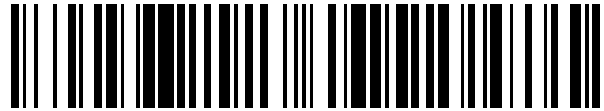


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 475 640**

51 Int. Cl.:

G02F 1/155 (2006.01)

C01B 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10722126 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 2452227**

54 Título: **Estructura de capas electrocrómicas y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

10.07.2009 DE 102009026148

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

11.07.2014

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18, avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**MELCHER, MARTIN;
LETOCART, PHILIPPE;
BRESSAND, EMILY y
GIRON, JEAN-CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 475 640 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

Estructura de capas electrocrómicas y procedimiento para su fabricación

La invención se refiere a una estructura de capas electrocrómicas, un dispositivo electrocrómico, un procedimiento para la fabricación de una estructura de capas electrocrómicas y un uso de una estructura de capas electrocrómicas y un dispositivo electrocrómico.

Las ventanas son componentes importantes de edificios. Mientras que antes los vidrios de ventana solamente tenían el propósito de una visión libre hacia fuera, actualmente se le exigen a los vidriados requerimientos sustancialmente mayores. Por un lado, se quiere que las superficies vidriadas sirvan para un aislamiento térmico ideal de espacios interiores, sin embargo, por otro lado, deben asegurar que con la insolación los espacios interiores sólo se calienten hasta un grado deseado. Un direccionamiento posible de la entrada de luz a través de ventanas vidriadas puede ser regulada, por ejemplo, mediante persianas móviles. Otra opción es posible mediante vidriados que modifican sus propiedades ópticas, por ejemplo la transparencia y reflectividad mediante la digitación de un botón o automáticamente. Tales vidriados controlables les brinda a los arquitectos una mayor libertad de diseño de superficies vidriadas, sin que sean necesarias piezas móviles delante o en una fachada.

También los vidriados electrocrómicos pertenecen a los vidriados que modifican sus propiedades ópticas mediante la digitación de un botón o automáticamente. Los vidriados electrocrómicos trabajamos sobre el principio de las propiedades ópticas de capas electrocrómicas que se modifican mediante la recepción y entrega de portadores de carga. Cuando fluye una corriente se produce un intercambio de portadores de carga y la capa electrocrómica cambia su transparencia para luz solar.

Generalmente, los vidriados electrocrómicos contienen una capa activa que está circundada de electrodos transparentes. Mediante la aplicación de una tensión externa se transportan portadores de carga a la capa activa, con lo cual la capa activa cambia su transparencia respecto de luz visible. Si a continuación se aplica una tensión inversa, la migración de portadores de carga se retrotrae, de manera que se repone la transparencia inicial. La capa activa contiene un electrolito conductor de iones y material electrocrómico. El material electrocrómico modifica sus propiedades de transmisión para la radiación electromagnética mediante el cambio de sus grados de oxidación. El electrolito puede estar compuesto de material inorgánico, como se da a conocer en los documentos EP 0 867 752 y EP 0 831 360. Sin embargo, el electrolito puede estar compuesto también de material orgánico, lo que se describe en los documentos EP 0 253 713 y EP 0 382 623. En este caso, la capa activa puede existir total o parcialmente en estado sólido o líquido. Un electrolito con componentes sólidos y líquidos se da a conocer, por ejemplo, en el documento WO 2008/084168. Si la capa activa y los electrodos contienen material polimérico, dicho compuesto es denominado sistema electrocrómico totalmente polimérico. Tales sistemas se conocen, por ejemplo, por el documento US 6,747,779 B1.

En este caso, lo problemático es que un completo cambio de transparencia de la capa activa puede demorar varios minutos. Ello no representa un problema en vidriados simples de edificios, sin embargo es inaceptable para el uso, por ejemplo, en vehículos motorizados, aviones y vehículos ferroviarios. En este caso tiene que estar garantizado que en un cambio espontáneo externo de claro a oscuro, como ocurre en la entrada a un túnel, se produzca un inmediato aumento de transparencia del vidriado electrocrómico. Lo mismo es válido para situaciones de emergencia en las que se requiere que se garantice una transparencia máxima de vidriados electrocrómicos en fracciones de segundo, por ejemplo en vehículos motorizados.

Uno de los motivos que conducen a un proceso lento temporalmente de cambio de color de la capa activa en vidriados electrocrómicos es la baja capacidad conductora eléctrica de los electrodos, que limitan un posible flujo de corriente para el cambio de transparencia de la capa activa.

Para resolver este problema, el documento US 6.747.779 B1 da a conocer el equipamiento adicional de uno de los electrodos de una red conductora eléctrica. Dicha red es fabricada mediante alambres metálicos o usando una pasta. Esta pasta contiene partículas de plata y fritas de vidrio.

El uso de una pasta conductora tiene, sin embargo, la desventaja que los procedimientos para la estabilización de la pasta requieren el uso de temperaturas de proceso elevadas. Las altas temperaturas son necesarias, particularmente para la fusión de las fritas de vidrio y/o la vitrificación de las partículas de plata. Mediante el procedimiento es atacada la capa activa, que es sensible a las altas temperaturas. Los procedimientos alternativos de baja temperatura para la estabilización y para el endurecimiento de pastas requiere, por otra parte, mucho tiempo.

La formación de una red eléctricamente conductora mediante alambres metálicos consume mucho material, debido a que la aplicación de alambres metálicos terminados requiere una mayor cantidad de material metálico que la que es necesaria para la capacidad conductora eléctrica requerida de la red.

En la formación de redes eléctricas mediante alambres metálicos también debe tenerse en cuenta que la selección de las posibles geometrías de red es limitada.

La invención tiene el objetivo de crear una estructura de capas electrocrómicas perfeccionada, un dispositivo electrocrómico perfeccionado y un procedimiento perfeccionado para la fabricación de una estructura de capas electrocrómicas.

5 Además, la invención tiene el objetivo de encontrar un nuevo uso de una estructura perfeccionada de capas electrocrómicas y de un dispositivo electrocrómico perfeccionado.

Los objetivos en los que se basa la invención son conseguidos mediante las características de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes están indicadas las formas de realización preferentes de la invención.

10 Según la invención se crea una estructura de capas electrocrómicas con al menos una capa electrocrómica activa, en la cual la estructura de capas presenta al menos dos electrodos y al menos uno de los electrodos presenta una red eléctricamente conductora de circuitos impresos y los circuitos impresos contienen nanopartículas, presentando los circuitos impresos una anchura menor que 10 μm y una separación mayor a 1 mm y en la cual las nanopartículas en forma de un material compuesto con un plástico forman los circuitos impresos.

15 Dichas nanopartículas pueden tener un diámetro de 1 nm hasta 500 nm. Las nanopartículas presentan, sin embargo, un diámetro de 5 nm a 100 nm, y particularmente preferente las nanopartículas presentan un diámetro de 10 nm a 30 nm.

Las nanopartículas contienen metales y/o compuestos de carbono. Preferentemente, las nanopartículas contienen plata, cobre, aluminio, negro de humo (negro de humo conductor) y/o nanotubos de carbono así como mezclas de los mismos.

20 El uso de nanopartículas para la formación de los circuitos impresos tiene la ventaja que con este tamaño de partículas se reduce la temperatura de proceso necesaria en procesos de impresión para la estabilización de circuitos impresos, respectivamente para la vitrificación. Por lo tanto es posible, mediante una distribución de diámetros en el intervalo debajo de 100 nm, reducir la temperatura de proceso hasta los 70 °C. En este intervalo de temperaturas, la capa activa no es sensible a la temperatura, porque la capa activa está diseñada para que una hoja
25 de vidrio compuesto resista con insolación máxima temperaturas de más de 70 °C.

Para la protección de la capa activa y de los electrodos de influencias externas, por ejemplo humedad o carga mecánica, la estructura de capas electrocrómicas presenta capas de protección transparentes y/o láminas de protección.

30 Preferentemente, la capa protectora contiene nitruros de silicio, óxidos tales como óxido de silicio, nitruro de silicio u óxido de zinc, óxido de indio, óxido de estaño y/o mezclas de las mismas con un espesor preferente de 5 nm a 500 nm.

De acuerdo con una forma de realización preferente de la invención, la lámina de protección de la estructura de capas puede contener, además, germanio, silicio, vidrio a base de silicatos de sodio tales como vidrio de sosa y cal, vidrio al borosilicato, zafiro o polímeros como poliestireno, poliamida, polyester, cloruro de polivinilo, policarbonato,
35 vinilacetato etilénico, butiral de polivinilo plastificado, poliimida, tereftalato de polietileno, polietileno, polipropileno, poliuretano, ionómeros y/o polimetacrilato de metilo, así como copolímeros y/o compuestos. Los vidrios de protección presentan un espesor preferente de 0,01 mm a 25 mm. Las láminas de protección pueden ser vidrios rígidos o mecánicamente flexibles y tener las características de un film. Las hojas de vidrios de protección tienen la ventaja que las mismas encapsulan la capa activa y el material de electrodos frente a influencias ambientales
40 externas y, en particular, de efectos mecánicos.

La protección de la capa activa y/o de los electrodos puede ser mejorada, además, mediante una capa de protección adicional dispuesta entre la capa activa y la lámina de protección, conteniendo argón, xenón, nitrógeno, aire y/o mezclas con una presión de 1000 Pa a 200.000 Pa. Una estructura de este tipo es, particularmente, apta para protección gaseosa es conocida en vidriados de aislamiento múltiples.

45 Preferentemente, la red de circuitos impresos formados por las nanopartículas está configurada entre la capa activa y la capa de protección y/o entre la capa activa y la lámina de protección.

Ello permite la aplicación de diferentes procesos de fabricación, siendo la red de circuitos impresos aplicada, preferentemente, directamente sobre la capa activa, la red de circuitos impresos aplicada sobre el electrodo o la red de circuitos impresos aplicada a una capa de protección ópticamente transparente y conductora. De esta manera se
50 abre un amplio campo de procesos de fabricación alternativos de estructuras de capas electrocrómicas que pueden ser adaptadas flexiblemente a circunstancias físicas y relativas al flujo de trabajo. De esta manera cabe esperar que con una aplicación directa de la red eléctrica conductora sobre la capa activa aumente fuertemente el intercambio de portadores de carga en la capa activa, de manera que una configuración de este tipo es, particularmente, apta para estructuras de capas electrocrómicas a conmutar de manera extremadamente rápida. Asimismo, es factible fabricar
55 la capa activa junto con los electrodos en un solo flujo de trabajo y que la aplicación de la red de circuitos impresos sólo se produce a continuación. En este caso resulta la posibilidad flexible de seleccionar la aplicación ulterior de la

red de circuitos impresos sobre uno de los electrodos o sobre una capa de protección ópticamente transparente en el espectro de la luz visible, encontrándose, en este caso, la red de circuitos impresos entre el electrodo y la capa de protección.

5 Asimismo, es posible configurar la estructura de capas electrocrómicas con al menos dos capas activas superpuestas y con electrodos intermedios situados en medio. Esta forma de realización tiene las ventajas que las capas activas pueden ser conmutadas independientemente una de otra.

Según la invención, la red eléctrica conductora es, ópticamente transparente en términos macroscópicos. Ópticamente transparente en términos macroscópicos significa que las redes eléctricas conductoras pueden ser en sí mismas macroscópicamente opacas pero, debido al reducido porcentaje de área respecto del área total de la estructura de capas aparecen ópticamente transparentes en términos macroscópicos. La transparencia óptica contiene el espectro de radiación electromagnética utilizable técnicamente, preferentemente el espectro de radiación ultravioleta, visible e infrarroja. De este modo, la estructura de capas electrocrómicas también tiene aplicación, particularmente, en vidriados para la transparencia permanente al conducir medios de transporte, por ejemplo aviones, vehículos motorizados y trenes que requieren una, a ser posible, libre visibilidad pero, sin embargo, sea oscurecible.

Según la invención, los circuitos impresos presentan una anchura menor que 10 μm , con lo cual los circuitos impresos presentan una distancia recíproca de más de 1 mm. Sin embargo, preferentemente, los circuitos impresos están dimensionados en su anchura y separación de tal manera que con, a ser posible, un mínimo gasto de material para la formación de los circuitos impresos se pueda garantizar una conductibilidad eléctrica suficientemente elevada para el transporte de portadores de carga y una transparencia óptica suficientemente elevada.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, la red eléctrica conductora presenta circuitos impresos de diferente espesor de capa. Con ello, los circuitos impresos de la red tienen diferentes capacidades de conductibilidad eléctrica. Una ventaja de dicha forma de realización consiste, particularmente, en que mediante la diferente conductibilidad eléctrica es posible conectar diferentemente distintos sectores de la capa activa.

25 Según otra forma de realización de la invención, las nanopartículas son nanopartículas de carbono, siendo las nanopartículas de carbono nanotubos de carbono y/o negro de humo. El negro de humo se compone de pequeñas partículas con un intervalo de tamaños típicos entre 10 nm y 100 nm. Al usar negro de humo se puede utilizar como nanopartículas para circuitos impresos el denominado negro de humo conductor que presenta una conductibilidad eléctrica particularmente buena.

30 El uso de nanotubos de carbono tiene la ventaja que los mismos presentan, debido a su elevada relación de aspecto entre diámetro y longitud, una elevada conductibilidad eléctrica. De esta manera, es suficiente una cantidad extremadamente reducida de nanotubos de carbono para, sin embargo, garantizar una elevada conductibilidad eléctrica de los circuitos impresos así conformados.

Las nanopartículas conforman los circuitos impresos en forma de un material compuesto con un plástico o vidrio a base de silicato de sodio. En el plástico de este tipo se puede tratar de poliacrilatos, epóxidos y/o polianilinas, así como copolímeros y/o compuestos de los mismos. Debido al uso adicional de plásticos como portadores de los circuitos impresos aumenta, por un lado, su estabilidad mecánica. Por otro lado, mediante el uso de plásticos conductores, por ejemplo polianilinas, aumenta aún más la conductibilidad eléctrica de los circuitos impresos conformados de nanopartículas. En tercer lugar, el uso de plásticos en los circuitos impresos, que encapsulan las nanopartículas, por ejemplo, contra la capa activa, sirven para impedir un contacto espacial directo entre la capa activa y las nanopartículas. Consecuentemente, los materiales conductores de iones que producirían, sin la encapsulación de las nanopartículas, una reacción química o electroquímica con las nanopartículas también pueden ser usados como capa activa. Consecuentemente, aumenta la flexibilidad respecto de la selección de los materiales conductores de iones usados en la capa activa.

45 En otro aspecto, la invención se refiere a un dispositivo electrocrómico con una estructura de capas según la invención en contacto eléctrico con una unidad de control.

En una forma de realización preferente, el dispositivo electrocrómico contiene al menos dos láminas de protección. En este caso, un dispositivo electrocrómico de este tipo puede ser un vidriado electrocrómico.

Según otra forma de realización de la invención, al menos una capa de protección de la estructura de capas electrocrómicas está formada de una lámina de protección exterior o una lámina de protección exterior está formada de una capa de protección de la estructura de capas electrocrómicas. Al usar el dispositivo electrocrómico como vidriado de ventana es posible, mediante una apropiada selección del material de capa de protección ópticamente transparente, prescindir de una hoja de vidrio adicional. Los materiales plásticos se pueden usar cuando, por una parte, son ópticamente transparentes en el espectro de la luz visible y, por otra parte presenten una elevada dureza mecánica sin tener, sin embargo, el peso de vidrios de ventana convencionales. De esta manera resulta la posibilidad de la fabricación de vidriados electrocrómicos con un peso sustancialmente menor que lo que es el caso en los vidriados convencionales.

En el dispositivo electrocrómico, la lámina de protección puede estar estructurada como hoja de vidrio compuesta de múltiples capas y contener, preferentemente, una capa polímera como agente adhesivo. De manera particularmente preferente, la estructura de capas con una lámina de protección adicional como vidrio compuesto puede formar un dispositivo electrocrómico.

- 5 Este dispositivo electrocrómico puede ser vidrio de ventana y, preferentemente, una hoja de vidrio compuesta, estando las superficies formadas de vidrio a base de silicato de sodio y/o polímeros.

En una configuración del dispositivo electrocrómico es un vidriado aislante doble o múltiple, estando la estructura de capas electrocrómicas localizada sobre los vidrios de ventana interiores y/o exteriores del vidriado aislante. Un volumen protector gaseoso de la estructura de capas es ventajoso, en particular en el uso de la estructura de capas electrocrómicas en vidriados aislantes dobles o múltiples, como dispositivo electrocrómico porque la estructura de vidrio aislante provee un volumen de protección. En esta configuración, el volumen de protección también reduce el paso de calor a través del vidriado y actúa de manera térmicamente aislante.

En otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una estructura de capas electrocrómicas según la reivindicación 14.

- 15 Según una forma de realización de la invención, la aplicación de la red de nanopartículas se produce, preferentemente, mediante un proceso de impresión, por ejemplo procedimiento de serigrafía, impresión mediante un cilindro de grabado y particularmente preferente un procedimiento de impresión por chorro de tinta, procedimiento de impresión por aerosol, procedimiento de impresión por impulsos y/o procedimiento de impresión de alimentación continua, por ejemplo impresión flexográfica.

20 Mediante el procedimiento según la invención, cualesquiera geometrías pueden ser impresas sobre superficies. Del mismo modo, mediante el procedimiento según la invención es posible una impresión sin contacto. También es posible imprimir una red conductora entre la capa activa y el electrodo. Geometrías preferentes son, por ejemplo, líneas y curvas dispuestas paralelas o antiparalelas, líneas y curvas con conexiones transversales, estructuras regulares o irregulares similares a redes, superficies contiguas con recesos regulares o irregulares, así como rectángulos o elipsoides no contiguos.

La selección de los plásticos líquidos apropiados depende de varios criterios, por ejemplo la temperatura de proceso para la estabilización de las redes, el comportamiento de agregación de las nanopartículas en los plásticos líquidos, el posterior uso del plástico endurecido como encapsulado protector conductor de la nanopartículas.

- 30 Según otra forma de realización de la invención, la aplicación de la red de nanopartículas se produce mediante la aplicación de una dispersión, comprendiendo la dispersión las nanopartículas y un líquido y en el líquido se trata de agua y/o un diluyente orgánico y/o un plástico líquido.

El tamaño de los dispositivos según la invención puede variar ampliamente y es determinado por los propósitos de uso respectivos en el margen de uso de acuerdo con la invención. De esta manera, los dispositivos según la invención pueden tener dimensiones en el orden de pocos centímetros hasta varios metros. En particular, los dispositivos que de manera plana o levemente o fuertemente dobladas o curvadas en un sentido o en varios sentido espaciales pueden presentar una superficie en el orden de los 100 cm² hasta 25 m², preferentemente > 1 m² o PLF (3,21 m x 6,0 m = 19,26 m²), que es el "estándar" de la industria del vidrio. Los dispositivos de acuerdo con la invención también pueden tener superficies como las tienen habitualmente las cubiertas de faros, los parabrisas, los vidrios laterales, las lunetas traseras y los techos de vidrio de vehículos motorizados o las hojas de vidrio de gran superficie, particularmente como se usan en el campo de la construcción.

De acuerdo con otra forma de realización de la invención, la estabilización o bien vitrificación de la red de nanopartículas de circuitos impresos se produce mediante la conducción térmica y radiación electromagnética en hornos, sin embargo, preferentemente, mediante radiación infrarroja o radiación ultravioleta y, particularmente preferente, mediante la irradiación láser y/o irradiación de microondas. El uso de irradiación láser tiene la ventaja de, mediante la alineación de un rayo láser enfocado sobre la estructura de red de nanopartículas deseada, producir, exclusivamente, en las estructuras de red espaciales deseadas, en las cuales el rayo láser impacta sobre las nanopartículas, un proceso de estabilización de la red y, consecuentemente, eventualmente también una unión de nanopartículas con los electrodos y/o la capa activa. Las nanopartículas que se encuentran fuera de la estructura de red deseada recorrida por el rayo láser no son detectadas en el proceso de calentamiento, de manera que no se produce un curado ni un proceso directo. Por lo tanto, el proceso de lavado subsiguiente permite eliminar las nanopartículas que no fueron detectadas por la irradiación láser que define la red. Por lo tanto, de manera sencilla es posible producir una red conductora de nanopartículas bien definida.

A continuación se explican en detalle las formas de realización de la invención con referencia a los dibujos. Muestran:

- 55 La figura 1, una vista esquemática de una estructura de capas electrocrómica,
la figura 2, una vista esquemática de otra estructura de capas electrocrómicas con una capa de protección,

la figura 3, una vista esquemática de una red de nanopartículas sobre una capa activa electrocrómica y un aumento microscópico de la red de circuitos impresos,

la figura 4, un diagrama de flujo de un procedimiento para la fabricación de una estructura de capas electrocrómica,

la figura 5, un diagrama de flujo de un procedimiento para la fabricación de una estructura de capas electrocrómica,

5 la figura 6, una vista esquemática de otra estructura de capas electrocrómicas con dos capas activas,

la figura 7, una vista esquemática de una estructura de capas electrocrómicas con una capa de protección gaseosa,

la figura 8, una vista esquemática de una estructura de capas electrocrómicas en un vidrio compuesto,

la figura 9, una vista esquemática de otro ejemplo de realización de una estructura de capas electrocrómicas con un electrolito líquido en una capa activa y

10 la figura 10, una vista esquemática de otro ejemplo de realización de una estructura de capas electrocrómicas con un electrodo de capas múltiples.

A continuación, los elementos similares entre si son indicados con los mismos caracteres de referencia.

La figura 1 muestra una vista esquemática de un ejemplo de realización de una estructura de capas electrocrómica. La estructura de capas electrocrómicas comprende una capa 100 activa electrocrómicamente embutida entre dos electrodos 102 y 104. Además, estos electrodos 102 y 104 están, cada uno, cubiertos de láminas de protección 106 y 108 transparentes en el lado opuesto a la capa activa. La estructura de capas electrocrómicas de la figura 1 puede ser una estructura de capas electrocrómicas con un electrolito inorgánico de cuerpos sólidos y las láminas de protección 106 y 108 transparentes son vidrios a base de silicato de sodio.

Mediante la aplicación de una tensión entre los electrodos 112 y 104, la unidad de control electrocrómica 102 sirve como un control de transparencia de la capa activa respecto de la luz incidente. El electrodo 104 es un ánodo y el electrodo 102 un cátodo. Mediante la aplicación de una tensión positiva sobre el ánodo 104 y una tensión negativa sobre el cátodo 102 se produce un transporte de iones a través de la capa activa 100 que contiene un polímero conductor de iones. El cátodo 102 contiene óxido de tungsteno. El ánodo 104 contiene iones de hidrógeno. Mediante la aplicación de tensión entre el ánodo y el cátodo, los iones de hidrógeno migran a través del polímero conductor de iones al cátodo 102 y forman allí con el óxido de tungsteno centros de color que absorben o reflejan la luz incidente. Este efecto se revierte si a continuación se aplica una tensión inversa, de manera que se produce una decoloración del cátodo 102.

Por un lado la migración de iones depende ahora, por un lado, de la selección del espesor de la capa activa 100 y también de la selección del material y espesor del cátodo 102. Aquí se produce el problema de un dimensionamiento demasiado delgado del cátodo 102, cuya transparencia óptica es elevada, sin embargo, la conductibilidad eléctrica se torna tan reducida que un proceso de coloración o decoloración electrocrómica necesita mucho tiempo debido al reducido transporte de carga. Contrariamente, si la conductibilidad de la capa del cátodo 102 se incrementa con el aumento de su espesor, el proceso de intercambio de transparencia electrocrómica puede ser acelerado, pero a costa de una transparencia máxima más reducida y el mayor espesor y, consecuentemente, de la transparencia a la luz de la capa 102.

Para solucionar este problema, se incorpora la red de circuitos impresos 110 de la figura 1 entre la lámina de protección 106 y el electrodo 102. Esta red de circuitos impresos está formada por nanopartículas 300, obteniendo la red de circuitos impresos el resultado de, por un lado, mantener reducido el espesor de capa del electrodo 102 y, por otro lado, sin embargo, ser suficiente la conductibilidad eléctrica gracias a los circuitos impresos adicionales de la estructura de capas electrocrómica.

Los circuitos impresos 110 están dispuestos, preferentemente, de tal manera que, en términos macroscópicos, la red formada por los circuitos impresos es ópticamente transparente. Esto puede ser realizado mediante un dimensionamiento extremadamente delgado de los circuitos impresos, con una anchura de menos de 10 μm y una gran distancia entre las mismas de más de 1 mm.

45 Como se puede ver en la figura 1, la red eléctricamente conductora de circuitos impresos, formada por nanopartículas 300, se encuentra entre la lámina de protección 106 transparente y el electrodos 102.

Una realización alternativa se muestra en la figura 2. Aquí se encuentra una red 202 eléctricamente conductora entre la capa activa 100 y el electrodo 102. Además, en la figura 2 se muestra una lámina de protección 106 que se encuentra entre la capa activa 100 y la lámina de protección 108. La lámina de protección 106 es una capa de plástico que contiene butiral de polivinilo (PVB). La lámina de protección 108 es una hoja de vidrio al borosilicato. Una hoja de vidrio de PVB de este tipo se funde encima del electrodo 102, generalmente a temperaturas de más o menos 150 °C, de manera que después de enfriar existe una unión permanente entre el cátodo 102 y la lámina de

PVB 106 (hoja de vidrio de PVB 106) que protege el electrodo 102 y la capa activa 100 de influencias ambientales externas.

5 La figura 3 muestra una red de circuitos impresos 110 eléctricamente conductores sobre una capa activa 102. En el ejemplo de la figura 3, la red así configurada forma una disposición rectangular regular de circuitos impresos que, debido a la gran distancia intermedia entre los diferentes circuitos impresos, garantiza una buena diafanidad en términos macroscópicos.

En una ampliación de la red eléctricamente conductora de circuitos impresos 110 se tornan visibles las nanopartículas 300 mostradas en la figura 3. En este caso, las nanopartículas 300 están dispuestas de manera relativa entre sí para formar circuitos impresos eléctricamente conductores.

10 En una ampliación de la figura 3 se puede ver, además, un polímero 302 en el cual están embutidas las nanopartículas 300. El polímero 302 es eléctricamente conductor y cargado de nanopartículas 300 hasta un determinado grado de carga. A partir de un determinado grado de carga, la conductibilidad eléctrica de los circuitos impresos así formados aumenta repentinamente. Debajo de un determinado grado de carga, la conductibilidad eléctrica es demasiado reducida. Muy por encima de un determinado grado de carga, la conductibilidad eléctrica sólo aumenta de manera irrelevante, incluso con el aporte adicional de nanopartículas 300. Mediante una apropiada selección de un material compuesto de nanopartículas 300 y material de carga 302 es posible seleccionar un material compuesto óptimo que presenta una conductibilidad eléctrica elevada, una estabilidad mecánica elevada y una inerteidad química elevada.

20 La figura 4 muestra un procedimiento para la fabricación de una estructura de capas electrocrómicas. El procedimiento comienza con el paso 400 mediante la preparación de un electrodo, preferentemente un cátodo. En el paso 402 se aplica sobre el cátodo una red que contiene las nanopartículas 300. En el paso 404 se calienta esta red para, mediante un proceso de vitrificación, conseguir una red de circuitos impresos mecánicamente estable y eléctricamente conductora. Le sigue el paso 406 con la aplicación de una capa activa electrocrómica, pudiendo esta capa activa ser aplicada sobre la red o bien sobre el electrodo. Finalmente, el procedimiento termina con el paso 408 mediante la aplicación de un electrodo adicional sobre la capa activa que es aplicado sobre el lado de la capa activa opuesto al electrodo preparado en el paso 400.

Debe señalarse que el procedimiento para la aplicación de la red es apropiado para aplicar la red sobre el cátodo así como sobre el ánodo en forma de dos redes separadas.

30 Una forma de realización alternativa del procedimiento para la fabricación de una estructura de capas electrocrómicas se muestra en el diagrama de flujo de la figura 5. Aquí, en el paso 500 se pone a disposición una lámina de protección, por ejemplo una capa de PVB sobre una hoja de vidrio al silicato. En lugar del uso de una capa de PVB también es posible usar una hoja de vidrio, lámina de plástico o similar que en el caso del uso de una estructura de capas electrocrómicas sirve como vidriado electrocrómico directamente como lámina de separación respecto del entorno exterior del vidriado electrocrómico.

35 Después que en el paso 500 se puso a disposición la lámina de protección, en el paso 502 la red es aplicada sobre la lámina de protección. En el paso 504, la red es calentada nuevamente produciendo el endurecimiento, vitrificación o la estabilización general. A continuación, en el paso 506 se aplica un electrodo a la red así configurada, por lo cual en el paso 508 es aplicada una capa activa sobre el electrodo. Finalmente, en el paso 510 se aplica un electrodo adicional sobre la capa activa.

40 Alternativamente a los pasos mostrados en la figura 5, también es posible comenzar el procedimiento primero con los pasos 500 y 506 a 510, con lo cual se obtiene un electrodo sobre una capa activa, sobre la cual se aplica la red mediante los pasos 502 y 504. En la figura 5 no se muestra como se aplica una capa de protección sobre el electrodo con la red. Esto es necesario en el uso de la estructura de capas electrocrómica fabricada de esta manera en forma de un vidriado electrocrómico. Es este caso, la capa de protección aplicada es, preferentemente, una capa de óxido adicional, una capa de gas de protección, hoja de vidrio y/o lámina de plástico.

45 La figura 6 muestra una vista esquemática de otra forma de realización de una estructura de capas electrocrómica. La estructura de capas electrocrómicas comprende dos capas activas electrocrómicas 100, estando las capas embutidas entre un electrodo exterior 102 o 104 y un electrodo intermedio 113. Los electrodos exteriores 102 y 104 están, cada uno, cubiertos en el lado opuesto a la capa activa de hojas de vidrio de protección 106 y 108 transparentes. Por ejemplo, la estructura de capas electrocrómicas de la figura 6 pueden ser dos estructuras de capas electrocrómicas según la figura 1, siendo las láminas de protección transparentes 106 y 108 hojas de vidrio de protección a base de borosilicatos.

55 Los electrodos 102 y 104 y el electrodo intermedio presentan redes 110 eléctricamente conductoras. El efecto de las redes 110 eléctricamente conductoras se corresponde con las observaciones del ejemplo de realización de la figura 1.

Además, en la figura 6 se muestra una unidad de control electrocrómica 112 que, mediante la aplicación de una tensión entre los electrodos 102 y 113 así como 104 y 113 se usan para un control de transparencia de las capas

activas 100 respecto de la luz incidente. A través de los electrodos exteriores 102 y 104 y del electrodo intermedio 113 se conectan, independientemente, dos capas activas 100. Los electrodos 102 y 104 son ánodos y el electrodo intermedio 113 es un cátodo. Mediante la aplicación de una tensión positiva sobre los ánodos 104 y 102 y una tensión negativa al cátodo 113 se produce, por ejemplo, un transporte de iones a las capas activas 100 que, por ejemplo, contienen un polímero conductor de iones. El cátodo 113 contiene óxido de tungsteno, mientras que los ánodos 102 y 104 contienen iones de hidrógeno. Mediante la aplicación de la tensión entre el ánodo y el cátodo, los iones de hidrógeno migran a través del polímero conductor de iones al cátodo 113 y forman allí con el óxido de tungsteno centros de color que absorben o reflejan la luz incidente. Si a continuación se aplica una tensión inversa, este efecto se revierte, de manera que se produce una decoloración del cátodo 113

Otra realización se muestra en la figura 7. Aquí, entre el electrodo 102 y una primera capa de protección 200 se encuentra una red 110 eléctricamente conductora. La capa de protección 200 es una capa de SiO₂. La figura 7 muestra encima de la primera capa de protección un volumen de capa gaseosa que contiene argón como capa de protección 200 adicional que se encuentra entre la primera capa de protección 200, la hoja de protección 106 de vidrio de sosa y cal y separadores 210. Los separadores 210 están diseñados en forma de bastidor y herméticos al gas. La estructura se realiza siguiendo el ejemplo de un vidrioado aislante múltiple. La capa activa 100 contiene un electrolito de cuerpos sólidos orgánicos o inorgánicos. El efecto de las redes eléctricamente conductoras se corresponde con las observaciones del ejemplo de realización de la figura 1.

Una realización alternativa se muestra en la figura 8. Aquí, entre el electrodo 102 y una capa de protección 200 se encuentra una red 110 que contiene SiO₂. Además, en la figura 8 se muestra una primera lámina de protección 106 como capa adhesiva que se encuentran entre la capa de protección 200 y una lámina de protección 106 interior adicional. Las láminas de protección 106 y 108 exteriores son hojas de vidrio al borosilicato. La lámina de protección interior 106 es una lámina adhesiva de butiral de polivinilo (PVB). Una capa de PVB se funde, generalmente, a temperaturas de aproximadamente 150 °C sobre la capa de protección 200, de manera que después de enfriar existe una unión permanente entre la capa de protección 200 y la capa de PVB 106 que protege la capa activa 100, el electrodo 102 y/o la red 110 eléctricamente conductora y de influencias ambientales externas. La capa activa 100 contiene un electrolito de cuerpos sólidos orgánicos o inorgánicos.

Una realización alternativa de la estructura de capa según la invención se muestra en la figura 9. La estructura de capas contiene redes 110 eléctricamente conductoras entre los dos electrodos 102 y 104 y las láminas de protección exteriores 106 y 108. Las láminas de protección 106 y 108 exteriores son hojas de vidrio de sosa y cal. La capa activa 100 contiene, preferentemente, un electrolito líquido orgánicos. El volumen de la capa activa es determinado por medio de separadores 210 con forma de bastidor entre las láminas de protección 106 y 108 exteriores. En la realización, la capa activa 100 y los electrodos 102 y 104 con la red 110 eléctricamente conductora son protegidos de influencias ambientales. El efecto de las redes eléctricamente conductoras se corresponde con las observaciones del ejemplo de realización de la figura 1.

Otra realización alternativa se muestra en la figura 10. La estructura de capas contiene redes 110 eléctricamente conductoras entre los dos electrodos 102 y 104 y las láminas de protección exteriores 106 y 108. Las láminas de protección exteriores 106 y 108 son hojas de vidrio de sosa y cal. Particularmente, la capa de electrodos 102 está recubierta de una capa 101 adicional de óxido de tungsteno. La capa activa 100 contiene, en este caso, un electrolito orgánico que está proyectado parcialmente líquido y parcialmente como cuerpo sólido. En la realización, la capa activa 100 y los electrodos 102 y 104 con la red 110 eléctricamente conductora son protegidos de influencias ambientales. El efecto de las redes eléctricamente conductoras se corresponde con las observaciones del ejemplo de realización de la figura 1.

Lista de referencias

45	100	capa activa
	101	capa con sustancia electrocrómica
	102	electrodo
	104	electrodo
	106	lámina de protección transparente
50	108	lámina de protección transparente
	110	red
	112	unidad de control electrocrómico
	113	electrodo intermedio

	200	capa de protección transparente
	202	red
	210	separador
	300	nanopartículas
5	302	material de carga
	400	preparación de electrodo
	402	aplicación de la red
	404	calentamiento de la red
	406	aplicación de la capa activa
10	408	aplicación de electrodos adicionales
	500	preparación de lámina de protección
	502	aplicación de la red
	504	calentamiento de la red
	506	aplicación de electrodos
15	508	aplicación de la capa activa
	510	aplicación de electrodos adicionales

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura de capas electrocrómicas comprendiendo al menos una capa activa electrocrómica (100) y al menos dos electrodos (102; 104), presentando al menos uno de los electrodos (102; 104) una red eléctrica conductora (110; 202) de circuitos impresos y los circuitos impresos una separación de más de 1 mm, caracterizada porque los circuitos impresos presentan una anchura menor que 10 μm y contienen nanopartículas (300), conformando las nanopartículas (300) en forma de un material compuesto con un plástico (302) los circuitos impresos.
- 10 2. Estructura de capas electrocrómicas según la reivindicación 1, además con al menos una lámina de protección (106) ópticamente transparente, con lo cual la red (110; 202) de circuitos impresos se encuentra entre la capa activa (100) y la lámina de protección ((106).
- 15 3. Estructura de capas electrocrómicas según la reivindicación 2, conteniendo la lámina de protección (106) esos y se ocurre, de porque los encuestados al menos vidrio a base de silicato de sodio, germanio, silicio, zafiro, poliestirol, poliamida, polyester, cloruro de polivinilo, policarbonato, vinilacetato etilénico, butiral de polivinilo plastificado, poliimida, tereftalato de polietileno, polietileno, polipropileno, poliuretano, ionómeros, polimetacrilato de metilo, copolímeros y/o compuestos de los mismos.
- 20 4. Estructura de capas electrocrómicas según una de las reivindicaciones 1 a 3, con una capa de protección (200) ópticamente transparente, estando la red (110; 202) de circuitos impresos situado entre la capa activa (100) y la capa de protección (200) ópticamente transparente.
5. Estructura de capas electrocrómicas según la reivindicación 4, presentando la capa de protección (200) ópticamente transparente al menos una capa de dióxido de silicio, nitruro de silicio, óxido de zinc, óxido de estaño, óxido de indio y/o una capa gaseosa conteniendo argón, xenón, nitrógeno, aire y/o mezclas de los mismos.
- 25 6. Estructura de capas electrocrómicas según las reivindicaciones 4 o 5, presentando la capa de protección (200), además, un volumen de capa conteniendo argón, xenón, nitrógeno, aire y/o mezclas de los mismos con una presión de 1000 Pa a 200.000 Pa.
7. Estructura de capas electrocrómicas según una de las reivindicaciones 1 a 6, conteniendo al menos un electrodo intermedio (113) aplicado entre al menos dos capas activas electrocrómicas (100) y presentando el electrodo intermedio (113) una red (110; 202) eléctricamente conductora de circuitos impresos y conteniendo los circuitos impresos nanopartículas (300).
- 30 8. Estructura de capas electrocrómicas según una de las reivindicaciones 1 a 7, conteniendo las nanopartículas (300) partículas de plata y/o carbono eléctricamente conductoras.
9. Estructura de capas electrocrómicas según una de las reivindicaciones 1 a 8, presentando las nanopartículas (300) un diámetro de 1 nm a 500 nm, preferentemente de 5 nm a 100 nm.
10. Dispositivo electrocrómico con una estructura de capas según una de las reivindicaciones 1 a 9, estando la estructura de capas en contacto eléctrico con un dispositivo de control (112).
- 35 11. Dispositivo electrocrómico según la reivindicación 10, estando dispuesta la estructura de capas sobre al menos una lámina de protección (108), siendo la lámina de protección (108) transparente.
12. Dispositivo electrocrómico según las reivindicaciones 10 u 11, siendo el dispositivo una hoja de vidrio compuesta.
13. Dispositivo electrocrómico según una de las reivindicaciones 10 a 12, siendo el dispositivo un vidrioado aislante doble o múltiple.
- 40 14. Procedimiento para la fabricación de una estructura de capas electrocrómicas según una de las reivindicaciones 1 a 9, que presenta al menos una capa electrocrómica activa (100) y dos electrodos (102; 104), en el cual
 - una red (110; 202) de nanopartículas (300) y plástico líquido (302) es constituida en la estructura de capas y
 - la red (110; 202) de nanopartículas (300) y plástico líquido (302) es calentada para la formación de una red (110; 202) de circuitos impresos eléctricamente conductora, de manera que las nanopartículas (300) en forma de un
- 45 15. Procedimiento según la reivindicación 14, siendo la red (110; 202) de nanopartículas (300) aplicadas mediante procesos de impresión como serigrafía, mediante cilindro de grabado, impresión por chorro de tinta, impresión por aerosol, impresión flexográfica, impresión por impulsos y/o combinaciones de los mismos.
- 50 16. Procedimiento según las reivindicaciones 14 y 15, siendo la red (110; 202) de nanopartículas (300) aplicada por medio de una dispersión que contiene nanopartículas (300) y un plástico líquido.

17. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes 14 a 16, siendo la red (110; 202) de nanopartículas (300) calentado por medio de conducción térmica o radiación calorífica como radiación infrarroja, ultravioleta, radiación de microondas, luz del láser y/o una combinación de los mismos.

5 18. Uso de la estructura de capas electrocrómicas según una de las reivindicaciones 1 a 9 y del dispositivo electrocrómico según una de las reivindicaciones 10 a 13 en un vidrioado simple, compuesto, doble o múltiple de edificios o vehículos.

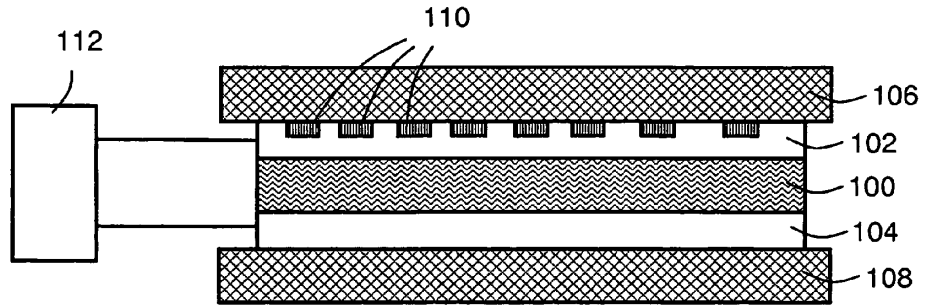


Figura 1

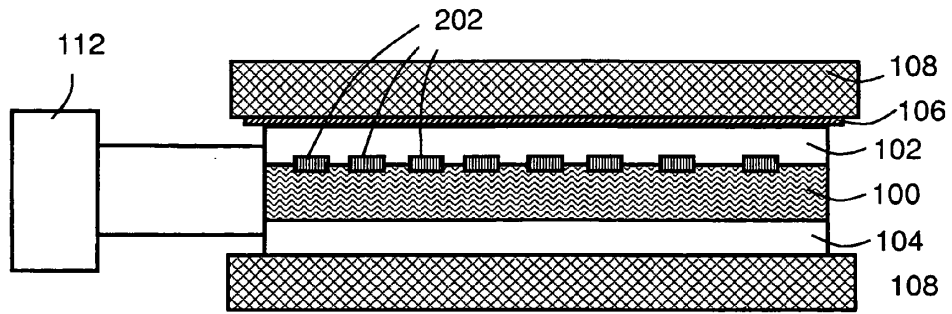


Figura 2

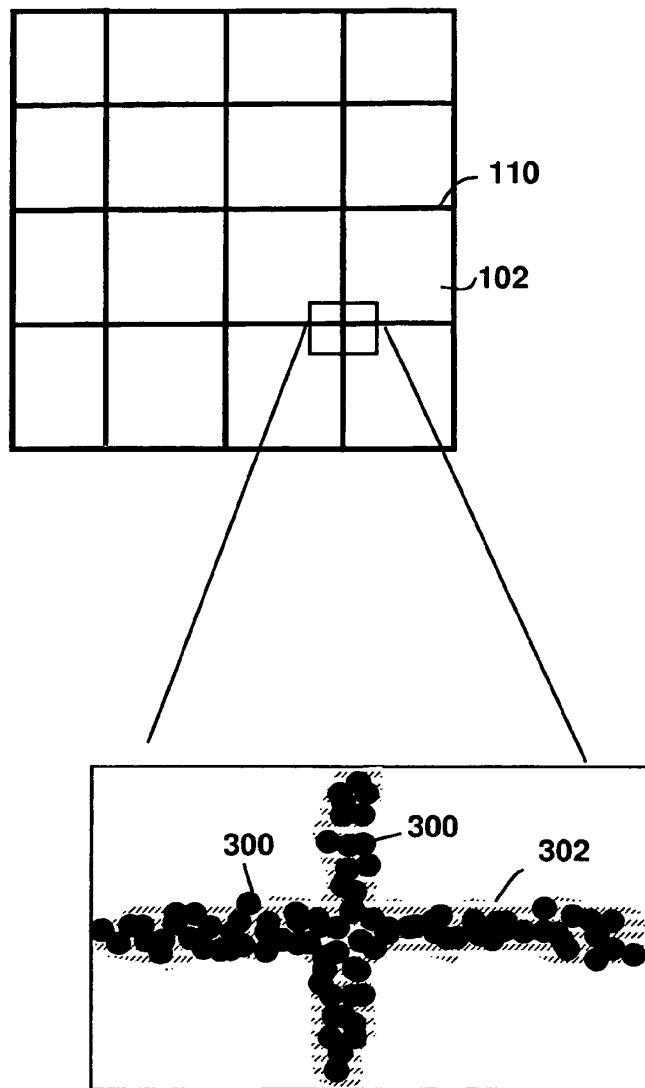


Figura 3

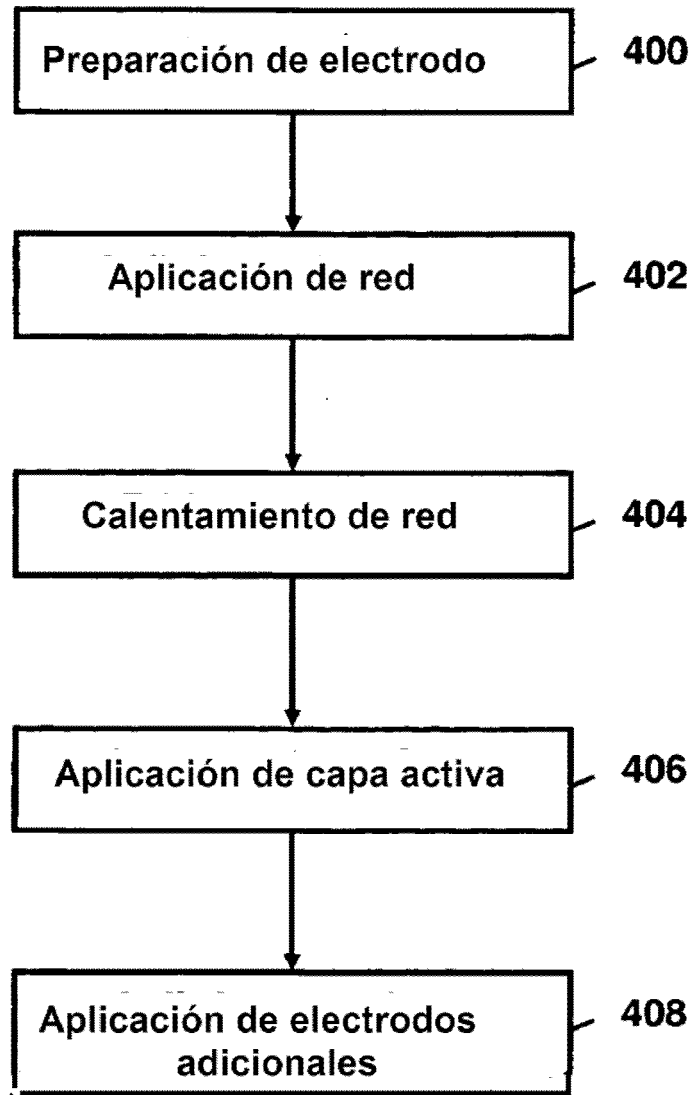


Figura 4

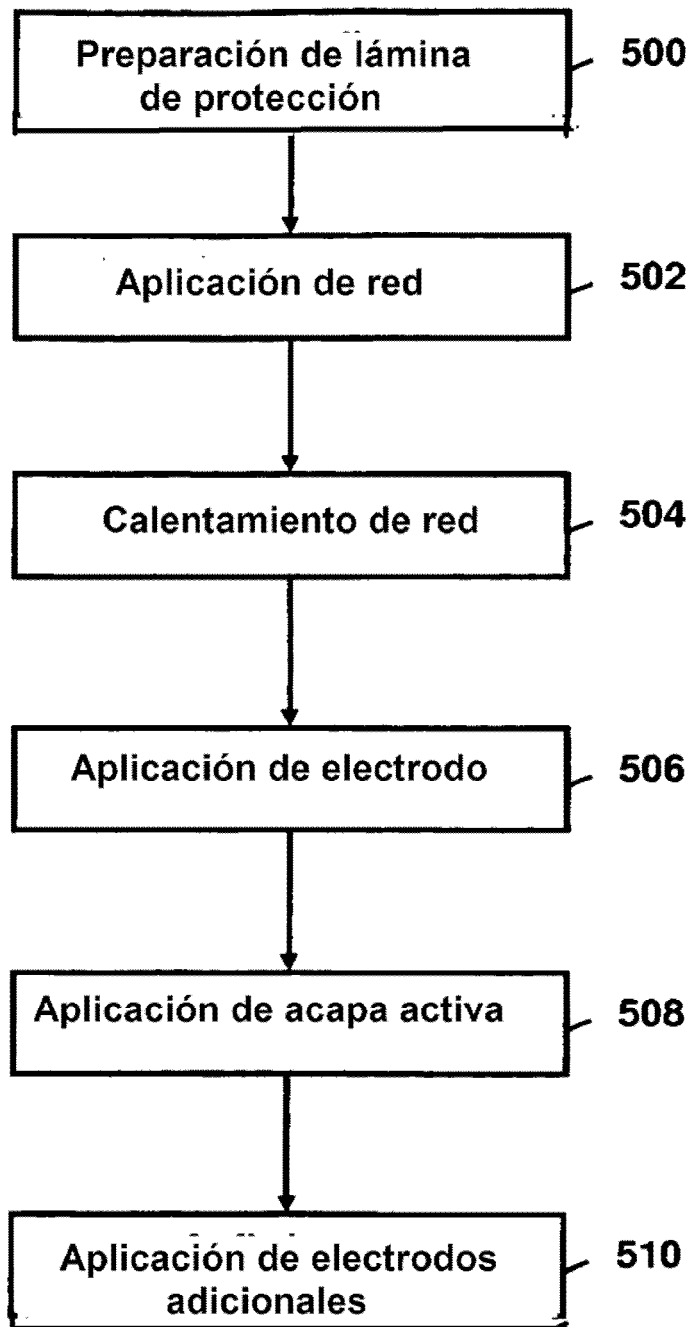


Figura 5

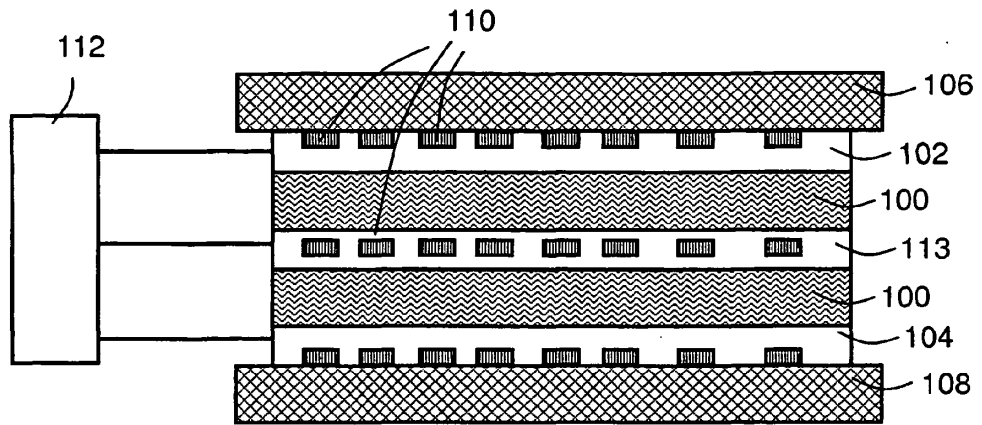


Figura 6

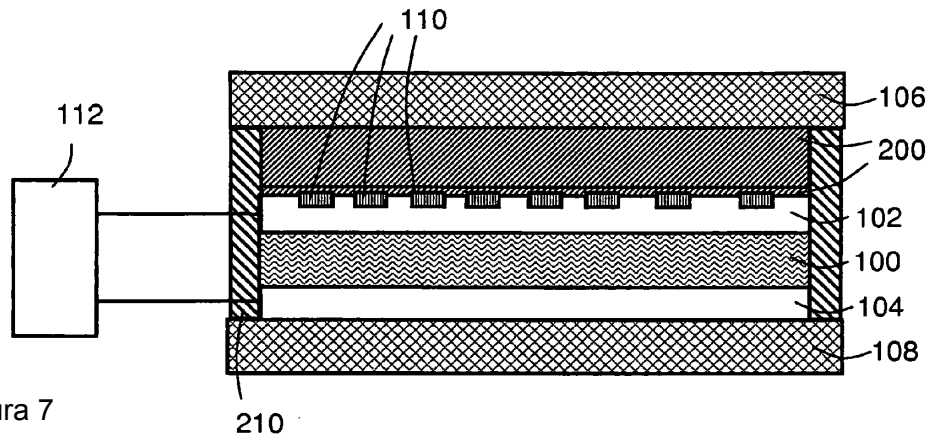


Figura 7

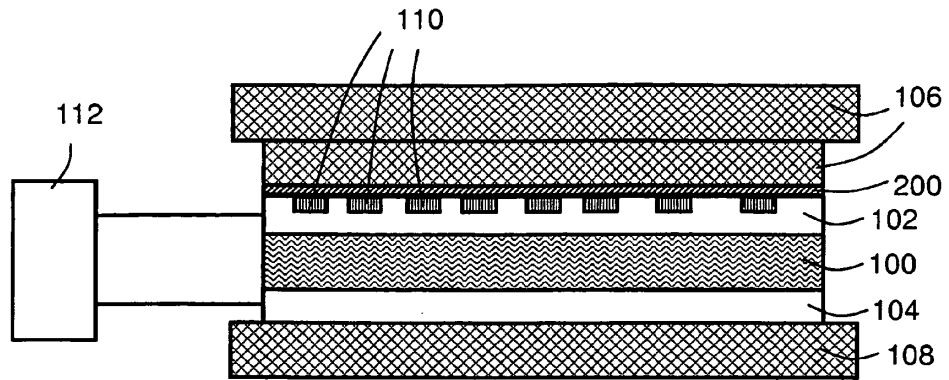


Figura 8

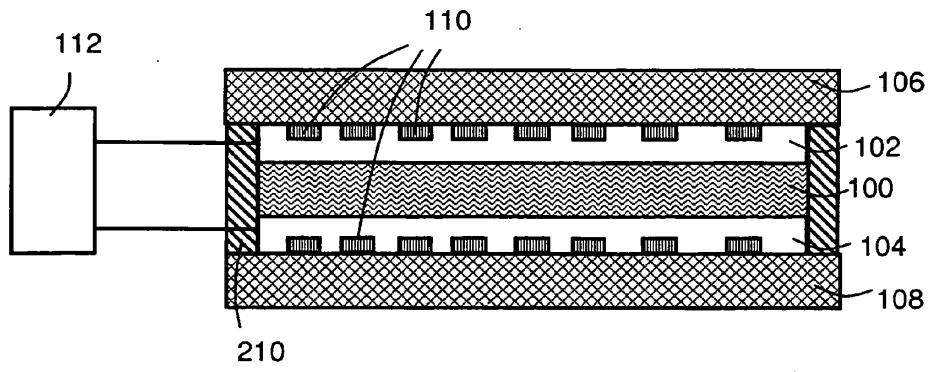


Figura 9

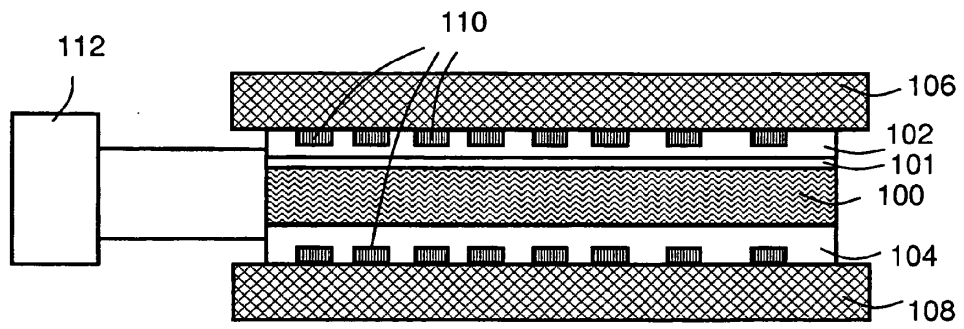


Figura 10