como la descrita en relación con la figura 1a) se aplica por toda la superficie del sustrato de soporte 1 mediante un inyector 30 de una impresora de chorro de tinta, no mostrada de forma detallada.

- 5 El sustrato de soporte 1 con la solución 3 se alimenta entonces a una estación de secado C) para el secado por medios físicos de la solución 3 y la formación con ello del estrato de capa 2a, realizándose el secado mediante un ventilador de aire caliente 40 en un intervalo de temperaturas entre 40 °C y 60 °C. En caso de formulaciones de la solución con menos del 60 % de proporción sólida, se requieren intervalos de secado de aproximadamente 5 segundos como mínimo.
- 10 Después, el sustrato de soporte 1 con el estrato de capa 2a se alimenta a una estación de orientación D) y se dispone entre un cilindro de contrapresión 51' y un cilindro estructurado 50'. El cilindro 50' se presiona con una presión de 5 N/cm² contra las zonas 2b del estrato de capa 2a. En este caso, en las zonas 2b del estrato de capa 2a tiene lugar una orientación de los cristales líquidos.
- 15 A continuación, se realiza un transporte ulterior del sustrato de soporte 1 y el estrato de capa 2a, que ahora presenta las zonas 2b con cristales líquidos orientados, a una estación de reticulación E) que presenta un emisor de radiación UV. El estrato de capa 2a con las zonas 2b se irradia con radiación UV en una atmósfera de gas inerte y se provoca una reticulación del estrato de capa 2a con las zonas 2b. Se forma una capa de cristal líquido 2 reticulada que presenta zonas 2a' que contienen cristales líquidos no orientados y zonas 2b' que contienen cristales líquidos orientados. Finalmente, se enrolla el sustrato de soporte 1 y la capa de cristal líquido 2 en el rodillo 20.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar una capa de cristal líquido (2) polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados que muestran un efecto de cambio de color dependiente del ángulo de visión, el cual presenta los siguientes pasos:

- facilitar un material de cristal líquido que contiene cristales líquidos orientables;
- facilitar un sustrato de soporte (1) que presenta una superficie para alojar el material de cristal líquido;
- aplicar el material de cristal líquido, en estado líquido, sobre la superficie del sustrato de soporte (1);
- 10 - formar un estrato de capa (2a) a partir del material de cristal líquido que contiene cristales líquidos no orientados;
- orientar al menos una parte de los cristales líquidos en el estrato de capa (2a) aplicando, al menos parcialmente, una carga de presión sobre el estrato de capa (2a); y
- 15 - reticular el material de cristal líquido del estrato de capa (2a), produciéndose una fijación de la orientación de los cristales líquidos y formándose la capa de cristal líquido (2) polimérica reticulada,

caracterizado porque

el material de cristal líquido se pasa al estado líquido al formar una solución (3) que contiene al menos un solvente y el material de cristal líquido, y porque el estrato de capa (2a) se forma al evaporar, al menos parcialmente, el al menos un solvente de la solución (3), porque el sustrato de soporte (1) presenta una capa de plástico termoplástico que forma, al menos por zonas, la superficie para alojar el material de cristal líquido transferido al estado líquido, eligiéndose el material de cristal líquido con el solvente, por una parte, y el plástico termoplástico, por otra parte, de modo que se adaptan entre sí de tal manera que el plástico termoplástico es soluble en el material de cristal líquido transferido al estado líquido.

2. Procedimiento para fabricar una capa de cristal líquido (2) polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados que muestran un efecto de cambio de color dependiente del ángulo de visión, el cual presenta los siguientes pasos:

- 30 - facilitar un material de cristal líquido que contiene cristales líquidos orientables;
- facilitar un sustrato de soporte (1) que presenta una superficie para alojar el material de cristal líquido;
- aplicar el material de cristal líquido, en estado líquido, sobre la superficie del sustrato de soporte (1);
- 35 - formar un estrato de capa (2a) a partir del material de cristal líquido que contiene cristales líquidos no orientados;
- orientar al menos una parte de los cristales líquidos en el estrato de capa (2a) aplicando, al menos parcialmente, una carga de presión sobre el estrato de capa (2a); y
- reticular el material de cristal líquido del estrato de capa (2a), produciéndose una fijación de la orientación de los cristales líquidos y formándose la capa de cristal líquido (2) polimérica reticulada,
- 40

caracterizado porque

el material de cristal líquido se pasa al estado líquido al calentarlo, y porque el estrato de capa (2a) se forma al enfriar el material de cristal líquido, porque el sustrato de soporte (1) presenta una capa de plástico termoplástico que forma, al menos por zonas, la superficie para alojar el material de cristal líquido transferido al estado líquido, eligiéndose el material de cristal líquido y el plástico termoplástico de forma que se adaptan uno a otro de tal modo que el plástico termoplástico puede hincharse en el material de cristal líquido transferido al estado líquido.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la superficie del sustrato de soporte (1) está configurada de modo que no es orientadora de los cristales líquidos.

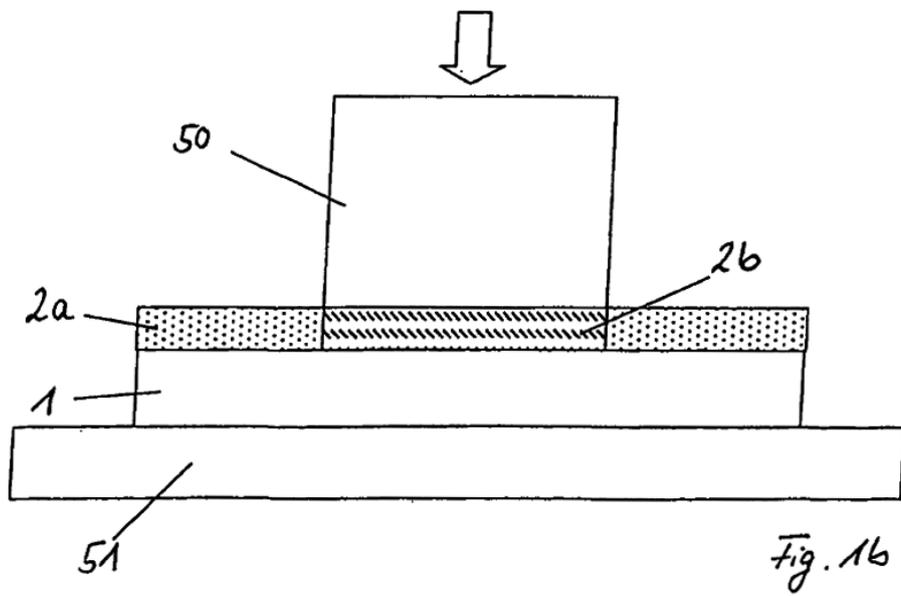
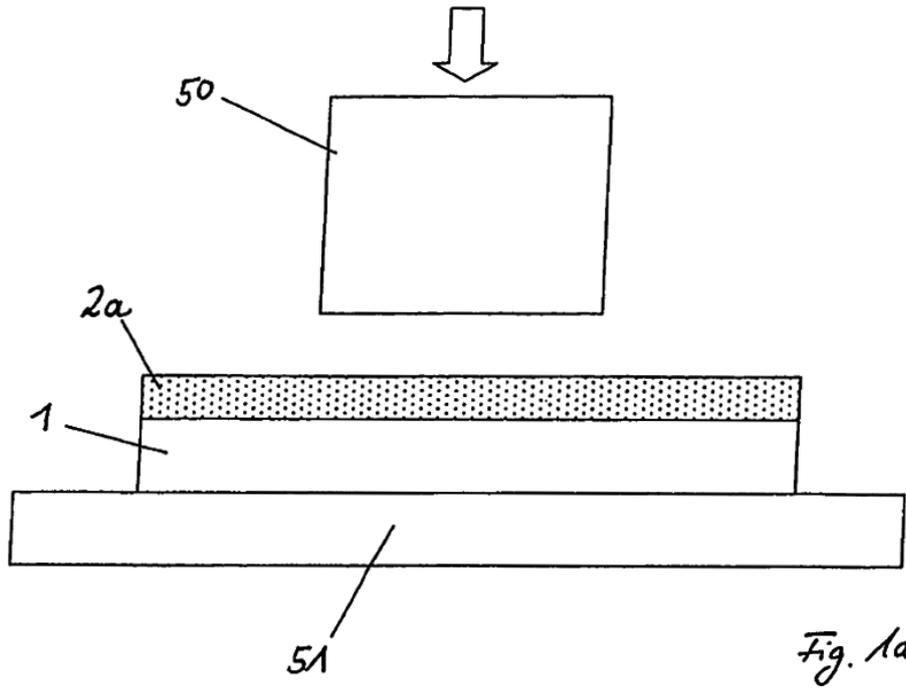
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el sustrato de soporte (1) está hecho de poliéster, poliolefina, PMMA (polimetilmetacrilato) o poliamida.

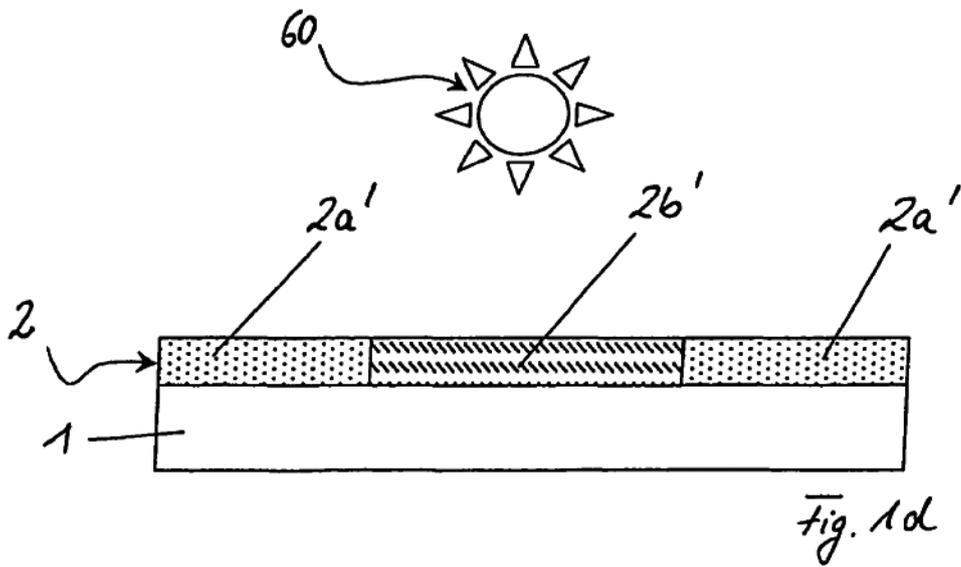
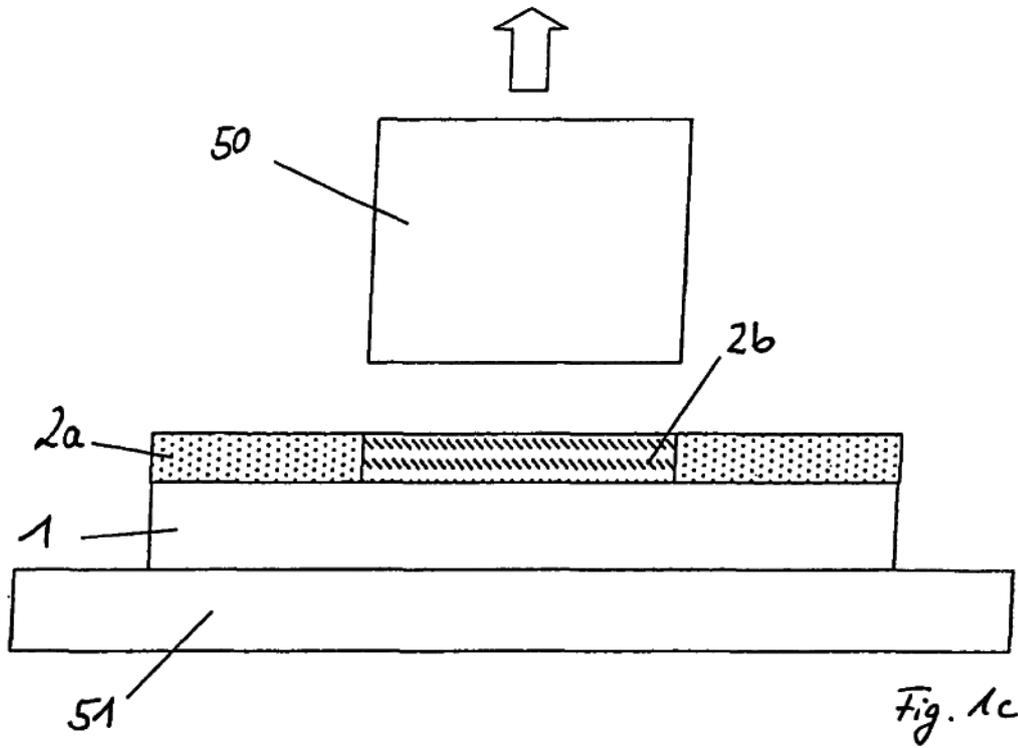
55 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se produce una orientación nemática o colestérica de los cristales líquidos.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la orientación de los cristales líquidos solo se produce en zonas del estrato de capa (2a), en concreto, por medio de al menos una

herramienta que se pone en contacto con el estrato de capa (2a) para aplicar una carga de presión, en particular, por medio de al menos un sello (50) y / o al menos un cilindro (50').

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el al menos un sello (50) y / o el al menos un cilindro (50') se configura(n) con un relieve de superficie (50a) resaltado, y porque la orientación de los cristales líquidos solo se produce en las zonas del estrato de capa (2a) en las que el relieve de superficie (50a) se pone en contacto con el estrato de capa (2a).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** zonas del estrato de capa (2a) en las que se orientan los cristales líquidos se configuran en forma de signos alfanuméricos o cadenas de signos, símbolos, logotipos, imágenes o patrones.
9. Uso de un sustrato de soporte (1) como soporte para la formación de una capa de cristal líquido (2) polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados de forma nemática o colestérica, el cual está configurado de forma que no tiene lugar una orientación automática de los cristales líquidos de un material de cristal líquido, presente en estado líquido por la formación de una solución con un solvente, el cual sirve para la formación de la capa de cristal líquido (2) y se aplica sobre una superficie del sustrato de soporte (1), **caracterizado porque** la superficie del sustrato de soporte (1) se forma a partir de un plástico que se elige, en correspondencia con el material de cristal líquido con el solvente, de tal manera que se disuelva por el material de cristal líquido presente en estado líquido con el solvente.
10. Uso de un sustrato de soporte (1) como soporte para la formación de una capa de cristal líquido (2) polimérica reticulada que contiene cristales líquidos orientados de forma nemática o colestérica, el cual está configurado de forma que no tiene lugar una orientación automática de los cristales líquidos de un material de cristal líquido, presente en estado líquido por calentamiento, para la formación de la capa de cristal líquido (2) que se aplica sobre la superficie del sustrato de soporte (1), **caracterizado porque** la superficie del sustrato de soporte (1) se forma a partir de un plástico que se elige, en correspondencia con el material de cristal líquido, de modo que se hinche por el material de cristal líquido presente en estado líquido.





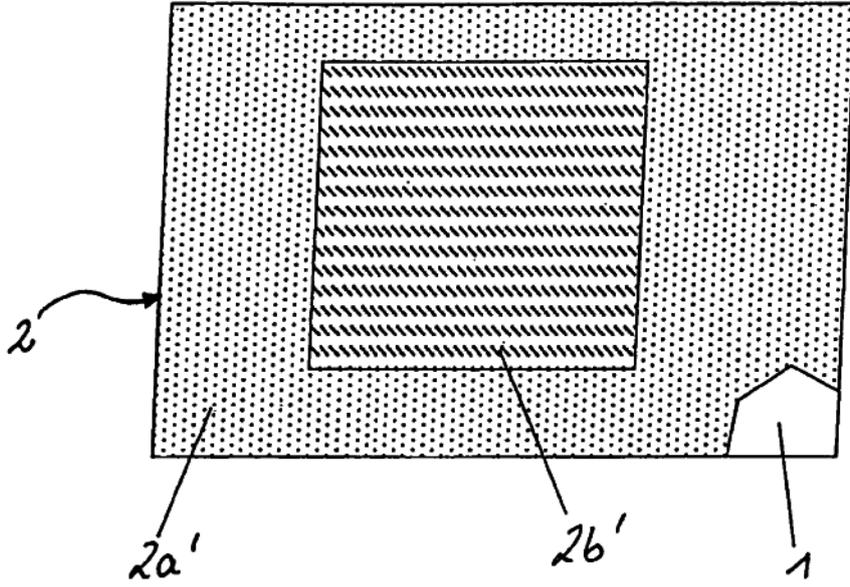
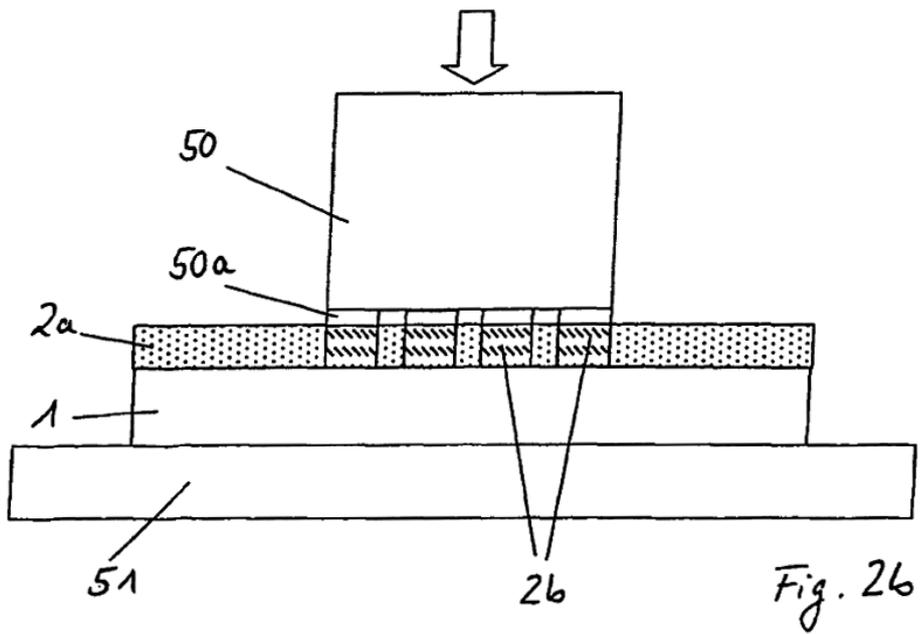
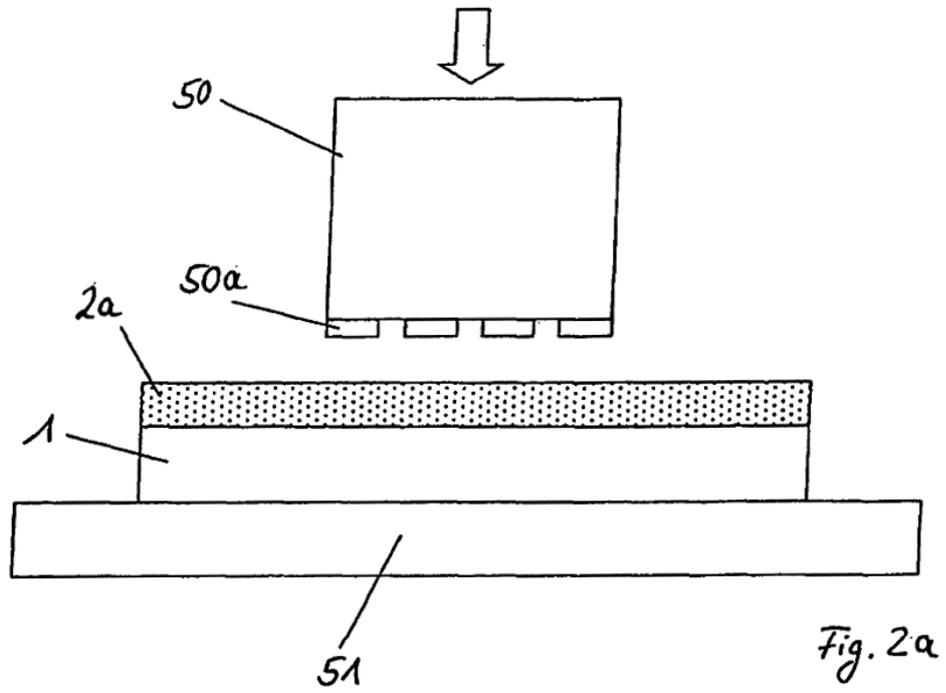
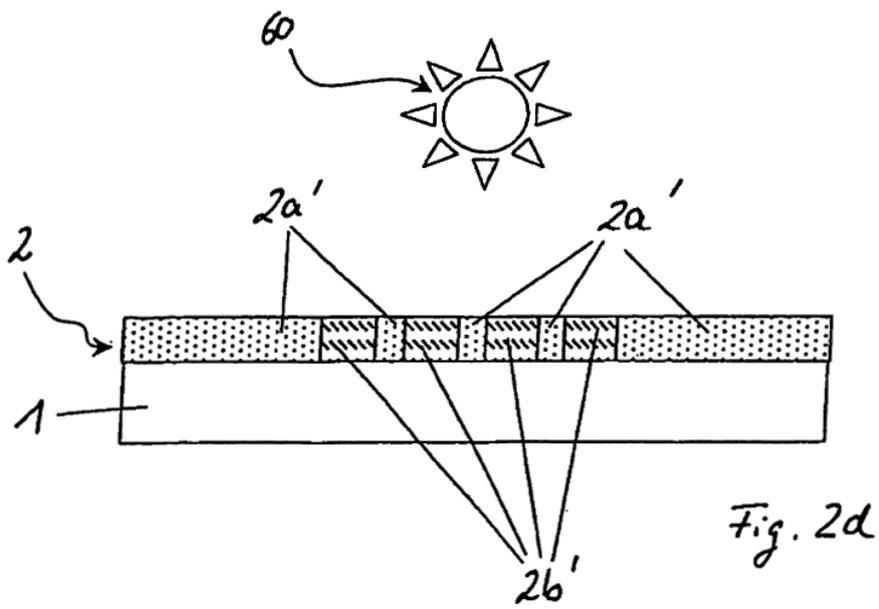
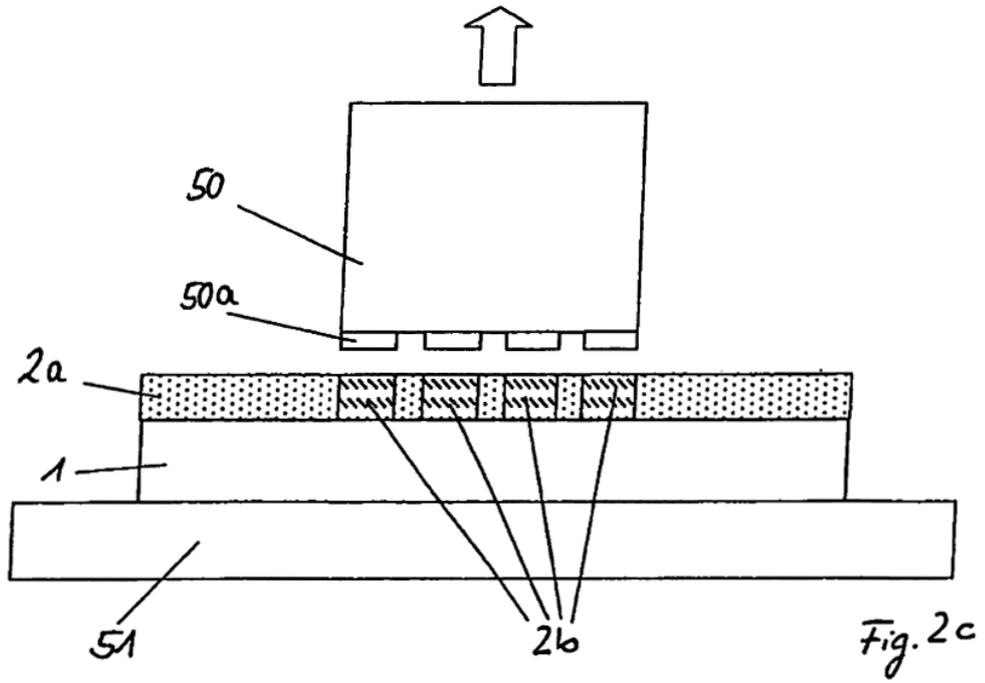


Fig. 1e





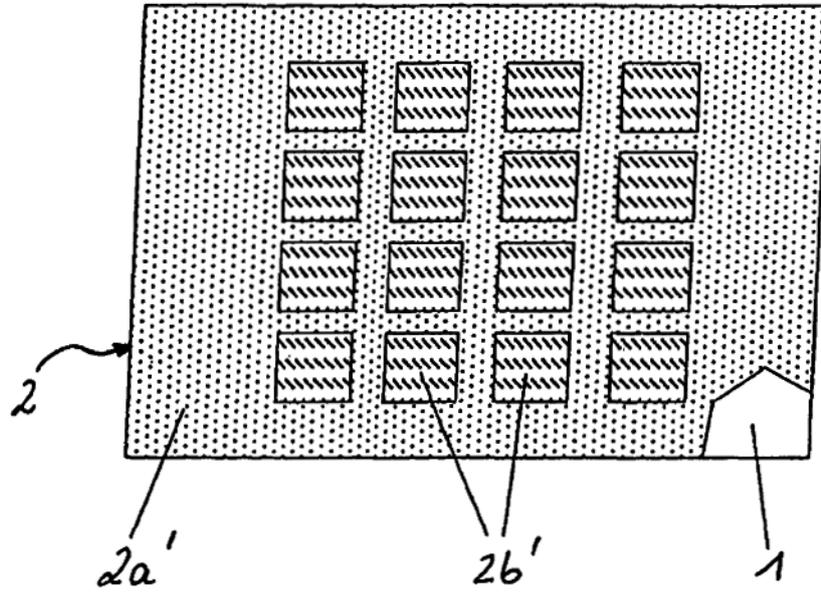


Fig. 2e

