

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 252**

51 Int. Cl.:

<b>G02F 1/01</b>	(2006.01)
<b>G02F 1/137</b>	(2006.01)
<b>E06B 9/24</b>	(2006.01)
<b>C09K 19/02</b>	(2006.01)
<b>G02F 1/13</b>	(2006.01)
<b>G02B 26/00</b>	(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2010 PCT/US2010/030754**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2010 WO2010118422**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2010 E 10762570 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2417481**

54 Título: **Filtro óptico conmutado térmicamente que incorpora una arquitectura de huésped-hospedador**

30 Prioridad:

**10.04.2009 US 168513 P**  
**17.11.2009 US 262024 P**  
**19.01.2010 US 296127 P**  
**29.01.2010 US 299505 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.06.2017**

73 Titular/es:

**RAVENBRICK, LLC (100.0%)**  
**2201 A Lawrence Street**  
**Denver, CO 80205, US**

72 Inventor/es:

**POWERS, RICHARD, M. y**  
**MCCARTHY, WIL**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 616 252 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

Filtro óptico conmutado térmicamente que incorpora una arquitectura de huésped-hospedador.

5 **Antecedentes**

Campo de tecnología

10 Esta tecnología se refiere a un dispositivo para controlar el flujo de luz y calor radiante a través de absorción o reflexión selectiva de luz. La tecnología presenta aplicación particular, pero no exclusiva, en películas, materiales y dispositivos de regulación de la temperatura, regulación de la luz activa o pasiva, especialmente como material de construcción.

## 15 2. Descripción de la técnica relacionada

Existen espejos conmutables que se basan en la química de litiuro de metal e hidruro de metal reversible descrita, por ejemplo, en la patente US n.º 7.042.615 concedida a Richardson. Estos espejos conmutables, que están químicamente relacionados con baterías recargables, pueden basarse en la migración física de iones a través de una barrera bajo la influencia de un campo eléctrico y, por tanto, presentan velocidades de conmutación y duraciones de ciclos limitadas. Además, se describen "válvulas de luz" accionadas eléctricamente que combinan cristales líquidos con uno o más polarizadores reflectantes, por ejemplo, en la patente US n.º 6.486.997 concedida a Bruzzone *et al.* En estos dispositivos, un cristal líquido sirve normalmente como despolarizador electrotrópico, es decir, un medio de alteración o rotación variable de la polaridad de la luz que pasa a través del mismo, bajo la influencia de un campo eléctrico. Algunos de estos dispositivos pueden concebirse como espejos conmutables, aunque rara vez se describen de ese modo, puesto que su aplicación primaria es en pantallas de vídeo, proyectores de vídeo y óptica avanzada.

También existen válvulas de luz eléctrica conmutables que no requieren polarizadores, sino que son reflectores difusores o dispersores frontales difusores. Esto se debe a que los cristales líquidos por sí mismos pueden actuar como reflectores (incluyendo pero sin limitarse a reflectores de Bragg distribuidos o DBR) con diferentes bandas de reflexión en estas aplicaciones, con un modo de reflexión, difusión o dispersión frontal, y un modo más transmisivo. Estos incluyen la pantalla de cristal líquido dispersado en polímero (PDLC), la pantalla de cristal líquido colestérico (Ch-LCD), la pantalla de Heilmeier y la pantalla de huésped-hospedador (del inglés *guest-host*). La PDLC es un dispositivo electrocrómico en el que el índice de refracción de las gotitas de cristal líquido incrustadas en otro material cambia eléctricamente, dando como resultado mayor dispersión de la luz en un modo que en otro. La Ch-LCD presenta dos estados estables, la textura plana reflectante y cónica focal. La estructura plana reflectante refleja la luz si se cumple la condición de reflexión de Bragg y, por tanto, actúa como reflector de Bragg para una polarización circular de la luz, mientras que la cónica focal reflectante transmite más luz.

40 Una estructura óptica denominada pantalla de huésped-hospedador utiliza comúnmente tintes dispersados en un cristal líquido, que absorben más luz cuando están en una orientación que en otra. La orientación de los tintes depende de la orientación del cristal líquido, que se determina utilizando un campo eléctrico creado por un voltaje, normalmente aplicado por medio de capas conductoras transparentes tales como óxido de estaño e indio. Tales dispositivos pueden utilizar también uno o más polarizadores. Hay tintes dicróicos positivos y negativos (pleocroicos y dicróicos negativos), entre otros, que absorben respectivamente luz a lo largo de diferentes ejes de la molécula.

Se crean cristales líquidos estabilizados con polímeros cuando se mezclan prepolímeros y cristales líquidos y el prepolímero se polimeriza, para entre otras cosas establecer o reforzar la orientación de los cristales líquidos. Se ha descrito en la bibliografía cristal líquido mezclado con prepolímeros que se curan de diversos modos y concentraciones, entre otros términos, como estabilizados con polímeros, entrelazados con polímeros, potenciados con polímeros y dispersados en polímeros, entre muchos otros términos. Esta tecnología se describe bien en la técnica anterior como, por ejemplo, en la patente US n.º 7.355.668 concedida a Satyendra *et al.*, que da a conocer dispositivos de cristal líquido potenciado con polímeros, específicamente dispositivos de pantalla accionados eléctricamente, contruidos con sustratos rígidos o flexibles que incluyen "columnas" de polímero formadas entre películas de sustrato a través de la separación de fases de un prepolímero (por ejemplo, adhesivo óptico Norland NOA77 o 78) y un cristal líquido (por ejemplo, Merck E7, E48 o E31), bajo la influencia de variaciones de temperatura. El prepolímero y cristal líquido se mezclan por encima de la temperatura de punto de aclaramiento del LC, y entonces se enfrían por debajo del punto de aclaramiento con el fin de separar, polimerizar y solidificar la red de polímeros dentro del material de cristal líquido.

Más recientemente, en la solicitud de patente estadounidense US 2009/015902 A1 concedida a Powers *et al.*, se han descrito obturadores de cristal líquido termotrópico, en los que se coloca un cristal líquido termotrópico entre dos polarizadores cruzados, de manera que en un estado de temperatura el cristal líquido forma un bloque de ondas nemático trenzado que hace rotar la polaridad de la luz entrante, permitiendo las propiedades de transmisión, absorción y reflexión de luz de un polarizador individual, mientras que en otro estado de temperatura el cristal líquido está en un estado isotrópico, de manera que no afecta al estado de polarización de la luz entrante. El dispositivo

5 presenta las propiedades ópticas de dos polarizadores cruzados, permitiendo mucha menor transmisión y mucha mayor absorción o reflexión de la luz incidente. La información incluida en esta sección de antecedentes de la memoria descriptiva, incluyendo cualquier referencia citada en la presente memoria y cualquier descripción o discusión de la misma, se incluye para fines de referencia técnica sólo y no ha de considerarse como materia a la que está limitada el alcance de la invención.

### Sumario

10 La tecnología dada a conocer en la presente memoria se refiere al control basado en la temperatura sobre la transmisibilidad, reflectividad o absortividad con respecto a la energía radiante (por ejemplo, luz visible, UV e infrarroja), incluyendo hasta el intervalo completo del espectro solar, para el fin de regular el flujo de calor al interior de una estructura (por ejemplo, una ventana, un edificio o un vehículo) basándose en las condiciones meteorológicas externas, la temperatura interna o cualquier combinación de las dos, respondiendo a lo largo de una gama de temperaturas, lo que la hace útil para estos fines. Esta tecnología es un dispositivo que presenta  
15 transmisión, absorción o reflexión de energía luminosa sensible a la temperatura, efectuada por cambios inducidos por la temperatura en, entre otras cosas, la estructura, la fase o el orden de un material portador termotrópico (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico), que proporciona orden dependiente de la temperatura (o induce orden dependiente de la temperatura) a uno o más componentes incluidos que interactúan con la luz (por ejemplo, marcadores inorgánicos, polímeros o tintes absorbentes o reflectantes), que, para los fines de este documento, se denominarán "colorantes dependientes de orientación" (ODC). Similares a la utilización con dispositivos de cristal líquido generalmente, las características de orientación espacial local particular del material portador termotrópico en un estado de temperatura dado se conocerán como "director". Debe entenderse que un material portador termotrópico particular (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico), cuando se utiliza como componente de una realización descrita en la presente memoria, puede presentar dos o más directores diferenciados, o una gama  
20 análoga de directores, a diferentes estados de temperatura.

Por ejemplo, a una temperatura el material portador termotrópico puede inducir un orden significativo en uno o más ODC incluidos (que incluyen potencialmente moléculas, tintes, partículas, varillas, cadenas de polímero absorbentes, reflectantes o fluorescentes, o cualquier combinación de los mismos) suspendidos o disueltos dentro de los  
30 materiales portadores termotrópicos, mientras que a una segunda temperatura puede proporcionar poco o nada de director preferido para estos ODC. Si el director asociado con la primera temperatura se elige de manera que los componentes incluidos interactúan menos con la luz a la primera temperatura que a la segunda temperatura, las propiedades ópticas tales como transmisión, absorción y fluorescencia serán diferentes a las dos temperaturas. La eficiencia de absorción, reflexión o transmisión puede variarse a través de la selección de los materiales de ODC incluidos, como también las eficiencias dependientes de la frecuencia. La elección de materiales de ODC puede utilizarse para afectar a los porcentajes e intervalos de longitudes de onda de reflexión, absorción y transmisión por encima y por debajo de una temperatura umbral, o a lo largo de un intervalo seleccionado de temperaturas, que son deseables por estética, gestión de la energía u otros motivos.

40 Adicionalmente, si los materiales de ODC incluidos son reflectantes, el dispositivo puede ser reflectante de manera difusiva debido a la distribución de orientaciones de los materiales incluidos. Esta tecnología presenta aplicación particular, pero no exclusiva, como un método de reducción del deslumbramiento para superficies de edificios. La eficiencia, distribución espacial, anchura de banda, y longitud de onda central de la reflexión pueden variarse a medida que cambia la orientación de los cambios de ODC bajo la influencia del material portador termotrópico. Los  
45 ejemplos de materiales de ODC reflectantes incluyen copos, hilos, varillas, partículas o filamentos. Estos pueden estar compuestos por metales; por polímeros o materiales de tipo cerámica inorgánica que son blancos o reflectantes del color por lo demás; por polímeros o materiales de tipo cerámica inorgánica que son transparentes que presentan índices de refracción significativamente no coincidentes con los del material portador termotrópico; por cadenas de polímero (por ejemplo, poliacetileno) que presentan reflectividades inherentes debido a una naturaleza eléctricamente conductora; o por materiales relacionados o cualquier combinación de los mismos.

Esta tecnología también puede emplearse como parte de un dispositivo que funciona de manera similar en cuanto a la función a un despolarizador óptico sensible a la temperatura (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico) que funciona con uno o más filtros polarizantes para regular el paso de energía luminosa. El orden proporcionado o  
55 inducido en los materiales incluidos puede ser polarizante (en transmisión o reflexión) a una temperatura, y menos polarizante o incluso no polarizante en otra. Las energías incidentes que pasan a través de este dispositivo dependerán, por tanto, de las eficacias de reflexión y absorción de tanto los ODC como de los polarizadores utilizados. Por ejemplo, cuando el ODC se induce a una temperatura para que sea un polarizador funcionalmente eficaz, y se aparea con un segundo polarizador eficaz que transmite luz de esta misma polarización, entonces la mitad de la energía radiante incidente pasa a través del dispositivo. Sin embargo, si un cambio de temperatura reduce el orden del ODC de manera que el ODC bloqueará la transmisión de luz de ambas polarizaciones, entonces la cantidad de luz transmitida a través del dispositivo puede, por tanto, cambiar también. Pueden seleccionarse polarizadores de eficiencia inferior, u ODC y polarizadores con eficiencias dependientes de la frecuencia, para afectar a los porcentajes de reflexión, absorción y transmisión por encima y por debajo de una temperatura umbral o a lo largo de un intervalo seleccionado de temperaturas que son deseables por estética, gestión de la energía u otros motivos. Este efecto puede ser tal que el dispositivo es menos transmisivo en su estado o bien caliente o bien  
60 a lo largo de un intervalo seleccionado de temperaturas que son deseables por estética, gestión de la energía u otros motivos. Este efecto puede ser tal que el dispositivo es menos transmisivo en su estado o bien caliente o bien

frio, o se expande de manera que la transmisibilidad del dispositivo es superior en el estado transparente. También pueden existir efectos ópticos dependientes del ángulo.

El material portador termotrópico también puede inducir diferentes cantidades de orden en uno o más ODC incluidos (ya sean moléculas, tintes, partículas, varillas, polímeros absorbentes, reflectantes o fluorescentes, o cualquier combinación de los mismos) suspendidos o disueltos dentro del portador material a diferentes temperaturas. Por ejemplo, el material portador termotrópico, y cualquier estructura o capa de alineación asociada, puede seleccionarse de manera que la cantidad de orden proporcionada puede disminuir con las temperaturas crecientes. Si el director asociado con el ODC se elige de manera que los componentes incluidos interactúan más con la luz a medida que la temperatura aumenta, las propiedades ópticas tales como transmisión, absorción y fluorescencia variarán, por tanto, a medida que la temperatura aumenta. Alternativamente, entre otras posibilidades, el director puede elegirse de manera que los ODC incluidos interactúan más con la luz a temperaturas inferiores que a temperaturas superiores, o el orden proporcionado puede aumentar con la temperatura creciente. Tales dispositivos se describen, por ejemplo, en "Dichroic Dyes for Liquid Crystal Displays" por Alexander V. Ivashenko y "Liquid Crystals" (segunda edición) por S. Chandrasekhar. Estos efectos también pueden combinarse con otros efectos, tales como los descritos anteriormente, en donde el orden está presente a una temperatura y no a una segunda, o en donde el orden cambia precipitadamente a una temperatura dada o a través de un intervalo de temperatura, o con otros efectos tales como presentar diferentes órdenes para una temperatura dada basándose en la historia de temperatura (por ejemplo, efectos de histéresis y superenfriamiento). La eficiencia de la respuesta de absorción, reflexión o transmisión para diferentes directores puede variarse a través de la selección de materiales de ODC, como también las eficiencias dependientes de la longitud de onda. La elección de materiales puede utilizarse para afectar a los porcentajes y las longitudes de onda de reflexión, absorción y transmisión por encima y por debajo de una temperatura umbral, o a lo largo de un intervalo seleccionado de temperaturas, que son deseables por estética, gestión de energía u otros motivos.

Esta tecnología puede emplear efectos ópticos tanto especulares como difusivos tal como se describió anteriormente, para crear ventanas o filtros de ventana que presentan modos de tipo privacidad tanto transparentes como opacos, e impiden la concentración de la energía solar reflejada en las bandas de UV, visible o IR de diferentes modos. Esta tecnología también puede utilizarse para absorber, reflejar o transmitir, de manera difusiva o especular, diversas polarizaciones e intervalos de longitudes de onda de la luz de diferentes modos a diferentes temperaturas, para lograr propiedades estéticas, de privacidad, de deslumbramiento o ganancia de calor solar particulares.

Otras características, detalles, utilidades y ventajas de la presente invención pueden resultar evidentes a partir de la siguiente descripción escrita más particular de diversas realizaciones de la invención tal como se ilustra adicionalmente en los dibujos adjuntos y se define en las reivindicaciones adjuntas.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de una implementación a modo de ejemplo de un filtro termocrómico que presenta materiales de ODC suspendidos o disueltos en un material portador termotrópico (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico que presenta moléculas alineadas perpendicularmente al sustrato) que proporciona o induce orden para los materiales de ODC a una temperatura inferior y no a una temperatura superior.

La figura 2 es una vista esquemática de una implementación a modo de ejemplo de un filtro termocrómico utilizado en combinación con un polarizador. El filtro termocrómico presenta materiales de ODC suspendidos o disueltos en un material portador termotrópico (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico que presenta moléculas alineadas en paralelo al sustrato) que proporciona o induce orden para los materiales de ODC a una temperatura inferior y no a una temperatura superior.

La figura 3 es una vista esquemática de otra implementación a modo de ejemplo de un filtro termocrómico que presenta materiales de ODC suspendidos o disueltos en un material portador termotrópico (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico alineado verticalmente) que proporciona o induce más orden en los materiales de ODC a una temperatura inferior que el que proporciona a una temperatura superior.

La figura 4 es una vista esquemática de una implementación a modo de ejemplo adicional de un filtro termocrómico que presenta materiales de ODC suspendidos o disueltos en un material portador termotrópico (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico alineado verticalmente) en donde se utilizan las propiedades polarizantes direccionales de una o más capas de polarizador termotrópico para variar las propiedades de transmisión (incluyendo efectos polarizantes) del filtro basándose en la dirección de la luz que está transmitiéndose.

#### Descripción detallada

Para los fines de esta memoria descriptiva, el término "termorreflectante" se referirá a cualquier objeto, dispositivo o material que presente una reflectividad que varía en función de la temperatura. De manera similar, "termoabsorbente" y "termofluorescente" se referirán a cualquier objeto, dispositivo o material que presente una

absortividad o fluorescencia, respectivamente, que varía en función de la temperatura. Puesto que la transmisión de luz es una función de la reflexión, absorción y rerradiación de luz, cualquiera de estos objetos, dispositivos o materiales también puede describirse apropiadamente mediante el término más genérico “termocrómico”.

- 5 La figura 1 es una vista esquemática, en sección transversal de una forma a modo de ejemplo de un dispositivo de filtro termocrómico 100. El dispositivo de filtro 100 puede estar compuesto por “colorante dependiente de la orientación” incluido o materiales de ODC 101 dentro de un material portador transmisivo, termotrópico, que proporciona orden 102. A una temperatura inferior, suponiendo que las moléculas de ODC interactúan más fuertemente con la luz entrante perpendicular a su eje largo, un porcentaje significativo de la luz entrante pasa a través del material portador que proporciona orden 102 así como los materiales de ODC incluidos 101 debido a su orientación ordenada con respecto a la luz entrante. Como con un obturador o estor veneciano en el estado “abierto”, los materiales de ODC son esencialmente paralelos a la luz entrante y, por tanto, no la absorben o reflejan sustancialmente. A una temperatura superior, se bloquea más de la luz entrante debido a la orientación no ordenada de los materiales de ODC incluidos, una gran fracción de los cuales ya no son paralelos a la luz entrante y pueden, por tanto, absorber, reflejar o interactuar de otro modo con la misma. Es notable que cuando los materiales de ODC incluidos están en el estado ordenado, el dispositivo de filtro 100 puede polarizar la luz que entra en el dispositivo de filtro 100 desde direcciones distintas de la indicada en la figura, y por tanto, puede considerarse un “polarizador termotrópico” para algunos fines.
- 20 También pueden añadirse polarizadores adicionales u otros elementos ópticos para producir diferentes efectos ópticos sin afectar a la naturaleza esencial del dispositivo de filtro termocrómico 100.

El material portador termotrópico 102 puede adoptar una variedad de diferentes formas para su utilización dentro del dispositivo de filtro termocrómico 100. Muchos materiales que son transparentes a al menos algunas longitudes de onda de luz también experimentan cambios de la cantidad de orden de sus moléculas (o cambios en su director o directores) con los cambios en la temperatura. En particular, muchos cristales líquidos termotrópicos son ópticamente transparentes con un orden alto (casi cristalino) en el estado cristalino líquido (es decir, estado nemático), mientras que son ópticamente transparentes con un orden bajo (por ejemplo, un estado orientado aleatoriamente o semialeatoriamente) en el estado isotrópico.

El director de moléculas de cristal líquido en un estado de cristal líquido (tal como los estados nemático o esméctico) cerca de una superficie puede verse influido a través de la utilización de capas de alineación. Son comunes alineaciones tanto verticales (homeotrópicas) como paralelas (homogéneas), en donde el director del líquido presenta, respectivamente, un director normal o paralelo con respecto a la superficie. El director puede verse afectado por la energía de superficie y química de la superficie. En general, una alta energía de superficie promueve una alineación paralela y una baja energía de superficie promueve una alineación vertical. En la técnica anterior se utilizan comúnmente polidimetilsiloxanos, por ejemplo, para promover la alineación vertical y se utilizan poliimididas frotadas, por ejemplo, para promover alineaciones paralelas. Métodos para promover diversas alineaciones y ángulos de preinclinación, sus productos intermedios, híbridos, combinaciones y las estructuras útiles resultantes cuando se colocan moléculas de cristal líquido cerca de una, dos o más superficies, se conocen generalmente, se han descrito bien en la técnica anterior y serán familiares para un experto habitual en la materia. También existen estados de orientación más complejos y también se han descrito. Por ejemplo; en el cristal líquido “fase azul”, el director de la molécula de cristal líquido rota de un modo helicoidal alrededor de cualquier eje perpendicular a una línea.

Si el material portador termotrópico es un material de cristal líquido (LC), puede requerirse que cumpla especificaciones de tolerancia ambiental que son consecuentes con el entorno en el que va a utilizarse el dispositivo. Por ejemplo, en una aplicación de ventana termocrómica a modo de ejemplo, el LC puede requerir un punto de aclaramiento de entre 20°C y 35°C, un punto de congelación por debajo de -40°C, un punto de ebullición por encima de 90°C y suficiente resistencia a UV para sobrevivir a 30 años de exposición diaria a la luz solar (posiblemente atenuada por vidrio, polarizadores, adhesivos bloqueantes de UV y otros materiales inherentes en la estructura de la ventana termocrómica). Pueden existir también otros requisitos, tal como una birrefringencia suficiente para producir el retardo deseado a través de un hueco de célula particular. En particular puede ser deseable que el dispositivo presente un hueco de célula pequeño con el fin de minimizar la cantidad de cristal líquido requerida. Esto implicaría a su vez una birrefringencia mínima para la mezcla de LC, con el fin de lograr los efectos ópticos deseados.

En general para mezclas de LC, propiedades tales como birrefringencia y punto de aclaramiento están próximas al promedio ponderado de los componentes individuales, mientras que propiedades como resistencia a UV o resistencia química pueden estar limitadas por, o depender más fuertemente de la resistencia del componente menos resistente. Adicionalmente, propiedades tales como punto de congelación dependen de las interacciones de moléculas individuales, que se vuelven menos favorables para la cristalización a medida que las moléculas se vuelven más distintas entre sí. Por tanto, cuando dos componentes de LC se mezclan entre sí, la mezcla resultante puede presentar un punto de congelación significativamente inferior a cualquier componente por sí mismo. Además, mientras que la solubilidad de diferentes componentes de LC difiere significativamente dependiendo de su estructura molecular, la solubilidad puede mejorarse cuando están presentes diferentes componentes en la mezcla, es decir, la

solubilidad de dos componentes mezclados en un tercer componente puede ser mayor que la solubilidad de cualquier componente por separado.

5 Por ejemplo, aunque el cristal líquido 7CB presenta un punto de congelación de aproximadamente 30°C y un punto de aclaramiento de aproximadamente 41°C, cuando se mezclan en proporciones iguales con cristal líquido 5CB, que presenta un punto de congelación de aproximadamente 23°C y un punto de aclaramiento de aproximadamente 34°C, la mezcla de LC producida presenta un punto de aclaramiento de aproximadamente 37°C y un punto de congelación muy por debajo de -70°C. Sin embargo, esta mezcla puede no ser más estable a UV que cualquiera de sus componentes, y las susceptibilidades químicas de ambos componentes todavía existen en la mezcla, ya que  
10 ambas moléculas puede actuar como disolventes orgánicos, especialmente a alta temperatura, y por tanto, pueden atacar a determinados materiales de sustrato orgánicos.

15 Se conocen mezclas de componentes de LC variados, que se combinan para producir propiedades térmicas, físicas, químicas y ópticas particulares (incluyendo mezclas "eutéticas"). Quizá la mezcla de LC comercial mejor conocida sea E7, que se utiliza comúnmente en pantallas de vídeo y es una mezcla de 5 componentes de LC diferentes. El componente dominante es 5CB (que presenta un punto de aclaramiento bajo, buena solubilidad y poca birrefringencia), pero la mezcla también contiene cantidades significativas de 7CB, 8OCB, 5OCB y 5CT (que presenta un alto punto de aclaramiento, mala solubilidad y gran birrefringencia). La mezcla se diseña para que presente un amplio intervalo nemático, un alto punto de aclaramiento y un bajo punto de congelación, y la alta solubilidad del 5CB ayuda a superar la baja solubilidad del 5CT. Los principios y las reglas de diseño de mezclas de LC tales como éstas se han descrito bien en la técnica.

25 En la técnica anterior, algunas veces se han incluido moléculas de tinte en cristales líquidos en dispositivos electrocrómicos tal como se describe, por ejemplo, en "Dichroic Dyes for Liquid Crystal Displays" por Alexander V. Ivashchenko. Tales sistemas se denominan a menudo sistemas de huésped-hospedador y los dispositivos se denominan dispositivos dicróicos. Con la selección apropiada de los componentes de huésped (es decir, ODC) y los componentes de hospedador (es decir, materiales portadores electrotrópicos), las moléculas de tinte asumen (aproximadamente) el director de la molécula de cristal líquido. Se producen a menudo absorción y otros efectos ópticos relacionados a lo largo de un ángulo "cerca" del director de la molécula de ODC, y pueden presentar una  
30 ligera diferencia (por ejemplo, 5-10 grados) entre el director y el ángulo de absorción máxima. Hay tintes dicróicos positivos (pleocroicos) y negativos que absorben respectivamente luz a lo largo de diferentes ejes de la molécula. Por tanto, puede entenderse que algunas realizaciones dadas a conocer en la presente memoria se asemejan a un sistema de huésped-hospedador electrocrómico, excepto porque el material portador se ha diseñado de manera que es termotrópico (tal como se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente US n.º 12/172.156 concedida a Powers *et al.* titulada "Thermally switched reflective optical shutter"), en vez de electrotrópico.  
35

Los materiales de colorante dependiente de la orientación (ODC) también pueden adoptar varias formas. Por ejemplo, los sistemas de tinte pleocroico presentan generalmente razones dicróicas y parámetros de orden superiores a los sistemas de tinte dicróico negativo. Pueden construirse realizaciones que utilizan tintes dicróicos o bien positivos o bien negativos, o una combinación de los mismos, para afectar a diferentes propiedades de transmisión a lo largo de intervalos de temperatura (por ejemplo, desplazamiento del equilibrio de color o tono). El rendimiento de los tintes y el sistema se ve afectado por la estabilidad a la luz ultravioleta (UV), la solubilidad y el parámetro de orden del/de los tinte(s) dentro del sistema. El rendimiento del sistema también se ve afectado por los parámetros de hospedador del cristal líquido, la viscosidad, el parámetro de orden, el intervalo de temperatura de estados físicos, la estabilidad y la birrefringencia. Obsérvese que sistemas de huésped-hospedador para cristales líquidos y tintes dicróicos son a menudo tales que múltiples tintes de una clase son mejores en la solvatación, es decir, una mezcla de tintes similares puede presentar una mayor concentración total que la que sería posible para cualquiera de los tintes componentes. El "andamiaje" químico de los tintes también puede aumentar su solubilidad (por ejemplo, uniendo una molécula de cristal líquido químicamente a la molécula de tinte).  
40  
45  
50

Estas diversas propiedades pueden utilizarse para diseñar un dispositivo con propiedades de transmisión deseables. Por ejemplo, si un tinte particular presenta propiedades por lo demás deseables (por ejemplo, alta estabilidad a UV) pero baja solubilidad en el hospedador deseado, puede aumentarse el grosor del sistema de huésped-hospedador para aumentar la atenuación de la luz transmitida. Debe entenderse también que muchos tintes que no son adecuados para dispositivos de huésped-hospedador electrocrómicos (por ejemplo, tintes de ropa) pueden ser adecuados para dispositivos termotrópicos porque el funcionamiento del dispositivo no depende de campos eléctricos.  
55

También pueden añadirse moléculas quirales (dopantes) a sistemas de huésped-hospedador para cambiar o mejorar la absorción o reflexión del/de los huésped(es). Por ejemplo, puede construirse un sistema de cristal líquido nemático con múltiples giros utilizando tales moléculas con el fin de afectar a la razón de contraste u otras propiedades ópticas. También pueden utilizarse moléculas ópticamente activas como huéspedes en sistemas de huésped-hospedador, y pueden utilizarse para construir sistemas que interactúan (por ejemplo, de manera reflectante) con polarizaciones circulares de luz.  
60  
65

También pueden utilizarse materiales semiconductores como huéspedes para proporcionar sistemas de huésped-hospedador que reflejan y absorben en el infrarrojo.

5 Cristales líquidos de cadena lateral, cristales líquidos nemáticos de polímero y polímeros de cadena lateral nemáticos, y otros sistemas de hospedador de este tipo pueden presentar tiempos de respuesta electrocrómica más lentos (o no presentar respuesta electrocrómica) cuando se utilizan en dispositivos de huésped-hospedador electrocrómicos, pero pueden ser particularmente adecuados para sistemas termotrópicos. Pueden emplearse copolímeros de tinte con cristal líquido para mejorar la solubilidad eficaz. Puede emplearse cristal líquido de 10 polímero cristalino con tintes incrustados o de copolímero para proporcionar una transición de orden sin un estado nemático u otro de este tipo. Un dispositivo de este tipo no funcionaría electrocrómicamente, sino que puede actuar mediante un portador termotrópico. Copolímeros de poliacetileno dopados y/o cadenas laterales con cristal líquido son también realizaciones alternativas de sistemas dados a conocer en la presente memoria.

15 El orden(o parámetro de orden) del sistema de hospedador generalmente varía con la temperatura (tal como se describe, por ejemplo, en "Liquid Crystals Second Edition" por S. Chandrasekar) y el orden (o parámetro de orden) del huésped u ODC varía con el mismo. En general, para clases de mezclas o químicas de hospedador de cristal líquido, a medida que el punto de aclaramiento aumenta, también lo hace el parámetro de orden de un huésped particular. Además, en general, a medida que el punto de aclaramiento del sistema resultante se aproxima, el parámetro de orden desciende. Estas variaciones en el orden (o parámetro de orden) pueden ser continuas o 20 discretas, o ambas, dependiendo del sistema e intervalo de temperatura. Por ejemplo, en sistemas de cristal líquido nemático de huésped-hospedador, el parámetro de orden de los materiales de hospedador puede reducirse por aumentos en la temperatura hasta el punto de aclaramiento, en donde el cristal líquido se vuelve entonces isotrópico, y entonces el orden de tanto el huésped como el hospedador puede eliminarse eficazmente.

25 Debe entenderse que el director del orden en tales sistemas puede determinarse utilizando materiales y técnicas de alineación apropiados. Además, la cantidad de orden (parámetro de orden) para un material de huésped dado (es decir, el material de ODC incluido) es una función del material de hospedador elegido así como de la temperatura, y que a través de una selección de materiales y un diseño del sistema adecuados, es posible lograr muchas relaciones diferentes de temperatura frente a orden. Una propiedad deseable en una relación de temperatura es 30 hacer que el parámetro de orden del huésped varíe de manera monotónica con la temperatura a lo largo del intervalo de diseño de temperatura del dispositivo. Otra propiedad deseable es incorporar histéresis en la relación de temperatura. Por ejemplo, en un dispositivo de huésped-hospedador de cristal líquido termotrópico, nemático que utiliza la transición de los estados nemático a isotrópico, puede ser deseable por motivos estéticos hacer que la temperatura de "transición" sea varios grados mayor cuando el dispositivo está en la transición de nemático a 35 isotrópico que cuando está en la transición de isotrópico a nemático, ya que esto reducirá la probabilidad de que el dispositivo cambie rápidamente las características de transmisión hacia atrás y hacia delante cuando está cerca de la temperatura de transición.

40 El poliacetileno es un polímero que puede modificarse químicamente para convertirlo en altamente conductor eléctricamente. Estos y otros polímeros altamente conductores pueden interactuar fuertemente con la luz de manera reflectante, como en un polarizador de rejilla metálica, y la interacción puede ser dependiente de la orientación de la molécula. Los polímeros conductores también pueden interactuar con la luz de manera absorbente, dependiendo de la interacción también de la orientación de la molécula. Tanto los polímeros como las moléculas de tinte pueden integrarse en estructuras nemáticas trenzadas estabilizadas con polímero (PSTN), así como otros 45 sistemas de polímero/cristal líquido. Eligiendo el parámetro de orden del poliacetileno dopado apropiadamente, será posible seleccionar la razón de dispersión frontal y trasera de dispositivos que utilizan poliacetileno conductor, así como fabricados con otros huéspedes de ODC similares. Las moléculas de poliacetileno también pueden presentar moléculas de "andamiaje" químico unidas a las mismas para aumentar su solubilidad.

50 Puede fabricarse polímero de poliacetileno para dar un polarizador reflectante utilizándolo como huésped con cristal líquido de polímero como hospedador, y luego enfriando el sistema hasta que los polímeros se fijan en su sitio. También puede fabricarse poliacetileno para dar polarizadores reflectantes en procedimientos como los utilizados para fabricar polarizadores de PVA-yodo.

55 El ojo humano responde a las cantidades relativas de varios intervalos de luz visible. Por tanto, muchas distribuciones espectrales diferentes pueden parecer idénticas al ojo humano. El metamerismo es la coincidencia de color aparente de objetos con diferentes distribuciones de potencia espectrales, y los colores que coinciden de este modo se denominan metaméros. La absorción, transmisión, fluorescencia y reflexión de la luz por moléculas (tales como moléculas de tinte) presentan un componente espectral (frecuencia) para la misma. Seleccionando 60 apropiadamente los componentes (por ejemplo, combinaciones de tintes), es posible seleccionar el tono percibido de la transmisión o reflexión, o seleccionar el espectro específico, o cantidad de energía, que se transmite o se refleja, incluyendo luz UV, visible o IR.

65 Son posibles y pueden emplearse otras numerosas combinaciones de portador termotrópico ("hospedador") y materiales colorantes dependientes de orientación ("huésped") más allá de los comentados o enumerados en la presente memoria.

La figura 2 es una vista esquemática, en sección transversal de otra realización a modo de ejemplo de un dispositivo de filtro termocrómico 200. Como en la realización anterior de la figura 1, los materiales de ODC incluidos 201 están dentro de un material portador termotrópico que proporciona orden 202. Se coloca una película 203 polarizante entre la luz incidente y el material portador termotrópico 202 que contiene los materiales de ODC incluidos 201. Sin embargo, suponiendo que las moléculas de ODC interactúan más fuertemente con la luz a lo largo de su eje largo, el orden proporcionado es ahora tal que los materiales incluidos 201 interactúan preferentemente con una polarización de la luz. El polarizador 203 también interacciona con esta misma polarización de la luz. Por tanto, en el estado de temperatura inferior, si conjuntamente el "polarizador termotrópico" creado por el estado ordenado de los materiales incluidos 201 y el polarizador 203 polarizan eficazmente la luz, entonces aproximadamente el 50% de la luz se transmite por el dispositivo. En el estado de temperatura superior, el "polarizador termotrópico" creado por el estado ordenado de los materiales incluidos 201 ya no existe. El polarizador 203 todavía interacciona con una polarización de la luz, pero ahora los materiales incluidos interactúan con ambas polarizaciones de la luz, reduciendo la cantidad de luz transmitida hasta por debajo del 50%.

Esta disposición puede ser ventajosa para aumentar la razón de contraste de un sistema de huésped-hospedador, o para producir otros efectos ópticos deseables (por ejemplo, combinaciones particulares de absorción y reflexión a longitudes de onda particulares) que podrían ser difíciles de lograr con los materiales de huésped (ODC) y hospedador (portador) solos. La disposición exacta de la capa puede desviarse de la representación en la figura 2 sin afectar significativamente al funcionamiento del dispositivo. Desde el punto de vista óptico, presenta pocas consecuencias que los fotones pasen a través del polarizador y luego por el sistema de huésped-hospedador, o vice-versa. Pueden utilizarse diversos tipos de polarizadores, incluyendo polarizadores absorbentes, reflectantes, difusores y difractivos. Además, puede emplearse más de un polarizador, y pueden añadirse diversos componentes opcionales tales como sustratos, adhesivos, sellantes, promotores de la solubilidad, filtros de bloque de banda, filtros de paso largo, filtros de paso corto y tintas fijadas en cualquier combinación.

Sin embargo, debe indicarse que si se emplea un retardador, bloque de ondas o película o capa de compensación de la birrefringencia, entonces el ordenamiento de las capas sí importa. Por ejemplo, el eje de polarización de una película de polarización lineal es normalmente paralelo a la dirección de tracción de la película. Sin embargo, si la luz pasa a través del polarizador y luego por una capa de bloque de ondas, la luz polarizada resultante puede "rotar" de manera que su eje de polarización se produce a 45 grados (o algún otro ángulo deseable) con respecto a la dirección de tracción. Esto puede ser útil porque en algunos casos un eje de polarización de 45 grados permite un procedimiento de fabricación más sencillo, tal como se describe en la solicitud de patente US n.º 12/545.051 por Powers *et al.* Alternativamente, la compensación a algún ángulo ligeramente mayor o menor de 45 grados puede ayudar a "abrir" la transmisión de luz del filtro alineando erróneamente de manera eficaz los polarizadores, de manera que la razón de contraste del dispositivo se reduce y la transmisión de luz en el estado de bloqueo se aumenta, tal como se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente US n.º 2009/0015902 concedida a Powers *et al.*

Puede ser deseable en algunas circunstancias colocar bloques de ondas en ambos polarizadores en un dispositivo de dos polarizadores, o en todos los polarizadores en un dispositivo de múltiples polarizadores. También puede ser deseable en otras circunstancias colocar tales películas ópticas sobre sólo un polarizador. Por ejemplo, dos polarizadores "con una rotación" de 45 grados cada uno pueden ser comparables a un polarizador "con una rotación" de 90 grados y un polarizador sin rotación en absoluto. La reducción del número de bloques de ondas puede reducir el coste del producto final al tiempo que se mantiene la misma funcionalidad. Por tanto, puede reconocerse que pueden combinarse bloques de ondas, retardadores, películas de compensación de la birrefringencia, materiales birrefringentes de grosor particular, u otros materiales o dispositivos de rotación de la polaridad relacionados de una gran variedad de modos en diversas implementaciones de esta tecnología.

La cantidad de rotación de la polaridad proporcionada por un retardador/bloque de ondas o recubrimiento o película de compensación de la birrefringencia es proporcional a tanto la birrefringencia como al grosor del material de bloque de ondas. Por tanto, es sencillo idear una película o recubrimiento para lograr cantidades muy precisas de rotación de la polaridad, y los métodos para hacerlo no requieren una elaboración adicional en la presente memoria, excepto indicar que placas de ondas acromáticas introducirán generalmente menos anomalías de color que placas de ondas no acromáticas. La implementación también abarca versiones en las que un polarizador convencional y polarizador termotrópico presentan ejes de polarización perpendiculares o por lo demás no paralelos, dicroicos negativos con alineación paralela, con y sin un polarizador habitual (no termotrópico), y versiones en las que el dispositivo se vuelve más reflectante, absorbente o fluorescente cuando está caliente.

La figura 3 es una vista esquemática, en sección transversal de otra realización a modo de ejemplo de un dispositivo de filtro termocrómico 300. Como en las realizaciones previas de las figuras 1 y 2, los materiales de ODC incluidos 301 están dentro de un material portador termotrópico, que proporciona orden 302. A una temperatura inferior, un porcentaje dado de la luz entrante pasa a través del material que proporciona orden 302 así como por los materiales incluidos 301 debido a su orientación ordenada con respecto a la luz entrante. A una temperatura superior, el orden de los materiales incluidos se reduce (pero el parámetro de orden no es cero), de modo que se absorbe o refleja más de la luz entrante debido a la orientación no ordenada de los materiales incluidos. Por tanto, para este

dispositivo, la reducción en la luz transmitida puede ser más gradual que para la realización de la figura 1. Obsérvese que este dispositivo puede polarizar la luz procedente de direcciones distintas de la indicada en la figura a temperaturas tanto inferiores como superiores, ya que los materiales de ODC incluidos están en orientaciones ordenadas a ambas temperaturas, y por tanto, puede considerarse un "polarizador termotrópico" para algunos fines.

Debe entenderse que la estructura y las orientaciones representadas en la figura 3 pueden existir como o bien los únicos estados posibles del dispositivo, o bien como estados intermedios. Por ejemplo, una disposición particular de los materiales de ODC y materiales portadores termotrópicos puede producir las orientaciones de la figura 1 a temperaturas extremas y las orientaciones de la figura 3 a temperaturas más modestas.

La figura 4 es una vista esquemática, en sección transversal de una realización a modo de ejemplo adicional de un dispositivo de filtro termocromático 400. Como en las realizaciones anteriores de las figuras 1, 2 y 3, los materiales de ODC incluidos 401 están dentro de un material portador termotrópico, que proporciona orden 402. Sin embargo, a una temperatura inferior, un porcentaje dado de la luz entrante pasa a través del material que proporciona orden 402 así como por los materiales de ODC incluidos 401 debido a su orientación ordenada con respecto a la luz entrante. Además, a una temperatura superior, el orden de los materiales de ODC incluidos 401 se reduce (pero el parámetro de orden no es cero), de modo que se absorbe o refleja más de la luz entrante debido a la orientación no ordenada de los materiales de ODC incluidos 401. Por tanto, para este dispositivo de filtro termocromático 400, la reducción en la luz transmitida puede ser más gradual que para la realización de la figura 1. De nuevo, este dispositivo de filtro termocromático 400 polariza la luz procedente de direcciones distintas de la indicada en la figura 4 a temperaturas tanto inferiores como superiores. Sin embargo, el director de los materiales de ODC incluidos 401 (determinado por el sistema) se elige según interacciones deseables del dispositivo de filtro termocromático 400 con la luz que varía en la dirección entrante (por ejemplo, tal como con energía solar, que varía en la dirección entrante tanto debido a la rotación del planeta como también debido a la estación).

La estructura y las orientaciones representadas en la figura 4 pueden existir como o bien los únicos estados posibles del dispositivo, o bien como estados intermedios. Por ejemplo, una disposición particular de materiales de ODC y materiales portadores termotrópicos puede producir las orientaciones de la figura 1 a temperaturas extremas y las orientaciones de la figura 4 a temperaturas más moderadas.

Los materiales de ODC incluidos pueden ser cualquier número de materiales incluyendo tintes, varillas, partículas o polímeros en un material portador de cristal líquido termotrópico (por ejemplo, nemático). Los materiales de huésped de ODC seleccionados apropiadamente asumirán el orden y director del cristal líquido mientras que el cristal líquido está en el estado nemático (u otros estados cristalinos líquidos tales como esméctico), y pierden parcial o completamente su orden mientras que el cristal líquido está en el estado isotrópico. Entonces, si el cristal líquido está en un estado cristalino líquido (por ejemplo, nemático) y alineado verticalmente entre dos superficies paralelas transparentes, la luz que se desplaza a través del dispositivo perpendicular a las superficies no interactuará significativamente con el material de ODC incluido (por ejemplo, tintes dicróicos positivos). Sin embargo, a medida que la temperatura aumenta (es decir, por encima de la temperatura isotrópica), el cristal líquido termotrópico no presentará un orden alineado. Por tanto, el cristal líquido estará orientado más aleatoriamente y no conferirá orden a los materiales incluidos, que también estarán orientados aleatoriamente y, por tanto, interactuarán significativamente más con la luz que se desplaza a través del dispositivo perpendicular a las superficies. Obsérvese de nuevo en la presente memoria que no es necesario que el material de huésped sea un cristal líquido.

En una implementación adicional de esta realización, el material de ODC incluido puede ser un polímero eléctricamente conductor. Esta selección no se hace por motivos eléctricos *per se*, sino por las propiedades ópticas deseables (absorción y reflexión) que son típicas de materiales eléctricamente conductores. Por tanto, las interacciones con la luz pueden seleccionarse para que sean reflectantes o absorbentes, o cualquier combinación de las mismas. En el estado orientado aleatoriamente, las reflexiones pueden no ser especulares, sino más bien reflectantes de manera difusiva, lo que es deseable en muchas aplicaciones.

En algunas implementaciones de esta realización, los materiales de ODC incluidos pueden estar dentro de un material portador termotrópico (por ejemplo, cristal líquido termotrópico), que proporciona un director paralelo a las superficies (es decir, está alineado en paralelo) y, por tanto, la luz que se desplaza a través del dispositivo perpendicular a las superficies interactuará con el material de ODC incluido (por ejemplo, tintes dicróicos positivos) como polarizador. Uno o más polarizadores que son parte del dispositivo pueden estar orientados de manera que no interaccionen con la luz que se transmite a través del polarizador formado por los materiales incluidos. Sin embargo, a medida que la temperatura aumenta (es decir, se eleva por encima de la temperatura isotrópica), el material (por ejemplo, un cristal líquido termotrópico) no presentará un orden alineado, sino que estará orientado más aleatoriamente, y por tanto, no conferirá orden a los materiales incluidos. Por tanto, los materiales incluidos también estarán orientados aleatoriamente e interactuarán significativamente más con la luz de la polarización transmitida por el/los polarizador(es), si hay, y cambiarán la cantidad de luz que se transmite.

En otras implementaciones, los materiales de ODC incluidos interactúan con la luz de manera que cuando su director es perpendicular a las superficies, los materiales incluidos interactúan con la luz (por ejemplo, absorben,

reflejan o fluorescen la luz) más fuertemente que cuando su director es paralelo a las superficies (es decir, dicroicos negativos).

5 Aunque se representan y describen varias realizaciones a modo de ejemplo en la presente memoria, debe entenderse que la presente invención no se limita a estas configuraciones particulares. Por ejemplo, los polarizadores (si hay) empleados en la estructura pueden ser lineales o circulares, absorbentes o reflectantes, difusores o especulares, y/o de naturaleza fija o termotrópica. Uno o más polarizadores utilizados en el dispositivo pueden ser espectralmente selectivos o pueden seleccionarse para que presenten una eficiencia de polarización alta o baja. Los materiales que proporcionan orden pueden ser cristales líquidos termotrópicos, hielo/agua, materiales de cambio de fase, estructuras cristalinas, o cualquiera de muchas formas de materia que pueden proporcionar orden a los materiales de ODC incluidos. Los polarizadores, incluyendo polarizadores termotrópicos, pueden estar en cualquier relación entre sí. Los dispositivos pueden configurarse para que se hagan más transmisivos con los aumentos en la temperatura. También pueden combinarse ODC dicroicos positivos y negativos.

15 Además, debe entenderse que en algunos casos el orden y director puede proporcionarlos el propio material de ODC (por ejemplo, materiales cristalinos), de manera que las funciones de “huésped” y “hospedador” se combinan en un único material construido o seleccionado cuidadosamente. Por ejemplo, cadenas moleculares de poliacetileno pueden actuar como “cables” eléctricos y puede ser un excelente candidato a material de “huésped” de ODC. Sin embargo, las cadenas de poliacetileno también muestran propiedades de cristal líquido, y por tanto, pueden considerarse un candidato a “hospedador” también, o un componente del hospedador.

20 Alternativamente o además, los materiales de “huésped” de ODC incluidos y o el portador termotrópico o materiales de “hospedador” pueden estar unidos a o constreñidos por un polímero o red de polímeros que es parte del material de sustrato, o pueden estar unidos a una o más de las superficies del sustrato.

25 En otra variante de las realizaciones anteriores, el orden del material de hospedador, y por tanto, del material de ODC incluido, puede cambiarse también mediante un “sobremando” (del inglés, “override”) eléctrico. Puede estar presente un “sobremando” eléctrico para el material que proporciona orden, por ejemplo, cambiando el orden y director de un cristal líquido nemático a través de la utilización de campos eléctricos de torsión. Alternativamente, el material de huésped puede ser la ubicación del “sobremando” eléctrico (por ejemplo, como en un dispositivo de partículas suspendidas). Esto puede ser particularmente eficaz en casos en los que el “huésped” de ODC u “hospedador” termotrópico consiste en, o incluye, un polímero eléctricamente conductor tal como se describió anteriormente.

35 Los materiales incluidos pueden seleccionarse para proporcionar las características de transmisión, reflexión, fluorescencia y absorción, espectros, tonos o estética deseados, o para proporcionar las características de transmisión, absorción y reflexión de energía deseables. Además, pueden combinarse múltiples dispositivos termocrómicos, o bien del mismo tipo o bien de diferentes tipos, para producir propiedades estéticas, ópticas, térmicas, de privacidad, de contraste visual o de ganancia de calor solar diferentes. La cantidad de orden puede aumentar local o globalmente con la temperatura en vez de disminuir, o el dispositivo puede construirse de manera que la transmisión de luz aumenta con la temperatura creciente. La mezcla de huéspedes puede ser monocromática o negra; tintada, fluorescente y/o metamérica.

40 En otra posible implementación, el dispositivo puede ser adicionalmente un dispositivo de cristal líquido dispersado en polímero termotrópico. Para este fin, el sistema de huésped-hospedador puede seleccionarse por su baja solubilidad en el polímero, o un hospedador de baja birrefringencia (por ejemplo, cristal líquido) puede hacerse coincidir con el índice óptico del polímero para mejorar el rendimiento del dispositivo y la claridad óptica.

45 Debe entenderse también que cualquiera de las realizaciones y variantes descritas anteriormente puede aparearse con varios componentes opcionales sin alterar su naturaleza o función esencial. Estos pueden incluir, pero no se limitan a, sustratos, tintas fijadas, adhesivos, sellantes, placas de ondas, reflectores, reflectores parciales, transreflectores, materiales de baja emisividad, materiales absorbentes o reflectantes de UV y/o materiales absorbentes o reflectantes de IR.

50 Adicionalmente, hay materiales que proporcionan más orden a temperaturas superiores, o diferentes cantidades de orden a diferentes temperaturas, tal como el cambio en el orden y director con los cambios en las temperaturas que se produce en cristales líquidos termotrópicos que presentan estados tanto nemático como esméctico. Los dispositivos pueden basarse, por tanto, en cambios en el director o el orden con la temperatura en vez de simplemente en una pérdida de orden con los cambios en la temperatura. Adicionalmente, el material de ODC incluido puede estar, de hecho, simplemente en proximidad al material portador que proporciona orden en vez de disuelto o suspendido completamente dentro del mismo, o puede inducir cambios en la cantidad de orden que proporciona el material que proporciona orden a diversas temperaturas.

60 Pueden añadirse componentes opcionales tales como recubrimientos, películas, espaciadores, cargas o estructuras de soporte para adecuarse a las necesidades de una aplicación particular o un método de fabricación particular, y pueden producirse formas degradadas de algunas realizaciones eliminando o sustituyendo determinados

componentes. La disposición exacta de las diversas capas puede ser diferente de la representada en la presente memoria y, dependiendo de los materiales y las longitudes de onda seleccionados, pueden combinarse diferentes capas como capas, objetos, dispositivos o materiales individuales, sin alterar la estructura y función esenciales de la invención.

5 Aunque la descripción anterior contiene muchas especificidades, y referencia a una o más realizaciones individuales, éstas no deben interpretarse como limitativas del alcance de la invención sino más bien debe interpretarse que simplemente proporcionan ilustraciones de determinadas realizaciones a modo de ejemplo de esta invención. Hay  
10 diversas posibilidades para la implementación de diferentes materiales y en diferentes configuraciones y los expertos en la materia podrían hacer numerosas alteraciones en las realizaciones dadas a conocer.

Además, aunque se han descrito anteriormente diversas realizaciones de esta invención con un determinado grado de particularidad, todas las referencias de dirección, por ejemplo, dentro, proximal, distal, superior, inferior, interno, externo, hacia arriba, hacia abajo, izquierda, derecha, lateral, frontal, trasera, parte superior, parte inferior, por  
15 encima, por debajo, vertical, horizontal, sentido horario, sentido antihorario, circular izquierdo y circular derecho se utilizan sólo para fines de identificación para ayudar a la comprensión de la presente invención por parte del lector, y no crean limitaciones, particularmente en cuanto a la posición, orientación o utilización de la invención. Las referencias a conexión, por ejemplo, unido, acoplado, conectado y enganchado deben interpretarse de manera amplia y pueden incluir miembros intermedios entre una colección de elementos y movimiento relativo entre  
20 elementos a menos que se indique otra cosa. Como tales, las referencias de conexión no implican necesariamente que dos elementos estén conectados directamente y en relación fija entre sí. Los valores específicos mencionados en este texto, tales como temperaturas de transición, puntos de aclaramiento, porcentajes de reflexión, transmisión o absorción son ilustrativos y no serán limitativos. Más generalmente, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos adjuntos se interprete como ilustrativa sólo y no limitativa. Pueden  
25 hacerse cambios en los detalles o las estructuras sin apartarse de los elementos básicos de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

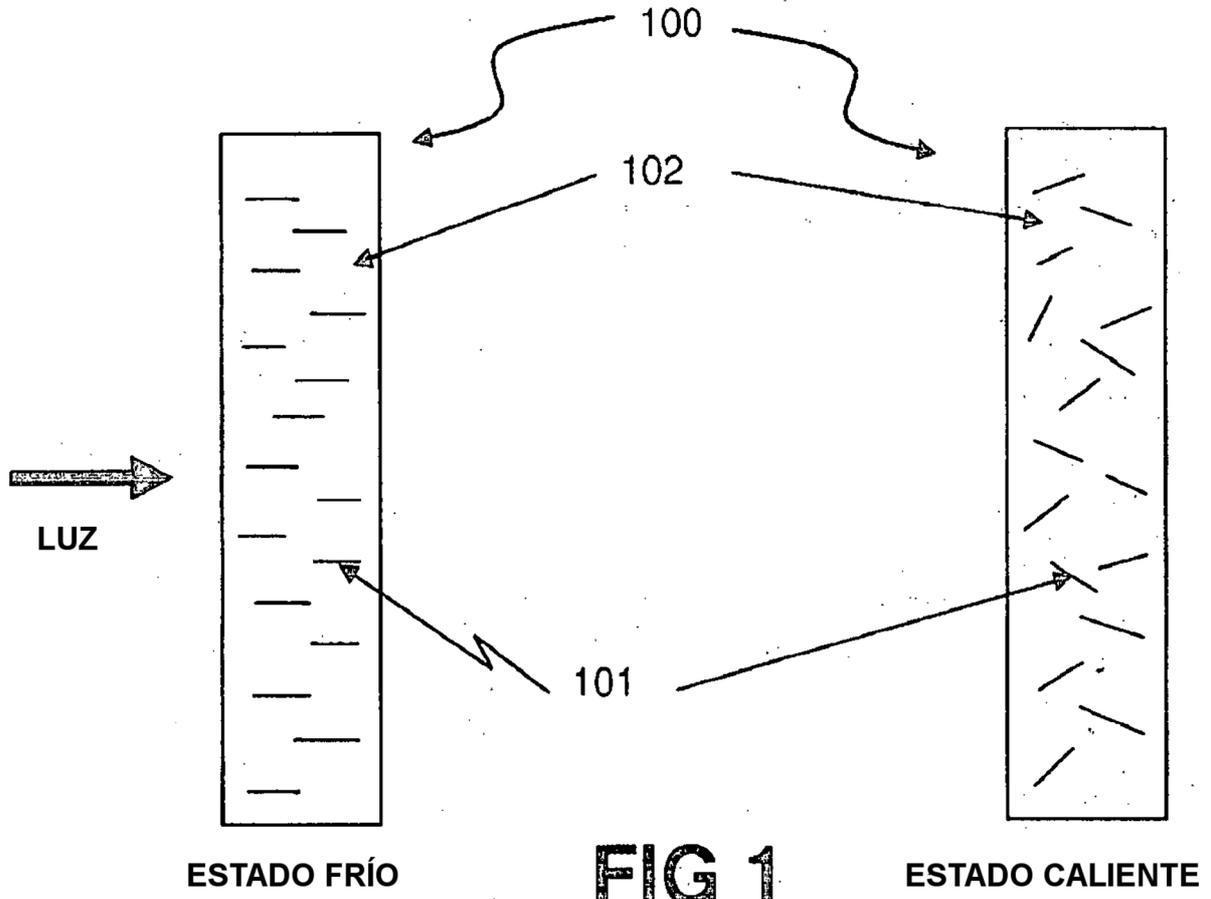
1. Dispositivo de filtro termocrómico (100, 200, 300, 400), que comprende:
- 5 un material portador termotrópico, que proporciona orden (102, 202, 302, 402) que define una orientación de director; en el que la orientación de director del material portador termotrópico (102, 202, 302, 402) es sensible a cambios inducidos por la temperatura en el material portador termotrópico (102, 202, 302, 402); y
- 10 un material colorante (101, 201, 301, 401);
- caracterizado porque dicho material colorante (101, 201, 301, 401) está incluido dentro del material portador termotrópico, es dependiente de la orientación, y es sensible en orden a la orientación de director; en el que el material colorante dependiente de la orientación (101, 201, 301, 401) cambia de orientación con la orientación de director, variando las propiedades de transmisión de la luz del dispositivo como resultado con la temperatura.
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el material colorante dependiente de la orientación es uno o más de entre los siguientes: materiales reflectantes; absorbentes; fluorescentes; una combinación de materiales reflectantes, absorbentes y/o fluorescentes; un tinte; eléctricamente conductores o un polímero eléctricamente conductor.
- 20 3. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que una reflectividad del material colorante dependiente de la orientación es parcial o completamente difusiva.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que el dispositivo de filtro termocrómico transmite la luz especularmente y refleja la luz de manera parcial o completamente difusiva.
- 25 5. Dispositivo según la reivindicación 1, que además comprende un sistema de sobremando eléctrico que actúa sobre el material colorante dependiente de la orientación o sobre el material portador termotrópico, que proporciona orden.
- 30 6. Dispositivo según la reivindicación 1, que además comprende un polímero o una red de polímeros, y en el que:
- los materiales colorantes dependientes de orientación están unidos, constreñidos, o la orientación de director se ve influida por el polímero o la red de polímeros.
- 35 7. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que un sustrato, o productos químicos, materiales o características sobre una superficie del sustrato, influyen en la orientación de director del material portador termotrópico que proporciona orden.
- 40 8. Dispositivo según la reivindicación 1 o 7, en el que
- el material portador termotrópico, que proporciona orden es un cristal líquido termotrópico; o
- 45 el material portador termotrópico, que proporciona orden está contenido, o unido a un sustrato flexible; o
- el material portador termotrópico, que proporciona orden se selecciona por sus propiedades birrefringentes utilizadas para afectar a las propiedades de transmisión de luz del dispositivo.
- 50 9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que el sustrato es un polímero.
10. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el material colorante dependiente de la orientación se selecciona
- 55 por sus propiedades de transmisión o reflexión estéticas deseadas, incluyendo el tono y la intensidad, a una o más temperaturas;
- para polarizar la luz incidente en una orientación particular;
- 60 para interactuar con longitudes de onda o anchuras de banda específicas de luz a una o más temperaturas; y/o
- por sus propiedades polarizantes que varían con la dirección de la luz recibida en el dispositivo.
11. Dispositivo según la reivindicación 1 o 10, en el que una temperatura de transición desde un estado ordenado (polarizante o más polarizante o transmisivo) hasta un estado menos ordenado (no polarizante o menos polarizante o bloqueante) se produce o bien por encima, dentro o por debajo de un intervalo de temperatura de funcionamiento normal de una ventana, pared o componente relacionado en un edificio, un vehículo u otra estructura.
- 65

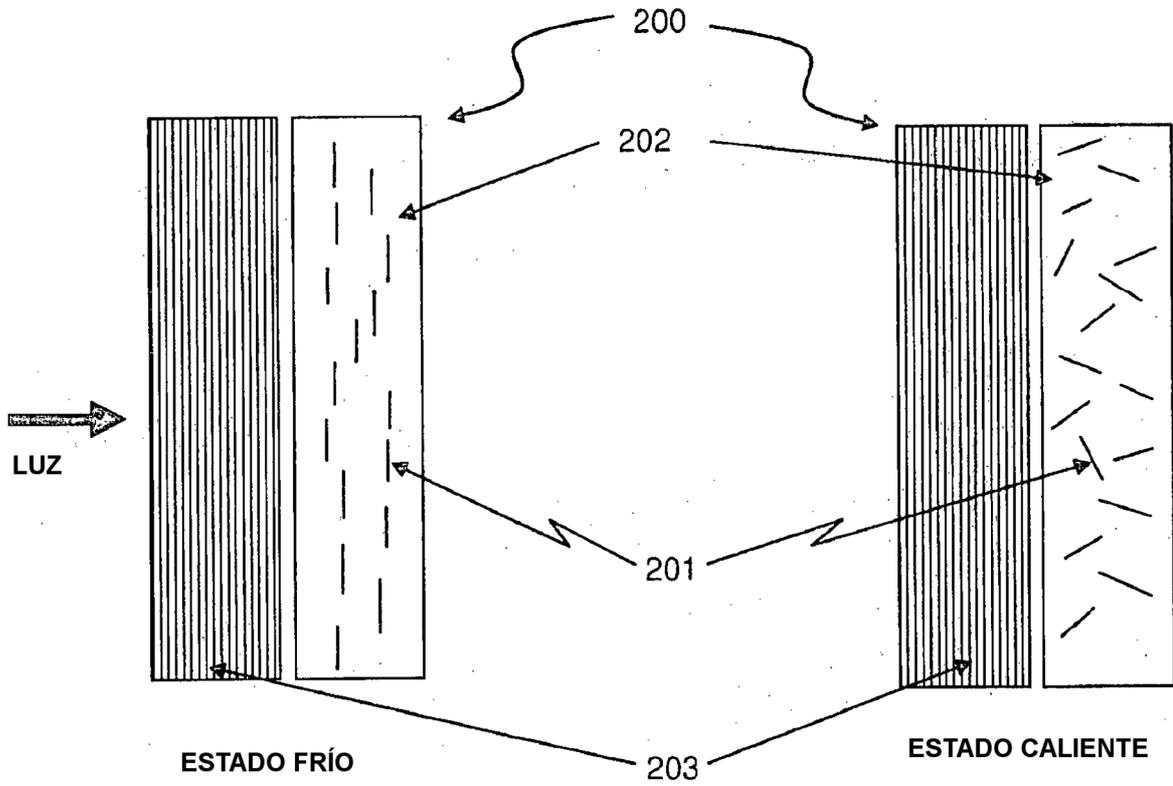
12. Dispositivo según la reivindicación 1, que además comprende un polarizador o un polarizador de rotación de polaridad.

5 13. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el material colorante dependiente de la orientación funciona en una o más longitudes de onda visibles, longitudes de onda infrarrojas o longitudes de onda ultravioletas.

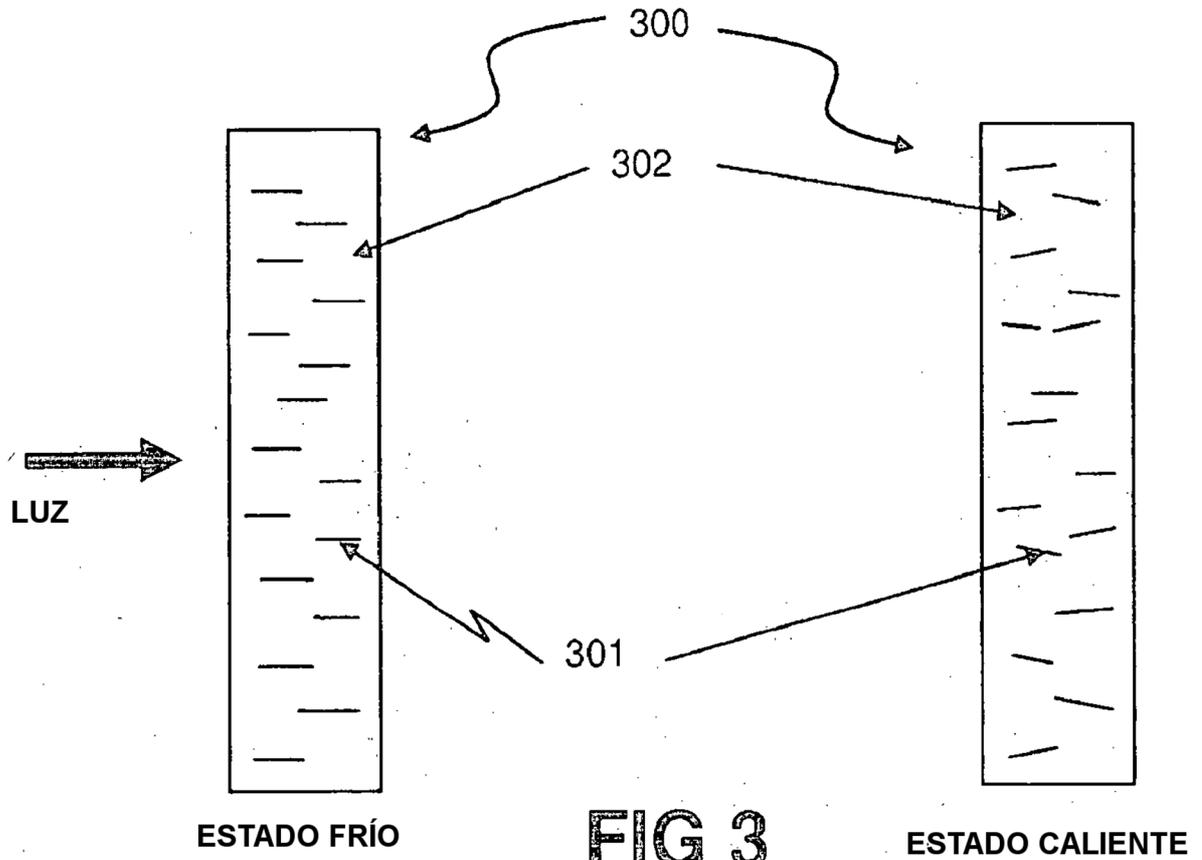
14. Dispositivo según la reivindicación 12, en el que las propiedades de transmisión, reflexión y absorción visible, ultravioleta e infrarroja del material colorante dependiente de la orientación se seleccionan para un control dinámico de ganancia de calor solar.

10 15. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el material portador termotrópico, que proporciona orden y el material dependiente de la orientación se seleccionan para dar como resultado una diferencia en el índice óptico entre el material portador termotrópico, que proporciona orden y el material dependiente de la orientación para afectar de ese modo a las propiedades de transmisión de luz del dispositivo.





**FIG 2**



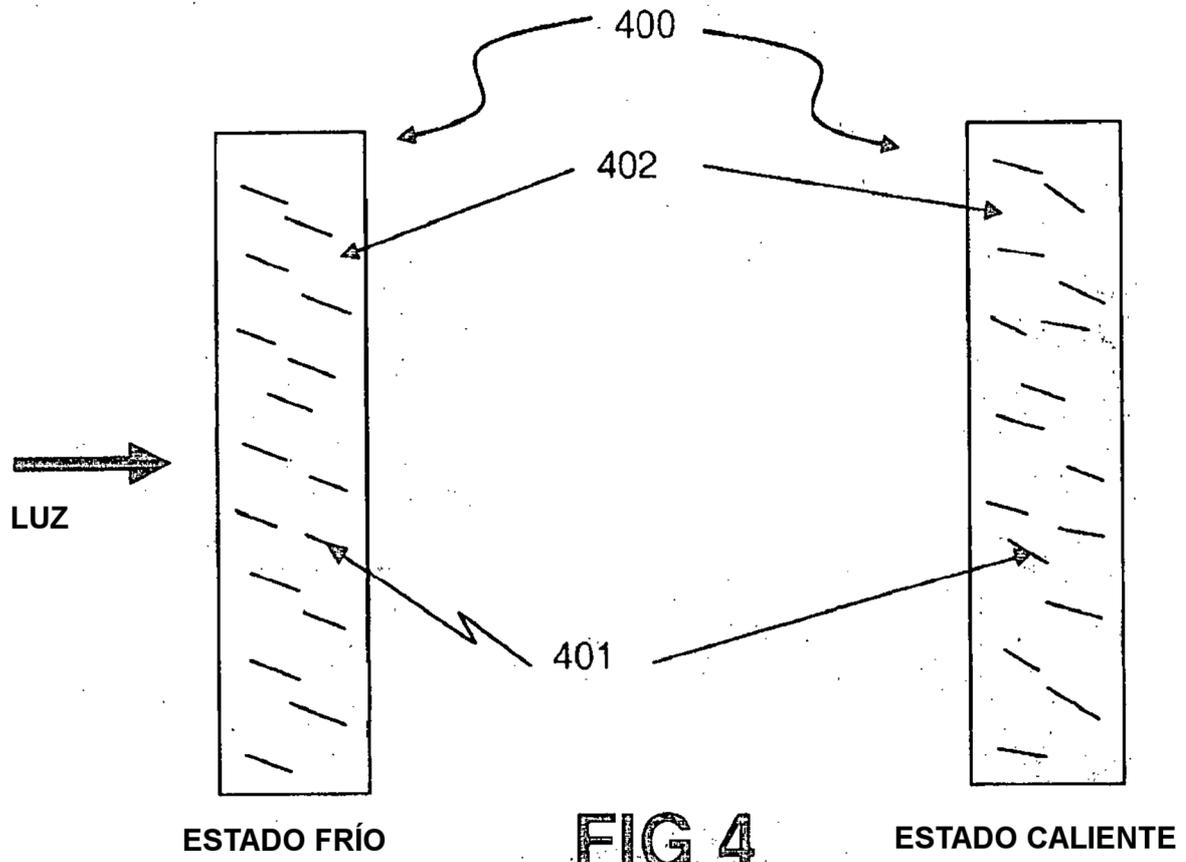


FIG 4