

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 494 293**

51 Int. Cl.:

G02B 5/30 (2006.01)

G02F (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2007 E 07800632 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 2067064**

54 Título: **Retardador fotoalineado por volumen**

30 Prioridad:

13.09.2006 EP 06120610

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

15.09.2014

73 Titular/es:

**ROLIC AG (100.0%)
CHAMERSTRASSE 50
6301 ZUG, CH**

72 Inventor/es:

**SEIBERLE, HUBERT;
BACHELS, THOMAS y
BENECKE, CARSTEN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 494 293 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

Retardador fotoalineado por volumen

Esta invención se relaciona con un método para la preparación de una capa birrefringente con una deformación por torsión.

- 5 Las capas birrefringentes son utilizadas ampliamente para modificar el estado de polarización de la luz. Durante un largo tiempo, los retardadores ópticos, tales como retardadores de un cuarto y media onda fueron aplicaciones dominantes para las capas birrefringentes, por ejemplo para rotar el plano de la luz polarizada linealmente en 90° o para convertir la luz linealmente polarizada en luz polarizada circularmente y viceversa.
- 10 Empezando hace un par de años, las pantallas de cristal líquido de alta calidad (LCD) usadas en monitores de ordenador, equipos de TV o teléfonos móviles emplean enormes cantidades de láminas birrefringentes con una variedad de propiedades ópticas. Dependiendo de la aplicación específica, las películas birrefringentes en los LCD tienen que mejorar el contraste, el brillo, el ángulo de visión o la saturación de color.
- 15 Hoy en día, la mayor parte de las láminas birrefringentes usadas en las LCD son aún películas plásticas estiradas. Sin embargo, el estiramiento de las películas pueden no lograr todas las propiedades ópticas complejas que son requeridas para un mejoramiento adicional de las propiedades ópticas de las LCD, puesto que el estiramiento solo permite modificar el índice de refracción a lo largo y perpendicular a la dirección de la red. Durante los últimos años los retardadores recubiertos con propiedades ópticas adicionales se han convertido en una alternativa bien conocida a los retardadores estirados.
- 20 Los retardadores recubiertos se basan típicamente en materiales de cristal líquido entrecruzables. Tales materiales son colocados como recubrimiento como monómeros sobre sustratos con superficies modificadas para exhibir capacidades de alineamiento. Después del recubrimiento y secado los cristales líquidos se alinean de acuerdo con la información de alineamiento y después son entrecruzados por exposición a luz ultravioleta (UV). Los cristales líquidos entrecruzados se denominan como polímeros de cristal líquido (LCP) en el texto que sigue.
- 25 Las técnicas más avanzadas para generar el alineamiento sobre el sustrato son el cepillado y el fotoalineamiento. Las técnicas de cepillado están bien establecidas en la manufactura de LCD, pero tiene algunas desventajas, tales como la generación de polvo, lo cual requiere etapas de limpieza subsiguientes. Otra desventaja es el rango limitado de ángulos de dirección de alineamiento ajustables en rodillo para manufactura en rodillo, lo cual para ciertas aplicaciones requiere que las láminas individuales sean cortadas, alineadas y laminadas al polarizador, en vez de laminar directamente ambas películas rollo por rollo.
- 30 La Patente de los Estados Unidos No. 4, 974,941 (Gibbons et al.) describe un proceso en donde una dirección preferida es inducida en respuesta a la exposición con luz linealmente polarizada de una longitud de onda apropiada por la isomerización cis-trans de los colorantes. Los cristales líquidos en contacto con una superficie así expuesta son orientados de acuerdo con esta la dirección preferida. Este proceso de orientación es reversible – esto es, por exposición adicional de la capa a la luz de una segunda dirección de polarización la dirección de la orientación
- 35 puede ser rotada de nuevo.
- 40 En el caso de las capas de orientación fotoestructurable descritas en la Patente de los Estados Unidos No. 5, 389,698 (Chigrinov et al.), se genera una red polimérica anisotrópica irreversible durante la exposición a luz polarizada linealmente, la cual exhibe propiedades de alineamiento para cristales líquidos. Tales redes poliméricas fotopolimerizadas lineales (LPP) son de uso en donde capas de orientación de cristal líquido estables, estructuradas o no estructuradas sean requeridas.
- Las estructuras de capa que comprenden una película anisotrópica de LCP en contacto con una capa de alineamiento de LPP están descritas en la Patente de los Estados Unidos No. 5, 602,661 (Schadt et al.). Con esta técnica, es incluso posible manufacturar estructuras de capa múltiple que consisten de varias capas de LCP orientadas, como se muestra por ejemplo en la Patente europea No. 689 084 (Schadt et al.).
- 45 Como es bien conocido, además de un alineamiento azimutal, un ángulo de inclinación, esto es una inclinación del eje óptico de la capa de cristal líquido con respecto al plano de la capa, es necesario con frecuencia. Esto puede lograrse mediante una capa de orientación LPP que tiene un ángulo de inclinación sobre la superficie, divulgado, por ejemplo, en la solicitud europea No. 0 756 193 (Schadt et al.).
- 50 Una simplificación de la capa de LCP anteriormente descrita alineada mediante una capa de fotoalineamiento está divulgada en la Patente europea EP 1 090 325. La patente describe un material, el cual es cristalino líquido y exhibe función de fotoalineamiento al mismo tiempo. Tal material puede ser colocado como recubrimiento sobre un sustrato el cual no se requiere que exhiba capacidades de alineamiento. Una capa de tal material se expone entonces a luz UV linealmente polarizada lo cual induce el alineamiento de los cristales líquidos entrecruzables que son parte del material. Después de que se termina el proceso de alineamiento, la orientación del cristal líquido es fijada por

- entrecruzamiento por UV. Mediante exposición oblicua a luz UV linealmente polarizada el eje óptico de la capa birrefringente puede ser inclinado. Como diferencia frente a las capas LCP alineadas por superficies de alineamiento, como se describió anteriormente, el alineamiento de las moléculas en el material combinado no solamente es controlado por la superficie sino también desde dentro del cuerpo del material. Tal material será
- 5 denominado como material retardador fotoalineable por volumen (VPR) en el texto siguiente. Obviamente, la ventaja de tal material es un número reducido de capas y de etapas de procesamiento, lo cual puede reducir el coste e incrementar el rendimiento en la producción.
- Puesto que la fotoelectrónica, tal como las comunicaciones ópticas para consumidores, las LCD pertenecen a un
- 10 mercado de rápido desarrollo, habiendo una demanda constante por una calidad mejorada y funcionalidades y costes reducidos.
- La presente invención provee métodos para alcanzar una funcionalidad adicional a las capas anteriormente descritas.
- La presente invención se relaciona con un método para la preparación de una capa birrefringente de acuerdo con la reivindicación 1.
- 15 En el contexto de la presente invención los grupos polimerizables abarcan grupos entrecruzados.
- En el contexto de la presente invención la expresión "grupos fotoorientables" tiene el significado de grupos que son capaces de desarrollar una dirección preferida, si son irradiados con luz de alineamiento y así inducir el alineamiento de cristales líquidos.
- En el contexto de la presente invención, luz de alineamiento es luz de longitudes de onda que puede iniciar el
- 20 fotoalineamiento. Preferiblemente, las longitudes de onda están en el rango UV-A, UVB y/o UV/C, o en el rango visible. Depende del compuesto de fotoalineamiento cuáles son las longitudes de onda apropiadas.
- Más preferiblemente, la luz de alineamiento es luz parcialmente polarizada y linealmente, polarizada elípticamente, tal como por ejemplo luz polarizada circularmente, o no polarizada, lo más preferiblemente polarizada circularmente, o luz no polarizada expuesta oblicuamente, o al menos luz polarizada linealmente en forma parcial.
- 25 Los grupos fotoorientables son más preferiblemente moléculas absorbentes anisotrópicamente. Las moléculas absorbentes anisotrópicamente exhiben propiedades de absorción con valores diferente, típicamente en el rango de desde aproximadamente 150 a 200 nm.
- Las moléculas anisotrópicamente absorbentes usadas típicamente tienen dobles enlaces carbono-carbono, carbono-nitrógeno o nitrógeno-nitrógeno.
- 30 Las moléculas anisotrópicamente absorbentes son por ejemplo colorantes azo, antraquinona, mericianina, metano, 2-fenilazotiazol, 2-fenilazobenzotiazol, estilbena, 1,4-bis(2-feniletienil)benceno, 4,4'-bis(arilazo)estilbenos, perileno, colorantes de 4,8-diamino-1,5-naftoquinona, diaril cetonas, que tienen una unidad estructural cetona o un derivado cetona en conjugación con dos anillos aromáticos, tales como por ejemplo benzofenonas sustituidas, benzofenona iminas, fenilhidrazonas y semicarbazonas o cinamatos. La preparación de los materiales anisotrópicamente
- 35 absorbentes listados anteriormente es bien conocida como se muestra, por ejemplo, por Hoffman et al., Patente de los Estados Unidos No. 4,565,424, Jones et al., en la Patente de los Estados Unidos No. 4,401,369, Cole, Jr. et al., en la Patente de los Estados Unidos No. 4,122,027, Etzbach et al., en la Patente de los Estados Unidos No. 4,667,020, y Shannon et al., en la Patente de los Estados Unidos No. 5,389,285.
- Moléculas anisotrópicamente absorbentes preferidas son derivados de arilazo, poli (arilazo), estilbena y diaril cetona y cinamatos.
- 40 Más preferidos son arilazo, estilbena, diaril cetona y cinamatos.
- Las moléculas anisotrópicamente absorbentes pueden ser enlazadas covalentemente dentro de un polímero de cadena principal, pueden ser enlazados covalentemente como grupos de cadena laterales a una cadena principal o pueden estar presentes como solutos no enlazados en un polímero.
- 45 Polímeros denotan por ejemplo poliacrilato, polimetacrilato, poliimida, ácidos poliámicos, polimaleinimida, poli-2-cloroacrilato, poli-2-fenilacrilato; no sustituido o sustituido con alquilo C₁-C₆; poliacrilamida, polimetacrilamida, poli-2-cloroacrilamida, poli-2-fenilacrilamida, poliviniléter, poliviniléster, derivados de poliestireno, polisiloxano, ésteres de alquilo de cadena recta o ramificada o ácidos polimetacrílicos; polifenoxialquilacrilatos, polifenoxialquilmecrilatos, polifenilalquilmecrilatos, con residuos alquilo de 1 – 20 átomos de carbono; poliacrilnitrilo, polimetacrilnitrilo,
- 50 poliestireno, poli-4-metilestireno o mezclas de los mismos.

Adicionalmente, monómeros u oligómeros o polímeros fotoorientables preferidos están descritos en la Patente de los Estados Unidos No. 5,539,074, Patente de los Estados Unidos No. 6,201,087, Patente de los Estados Unidos No. 6,107,427, Patente de los Estados Unidos No. 6,335,409 y Patente de los Estados Unidos No. 6,632,909.

5 Un monómero o prepolímero de cristal líquido denotan materiales o compuestos que comprenden uno o más grupos mesogénicos en forma de barra, en forma de tablero o en forma de disco, esto es, grupos con la capacidad de inducir el comportamiento en fase de cristal líquido. Los compuestos de cristal líquido con grupos en forma de barra o forma de tablero también son conocidos en la técnica como cristales líquidos calamíticos. Los compuestos de cristal líquido con un grupo en forma de disco también son conocidos en la técnica como cristales líquidos discóticos. Los compuestos o materiales que comprenden grupos mesogénicos no necesariamente tienen que exhibir una fase de cristal líquido por sí mismos. También es posible que muestren un comportamiento de fase de cristal líquido solamente en mezclas con otros compuestos, o cuando los compuestos o materiales mesogénicos o las mezclas de los mismos son polimerizados.

15 Un monómero prepolímero de cristal líquido que tiene grupos entrecruzables que puede ser usado en la presente invención está divulgado por ejemplo en WO 2005/105932, WO 2005/054406, WO 2004/085547, WO 2003/027056, Patente de los Estados Unidos No. 2004/0164272, Patente de los Estados Unidos No. 6746729, Patente de los Estados Unidos No. 6733690, WO 2000/48985, WO 2000/07975, WO 2000/04110, WO, 2000/05189, WO 99/37735, Patente de los Estados Unidos No. 6395351, Patente de los Estados Unidos No. 5700393, Patente de los Estados Unidos No. 5851424 y Patente de los Estados Unidos No. 5650534.

20 Grupos entrecruzables preferidos denotan por ejemplo acrilato o diacrilato, metacrilato, dimetacrilato, alilo, vinilo o acrilamida.

Más preferido es un monómero o prepolímero de cristal líquido que tiene grupos entrecruzables acrilato o diacrilato.

25 En el contexto de la presente invención, la expresión "componentes adicionales" tiene el significado de por ejemplo, moléculas quirales, moléculas dicroicas y absorbentes ópticos. Asumiendo que el monómero o prepolímero de cristal líquido que tiene grupos polimerizables (i) está presente en una cantidad de 100 partes en peso, teniendo el polímero grupos fotoorientables (ii), está usualmente presente en una cantidad de al menos 0.1 parte por peso, más preferiblemente de al menos 1 parte en peso, lo más preferiblemente de al menos 10 partes en peso.

30 Como ejemplo, el método de la invención puede ser utilizado para hacer una capa birrefringente, en donde la sustancia (i) está alineada, en donde el alineamiento es inducido por un sustrato que exhibe una superficie de alineamiento con lo cual el alineamiento es inducido por un sustrato que exhibe una superficie de alineamiento, y por fotoalineamiento por volumen, en donde la información de alineamiento azimutal, desde la superficie de alineamiento y desde el fotoalineamiento por volumen son diferentes.

En otro ejemplo el método de la invención puede ser utilizado para hacer una capa birrefringente, la cual es sometida a torsión linealmente o no linealmente.

La capa birrefringente puede comprender moléculas quirales.

35 La capa birrefringente puede comprender moléculas dicroicas.

40 Dependiendo de la orientación de las sustancias fotoorientables y de cristal líquido, la mezcla puede ser homogénea como un extremo o los compuestos de alineación y los cristales líquidos pueden ser totalmente separados en capas en otro extremo. Una situación preferida es una separación total de fase en capas, en donde una capa de compuestos fotoalineables está localizada en una o ambas superficies de la capa birrefringente. Este último caso ofrece un material autoorganizador, en donde el recubrimiento de una capa simple provee una estructura de capa la cual es similar a la de una celda de cristal líquido, en donde las capas de alineamiento en ambos lados de una capa de cristal líquido proveen información de alineamiento.

45 Por ejemplo, el método de la invención puede dar como resultado una capa birrefringente que comprende sustancias (i) y (ii) separadas por fase, en donde la sustancia (i) forma una capa encima de la sustancia (ii); o en donde la sustancia (i) forma una capa por debajo de la sustancia (ii); o en donde la sustancia (ii) forma dos capas, una sustancia encima (i) y una sustancia debajo (i).

50 Como otro ejemplo, el método de la invención puede dar como resultado una capa birrefringente, en donde al menos una sustancia individual de la capa birrefringente, en particular de las sustancias fotoorientables y/o fotoorientadas (ii), y/o las sustancias de cristal líquido (i) tienen un gradiente de densidad a lo largo de la dirección del espesor de la capa.

De acuerdo con la invención, la capa recubierta puede comprender un componente adicional.

Preferiblemente, la capa recubierta es expuesta a luz de alineamiento, a una temperatura por encima del punto de aclaramiento de la sustancia de cristal líquido (i).

5 Un sustrato denota una estructura de soporte. Un sustrato puede ser cualquier combinación sólida de materiales en capas que provee una función útil para la capa final o pantalla de cristal líquido. Por ejemplo, el sustrato puede ser cualquier combinación de los siguientes materiales. Silicio cristalino o amorfo, vidrio, plástico, incluyendo poliéster y poliimida; cuarzo, indio-estaño-óxido, oro, plata, dióxido de silicio, monóxido de silicio, recubrimientos antirreflexivos, capas de filtros de color, polarizadores y películas de compensación de fase. En la práctica, algunos de estos materiales son depositados o recubiertos sobre una estructura de soporte básica tal como vidrio o plástico.

10 De acuerdo con un método preferido de la presente invención, el alineamiento a lo largo de la dirección de espesor es controlado por la generación de un gradiente de densidad de al menos una sustancia de la capa birrefringente, en particular de las sustancias fotoorientables y/o fotoorientadas (ii), y/o las sustancias de cristal líquido (i). Esto puede ser logrado de varias maneras, de las cuales algunas se describen en lo que sigue, pero otros métodos pueden trabajar también.

15 En un primer método para establecer un gradiente de densidad de al menos una sustancia de la capa birrefringente, en particular de las sustancias fotoorientables y/o fotoorientadas y/o de las sustancias de cristal líquido y/o de los absorbentes, a lo largo de la dirección de espesor de la capa birrefringente, la velocidad de reacción es controlada controlando la luz que penetra dentro de la capa.

20 Esto puede lograrse controlando la absorbancia del material en el rango efectivo de longitud de onda de la luz. El rango efectivo de longitud de onda es el rango en el cual el alineamiento de las sustancias es inducido. Puesto que la sustancia fotoorientable contenida en la capa birrefringente absorbe por si misma luz en el rango de longitud de onda efectivo, la absorbancia puede ser controlada por ejemplo mediante la estructura molecular del compuesto de fotoalineamiento que influye en su coeficiente de extinción.

Otra manera adicional de controlar la absorbancia es cambiar el perfil de concentración de sustancias en la capa birrefringente, en particular de las sustancias fotoorientables y/o fotoorientadas, dentro de la capa birrefringente.

25 En una realización preferida de la presente invención el método comprende exponer la capa recubierta a la luz de alineamiento, de tal manera que al menos una parte de las sustancias fotoorientables (ii) permanezcan en la capa.

Más preferido es un método, mediante el cual las sustancias fotoorientadas y fotoorientables (ii) generan un gradiente de densidad a lo largo de la dirección de espesor de la capa.

30 Como una consecuencia de la absorción de luz en la capa birrefringente durante el proceso de fotoalineamiento, la rata de reacción es más alta cerca al lado en donde la luz de alineamiento entra en la capa. Típicamente la capa es expuesta desde el lado opuesto del sustrato, típicamente desde el lado del aire. Sin embargo, la exposición a través del sustrato también es posible, lo cual ofrece posibilidades adicionales para configuraciones complejas.

35 En otra realización más preferida, el método comprende a) como se describió anteriormente, incluir todas las preferencias descritas y b) exponer la capa recubierta a la luz de alineamiento desde el lado opuesto del sustrato, usualmente el lado del aire, o a través del sustrato.

Si la absorción de la capa birrefringente cambia como una función de la longitud de onda dentro del rango efectivo, las longitudes de onda de la luz de alineamiento puede ser restringida alternativamente hasta un cierto rango que exhiba la absorción deseada.

40 Un método preferido adicional de la invención se relaciona con un método que comprende la etapa a) como se describió anteriormente, incluyendo todas las preferencias descritas y b) la exposición de la capa recubierta, en donde la absorción cambia como función de la longitud de onda dentro del rango efectivo.

Más preferido es el método, en donde la etapa b) de la capa recubierta es expuesta subsecuentemente con diferentes o iguales longitudes de onda y/o diferentes geometrías de exposición, tales como por ejemplo ángulo de incidencia y dirección de polarización.

45 Un segundo método para inducir un gradiente de densidad de la capa birrefringente a lo largo de la dirección de espesor es generar un gradiente de densidad de al menos una sustancia dentro de la capa birrefringente.

Esto puede lograrse controlando el comportamiento de la mezcla de la capa birrefringente, por ejemplo controlando la separación de fase dentro de la capa birrefringente de la capa birrefringente.

50 El gradiente de densidad de la sustancia fotoorientable a lo largo de la dirección de espesor puede ser establecido antes del fotoalineamiento. El gradiente de densidad de la sustancia fotoorientable a lo largo de la dirección del espesor puede ser inducida por exposición a la luz de alineamiento.

Un método adicional preferido comprende inducir el gradiente de densidad en la etapa a) o recubriendo la capa o después de la etapa a) o en la etapa b) o después de la etapa b).

El gradiente de densidad puede ser inducido por temperaturas elevadas.

5 En una realización más preferida de la invención el método para la preparación de una capa birrefringente comprende que las sustancias (i) y (ii) sean distribuidas en el rango desde una distribución homogéneamente a una separación de fase, preferiblemente en donde las sustancias (i) y (ii) y/o (iii) y/o (iv) son separadas en fase antes de la exposición de la capa recubierta a la luz de alineamiento.

10 En la medida en que el alineamiento plano del eje óptico va a ser alcanzado, el gradiente de densidad de los compuestos de alineamiento que han reaccionado puede ser menos importante. Sin embargo, si la capa birrefringente está expuesta oblicuamente con el fin de inclinar las moléculas de cristal líquido, los perfiles de inclinación pueden alcanzar perfiles de inclinación que exhiban un perfil de deformación no lineal, lo cual no puede ser logrado con un alineamiento convencional en una o dos superficies, lo cual normalmente da como resultado una variación lineal del ángulo de inclinación a lo largo de la dirección del espesor.

15 La ajustabilidad del perfil de deformación es particularmente importante para el diseño de las películas de potenciamiento del ángulo de observación mejorado adicionalmente para TN-LCD (pantallas de cristal líquido nemáticas con torsión), puesto que el perfil de deformación influye en el contraste y desplazamiento de color en ángulos de observación grandes.

20 En el método de la invención la superficie de alineamiento induce el alineamiento y el alineamiento es inducido en el volumen por la luz de alineamiento, mientras que la información de alineamiento de la superficie de alineamiento y el inducido en el volumen son diferentes.

Además, se prefiere un método, en donde la superficie de alineamiento y el volumen inducen un ángulo de inclinación.

25 Preferiblemente un sustrato que exhibe una superficie de alineamiento denota por ejemplo sustratos, que son cepillados. Opcionalmente los sustratos cepillados pueden ser recubiertos antes de la frotación. Además, una superficie de alineamiento puede ser accesible por evaporación oblicua, proceso de haz de iones o por estructuras de rejilla. Además una superficie de alineamiento puede ser una capa de fotoalineamiento con patrón o sin patrón. La superficie de alineamiento también puede ser una capa delgada de cristales líquidos polimerizados alineados, con lo cual la capa delgada está sobre un sustrato.

30 El mecanismo de alineamiento resultante de la combinación de alineamiento por superficie y volumen es una combinación del alineamiento por superficie convencional y el nuevo alineamiento por volumen. La variación del alineamiento a lo largo de la dirección de espesor de la capa birrefringente se logra aplicando diferente alineamiento para la superficie de alineación y para el alineamiento por volumen. También es posible realizar perfiles de inclinación fuertemente no lineales definiendo un cierto ángulo de inclinación en la superficie de alineamiento y escogiendo los parámetros de exposición de tal manera que se genera una dirección de inclinamiento o un perfil de inclinamiento diferente dentro de la capa birrefringente. Dependiendo de la profundidad de penetración de la luz de alineamiento la parte superior de la capa birrefringente puede tener por ejemplo una inclinación uniaxial, mientras que una deformación por inclinación existe solamente en la parte inferior, causada por fuerzas elásticas del material de cristal líquido.

40 De acuerdo con la presente invención, otro método para controlar el alineamiento a lo largo de la dirección de espesor es recubrir la capa birrefringente sobre un sustrato que exhibe una superficie de alineamiento y subsecuentemente llevar a cabo el proceso de fotoalineamiento y entrecruzamiento de la capa birrefringente como se describió anteriormente.

45 Un método adicional más preferido que comprende hacer un recubrimiento sobre un sustrato exhibe una capa de superficie de alineamiento y b) la exposición de la capa de recubrimiento desde el lado del sustrato o del lado opuesto al sustrato alineando la capa fotoalineable.

50 Si la dirección de los ángulos de inclinación inducida por la superficie de alineamiento es opuesta a la inducida por el fotoalineamiento por volumen, puede lograrse una configuración de retardadores splayed en la parte inferior y en la superior de la capa. Dependiendo de la magnitud de los ángulos de inclinación puede ser posible inducir una deformación por flexionamiento. Ambas configuraciones proveen simetría mayor de las propiedades ópticas angulares que las configuraciones inclinadas que pueden ser realizadas con capas LCP alineadas convencionalmente por superficie.

De acuerdo con la invención, las direcciones de alineamiento azimutal de la superficie de alineamiento y del alineamiento por volumen se fijan en ángulos diferentes. Como resultado, induce una deformación por torsión en la capa birrefringente, lo cual significa que la dirección de alineamiento azimutal de las sustancias de cristal líquido

cambia a lo largo de la dirección del espesor de la capa birrefringente. Puesto que el fotoalineamiento por volumen es efectivo en el cuerpo de la capa birrefringente, la deformación por torsión depende fuertemente de la cinética de reacción de fotoalineamiento a lo largo de la dirección del espesor.

5 Como se describió anteriormente, la penetración de la luz puede ser controlada por las características de absorción de las sustancias fotoorientables, las sustancias de cristal líquido o aditivos absorbentes adicionales. Por ejemplo, la reacción de fotoalineamiento puede ser restringida a la parte de la capa hacia la luz de alineamiento entrante, la cual es normalmente, pero no necesariamente, el lado opuesto del sustrato, usualmente el lado del aire de la capa birrefringente. Este caso es similar a una configuración, en donde un cristal líquido está confinado entre dos capas de alineamiento, siendo una de ellas la superficie de alineamiento, siendo la otra la parte superior de la capa birrefringente, la cual ha sido fotoalineada. Tal configuración es bien conocida en las celdas de cristal líquido.

10 Una configuración similar puede lograrse mediante formulaciones de capas birrefringentes, en las cuales el cristal líquido y las sustancias fotoorientables son incompatibles una con otra, de tal manera que la fase del compuesto de alineamiento se separa como una capa hacia el lado que es opuesto al sustrato, usualmente el lado del aire, de la capa birrefringente. En tal configuración la cual corresponde apenas a la de una capa de cristal líquido confinada entre dos capas de alineamiento, el alineamiento de los cristales líquidos cambia linealmente a lo largo de la dirección del espesor desde la dirección de alineamiento de la primera capa de alineamiento hacia la dirección de la segunda capa de alineamiento.

15 Dependiendo de la absorbancia de la capa birrefringente y de la energía de exposición de la luz de alineamiento, la rata de reacción en el volumen de la capa birrefringente variará. Si una cantidad suficiente de luz de alineamiento puede penetrar al interior de la capa birrefringente entonces su fuerza de alineamiento tiene que competir con las fuerzas elásticas que son responsable de la deformación por torsión. En general esto llevará a una deformación del perfil de torsión lineal a lo largo de la dirección del espesor, dando como resultado un perfil de torsión no lineal. Para combinaciones específicas de absorción VPR, el espesor de la capa y la energía de exposición de la luz de alineamiento, el alineamiento por volumen puede ser efectivo en la parte superior de la capa birrefringente pero no en la parte inferior, lo cual puede dar como resultado una configuración que puede apenas verse como una configuración en dos capas en la cual la parte superior está alineada uniaxialmente en la dirección inducida por el alineamiento por volumen, mientras que una deformación por torsión es inducida en la parte inferior debido a las fuerza elásticas. Tales configuraciones pueden ser utilizadas para exhibir un comportamiento acromático mejorado en comparación con las capas retardadas uniaxiales estándar. En el caso extremo de que el material VPR es alineado por volumen en profundidad completa, la fuerza de alineamiento de la capa de alineamiento separada puede no ser suficientemente fuerte para inducir más una configuración por torsión.

20 Puede hacerse un componente óptico, en donde la capa birrefringente tal como se describió anteriormente tiene la función de un retardador acromático.

25 A partir de la descripción anterior, hay muchos parámetros que pueden ser variados para ajustar la configuración de una capa birrefringente.

30 Una de las ventajas del fotoalineamiento es la posibilidad de generar patrones de alineamiento en el plano de la capa. El fotoalineamiento por volumen ofrece esta propiedad también. Por lo tanto, la variación fotoinducida antes descrita del eje óptico a lo largo de la dirección del espesor de las capas birrefringentes también puede ser diferente dependiendo de la zona. Esto puede lograrse mediante exposición múltiple utilizando fotomáscaras. Teniendo las configuraciones que se van a conseguir, el número de tapas de exposición puede ser reducido fotoalineando el material VPR a través de patrones de alineamiento, o a través de máscaras de escalas de grises las cuales transmiten diferentes dosis de luz en diferentes áreas.

35 Puede hacerse un componente óptico que comprende una capa birrefringente como se describió anteriormente, la cual es polimerizada con orientación de variación local.

40 Por ejemplo pueden lograrse retardadores por torsión con patrones los cuales exhiben diferentes ángulos de torsión en diferentes áreas. Incluso es posible realizar zonas vecinas que son sometidas a torsión en direcciones opuestas, mientras que las zonas que exhiben torsión hacia la izquierda y a la derecha pueden tener el mismo o diferente valor absoluto del ángulo de torsión.

45 Puede hacerse un componente óptico, en donde la capa birrefringente tal como se describió anteriormente tiene la función de un retardador con torsión.

50 Sin una definición adicional del sentido de la torsión, el ángulo de torsión está limitado a 90°. Sin embargo, el sentido de la torsión puede definirse agregando dopantes quirales y/o generando ángulos de inclinación en la superficie de alineamiento durante el fotoalineamiento por volumen. Este último método permite por ejemplo realizar retardadores con torsión con patrones con áreas a la izquierda y a la derecha, las cuales exhiben ángulos de torsión de 90° y más.

55

La presente invención permite realizar un componente óptico, en donde la capa birrefringente como se describió anteriormente tiene la función de retardadores con torsión con patrones con áreas a la izquierda y a la derecha.

5 Si la condición para la guía de onda es satisfecha, los retardadores con torsión trabajan como rotadores acromáticos. Rotadores acromáticos con patrones son por ejemplo los requeridos para LCD en 3D, en donde la polarización de la luz tiene que hacerse rotar la mitad de los píxeles en 90° para codificar el estado de polarización para uno de los ojos del observador.

Por ejemplo, puede hacerse un componente óptico en donde la capa birrefringente como se describió anteriormente tiene la función de un rotador acromático.

10 Debido a que la variación de la dirección del eje óptico a lo largo de la dirección del espesor influye en el retardo óptico efectivo, los métodos anteriores pueden ser utilizados para sintonizar el retardo óptico de capas birrefringentes escogiendo condiciones de exposición apropiadas. Consecuentemente también es posible realizar un patrón con un retardo óptico diferente dependiendo de la zona. El retardo óptico con patrón es útil particularmente en aplicaciones de retardadores en celdas, puesto que permiten ajustar el retardo específicamente a los colores rojo, azul y verde, con el fin de mejorar la estabilidad del color de las LCD en ángulos de observación grandes.

15 Por ejemplo, puede hacerse un componente óptico, en donde la capa birrefringente como se describió anteriormente tiene la función de un retardador en celda.

También es posible hacer un componente óptico con valores de retardo diferentes.

Además, pueden hacerse los siguientes ejemplos de componente ópticos con una capa birrefringente, preparados por el método de la presente invención:

20 Un componente óptico que comprende una capa birrefringente, en donde la capa tiene en la parte superior una inclinación uniaxial y en la parte inferior un perfil de deformación por inclinación.

Un componente óptico que comprende una capa que tiene una deformación por doblamiento o despliegue.

Un componente óptico que comprende una capa, en donde una sustancia (ii) está en la parte superior y una sustancia (i) o (iii) está en la parte inferior sobre una superficie de alineamiento.

25 Un componente óptico que comprende una capa, en donde las sustancias (ii) y (i) están en la parte superior y una sustancia (i) está en la parte inferior sobre una superficie de alineamiento.

30 Un componente óptico que comprende una capa, que comprende sustancias (i) y (ii) separadas por fase, en donde la sustancia (i) forma una capa por encima de la sustancia (ii); o en donde la sustancia (i) forma una capa bajo la sustancia (ii); o en donde la sustancia (ii) forma dos capas, una por encima de la sustancia (i) y otra bajo la sustancia (i).

La presente invención da acceso a perfiles de alineamiento en la dirección del espesor, que son difícilmente factibles con los materiales y procesos ya conocidos.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

35 La capa de alineamiento separada por debajo de la capa fotoalineable por volumen en este caso consistió de una capa de fotoalineamiento y una capa de cristal líquido delgada polimerizada adicional la cual fue utilizada para potenciar el acoplamiento de la capa retardadora fotoalineable sobre la parte superior. El material de fotoalineamiento disponible comercialmente ROP-103 (ROLIC Technologies, Suiza) fue utilizado para la preparación de la capa de fotoalineamiento. Este polímero de fotoalineamiento está basado en cinamato como grupo

40 fotorreactivo. El esqueleto polimérico del material de fotoalineamiento es de tipo acrilato. Para el recubrimiento por rotación de la capa de alineamiento sobre el sustrato el ROP-103 fue disuelto en ciclopentanona a una concentración de sólido de 2 por ciento en peso. Como sustrato se utilizó una placa de vidrio rectangular D263 (Schott, Alemania) de 1 mm de espesor lavada en máquina. La solución de la capa de fotoalineamiento fue aplicada al sustrato de vidrio y recubierta por rotación durante 60 segundos a una velocidad de rotación de 2000 giros por

45 minuto. El espesor de película seca consecuente logrado de esta manera fue de aproximadamente 60 nm. Subsecuentemente, la película fue tratada térmicamente sobre una placa caliente durante 5 minutos a una temperatura de 130°C. Después de esta etapa de calentamiento la capa de fotoalineamiento fue expuesta a luz UV linealmente polarizada. La intensidad de la luz UV linealmente polarizada fue de 2.2 mW/cm² en el rango de longitud de onda entre 280 nm y 340 nm. La dosis de exposición transferida a la capa de fotoalineamiento fue de 150

50 mJ/cm². La capa de fotoalineamiento fue en este caso expuesta a luz incidente verticalmente. El eje de polarización fue escogido paralelo a un borde del sustrato ($\phi=0^\circ$). Subsecuentemente, se aplicó una capa de cristal líquido

polimerizable delgada con el objetivo de alinear de acuerdo con la capa de fotoalineamiento subyacente prefijada. El material utilizado para el alineamiento del líquido cristalino delgado fue el material monomérico cristalino líquido polimerizable disponible comercialmente ROF-5102 (ROLIC Technologies, Suiza). La formulación ROF-5102 comprende monómeros de cristal líquido tipo diacrilato. El ROF-5102 fue disuelto en metil propil cetona con una concentración de sólidos de 2 por ciento en peso. La solución fue aplicada sobre la capa de fotoalineamiento ROP-103 y luego recubierta por rotación durante 2 minutos con una velocidad de rotación de 2000 giros por minuto. Se obtuvo de esta manera un espesor de película seca de aproximadamente 30 nm. Después de recubrir por rotación la película se trató térmicamente sobre una placa caliente durante 5 minutos a una temperatura de 54°C. Finalmente, la película de monómero cristalino líquido fue entrecruzada en atmósfera de nitrógeno por exposición a los UVA con una intensidad de 3 mW/cm² (rango de longitud de onda de 320 a 400 nm). Una dosis de exposición de 2 mJ/cm² fue transferida a la muestra.

Después de terminar la preparación antes descrita de la capa de alineamiento separada el procesamiento continuó con la aplicación de una película retardadora fotoalineable. El material retardador fotoalineable consistió de una mezcla del polímero ROP-103 de alineamiento antes mencionado y el material monomérico de cristal líquido polimerizable ROF-5102. Se seleccionó una relación ROP-103/ROF-5102 de 3 a 7 para esta mezcla retardadora fotoalineable específica. La mezcla fue disuelta en anisol con una concentración de sólidos de 30 por ciento en peso. La solución del material retardador fotoalineable fue aplicada sobre la capa de alineamiento preparada previamente sobre la placa de vidrio D263 y subsecuentemente se recubrió por rotación durante 120 segundos a una velocidad de rotación de 2000 giros por minuto. Esto dio como resultado un espesor final de película seca de la capa retardadora fotoalineable de 1 micrón. Se aplicó entonces un tratamiento térmico de dos etapas por medio de una placa caliente. En la primera etapa la muestra fue calentada a 50°C durante una duración de 2 minutos. En la segunda etapa la temperatura fue incrementada a 130°C. La muestra fue mantenida a esta temperatura durante tres minutos. Para el proceso de fotoalineamiento subsecuente la muestra fue enfriada hasta una temperatura de 59°C, la cual está 3 °C por encima del punto de aclaramiento del material retardador fotoalineable. La intensidad de exposición usada para el retardador fotoalineable fue de 2.2 mW/cm² en el rango de longitud de onda entre 280 nm y 340 nm. La dosis de exposición transferida a la capa retardadora fotoalineable fue de 100 mJ/cm². La muestra fue expuesta a luz polarizada linealmente incidente en forma vertical con el eje de polarización diagonal a los bordes del sustrato ($\varphi=45^\circ$). Así, las direcciones de alineamiento inducidas a la capa de fotoalineamiento subyacente separada y el retardador fotoalineable sobre la parte superior se desviaron en 45°. Después de la etapa de fotoalineamiento de la capa retardadora fotoalineable la temperatura de la muestra disminuyó desde 59°C hasta 40°C, con una tasa de enfriamiento de 1°C por minuto y después de eso se enfrió rápidamente hasta temperatura ambiente. En la etapa final, la muestra fue colocada en una atmósfera de nitrógeno y expuesta a luz UVA no polarizada con el propósito de iniciar el entrecruzamiento de los monómeros LCP y transferir así la película a un estado sólido. La fuente de luz UVA proveyó una intensidad de 3 mW/cm² (rango de longitud de onda de 320 a 400 nm). Se transfirió una dosis de 700 mJ/cm² a la muestra durante la exposición a UVA.

El examen de la muestra retardadora entre los polarizadores cruzados sobre una mesa de luz mostró que la calidad del alineamiento del retardador fue muy buena. El comportamiento birrefringente, sin embargo, se encontró no consistente con el comportamiento de un retardador estándar con orientación azimutal homogénea del eje óptico a lo largo de la dirección del espesor (estado de brillo en caso de un eje de retardador óptico diagonal a los ejes de transmisión del polarizador y estado oscuro en caso de un eje óptico del retardador paralelo/perpendicular a los ejes de transmisión del polarizador). A partir de este resultado puede concluirse que el efecto combinado del alineamiento transferido desde la capa de alineamiento subyacente a la película retardadora fotoalineable y el alineamiento aplicado directamente sobre la película del retardador fotoalineable lleva a un perfil de torsión del eje óptico a lo largo de la dirección del espesor dentro de la capa retardadora, esto es, la orientación azimutal del direccionador varía a lo largo de la dirección del espesor. La película retardadora fue caracterizada adicionalmente por medio de elipsometría la cual confirmó que existía un perfil de torsión en la muestra. Se encontró que el eje óptico dentro de la película del retardador sufre torsión desde la dirección definida por la superficie de la capa de fotoalineamiento subyacente ($\varphi=0^\circ$) a la dirección definida por el fotoalineamiento de la película del retardador fotoalineable ($\varphi=45^\circ$).

REIVINDICACIONES

1. Método para la preparación de una capa birrefringente, en donde la dirección del eje óptico varía a lo largo de la dirección del espesor de la capa, que comprende
- a) recubrir una capa que comprende
- 5 (i) un monómero de cristal líquido o prepolímero que tiene grupos polimerizables; y
- (ii) un polímero que tiene grupos fotoorientables
- sobre un sustrato que exhibe una superficie de alineamiento
- b) exponer la capa de recubrimiento a la luz de alineamiento de tal forma que la dirección de alineamiento azimutal de la superficie de alineamiento y la dirección de polarización de la luz de alineamiento son diferentes,
- 10 de tal forma que el efecto combinado del alineamiento transferido desde la superficie de alineamiento subyacente a la capa recubierta y el alineamiento aplicado directamente a la capa recubierta lleva a una deformación por torsión del eje óptico a lo largo de la dirección del espesor de la capa recubierta.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la penetración de la luz de alineamiento al interior de la capa es controlado de tal manera que el perfil de deformación por torsión es no lineal.
- 15 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la penetración de la luz de alineamiento al interior de la capa es controlado por aditivos absorbentes adicionales.
4. Método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el compuesto (ii) tiene un gradiente de densidad a lo largo de la dirección de espesor de la capa.
- 20 5. Método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los compuestos (i) y (ii) están separados por fases.
6. Método de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, en donde los compuestos (i) y (ii) están separados por fases en capas.
7. Método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde un gradiente de densidad de la sustancia fotoorientable a lo largo de la dirección del espesor es inducido por exposición a la luz de alineamiento.
- 25 8. Método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la capa recubierta es expuesta de manera diferente según la zona a la luz de alineamiento, generando por lo tanto un patrón en el cual el ángulo de torsión fotoinducido es diferente según la zona.
9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la exposición es tal que da como resultado zonas con torsión hacia la izquierda y zonas con torsión hacia la derecha.
- 30 10. Método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la capa recubierta es expuesta a una temperatura por encima del punto de aclaramiento de las sustancias del cristal líquido.
11. Método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la capa que es recubierta sobre el sustrato comprende adicionalmente moléculas quirales.
- 35 12. Método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la capa que está recubierta sobre el sustrato comprende adicionalmente moléculas dicroicas.