

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 188**

51 Int. Cl.:

G02F 1/15 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013 PCT/US2013/031098**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13138535**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013 E 13760591 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018 EP 2825911**

54 Título: **Mitigación estenopecica para dispositivos ópticos**

30 Prioridad:

13.03.2012 US 201261610241 P

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

25.09.2018

73 Titular/es:

**VIEW, INC. (100.0%)
195 South Milpitas Boulevard
Milpitas CA 95035, US**

72 Inventor/es:

**FRIEDMAN, ROBIN;
KAILASAM, SRIDHAR;
MULPURI, RAO;
PARKER, RONALD, M.;
POWELL, RONALD, A.;
PRADHAN, ANSHU;
ROZBICKI, ROBERT, T. y
KHOSLA, VINOD**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 683 188 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

Mitigación estenopeica para dispositivos ópticos

Campo

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad para la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. de serie: 61/610,241 presentada el 13 de marzo de 2012. Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren en general a dispositivos ópticos, y más particularmente a métodos y aparatos relacionados con la mitigación de defectos de puntos estenopeicos en dispositivos ópticos, por ejemplo, ventanas electrocrómicas.

Antecedentes

10 Mientras que el electrocromismo se descubrió en la década de 1960, los dispositivos electrocrómicos todavía lamentablemente sufren diversos problemas y no han comenzado a desarrollar todo su potencial comercial. Los materiales electrocrómicos se pueden incorporar en, por ejemplo, ventanas. Las ventanas electrocrómicas se muestran muy prometedoras para revolucionar el sector de la energía al permitir grandes ahorros de energía, por ejemplo, mediante el control de la ganancia de calor solar en edificios.

15 Los avances en la tecnología de dispositivos electrocrómicos han aumentado espectacularmente en los últimos años, incluyendo niveles cada vez más bajos de defectos en el dispositivo electrocrómico. Esto es importante ya que los defectos a menudo se manifiestan como un fenómeno visualmente discernible, y por lo tanto poco atractivo, para el usuario final. Aun así, incluso con métodos de fabricación mejorados, las ventanas electrocrómicas tienen algún nivel de defecto. Además, incluso si se fabrica una ventana electrocrómica sin defectos visibles, tales defectos visibles pueden manifestarse después de que se instale la ventana.

20 Un defecto particularmente problemático es un defecto de cortocircuito eléctrico en una ventana electrocrómica. Existen métodos existentes para minimizar el tamaño visual de los defectos de cortocircuito, pero aún existe un defecto perceptible, aunque pequeño. El documento US2007/141360 divulga un método para suprimir defectos en dispositivos electroquímicos usando una circunscripción con láser del defecto: el material de la capa activa se retira alrededor del defecto para aislar el defecto. El documento US2012/026573 menciona un método para mitigar defectos de tipo cortocircuito al eliminar la materia alrededor del cortocircuito para crear un defecto de tipo estenopeico. La eliminación de la materia se realiza con un láser.

Resumen

30 En este documento se describen métodos y aparatos para mitigar defectos por puntos estenopeicos pequeños en dispositivos ópticos, particularmente en ventanas electrocrómicas intercambiables. Ciertas formas de realización incluyen la aplicación de un material a la ventana electrocrómica para ocultar los defectos de puntos estenopeicos. Las formas de realización pueden incluir cambiar la naturaleza del material en el dispositivo electrocrómico, cerca del punto estenopeico, para oscurecer el punto estenopeico. Los métodos descritos en este documento se pueden realizar en un dispositivo electrocrómico de un acristalamiento electrocrómico antes de la incorporación en una unidad de vidrio aislado (IGU), después de la incorporación en una IGU (o laminado), o ambos.

35 Diversos métodos de la presente invención se pueden aplicar virtualmente a cualquier dispositivo óptico que incluya un material que pueda aislarse localmente o en donde el defecto sea estacionario. En algunos casos, los métodos pueden implementarse en dispositivos ópticos que tengan componentes líquidos, siempre que el defecto óptico que se va a ocultar sea estacionario en el dispositivo. Usando los métodos descritos en este documento, virtualmente no quedan defectos visualmente discernibles para el observador en el dispositivo óptico.

40 Estas y otras características y ventajas se describirán con mayor detalle a continuación, con referencia a los dibujos asociados.

Breve descripción de los dibujos

La siguiente descripción detallada se puede entender más completamente cuando se considera junto con los dibujos en los que:

45 La Figura 1A es una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico en un estado decolorado.

La Figura 1B es una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico en un estado coloreado.

La figura 2 es una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico que tiene una región interfacial que aísla electrónicamente la conducción de iones en lugar de una capa de IC distinguible.

50 La Figura 3 es una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico con una partícula en la capa conductora de iones que causa un defecto localizado en el dispositivo.

La figura 4A es una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico con una partícula en la capa conductora antes de depositar el resto del apilamiento electrocrómico.

La Figura 4B es una sección transversal esquemática del dispositivo electrocrómico de la Figura 4A, en donde se forma un defecto de "desprendimiento" durante la formación del apilamiento electrocrómico.

5 La figura 4C es una sección transversal esquemática del dispositivo electrocrómico de la figura 4B, que muestra un cortocircuito eléctrico que se forma a partir del defecto de desprendimiento una vez que se deposita el segundo conductor.

10 La figura 5A representa un acristalamiento electrocrómico que tiene tres defectos del tipo de halo cortocircuito a la vez que el acristalamiento está en el estado coloreado, antes y después del escribano láser para convertir los halos en puntos estenopeicos.

La Figura 5B representa el acristalamiento electrocrómico de la Figura 5A, tanto en estados coloreados como decolorados, después de haber ocultado los tres puntos estenopeicos.

La Figura 6A representa una vista en perspectiva en despiece de un conjunto de IGU que tiene un dispositivo electrocrómico en la superficie 2 de la IGU.

15 La Figura 6B representa una sección transversal del conjunto de ventana descrito en relación con la Figura 6A.

La Figura 6C representa aspectos de los métodos descritos en este documento en relación con la sección transversal representada en la Figura 6B.

La Figura 7 representa una sección transversal de un acristalamiento electrocrómico laminada en relación con los métodos descritos en este documento.

20 Descripción detallada

Para propósitos de brevedad, las realizaciones descritas a continuación se hacen en términos de un acristalamiento electrocrómico, ya sea solo o incorporado en una IGU o laminado. Un experto en la materia apreciaría que los métodos y el aparato descritos en el presente documento se pueden usar para prácticamente cualquier dispositivo óptico en donde exista un contraste entre un defecto de punto estenopeico y el dispositivo óptico coloreado. Para el contexto, a
 25 continuación, se presenta una descripción de los dispositivos electrocrómicos y la deficiencia en dispositivos electrocrómicos. Por conveniencia, se describen dispositivos electrocrómicos de estado sólido e inorgánicos; sin embargo, las realizaciones descritas en este documento no están limitadas de esta manera.

Dispositivos electrocrómicos

30 La Figura 1A representa una sección transversal esquemática de un acristalamiento electrocrómico, 100. acristalamiento electrocrómico 100 incluye un sustrato transparente, 102, una capa conductora, 104, una capa electrocrómica (capa EC), 106, una capa conductora de iones (capa IC), 108, una capa de contraelectrodo (capa CE), 110, y una capa conductora (capa CL), 114. La pila 104, 106, 108, 110 y 114 de capas se conocen colectivamente como un dispositivo electrocrómico o revestimiento. Esta es una construcción típica, aunque no limitante, de un dispositivo electrocrómico. Una fuente de tensión, 116, típicamente una fuente de baja tensión operable para aplicar
 35 un potencial eléctrico a través del apilamiento electrocrómico, efectúa la transición del dispositivo electrocrómico desde, por ejemplo, un estado decolorado a un estado coloreado. En la Figura 1A, se representa el estado decolorado, por ejemplo, las capas EC y CE 106 y 110 no son de color, sino más bien transparentes. El orden de las capas se puede invertir con respecto al sustrato. Algunos dispositivos electrocrómicos también incluirán una capa de protección para proteger la capa 114 conductora, esta capa de protección puede ser un polímero y/o un sustrato transparente adicional tal como vidrio o plástico. En algunas realizaciones, el acristalamiento electrocrómico está laminada en un
 40 acristalamiento mate, por ejemplo hecho de vidrio u otro material, tintado o no. En algunos dispositivos electrocrómicos, una de las capas conductoras es un metal para impartir propiedades de reflexión al dispositivo. En muchos casos, ambas capas 114 y 104 conductoras son transparentes, por ejemplo óxidos conductores transparentes (TCO), como óxido de indio y estaño, óxido de estaño fluorado, óxidos de zinc y similares. El sustrato 102 es típicamente de un
 45 material transparente o sustancialmente transparente, por ejemplo, vidrio o un material plástico.

Ciertos dispositivos electrocrómicos emplean capas electrocrómicas y de contraelectrodo (almacenamiento iónico) que se colorean de forma complementaria. Por ejemplo, la capa 110 de almacenamiento de iones puede estar coloreada anódicamente y la capa 106 electrocrómica coloreada catódicamente. Para el dispositivo electrocrómico en acristalamiento 100, en el estado decolorado como se representa, cuando el voltaje aplicado se aplica en una dirección
 50 como se representa, los iones de litio se intercalan en la capa 110 de almacenamiento de iones, y la capa 110 de almacenamiento de iones se decolora. Del mismo modo, cuando los iones de litio se mueven fuera de la capa 106 electrocrómica, también se decoloran, como se representa. La capa 108 conductora de iones permite el movimiento de iones a través de ella, pero es eléctricamente aislante, evitando así el cortocircuito del dispositivo entre las capas conductoras (y los electrodos formados a partir de las mismas).

Dispositivos electrocrómicos, por ejemplo, aquellos que tienen capas distinguibles como se describió anteriormente, se pueden fabricar como todos los dispositivos inorgánicos y de estado sólido con baja deficiencia. Dichos dispositivos electrocrómicos de estado sólido e inorgánico, y los métodos para fabricarlos, se describen con más detalle en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos, número de serie 12/645,111, titulada "Fabrication of Low-Defectivity Electrochromic Devices", presentada el 22 de diciembre de 2009, y citando a Mark Kozlowski et al. como inventores, y en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos, número de serie 12/645,159, titulada "Electrochromic Devices", presentada el 22 de diciembre de 2009 y que cita a Zhongchun Wang et al. como inventores, las cuales se incorporan en este documento por referencia en su totalidad.

Debe entenderse que la referencia a una transición entre un estado decolorado y un estado coloreado no es limitante y sugiere solo un ejemplo, entre muchos, de una transición electrocrómica que puede implementarse. A menos que se especifique lo contrario en este documento, siempre que se haga referencia a una transición decolorado-coloreado, el dispositivo o proceso correspondiente abarca otras transiciones de estado óptico tales como reflectante-no reflectante, opaco-transparente, etc. Además, el término "decolorado" se refiere a un estado ópticamente neutro, por ejemplo, incoloro, transparente o translúcido. Aún más, a menos que se especifique lo contrario en el presente documento, el "color" de una transición electrocrómica no está limitado a ninguna longitud de onda o intervalo de longitudes de onda particulares. Tal como entienden los expertos en la técnica, la elección de materiales electrocrómicos y contraelectrodos apropiados gobierna la transición óptica relevante.

Se puede usar cualquier material que tenga propiedades ópticas, eléctricas, térmicas y mecánicas adecuadas como sustrato 102. Dichos sustratos incluyen, por ejemplo, vidrio, plástico y materiales especulares. Los sustratos plásticos adecuados incluyen, por ejemplo, acrílico, poliestireno, policarbonato, diglicol carbonato de alilo, SAN (copolímero estireno acrilonitrilo), poli(4-metil-1-penteno), poliéster, poliamida, etc. Si se utiliza un sustrato plástico, preferiblemente está protegido contra las barreras y protegido contra la abrasión usando un recubrimiento duro de, por ejemplo, un revestimiento de protección similar a diamante, un recubrimiento antiabrasión de sílice/silicona o similar, tal como es bien conocido en la técnica de acristalamiento de plástico. Vidrios adecuados incluyen vidrio de cal sodada clara o tintada, incluyendo vidrio flotado de cal sodada. El vidrio puede estar sin templar, fortalecido (por calor o químicamente) o templado de otra manera. Una película electrocrómica con vidrio, por ejemplo, vidrio de cal sodada, utilizada como sustrato puede incluir una capa de barrera de difusión de sodio entre el vidrio de soda y el dispositivo para evitar la difusión de los iones de sodio desde el vidrio hacia el dispositivo. Tanto los sustratos de vidrio como los de plástico son compatibles con las realizaciones descritas en este documento, siempre que sus propiedades se tengan en cuenta en los métodos descritos. Esto se explica con más detalle a continuación.

La Figura 1B es una sección transversal esquemática del acristalamiento 100 electrocrómico mostrada en la Figura 1A, pero con el dispositivo electrocrómico en un estado coloreado (o la transición a un estado coloreado). En la Figura 1B, la polaridad de la fuente 116 de tensión está invertida, de modo que la capa 106 electrocrómica se hace más negativa para aceptar iones de litio adicionales, y de ese modo pasa al estado coloreado; mientras que, al mismo tiempo, los iones de litio salen del contraelectrodo o capa 110 de almacenamiento de iones, y también colorean. Como se indica por la flecha discontinua, los iones de litio se transportan a través de la capa 108 conductora de iones a la capa 106 electrocrómica. Los materiales de ejemplo que se colorean complementariamente de esta manera son óxido de tungsteno (capa electrocrómica) y óxido de níquel-tungsteno (capa de contraelectrodo).

Ciertos dispositivos electrocrómicos pueden incluir materiales reflectantes en uno o ambos electrodos en el dispositivo. Por ejemplo, un dispositivo electrocrómico puede tener un electrodo que colorea de forma anódica y un electrodo que se vuelve reflectante catódicamente. Dichos dispositivos son compatibles con las realizaciones descritas en el presente documento siempre que se tenga en cuenta la naturaleza reflectante del dispositivo. Esto se explica con más detalle a continuación.

Todos los dispositivos electrocrómicos inorgánicos y de estado sólido descritos anteriormente tienen baja deficiencia y alta fiabilidad, y por lo tanto son muy adecuados para ventanas electrocrómicas, particularmente aquellas con sustratos arquitectónicos de vidrio de gran formato.

No todos los dispositivos electrocrómicos tienen una capa conductora de iones distinguible como se representa en las Figuras 1A y 1B. Como se entiende convencionalmente, la capa iónicamente conductora evita el cortocircuito entre la capa electrocrómica y la capa del contraelectrodo. La capa iónicamente conductora permite que los electrodos electrocrómicos y contrarios mantengan una carga y así mantengan sus estados decolorados o coloreados. En dispositivos electrocrómicos que tienen capas distinguibles, los componentes forman un apilamiento que incluye la capa conductora de iones intercalada entre la capa de electrodo electrocrómico y la capa de contraelectrodo. Los límites entre estos tres componentes de pila se definen por cambios abruptos en la composición y/o microestructura. Por lo tanto, tales dispositivos tienen tres capas distinguibles con dos interfaces abruptas.

Sorprendentemente, se ha descubierto que se pueden fabricar dispositivos electrocrómicos de alta calidad sin depositar una capa eléctricamente aislante eléctricamente conductora distinguible. De acuerdo con ciertas realizaciones, el contraelectrodo y los electrodos electrocrómicos se forman inmediatamente adyacentes entre sí, sin depositar separadamente una capa iónicamente conductora. Se cree que diversos procesos de fabricación y/o mecanismos físicos o químicos producen una región interfacial entre las capas electrocrómicas y de contraelectrodo adyacentes, y que esta región interfacial sirve al menos algunas funciones de una capa iónicamente conductora

eléctricamente aislante distinguible. Tales dispositivos con dicha región interfacial, y los métodos de fabricación de tales dispositivos, se describen en la Solicitud de Patente de Estados Unidos, número de serie 12/772,055, presentada el 30 de abril de 2010 (ahora Patente de Estados Unidos No. 8,300,298), número de serie de solicitud de patente de los Estados Unidos 12/772,075, presentada el 30 de abril de 2010, y en solicitudes de patente de EE. UU., números de serie 12 / 814,277 y 12/814,279, cada una presentada el 11 de junio de 2010; cada una de las cuatro solicitudes se titula " Electrochromic Devices ", cada uno de los nombres es Zhongchun Wang et al. como inventores, y cada uno se incorpora aquí por referencia en su totalidad. Sigue una breve descripción de estos dispositivos.

La Figura 2 es una sección transversal esquemática de un acristalamiento electrocrómico, 200, que tiene un dispositivo electrocrómico en un estado coloreado, en donde el dispositivo tiene una región interfacial aislante de conducción de iones, 208, que cumple la función de una capa de IC distinguible. La fuente 116 de tensión, las capas 114 y 104 conductoras, y el sustrato 102 son esencialmente los mismos que se describen en relación con las Figuras 1A y 1B. Entre las capas 114 y 104 conductoras hay una región graduada, que incluye la capa 110 de contraelectrodo, la capa 106 electrocrómica y una región interfacial aislante eléctricamente conductora de iones, 208, entre ellas, en lugar de una capa de IC distinguible. En este ejemplo, no hay un límite definido entre la capa 110 de contador de electrodo y la región 208 interfacial, ni existe un límite distinguible entre la capa 106 electrocrómica y la región 208 interfacial. En conjunto, las regiones 110, 208 y 106 pueden considerarse regiones graduadas continuas. Hay una transición difusa entre la capa CE 110 y la región 208 interfacial, y entre la región 208 interfacial y la capa EC 106. La sabiduría convencional era que cada una de las tres capas se tendiera como capas distinguibles, uniformemente depositadas y lisas para formar un apilamiento. La interfaz entre cada capa debe estar "limpia" cuando hay poca mezcla de materiales entre las capas adyacentes en la interfaz. Un experto en la materia reconocería que, en un sentido práctico, existe inevitablemente cierto grado de mezcla de materiales en las interfaces de capa, pero el punto es que, en los métodos de fabricación convencionales, cualquier mezcla de este tipo es involuntaria y mínima. Los inventores de esta tecnología descubrieron que las regiones interfaciales que sirven como capas IC pueden formarse cuando la región interfacial incluye cantidades significativas de uno o más materiales electrocrómicos y/o contraelectrodos por diseño. Esto es una desviación radical de los métodos de fabricación convencionales.

Todos los dispositivos electrocrómicos inorgánicos y de estado sólido descritos anteriormente tienen baja defectibilidad y alta fiabilidad. Sin embargo, todavía pueden ocurrir defectos. Para el contexto, los defectos visualmente discernibles en los dispositivos electrocrómicos se describen a continuación en relación con los dispositivos electrocrómicos de tipo apilamiento estratificado convencionales a fin de comprender más completamente la naturaleza de las realizaciones descritas en este documento. Las realizaciones descritas en este documento se aplican a otros dispositivos electrocrómicos tales como los que emplean polímeros orgánicos, dispositivos laminados y similares, así como a otros dispositivos ópticos, siempre que haya un defecto del tipo de puntos estenopeicos que pueda oscurecerse.

Defectos visibles en dispositivos electrocrómicos

Como se usa en el presente documento, el término "defecto" se refiere a un punto o región defectuoso de un dispositivo electrocrómico. Los defectos se pueden caracterizar como visibles o no visibles. A menudo, un defecto se manifestará como una anomalía visualmente discernible en la ventana electrocrómica u otro dispositivo. Dichos defectos se denominan aquí defectos "visibles". Por lo general, estos defectos son visibles cuando el dispositivo electrocrómico pasa al estado de tinta debido al contraste entre el área del dispositivo que normalmente funciona y un área que no funciona correctamente, por ejemplo, hay más luz que entra por el dispositivo en el área del defecto. Otros defectos son tan pequeños que no son perceptibles visualmente para el observador durante el uso normal. Por ejemplo, tales defectos no producen un punto de luz notable cuando el dispositivo está en el estado coloreado durante el día. Un "cortocircuito" es un camino electrónicamente conductor localizado que abarca la capa o región conductora de iones (supra), por ejemplo, un camino electrónicamente conductor entre las dos capas de óxido conductor transparentes.

En algunos casos, se crea un cortocircuito eléctrico mediante la colocación de una partícula eléctricamente conductora en la capa conductora de iones, creando un camino electrónico entre el contraelectrodo y la capa electrocrómica o la capa conductora asociada con cualquiera de ellos. En algunos otros casos, un defecto es causado por una partícula en el sustrato (sobre el cual se fabrica la pila electrocrómica) y dicha partícula causa la deslaminación de la capa (a veces denominada "desprendimiento") en donde las capas no se adhieren adecuadamente al sustrato. Un defecto de deslaminación o desprendimiento puede conducir a un cortocircuito si ocurre antes de que se deposite una capa conductora o EC o CE asociada. En tales casos, la capa conductora o la capa EC/CE depositadas posteriormente entrarán en contacto directamente con una capa conductora o capa CE/EC subyacente que proporciona una vía conductora electrónica directa. Ambos tipos de defectos se ilustran a continuación en las Figuras 3 y 4A-4C.

La Figura 3 es una sección transversal esquemática de un acristalamiento 300 electrocrómico que tiene un dispositivo electrocrómico con una partícula, 302, en y que abarca la capa conductora de iones que causa un defecto localizado de cortocircuito en el dispositivo. El dispositivo electrocrómico 300 del acristalamiento se representa con capas típicas distinguibles, aunque las partículas en este régimen de tamaño causarían defectos visuales en dispositivos electrocrómicos que emplean también regiones interfaciales aislantes electrónicamente conductoras de iones. El dispositivo 300 electrocrómico del acristalamiento incluye los mismos componentes que el dispositivo electrocrómico representado en la Figura 1A. Sin embargo, en la capa 108 conductora de iones del dispositivo electrocrómico 300 del acristalamiento, hay una partícula 302 conductora u otro artefacto que causa un defecto. La partícula 302 conductora

da como resultado un cortocircuito entre la capa 106 electrocrómica y la capa 110 de contraelectrodo. Este cortocircuito afecta al dispositivo localmente de dos maneras: 1) bloquea físicamente el flujo de iones entre la capa 106 electrocrómica y la capa 110 de contraelectrodo, y 2) proporciona una ruta eléctricamente conductora para que los electrones pasen localmente entre las capas, dando como resultado una región 304 transparente en la capa 106 electrocrómica y una región 306 transparente en la capa 110 de contraelectrodo, cuando el resto de las capas 110 y 106 están en el estado coloreado. Es decir, si el dispositivo electrocrómico 300 del acristalamiento está en el estado coloreado, en donde se supone que tanto la capa 106 electrocrómica como la capa 110 de almacenamiento de iones se colorean, la partícula 302 conductora hace que las regiones 304 y 306 del dispositivo electrocrómico no puedan entrar en el estado coloreado. Estas regiones de defecto a veces se denominan "halos" o "constelaciones" porque aparecen como una serie de puntos brillantes o estrellas sobre un fondo oscuro (el resto del dispositivo está en el estado coloreado). Los seres humanos, naturalmente, dirigen su atención a los halos debido al alto contraste de los halos contra una ventana de color y, a menudo los encuentran molestos y/o poco atractivos. Como se mencionó anteriormente, los cortos visibles se pueden formar de otras maneras.

La figura 4A es una sección transversal esquemática de un acristalamiento electrocrómico, 400, que tiene un dispositivo electrocrómico con una partícula, 402, u otros residuos en la capa 104 conductora antes de depositar el resto del apilamiento electrocrómico. El dispositivo 400 electrocrómico de acristalamiento incluye los mismos componentes que el dispositivo 100 electrocrómico de acristalamiento. La partícula 402 hace que las capas en la pila de dispositivo electrocrómico se abomben en la región de la partícula 402, debido a que las capas conformales 106-110 se depositan secuencialmente sobre la partícula 402 como se representa (en este ejemplo, la capa 114 conductora transparente aún no se ha depositado). Si bien no se desea estar sujeto a una teoría particular, se cree que la formación de capas sobre tales partículas, dada la naturaleza relativamente delgada de las capas, puede causar tensión en el área en donde se forman los abombamientos. Más particularmente, en cada capa, alrededor del perímetro de la región abombada, puede haber defectos en la capa, por ejemplo, en la disposición reticular o en un nivel más macroscópico, grietas o huecos. Una consecuencia de estos defectos sería, por ejemplo, un cortocircuito eléctrico entre la capa 106 electrocrómica y la capa 110 de contraelectrodo o la pérdida de conductividad iónica en la capa 108 conductora de iones. Sin embargo, estos defectos no se representan en la Figura 4A.

Con referencia a la Figura 4B, otro defecto que puede ser causado por la partícula 402 se denomina "desprendimiento". En este ejemplo, antes de la deposición de la capa 114 conductora, se desprende una porción por encima de la capa 104 conductora en la región de la partícula 402, que lleva partes de capa 106 electrocrómica, capa 108 conductora de iones y capa 110 de contraelectrodo. La porción de "desprendimiento" es la pieza 404, que incluye la partícula 402, una porción de la capa 106 electrocrómica, así como la capa 108 conductora de iones y la capa 110 de contraelectrodo. El resultado es un área expuesta de la capa 104 conductora. Con referencia a la figura 4C, después del "desprendimiento" y una vez que se deposite la capa 114 conductora, se puede formar un cortocircuito eléctrico en donde la capa 114 conductora entra en contacto con la capa 104 conductora. Este cortocircuito eléctrico dejaría una región o halo transparente en el dispositivo 400 electrocrómico de acristalamiento cuando está en el estado coloreado, similar en apariencia al defecto creado por el cortocircuito descrito anteriormente en relación con la Figura 3.

Típicamente, un defecto que causa un cortocircuito visible tendrá una dimensión física de aproximadamente 3 micrómetros, a veces menos, que es un defecto relativamente pequeño desde una perspectiva visual. Sin embargo, estos defectos relativamente pequeños dan como resultado una anomalía visual, el halo, en la ventana electrocrómica coloreada que tiene, por ejemplo, aproximadamente 1 cm de diámetro, a veces más grande. Los halos pueden reducirse significativamente aislando el defecto, por ejemplo, circunscribiendo el defecto mediante láser o seccionando el material directamente sin circunscribirlo. Por ejemplo, un perímetro circular, ovalado, triangular, rectangular u otro tipo de forma de ablación se secciona alrededor del defecto de cortocircuito, aislándolo eléctricamente del resto del dispositivo en funcionamiento. La circunscripción puede ser solo de decenas, cien o hasta unos pocos cientos de micras de diámetro. Al circunscribir el defecto y aislar eléctricamente el defecto, el cortocircuito visible se parecerá solo a un pequeño punto de luz a simple vista cuando la ventana electrocrómica esté coloreada y haya suficiente luz en el otro lado de la ventana. Cuando se secciona directamente, sin circunscripción, no queda material de dispositivo electrocrómico en el área en donde residió el defecto de cortocircuito eléctrico. Por el contrario, hay un punto estenopeico en el dispositivo y la base del punto estenopeico es, por ejemplo, el vidrio flotado o la barrera de difusión o el material del electrodo transparente inferior, o una mezcla de los mismos. Como estos materiales son todos transparentes, la luz puede pasar a través de la base del punto estenopeico en el dispositivo electrocrómico.

Dependiendo del diámetro de un defecto circunscrito y del ancho del haz de láser, los puntos estenopeicos circunscritos también pueden tener poco o ningún material de dispositivo electrocrómico restante dentro de la circunscripción (ya que la circunscripción es típica, aunque no necesariamente, tan pequeña como sea posible). Tales defectos de cortocircuito mitigados se manifiestan como puntos estenopeicos contra el dispositivo de color, por lo tanto, estos puntos de luz se conocen comúnmente como "puntos estenopeicos". El aislamiento de un cortocircuito eléctrico mediante la circunscripción o la ablación directa sería un ejemplo de un punto estenopeico hecho por el hombre, uno formado deliberadamente para convertir un halo en un defecto visual mucho más pequeño. Sin embargo, los puntos estenopeicos también pueden surgir como resultado natural de defectos en el dispositivo electrocrómico.

En general, un punto estenopeico es una región en donde faltan o están dañadas una o más capas del dispositivo electrocrómico, por lo que no se exhibe electrocromismo. Aunque los puntos estenopeicos pueden ocurrir naturalmente como resultado de defectos en un dispositivo electrocrómico, los puntos estenopeicos no son en sí mismos

cortocircuitos eléctricos, y, como se describió anteriormente, pueden ser el resultado de mitigar un cortocircuito eléctrico en el dispositivo. Un punto estenopeico puede tener una dimensión de defecto de entre aproximadamente 25 micrómetros y aproximadamente 300 micrómetros, típicamente entre aproximadamente 50 micrómetros y aproximadamente 150 micrómetros, y por lo tanto es mucho más difícil de distinguir visualmente que un halo. Por lo general, para reducir la percepción visible de los puntos estenopeicos que resultan de la mitigación de los halos, se limitará el tamaño de un punto estenopeico creado a propósito a alrededor de 100 micrómetros o menos. Sin embargo, las realizaciones descritas en este documento permiten que los puntos estenopeicos sean más grandes debido a que los puntos estenopeicos se oscurecen desde la observación. Un aspecto de las realizaciones descritas en el presente documento es reducir, si no eliminar, el número de defectos visuales que el usuario final realmente observa, en particular, para oscurecer los puntos estenopeicos, ya sea que se produzcan de forma natural o deliberadamente a partir de la mitigación de halos. A continuación se describen diversas realizaciones con más detalle.

La Figura 5A representa un acristalamiento electrocrómico, 500, que tiene tres halos de defectos del tipo de cortocircuito en el área visible del acristalamiento mientras que el acristalamiento está en el estado coloreado. El acristalamiento en el lado izquierdo de la Figura 5A muestra los halos antes de la mitigación para hacerlos visualmente más pequeños. El acristalamiento en el lado derecho de la Figura 5A muestra los puntos estenopeicos después de los defectos eléctricos que causan que los tres halos hayan sido directamente seccionados o circunscritos para formar puntos estenopeicos. Como se representa, y se describió anteriormente, los defectos de halo son muy notables debido a su tamaño relativo en comparación con el resto de color oscuro del acristalamiento electrocrómico. En este ejemplo, el dispositivo 500 de acristalamiento electrocrómico podría tener un área, por ejemplo, del orden de 24 pulgadas por 32 pulgadas. El borde transparente alrededor del área oscurecida representa una porción del perímetro de el acristalamiento que no tiene dispositivo electrocrómico. Por ejemplo, se usa una máscara durante la deposición del dispositivo y/o se ha eliminado una porción del dispositivo del perímetro después de la deposición, por ejemplo, usando una eliminación de bordes, por ejemplo, mecánica o mediante ablación con láser. El acristalamiento de la derecha, en donde los tres halos se han mitigado a puntos estenopeicos, ejemplifica la mejora drástica en la reducción del tamaño de los defectos visuales de halos a puntos estenopeicos. Las realizaciones descritas en el presente documento van más allá para eliminar la percepción visual de puntos estenopeicos.

En una realización, los puntos estenopeicos se oscurecen mediante la aplicación de un material al sitio del punto estenopeico, por ejemplo, una tinta, pintura u otro material que cubre la mancha en donde existe el punto estenopeico. El material puede aplicarse, por ejemplo, a través de una tecnología de inyección de tinta. Por ejemplo, cuando se mitigan los halos en un acristalamiento electrocrómico, se puede montar un dispositivo de mitigación láser en una etapa X-Y e incluir un dispositivo de detección óptica que localice los defectos de cortocircuito que causan los halos. Las coordenadas de los defectos se almacenan en una memoria y se alimentan a la herramienta láser, que luego secciona el material alrededor o en el sitio del defecto para aislar el defecto y crear un punto estenopeico. Las mismas coordenadas del defecto se pueden usar para suministrar a un dispensador de chorro de tinta la ubicación del defecto y, por lo tanto, el sitio del punto estenopeico. El dispensador de chorro de tinta cubre entonces cada punto estenopeico con una tinta, por ejemplo, una tinta opaca o translúcida. El material aplicado a los puntos estenopeicos puede aproximarse o no al color del dispositivo EC coloreado, dependiendo de la aplicación. En algunas realizaciones, cubrir punto estenopeico con el material se puede hacer manualmente. La tecnología de chorro de tinta es especialmente adecuada para esta aplicación, ya que puede entregar un volumen preciso de un material en un área precisa utilizando coordenadas precisas.

La Figura 5B representa el acristalamiento electrocrómico de la Figura 5A, tanto en estados coloreados como decolorados, después de que los tres puntos estenopeicos se oscurecen. El acristalamiento izquierdo está coloreado, mostrando que una vez que los puntos estenopeicos están cubiertos, en este ejemplo con una tinta que se aproxima al color y la transmitancia (% T) del dispositivo electrocrómico oscurecido, no pueden ser vistos por el usuario final. El acristalamiento derecho muestra que cuando el acristalamiento se decolora, el material que oculta los puntos estenopeicos es muy pequeño, siendo visualmente discernible solo como puntos muy pequeños en la ventana (los puntos en la Figura 5B se dibujan más grandes de lo necesario para que puedan verse para fines de ilustración solamente). Por ejemplo, las manchas de material utilizadas para oscurecer los puntos estenopeicos pueden ser tan pequeñas como 50 micrómetros de diámetro. Es difícil discernir un punto de 50 micrómetros en una ventana, y no solo por su pequeño tamaño. Aunque el contraste entre las manchas de material y el acristalamiento decolorado es aún alto (como entre los puntos estenopeicos y el acristalamiento coloreado), las manchas son menos notorias ya que la luz entrante se difunde y se dispersa alrededor de los puntos pequeños, haciéndolos difíciles de ver por a simple vista. En realizaciones en las que las manchas de tinta son translúcidas, son casi imperceptibles para el ojo humano.

El material agregado al sitio del punto estenopeico puede ser levemente más pequeño (por ejemplo, más pequeño en menos de 1%) que el área del punto estenopeico, más pequeño que el área del punto estenopeico (por ejemplo, más pequeño en más del 1%), de la misma área o sustancialmente la misma área que el área del punto estenopeico, o más grande que el área del punto estenopeico. En ciertas realizaciones, el área del material aplicado al sitio del punto estenopeico excede el área del punto estenopeico en aproximadamente 10 por ciento, en otra realización en aproximadamente 20 por ciento, y en otra realización más en aproximadamente 50 por ciento. Como se mencionó, la tecnología de inyección de tinta es un excelente método de aplicación del material, ya que esta tecnología está bien caracterizada y es capaz de agregar cantidades muy pequeñas de material a una superficie con alta precisión.

El material utilizado para oscurecer el punto estenopeico puede ser de un color particular, por ejemplo, negro, blanco, gris, verde, marrón o azul. El material utilizado para ocultar los puntos estenopeicos no necesita ser opaco. En ciertas realizaciones, el material es translúcido. El objetivo en esta realización es reducir el alto contraste entre el punto estenopeico y el acristalamiento coloreada, al tiempo que también se reduce el contraste entre la ventana decolorada y el material. Por ejemplo, si la opacidad del material (y, por ejemplo, el color) se aproxima a la opacidad de la ventana al 50% de su estado máximo de absorción (% T mínimo), reducirá significativamente la capacidad de un usuario final para discernir visualmente punto estenopeico mientras que no bloquea por completo toda la luz que emana del punto estenopeico. Del mismo modo, dado que el material no es tan oscuro como la ventana podría estar en su estado más oscuro, cuando la ventana se decolora, el material será más difícil de ver porque no contrasta tanto con la ventana transparente. Por lo tanto, por ejemplo, el material puede ser simplemente un material teñido gris, azul gris o azul aplicado al punto estenopeico. Dado que los puntos estenopeicos no son particularmente fáciles de ver debido a su tamaño, aunque aún son visualmente discernibles, aplicar incluso un material ligeramente teñido (en relación al estado del acristalamiento de la ventana) a los puntos estenopeicos reduce drásticamente la percepción visual de los puntos estenopeicos. Esto también hace que sea difícil discernir el material contra la ventana decolorada como fondo. Por lo tanto, se puede utilizar una variedad de colores para el material para oscurecer los puntos estenopeicos. En una realización, el material es blanco. El material blanco, ya sea opaco o translúcido, aún bloqueará parte o la totalidad de la luz entrante en un punto estenopeico, y será muy difícil de ver cuando se decolora el acristalamiento. En algunas realizaciones, el material aplicado a los puntos estenopeicos es robusto, es decir, capaz de soportar el calor y la radiación como se esperaría en una ventana exterior en un edificio.

De hecho, el material no necesita ser coloreado en absoluto. En una realización, el material está configurado para dispersar la luz que entra por el punto estenopeico. Por lo tanto, en lugar de un rayo de luz, que pasa naturalmente a través de un sustrato transparente en el punto estenopeico y es más fácil de ver por el usuario final, la luz se dispersa en la superficie del vidrio en el origen del punto estenopeico, haciendo que el punto estenopeico sea más difícil de ver. Esto se puede lograr, por ejemplo, aplicando un material al punto estenopeico que tiene partículas pequeñas que dispersan la luz. Una luz difusa que emana del punto estenopeico es mucho más difícil de discernir por el ojo que un haz de luz sin dicha dispersión. Además, durante los estados decolorados, el material de dispersión de la luz también es más difícil de discernir en el acristalamiento decolorado porque, por ejemplo, las partículas pueden ser transparentes mientras aún dispersan la luz que pasa a través de ellas.

En ciertas realizaciones, el material está configurado para dispersar la luz que proviene del punto estenopeico y el material tiene al menos algo de tinte (% T inferior) con respecto al acristalamiento de ventana en su estado decolorado. Por ejemplo, partículas, por ejemplo, aplicado como una mezcla con adhesivo, se aplican al punto estenopeico. Las partículas pueden ser transparentes, translúcidas u opacas. Las partículas pueden ser coloreadas o no. En una realización, las partículas están hechas de un material que tiene un % T menor que el acristalamiento electrocrómico en su estado decolorado, es decir, son translúcidas o transparentes y coloreadas. En otra realización, el adhesivo agrega un elemento de tintado al material aplicado al punto estenopeico. En otra realización, tanto las partículas como el adhesivo incluyen un elemento de tintado al material añadido al punto estenopeico. En una realización, el material aplicado al punto estenopeico comprende solo un adhesivo, no se agregan partículas. En una realización, el adhesivo se aplica como una espuma o de otro modo con burbujas de gas atrapadas. Cuando el adhesivo se seca o se cura, las burbujas pueden quedar atrapadas en el adhesivo, o pueden salir de las cavidades, dando al adhesivo la capacidad de fundir o dispersar la luz que pasa a su través.

En ciertas realizaciones, el material añadido al punto estenopeico incluye o es un material termocrómico, por ejemplo, un colorante leuco, una tinta, una pintura, un polímero, un óxido metálico (por ejemplo, dióxido de titanio, óxido de zinc, óxido de vanadio, mezclas de los mismos y similares). El material puede tener una o más de las propiedades anteriores, tales como partículas que dispersan la luz, o no, pero incluye un elemento termocrómico. En un ejemplo, el material tiene una propiedad transparente, neutra o translúcida a bajas temperaturas, pero se oscurece con el calentamiento, por ejemplo, por encima de la temperatura ambiente. Cuando el Acristalamiento EC pasa a un estado coloreado, por ejemplo, para bloquear el aumento de calor solar en un día de verano, el material termocrómico también se oscurece para oscurecer los puntos estenopeicos debido al calentamiento en el acristalamiento electrocrómico debido a la absorción de energía. En una realización, cuando el material añadido al punto estenopeico tiene una propiedad termocrómica y de dispersión de la luz, la propiedad de dispersión de la luz ayudará no solo a ocultar el punto estenopeico cuando el acristalamiento está coloreado, sino que también oscurecerá el material cuando el acristalamiento se decolora.

En otra realización, no se agrega material al sitio del punto estenopeico, en lugar de que el sustrato y/o el material del dispositivo electrocrómico se alteren para hacer un punto estenopeico "mejor", es decir, uno que sea menos discernible visualmente. Es decir, en lugar de simplemente circunscribir o eliminar el defecto de cortocircuito eléctrico y crear un punto estenopeico, en ciertas realizaciones, el sustrato que lleva el dispositivo electrocrómico y/o el material en el área del cortocircuito se manipula para crear un área que tiene las propiedades de un punto estenopeico oscuro. Esta manipulación puede incluir o no la circunscripción del defecto. Por lo tanto, el material del dispositivo electrocrómico se deja deliberadamente en el área del defecto de cortocircuito, pero junto con el defecto de cortocircuito se convierte en un área del dispositivo inactiva que tiene la capacidad de bloquear o al menos modificar la luz que de otro modo pasaría el área del punto estenopeico sin tal modificación (como un % T inferior o dispersión de la luz).

En una realización, el material del apilamiento electrocrómico próximo al cortocircuito eléctrico (que puede incluir una partícula u otro defecto en el dispositivo EC) se somete a una fuente de energía para cambiar las propiedades del material localmente con el fin de oscurecer la luz y/o cambiar el % T en esa área localizada. En una realización, este cambio en la propiedad del material se realiza sin circunscribir también el área. En una realización, este cambio de material en la propiedad se realiza con circunscripción, antes, durante o después de que se aplique la fuente de energía para cambiar las propiedades del dispositivo localmente. Por ejemplo, un láser se usa para fundir o cambiar las propiedades físicas y/u ópticas del dispositivo cerca de un defecto de cortocircuito. El láser podría tener un enfoque más difuso y/o menos potencia que la que se usaría para eliminar material para crear un punto estenopeico al circunscribir el defecto. Después de que el material se cambie localmente, un láser, por ejemplo, el mismo láser con el foco y/o la potencia ajustados en consecuencia, se usa para circunscribir el área con la propiedad de material modificada. En este ejemplo, el cambio en el material dentro (y/o fuera) del área circunscrita cambia las propiedades ópticas del material localmente de modo que el punto estenopeico no es tan discernible para el usuario. En una realización, la energía del láser se aplica para convertir un óxido metálico en un metal o en un estado de óxido inferior, haciendo que el material sea menos transmisivo.

En una realización, el material del dispositivo electrocrómico se somete a un láser de energía inferior al que se usaría normalmente para seccionar el material del dispositivo electrocrómico del punto estenopeico. En este caso, el defecto puede aislarse, pero el material electrocrómico puede permanecer en la región aislada, por ejemplo, como partículas pequeñas que resultan de la ruptura local del dispositivo electrocrómico. Las partículas pequeñas pueden dispersar la luz que pasa a través del punto estenopeico (por ejemplo, como se describió anteriormente).

En otra realización, la circunscripción se realiza para aislar un defecto de cortocircuito. Luego, el material dentro del punto estenopeico formado por la circunscripción es sometido a una fuente de energía para, por ejemplo, fundirlo de modo que llene el área del defecto de cortocircuito y también al menos un círculo de ablación (u otra forma) para que la luz que de otra manera pasaría a través del sitio del punto estenopeico también deba pasar a través del material con las propiedades modificadas y, por lo tanto, tendrá % T menor y/o se dispersará o difundirá de modo que sea menos perceptible para el usuario final.

En una realización, un defecto de cortocircuito, en lugar de estar circunscrito o abducido directamente con un láser, se trata con una fuente de energía más difusa, tal como un láser que está menos enfocado y/o tiene menos potencia. El material próximo al cortocircuito, es decir, el apilamiento de dispositivos de EC que incluye al menos el electrodo transparente superior, se hace no funcional debido a la aplicación de energía. Por ejemplo, el dispositivo se funde localmente para que haya material mezclado y el dispositivo ya no sea funcional en el área próxima al defecto de cortocircuito. No hay cortocircuito eléctrico después, es decir, hay una "zona muerta" creada en donde el cortocircuito eléctrico existió una vez. Esta zona muerta es un área en donde todavía existe el material del dispositivo EC, pero no en una forma funcional como en la mayor parte del dispositivo EC. El material puede estar, por ejemplo, fundido para formar pequeñas perlas o una superficie irregular que difunde la luz que pasa a través del sustrato en el área. Cuando el dispositivo EC está coloreado, el área en donde se cambió el material es difícil de discernir porque es pequeña (del orden del tamaño de un punto estenopeico), pero el material transformado del dispositivo EC en esa área, por ejemplo, dispersa la luz que de otro modo pasaría sin ser dispersada o difundida.

En otra realización, la fuente de energía se configura y la energía se aplica, de modo tal que la química del material de EC en el área próxima al defecto de cortocircuito se cambie de forma que el material se tinte y/o se opaca permanentemente. Por ejemplo, muchos materiales electrocrómicos requieren un estado de oxidación y/o estequiometría particular de materiales (por ejemplo, óxido de metal a catión de metal alcalino) para ser transparente. Si se calienta a la temperatura adecuada, se puede eliminar el oxígeno, los cationes se pueden mover y/o inmovilizar, y/o se pueden cambiar las estequiometrías para cambiar permanentemente el material de la CE a uno que tenga un % T menor que el dispositivo EC a granel en estado decolorado, ya sea transparente, translúcido u opaco (que tenga propiedades reflectantes y/o de absorción).

Por lo tanto, como se describió anteriormente, se puede modificar la morfología del material de la CE, la química, etc. con el fin de crear una zona muerta en el dispositivo de la CE que dé como resultado un defecto de punto estenopeico menos visualmente discernible o completamente oscurecido. En una realización, oscurecer un punto estenopeico mediante la aplicación de un material como se describió anteriormente se usa en combinación con la modificación del material de dispositivo de EC próximo a un defecto de cortocircuito para eliminar de forma efectiva cualquier punto estenopeico discernible visualmente en un acristalamiento EC.

Hasta ahora, la descripción se ha enfocado en aplicar un material al punto estenopeico para oscurecerlo de alguna manera y/o modificar el material del dispositivo EC cerca de un cortocircuito eléctrico a fin de oscurecer los puntos estenopeicos o hacer puntos estenopeicos menos discernibles visualmente. Se pueden llevar a cabo estas operaciones cuando el dispositivo EC en el acristalamiento está disponible para la aplicación directa del material que oscurece y/o cuando una fuente de energía se puede aplicar al material del dispositivo EC sin ninguna estructura física intermedia. Por ejemplo, durante la fabricación de un acristalamiento EC, se prueban los defectos del acristalamiento, se mitigan los halos para formar puntos estenopeicos y así los puntos estenopeicos se pueden oscurecer usando uno o más de los métodos descritos anteriormente, antes de que el acristalamiento EC se incorpore a una IGU o se lamine con otro acristalamiento (por ejemplo, en donde el dispositivo EC está dentro de la estructura laminada). Pero, si el acristalamiento EC ya está incorporado en una IGU, en donde el dispositivo EC está en una superficie dentro del

espacio sellado de la IGU, o el acristalamiento EC está incorporado en una estructura laminada, entonces la superficie que lleva el dispositivo EC no puede contactado directamente para aplicar un material de ocultación a los puntos estenopeicos y/o aplicar una fuente de energía para cambiar las propiedades del dispositivo EC localmente para producir un punto estenopeico menos discernible visualmente. Las realizaciones descritas en este documento abordan tales situaciones.

La Figura 6A representa un conjunto de IGU, 600, que tiene un primer sustrato sustancialmente transparente, 605, un separador, 610, y un segundo sustrato sustancialmente transparente, 615. A la izquierda de la Figura 6A se muestra una vista en despiece ordenado de IGU 600 para Indique cómo se ensamblan los componentes. También se indican números reconocidos por la industria para cada una de las cuatro superficies de sustrato para una construcción IGU de doble panel. La superficie 1 es la superficie exterior del primer acristalamiento, 605; La superficie 1 es la superficie que normalmente se encuentra en el exterior de un edificio después de instalar la ventana EC. La superficie 2 es el otro lado del primer acristalamiento, 605; es decir, la superficie de 605 que está dentro de la IGU después de ensamblar la IGU. En este ejemplo, el dispositivo EC (no mostrado) está fabricado en la superficie 2 de acristalamiento 605. La superficie 3 es la superficie de acristalamiento 615 dentro de la IGU, orientada hacia la superficie 2. La superficie 4 es la superficie de acristalamiento 615 fuera de la IGU. Cuando se combinan los tres componentes, en donde el separador 610 se intercala entre ellos y se incorpora en sándwich con los sustratos 605 y 615, se forma IGU 600. la IGU 600 tiene un espacio interior asociado definido por las caras de los sustratos en contacto con el separador 610 y las superficies interiores del separador 610. El separador 610 es típicamente un separador de sellado, es decir, incluye un espaciador y un componente de sellado (por ejemplo, un polímero adhesivo tal como poliisobutileno (PIB)) entre el espaciador y cada sustrato en donde se unen para sellar herméticamente la región interior y proteger así el interior de la humedad y similares. El espaciador y el PIB definen colectivamente un sello primario. Una IGU típica también incluirá un sello secundario, tal como un sellador polimérico aplicado alrededor del exterior del sello primario, alrededor de la periferia del separador, pero sustancialmente entre los paneles de vidrio.

Los sustratos sustancialmente transparentes se usan típicamente para acristalamientos EC. Los "sustratos sustancialmente transparentes" son de material sustancialmente transparente, por ejemplo, vidrio o plexiglás. Los sustratos de los acristalamientos EC de una IGU no necesitan estar hechos del mismo material, por ejemplo, un sustrato puede ser plástico mientras que el otro es vidrio. En otro ejemplo, un sustrato puede ser más delgado que el otro sustrato, por ejemplo, el sustrato que enfrentaría el interior de una estructura, que no está expuesto al ambiente, puede ser más delgado que el sustrato que enfrentaría el exterior de la estructura (por ejemplo, construcción). Además de un recubrimiento de dispositivo EC, un sustrato sustancialmente transparente puede incluir además un revestimiento de baja emisividad, un absorbente de UV y/o infrarrojo (IR), y/o una capa reflectante de UV y/o IR. El tipo de sustrato, por ejemplo vidrio o polimérico, y cualquier recubrimiento adicional, se tienen en cuenta cuando se consideran las siguientes realizaciones. Por ejemplo, los sustratos poliméricos pueden ser o no transparentes a la radiación láser u otra fuente de energía utilizada para oscurecer los puntos estenopeicos. Esto se describe en más detalle a continuación.

La Figura 6B representa una sección transversal de IGU 600 como se describe en relación con la Figura 6A. La Figura 6B muestra un recubrimiento del dispositivo EC, 620, en la superficie 2 de la IGU. Las superficies 1 y 4 se indican como referencia. La región interior de IGU 600 se carga típicamente, pero no necesariamente, con un gas inerte tal como argón o nitrógeno. Típicamente, el espacio interior está sustancialmente exento de humedad, es decir, que tiene un contenido de humedad de menos de aproximadamente <0.1 ppm. Preferiblemente, el espacio interior requeriría al menos aproximadamente -40°C para alcanzar el punto de rocío (condensación del vapor de agua del espacio interior). Una vez que el dispositivo EC está sellado herméticamente en la IGU, no es posible la aplicación directa de un material oscurecedor (en la superficie 2, pero, por supuesto, la superficie 1 todavía estaría accesible). Además, los métodos descritos anteriormente que incluyen la aplicación de luz láser deben realizarse a través del sustrato 605 o 615, en vez de directamente al dispositivo EC 620. Otras realizaciones para oscurecer los puntos estenopeicos, métodos realizados después de la fabricación o laminación IGU, se describen en más detalle a continuación. Varias realizaciones aprovechan y/o anticipan la construcción de una IGU y/o laminado con el fin de lograr estos fines.

Con referencia a la figura 6C, se representa la IGU 600. Los métodos descritos anteriormente para oscurecer un punto estenopeico cambiando la naturaleza del material de EC usando una fuente de energía, por ejemplo un láser, puede realizarse a través del sustrato 605 y/o el sustrato 615. Por ejemplo, si los sustratos están hechos de un material que es transparente a la energía del láser, entonces el láser puede usarse, por ejemplo, para cambiar la morfología y/o química del material EC del recubrimiento 620 dirigiendo el rayo láser a través de los sustratos y sobre el recubrimiento EC. Una IGU que tenga un recubrimiento reflectante, absorbente u otro en un acristalamiento u otro debe ser considerada al aplicar la energía para afectar el resultado deseado.

Además, como se describió anteriormente, pero por ejemplo a través del sustrato 605 y/o el sustrato 615, el sustrato 605 puede modificarse en la superficie 2, por ejemplo, en el fondo de un orificio por ablación de un punto estenopeico, en donde el sustrato 605 se modifica para dispersar o difundir la luz que de otro modo pasaría por el orificio sin tal dispersión. En una realización, el sustrato 605 se modifica debajo de la superficie 2, cerca del punto estenopeico, para dispersar y/o oscurecer la luz que de otro modo pasaría a través del punto estenopeico encima de ella. Es decir, usando la longitud focal, potencia, etc., correctas, una fuente de energía, tal como un láser, se usa para fundir, eliminar, cambiar la morfología del sustrato 605, por ejemplo, vidrio, justo debajo de la superficie 2, dentro del sustrato 605, cerca del punto estenopeico. Por ejemplo, el láser puede aplicarse a través de la superficie 1 y no al recubrimiento

620 en sí, sino a una posición debajo de la superficie 2. Por ejemplo, el punto estenopeico se crea con un primer pulso de láser, y luego se usa un segundo pulso de láser para formar una o más burbujas u otras características justo debajo de la superficie 2, cerca del punto estenopeico. En otro ejemplo, se crea un punto estenopeico mediante un láser a través del sustrato 615, y el cambio en la morfología justo debajo de la superficie 2 se realiza desde otro láser a través del sustrato 605.

Aunque un dispositivo EC puede sellarse dentro de una IGU o laminado, las realizaciones para ocultar puntos estenopeicos no se limitan a aquellas en donde una fuente de energía se usa para modificar un material existente en el dispositivo EC y/o sustrato para dispersar la luz u oscurecer un punto estenopeico y/o crear un punto estenopeico menos discernible visualmente. Es decir, en ciertas realizaciones se puede agregar material a la superficie del dispositivo EC para oscurecer un punto estenopeico, incluso después de que se construye una laminación o IGU. A continuación se describen realizaciones a modo de ejemplo.

Antes de describir las realizaciones en las que se usa material en el dispositivo EC para oscurecer un punto estenopeico, después de la laminación y/o formación de IGU, es importante describir que, en ciertas realizaciones, el material se agrega a las superficies 4, 3 y/o 1, y/o las superficies 4, 3 y/o 1 se modifican morfológicamente, por ejemplo, para dispersar la luz, además de, o alternativamente a, tales modificaciones en la superficie 2. Tales modificaciones están dentro del alcance de las realizaciones descritas aquí, aunque es preferible modificar en o cerca de la superficie 2 para minimizar la posibilidad de que se vea un punto estenopeico al mirar la ventana en ángulo. Es decir, las modificaciones en superficies distinguibles a la superficie 2 pueden oscurecer un punto estenopeico de algunos ángulos de visión, pero no todos, y por lo tanto son menos preferidas. Por ejemplo, los tratamientos de superficie tendrán que afectar un área más grande para oscurecer un punto estenopeico en la superficie 2 en ángulos de visión más amplios, y así el área más grande podría ser más notable y por lo tanto poco atractiva para el usuario final.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 6C, en ciertas realizaciones, se puede agregar material a la superficie del dispositivo EC para oscurecer un punto estenopeico, incluso después de que se construye una IGU 600. Estos métodos se pueden realizar, por ejemplo, en la fábrica después de la formación y prueba de la IGU, en el campo después de la instalación, o después de la instalación la IGU se puede quitar, enviar a una instalación para mitigación y reinstalar en el campo.

En una realización, se introduce un gas reactivo en la IGU 600, por ejemplo a través de un tubo respirador u otro dispositivo similar de intercambio de gases. En una realización, el sello 610 es penetrado para introducir el gas reactivo. Una vez que el espacio 625 vacío está ocupado por el gas reactivo, se utilizan uno o más láseres 630 para enfocar un impulso de energía en el sitio del punto estenopeico. El láser (u otra energía dirigida) suministra suficiente energía para transformar el gas reactivo en un material sólido en el sitio del punto estenopeico, oscureciendo el punto estenopeico. Por ejemplo, el gas puede ser un monómero. La energía láser, ultravioleta u otra energía se dirige al sitio de un punto estenopeico para polimerizar el gas monomérico selectivamente solo en el sitio del punto estenopeico. El punto estenopeico es oscurecido por el material polimérico. Este proceso se repite hasta que todos los puntos estenopeicos se oscurecen.

En una realización, mientras que la IGU se llena con un gas reactivo, por ejemplo un reactivo monomérico que se polimeriza al exponerlo a una fuente de energía, la fuente de energía se aplica a través de los puntos estenopeicos mientras el dispositivo EC está en un estado teñido. Es decir, la fuente de energía se introduce selectivamente en la cavidad IGU polarizando el dispositivo EC y utilizando los puntos estenopeicos como puertos de acceso para la energía, por ejemplo, una fuente de luz, luz ultravioleta, etc. La energía se dirige a la superficie 1 y, dado que el dispositivo EC está tintado, la energía pasa solo a través de los puntos estenopeicos o solo en cantidad suficiente a través de los puntos estenopeicos para convertir el monómero a un polímero selectivamente en el sitio de cada punto estenopeico. El monómero polimerizado en el sitio de cada punto estenopeico impide la polimerización adicional ya que la energía es bloqueada por el material polimerizado en el sitio de cada punto estenopeico. Esta realización tiene la ventaja de que todos los puntos estenopeicos se ocultan selectivamente en una sola operación de aplicación de la energía. Los puntos estenopeicos, en virtud de no colorear, proporcionan medios para una polimerización altamente selectiva solo en los sitios de los puntos estenopeicos cuando el dispositivo EC está tintado. En ciertas realizaciones, por ejemplo, en ventanas muy grandes, puede ser más conveniente aplicar la energía a áreas más pequeñas de la superficie 1, por ejemplo pasando un dispositivo de varilla que emite la energía localmente sobre la ventana, hasta que todos los puntos estenopeicos se oscurezcan. La detección de la ocultación de puntos estenopeicos se puede realizar visualmente, pero también se puede realizar usando un dispositivo de medición óptica, por ejemplo, cuando se desea un nivel específico de ocultación. Por ejemplo, el nivel de polimerización en un punto estenopeico se puede medir como una función de la cantidad de luz que pasa a través del punto estenopeico cuando la energía se aplica al punto estenopeico. A medida que se produce la polimerización, la luz se bloquea progresivamente para que no pase por el punto estenopeico. Cuando se bloquea un nivel de luz suficiente, la aplicación de energía puede finalizar. En una realización, la polimerización es autolimitada, ya que la energía requerida para la polimerización se ve disminuida por la polimerización que impide que la energía entre en la cavidad de la IGU. En dichas realizaciones, el punto final visual para la ocultación de puntos estenopeicos puede obviarse. En una realización, la polimerización u otra reacción para ocultar selectivamente los puntos estenopeicos se cronometra de manera que se logre el nivel deseado de ocultación, por ejemplo ya sea empíricamente o conociendo la cinética de la reacción, aplicando la energía durante un período de tiempo específico.

- Después de que los puntos estenopeicos estén oscurecidos, el gas reactivo se elimina del espacio vacío de la IGU y se reemplaza por argón o gas inerte adecuado y las aberturas se sellan para restablecer la integridad del sello IGU. Estas realizaciones tienen distintas ventajas. Por ejemplo, una IGU grande, por ejemplo, en una pantalla prominente, se instala en el campo. La IGU sería muy costosa de reemplazar. Después de varios años, la IGU forma un halo en el
- 5 área visible. El halo distrae mucho a los usuarios finales. En lugar de desinstalar la IGU, un técnico de reparaciones llega al sitio. Se usa un dispositivo de mitigación de halo portátil para identificar el defecto de cortocircuito que causa el halo y mitigar el halo, por ejemplo, usando un láser para formar un punto estenopeico. Dicha tecnología portátil de mitigación de halo se describe en la solicitud de patente provisional estadounidense, número de serie 61/534,712, presentada el 14 de septiembre de 2011, y titulada "PORTABLE DEFECT MITIGATOR FOR ELECTROCHROMIC
- 10 WINDOWS", que cita a Robert T. Rozbicki como inventor, que se incorpora aquí como referencia. Después de que el técnico transforma el halo en un punto estenopeico, el usuario final puede estar satisfecho con el resultado. De todos modos, el técnico puede acceder al espacio vacío IGU, a través de un tubo de respiradero preinstalado, o penetrar el sello IGU. El argón se purga de la IGU usando un gas monomérico. Mientras el gas reside en la IGU, el técnico vuelve a aplicar energía, por ejemplo, utilizando el láser del dispositivo de mitigación portátil o una fuente de UV, en el sitio
- 15 del punto estenopeico para polimerizar selectivamente el gas monomérico en el sitio del punto estenopeico, obstruyendo así el punto estenopeico. El gas monomérico se purga de la IGU con argón y se restablece el sello. La reparación del halo está completa y no hay defectos visualmente discernibles en la ventana. Este resultado se ha logrado sin tener que quitar la ventana EC de su instalación, ahorrando tiempo, dinero y recursos, mientras que maximiza el disfrute del usuario de la ventana.
- 20 Los dispositivos de mitigación de defectos portátiles como se describió anteriormente tienen la ventaja de tener mecanismos de detección óptica para localizar defectos visuales, y convertirlos en puntos estenopeicos a través de un mecanismo de mitigación, tal como un láser. Además, tales dispositivos de mitigación de defectos portátiles pueden incluir una memoria, de modo que las ubicaciones de los puntos estenopeicos se pueden almacenar en la memoria. Estos datos de ubicación pueden usarse adicionalmente para la ocultación de puntos estenopeicos como se describe
- 25 en el presente documento. El mecanismo de detección óptica se puede usar para localizar un defecto óptico y se pueden hacer "mejores puntos estenopeicos" a través del mecanismo de mitigación.
- Con referencia a la Figura 7, los métodos descritos anteriormente se pueden realizar también en un dispositivo EC laminado. La Figura 7 representa un laminado de dispositivo EC, 700, que incluye un sustrato, 705, que tiene un revestimiento de EC, 720, sobre el mismo. Otro sustrato, 715, se lamina al sustrato 705 mediante un adhesivo transparente, 710. El adhesivo 710 está en contacto con el dispositivo EC en este ejemplo, que sirve no solo para sujetar los sustratos de vidrio, sino también como una cubierta protectora para el dispositivo EC 720. En la estructura laminada, no hay espacio vacío como en la IGU 600. Sin embargo, la energía puede dirigirse a la superficie 2, justo debajo de la superficie 2, etc. como se describió anteriormente a través de los sustratos 705 y 715 (siempre que el adhesivo de laminación tolere/deje pasar la energía). En una realización, se mitiga un halo desde un laminado de
- 30 dispositivo EC 700 mediante energía dirigida a través de la superficie 1. Después de mitigar el halo para formar un punto estenopeico correspondiente, el punto estenopeico se oscurece mediante la aplicación de energía al material de laminación adhesivo para cambiar selectivamente sus propiedades cerca del punto estenopeico para oscurecer el punto estenopeico. Por ejemplo, la energía del láser se puede usar para quemar, oscurecer o cambiar de otro modo las propiedades ópticas del adhesivo cerca del punto estenopeico.
- 35
- 40 Aunque las realizaciones anteriores se han descrito con cierto detalle para facilitar la comprensión, las realizaciones descritas se deben considerar ilustrativas y no limitativas. Será evidente para un experto habitual en la técnica que pueden practicarse ciertos cambios y modificaciones sin evitar el alcance de las realizaciones descritas en este documento.

REIVINDICACIONES

1. Un método para mitigar un defecto de punto estenopeico, comprendiendo el método:
 - a. proporcionar un acristalamiento electrocrómico que tiene un dispositivo electrocrómico sobre un sustrato;
 - b. identificar un sitio del defecto de punto estenopeico en el dispositivo electrocrómico, en donde un defecto de punto estenopeico es una región en donde faltan o están dañadas una o más capas del dispositivo electrocrómico, de modo que no se exhibe electrocromismo para tinter la región durante el funcionamiento; y caracterizado por
 - c(1) alterar el sitio del defecto estenopeico para disminuir la transmitancia de luz en el sitio del defecto de punto estenopeico, o
 - c(2) aplicar un material al sitio del defecto estenopeico para ocultar el defecto estenopeico.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el método comprende la etapa c(2) de aplicar el material al sitio del defecto de punto estenopeico, en donde el material tiene una transmitancia menor que el sustrato.
3. El método de la reivindicación 2, en donde el material se aplica a través de un dispensador de chorro de tinta.
4. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde identificar el sitio del defecto estenopeico comprende identificar las coordenadas de un defecto relacionado con un cortocircuito, mitigar el defecto relacionado con un cortocircuito a través de una circunscripción con láser para formar el defecto estenopeico e identificar el sitio del defecto de punto estenopeico con base en las coordenadas del defecto relacionado con un cortocircuito.
5. El método de la reivindicación 2, en donde el material aplicado:
 - (i) tiene una opacidad de aproximadamente el 50% de la transmitancia máxima del dispositivo electrocrómico; o
 - (ii) tiene un color seleccionado de un grupo que consiste en blanco, negro, gris, verde, marrón y azul; o
 - (iii) comprende partículas para dispersión de la luz; o
 - (iv) comprende un material termocrómico, opcionalmente en donde el material termocrómico incluye al menos uno de entre un tinte leuco, una tinta, una pintura, un polímero y un óxido metálico, opcionalmente en donde el óxido metálico incluye al menos uno de dióxido de titanio, óxido de zinc u óxido de vanadio.
6. El método de la reivindicación 1, en donde el defecto de punto estenopeico se crea por circunscripción con láser de un defecto relacionado con un cortocircuito en el dispositivo electrocrómico.
7. El método de la reivindicación 1, realizado después de que el acristalamiento electrocrómico se incorpora a una IGU.
8. El método de la reivindicación 7, en donde c(1) comprende aplicar energía de un láser en el sitio del defecto de punto estenopeico, en donde la energía del láser cambia la transmitancia de un material en el sitio del defecto de punto estenopeico.
9. El método de la reivindicación 7, en donde c(1) comprende:
 - (1) introducir un gas reactivo en un volumen interior de la IGU; y
 - (2) aplicar energía desde una fuente de energía selectivamente en un sitio de un defecto estenopeico para transformar el gas reactivo en un material sólido localmente en el sitio del defecto de punto estenopeico, opcionalmente en donde la fuente de energía es un láser o una fuente de luz ultravioleta.
10. El método de la reivindicación 9, en donde el gas reactivo es un monómero que se polimeriza en el sitio del defecto de punto estenopeico al aplicar la fuente de energía.
11. El método de la reivindicación 9, en donde (1) y (2) se repiten hasta que sustancialmente todos los defectos de puntos estenopeicos en el dispositivo electrocrómico se oscurezcan, opcionalmente en donde todos los defectos de puntos estenopeicos se oscurezcan en una única aplicación de la fuente de energía, además opcionalmente en donde el gas reactivo, por ejemplo, un gas inerte, se elimina de la IGU después de que los defectos de puntos estenopeicos se oscurezcan.
12. El método de la reivindicación 10, en donde la fuente de energía se aplica a través del punto estenopeico mientras el dispositivo electrocrómico está en un estado tintado.
13. El método de la reivindicación 11, en donde todos los defectos de puntos estenopeicos se oscurecen en una única aplicación de la fuente de energía, opcionalmente cuando el gas reactivo, por ejemplo, un gas inerte, se elimina de la IGU después de que los defectos de puntos estenopeicos se oscurecen.

14. El método de la reivindicación 1, en donde a., b. y c(1) o c(2) se llevan a cabo después de incorporar el acristalamiento electrocrómico en un laminado opcionalmente en donde c(1) comprende aplicar energía de un láser en el sitio del defecto de punto estenopeico, en donde la energía del láser cambia la transmitancia de un material en el sitio del defecto de punto estenopeico.
- 5 15. Un acristalamiento electrocrómico, por ejemplo, ventana que comprende:
- a. un dispositivo electrocrómico que recubre un sustrato transparente; caracterizado porque
 - b. un material aplicado en una región en donde faltan o están dañadas una o más capas del revestimiento del dispositivo electrocrómico, en donde el electrocromismo no se exhibe para tinter la región durante el funcionamiento del dispositivo electrocrómico, en donde el material tiene una transmitancia menor que el sustrato transparente.
- 10 16. El acristalamiento electrocrómico de la reivindicación 15, en donde el material aplicado:
- (i) tiene una opacidad de aproximadamente el 50% de la transmitancia máxima del dispositivo electrocrómico; o
 - (ii) tiene un color seleccionado de un grupo que consiste en blanco, negro, gris, verde, marrón y azul; o
 - (iii) comprende partículas para dispersión de la luz; o
 - (iv) comprende un material termocrómico, opcionalmente en donde el material termocrómico incluye al menos uno de entre un tinte leuco, una tinta, una pintura, un polímero y un óxido metálico, opcionalmente en donde el óxido metálico incluye al menos uno de dióxido de titanio, óxido de zinc u óxido de vanadio.
- 15 17. El acristalamiento electrocrómico de la reivindicación 15, en donde el material aplicado es una tinta, por ejemplo, una tinta opaca o translúcida.

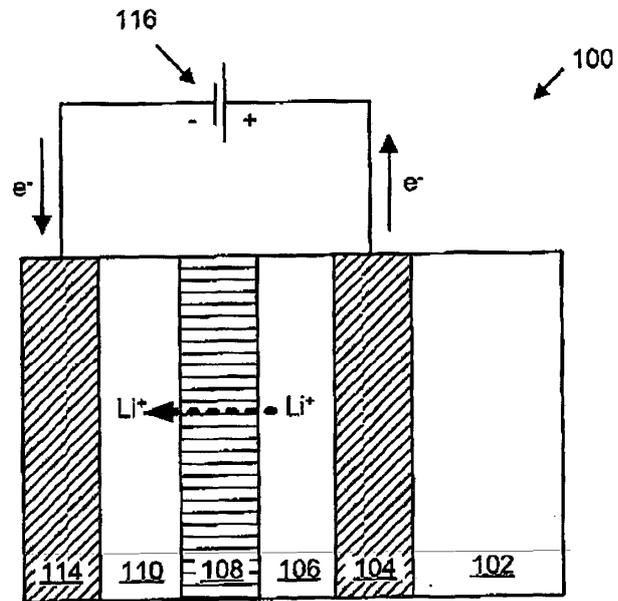


Fig. 1A

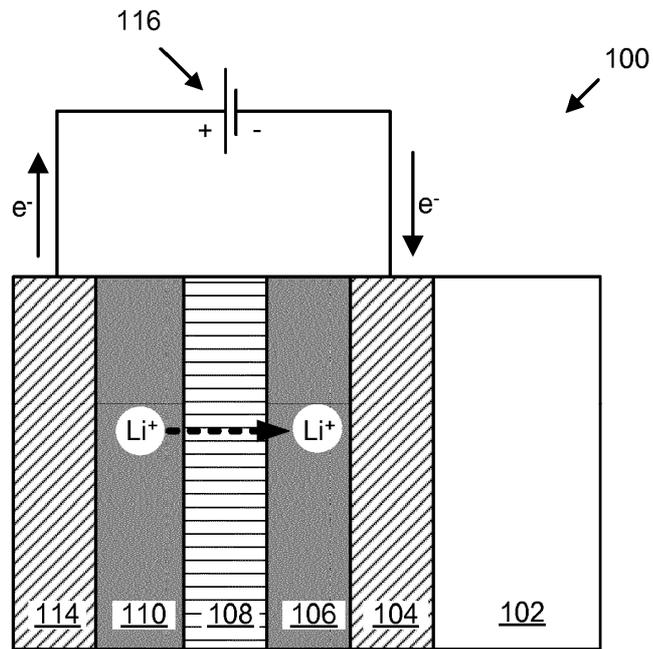


Fig. 1B

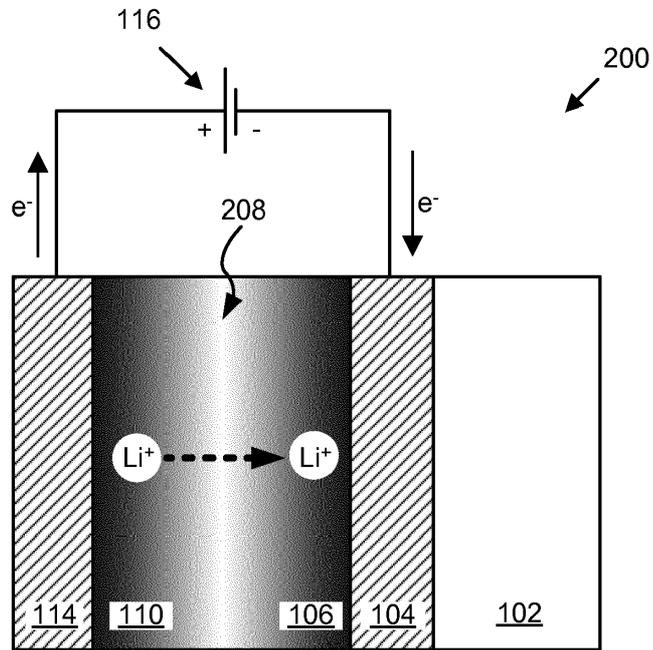


Fig. 2

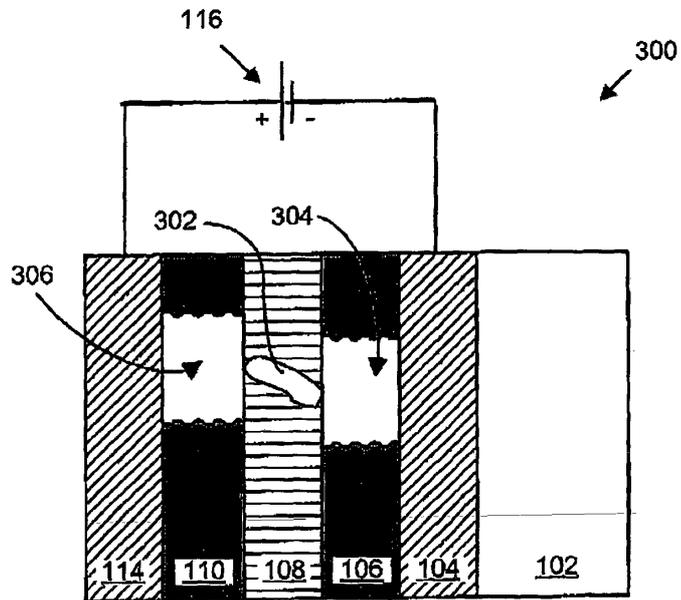


Fig. 3

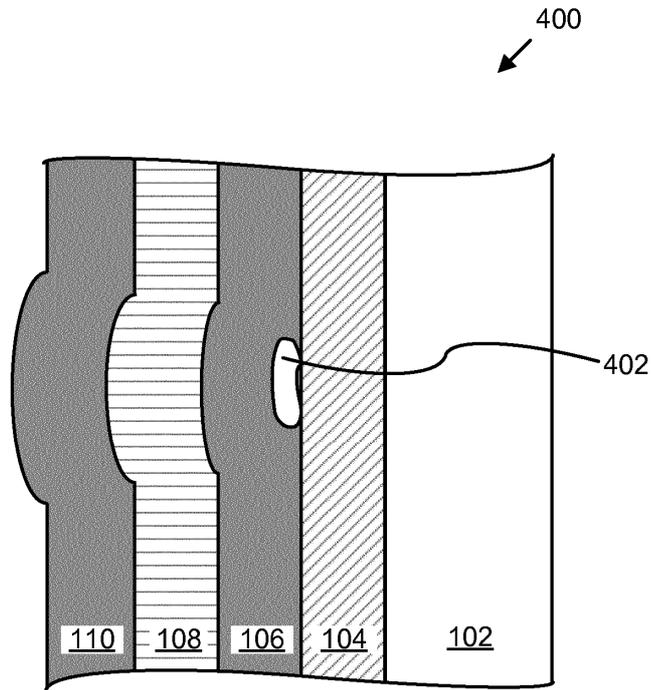


Fig. 4A

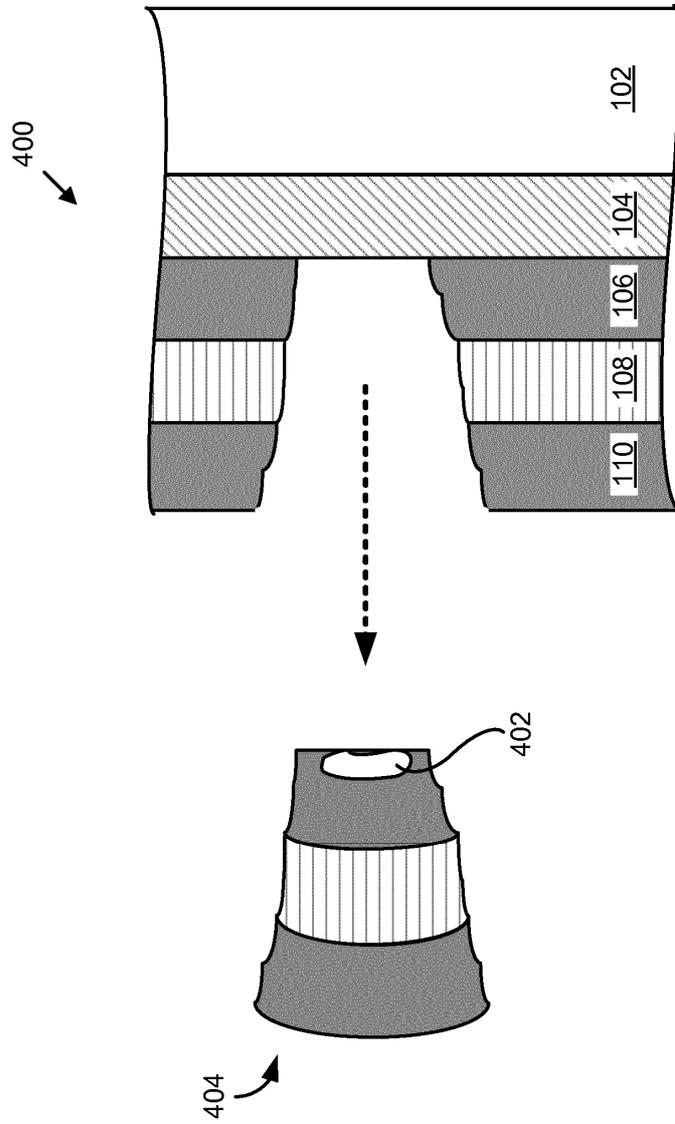


Fig. 4B

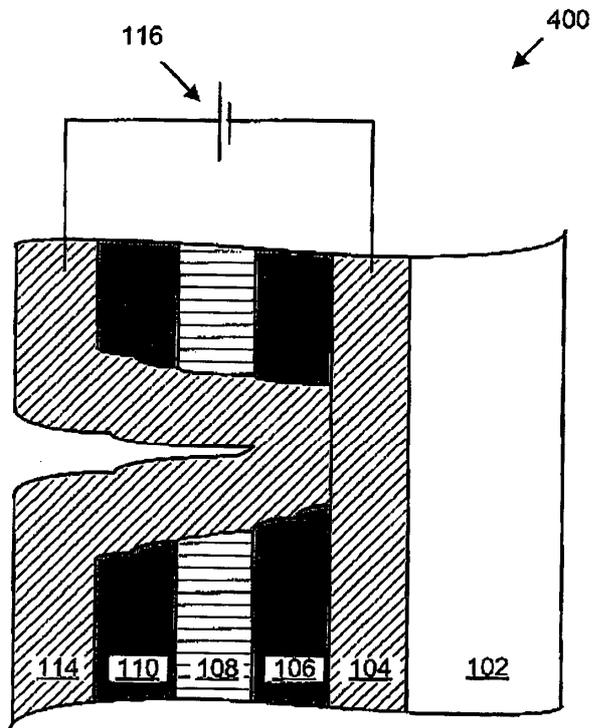


Fig. 4C

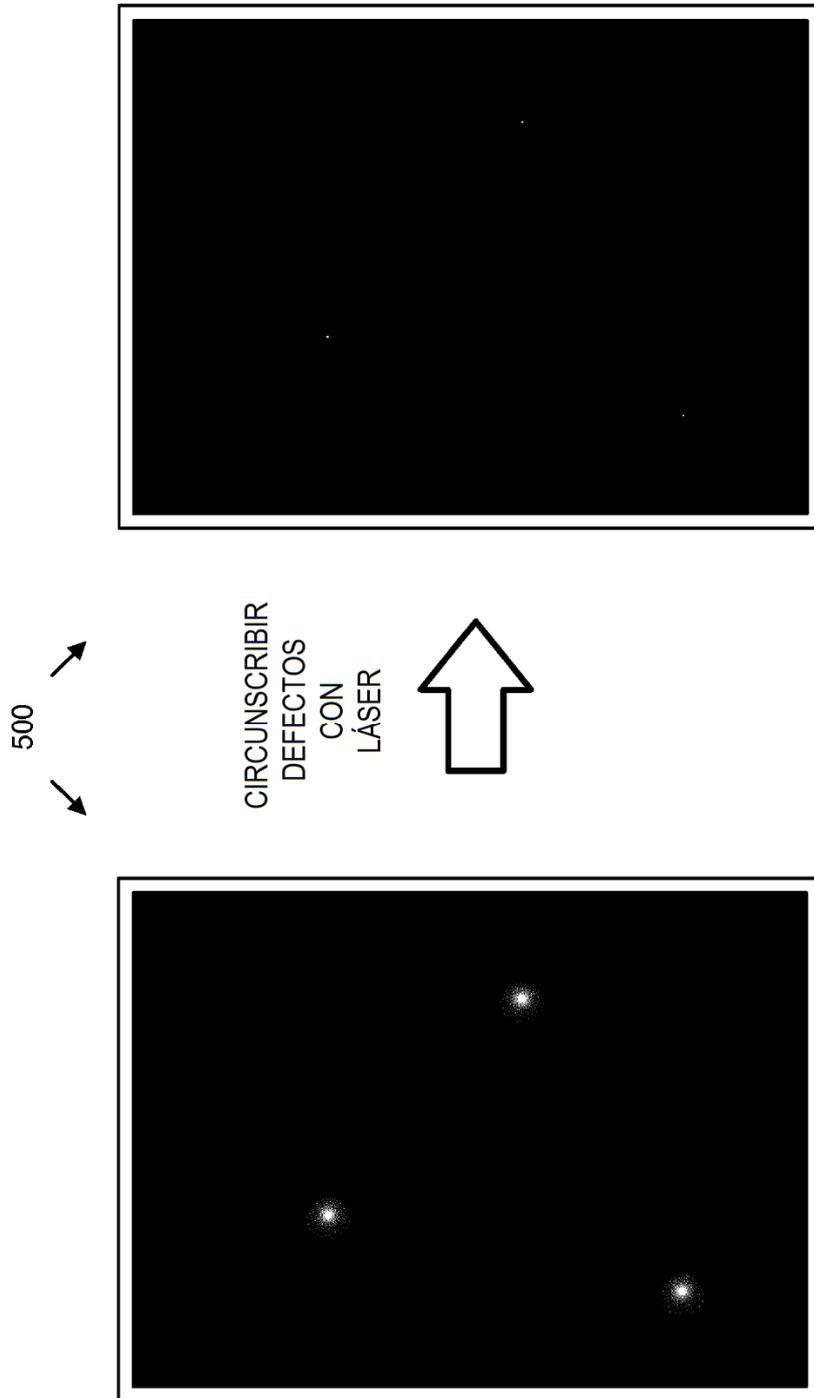


Fig. 5A

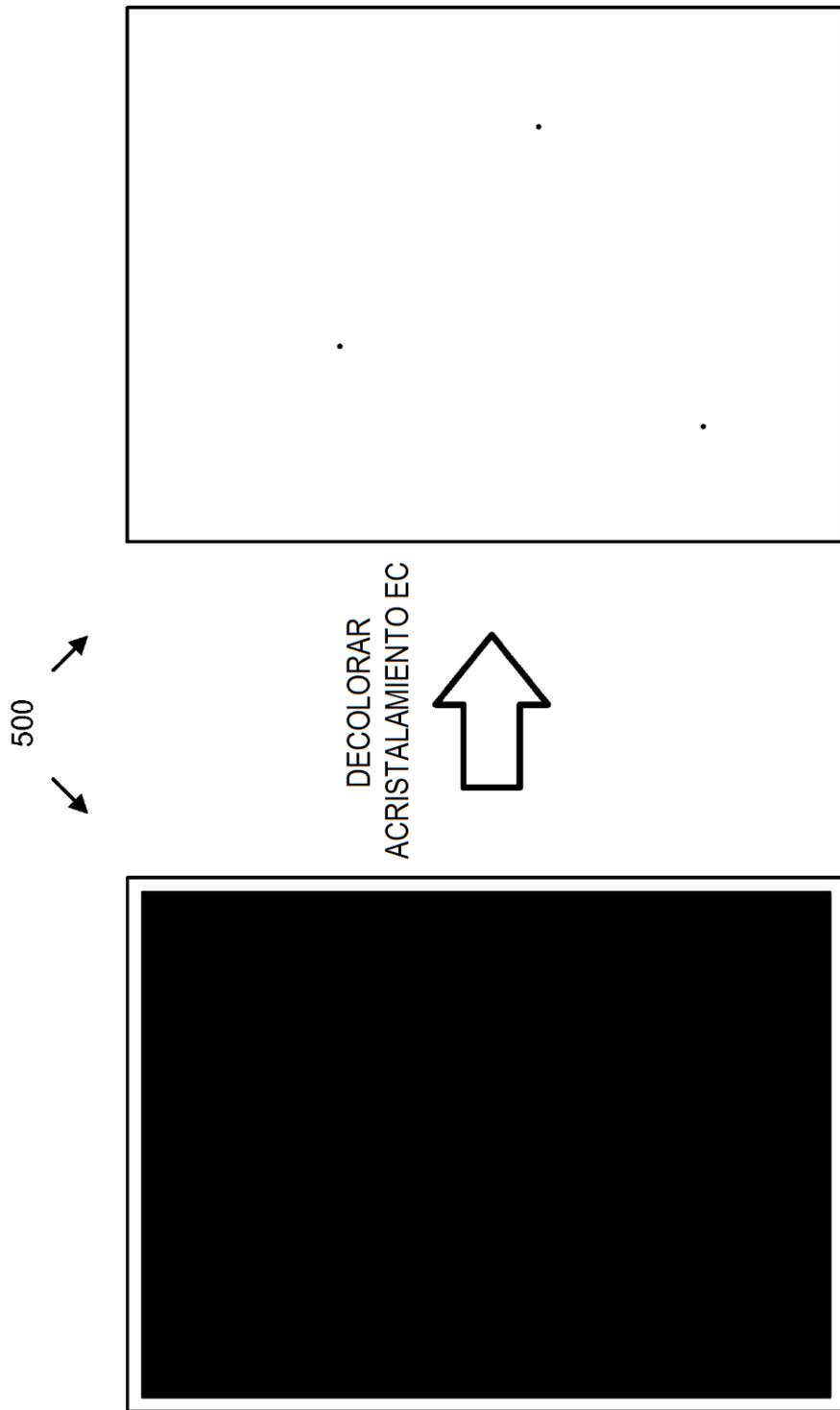


Fig. 5B

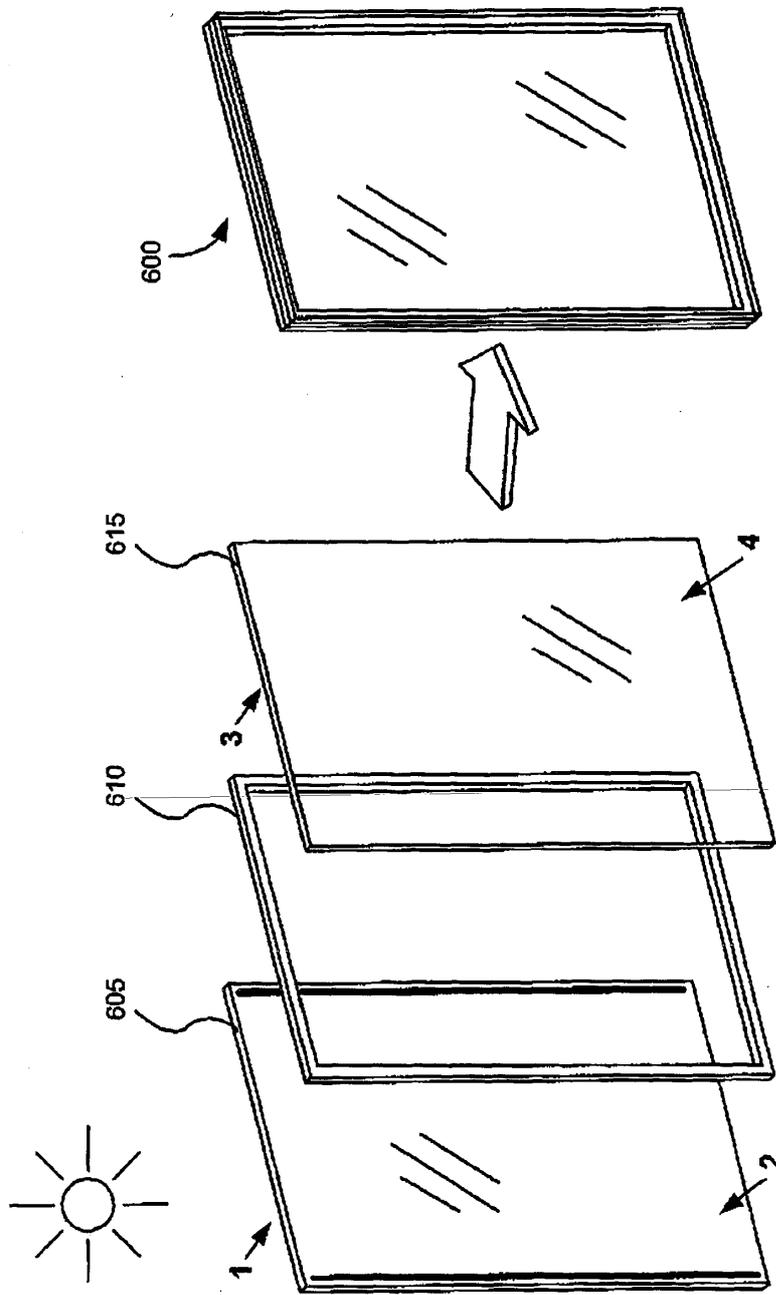
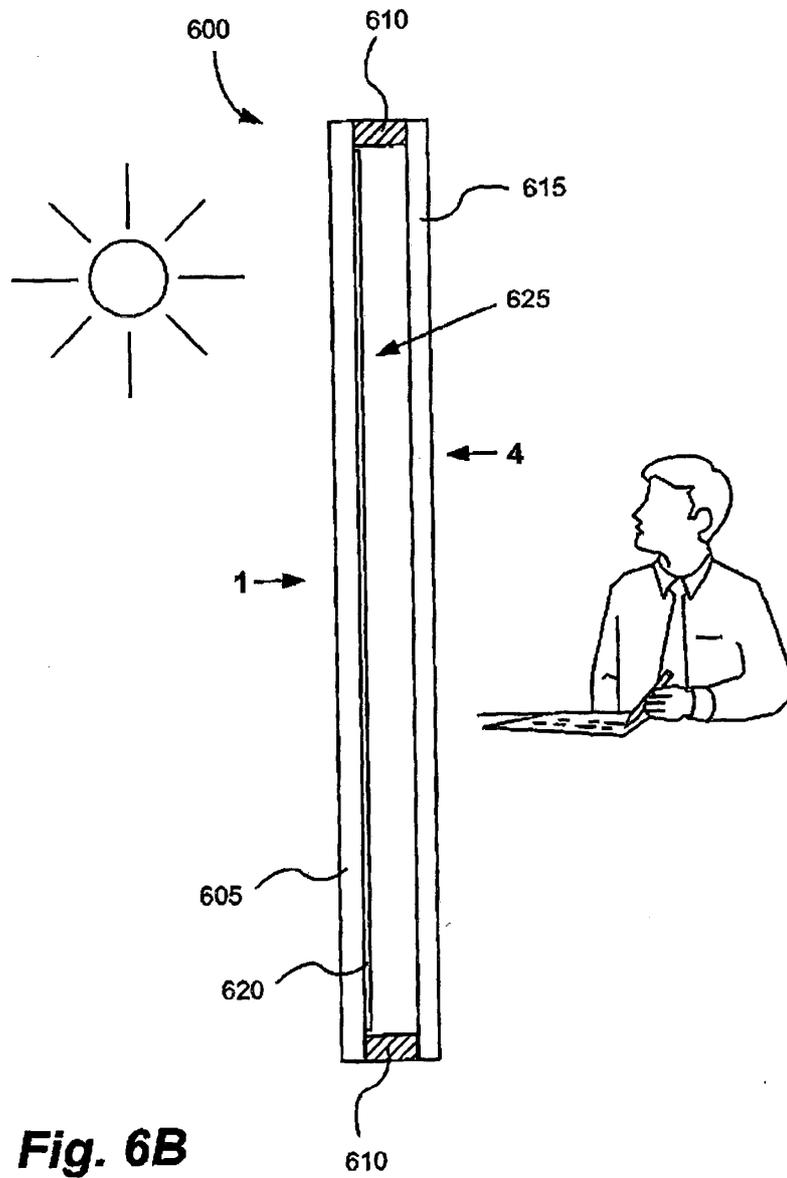


Fig. 6A



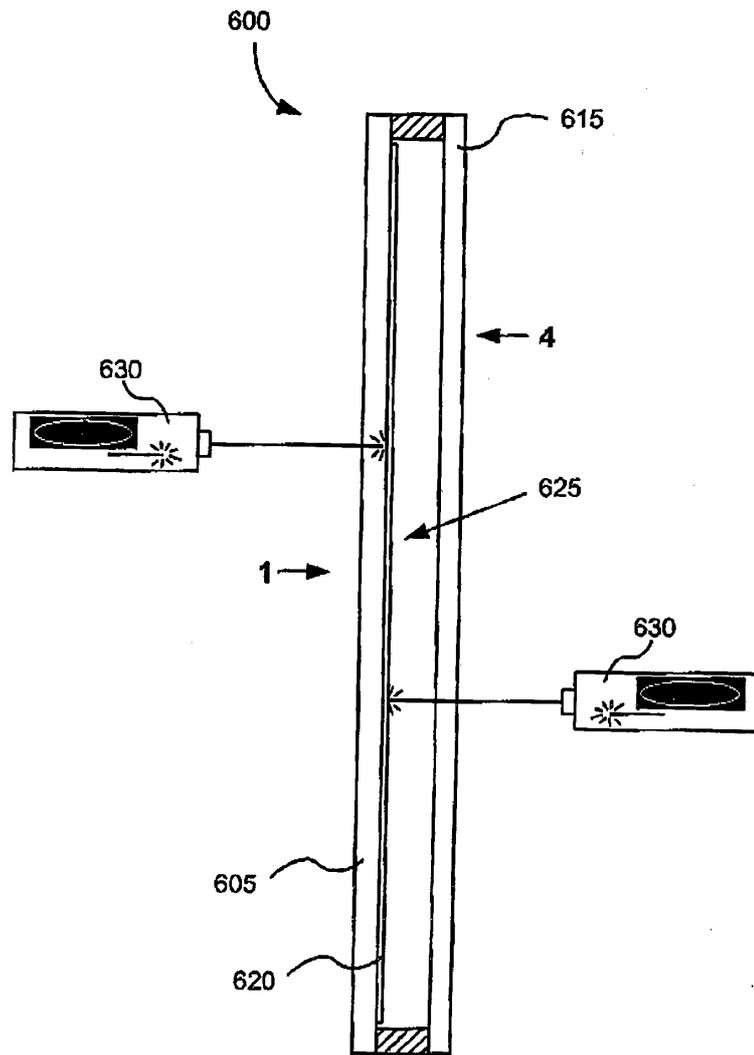


Fig. 6C

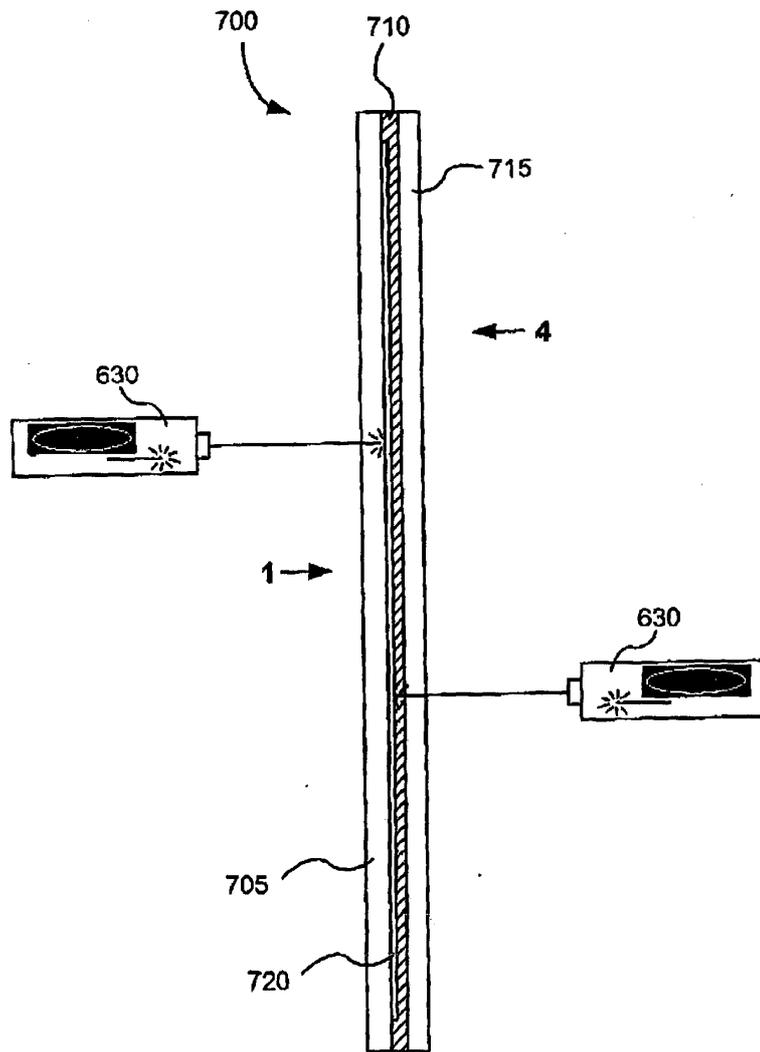


Fig. 7