

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 499**

51 Int. Cl.:

| | | | |
|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
| B23K 26/40 | (2014.01) | B23K 103/16 | (2006.01) |
| B32B 17/10 | (2006.01) | | |
| G02F 1/1343 | (2006.01) | | |
| G02F 1/17 | (2009.01) | | |
| G02F 1/155 | (2006.01) | | |
| H01L 51/52 | (2006.01) | | |
| H01L 51/00 | (2006.01) | | |
| B23K 26/57 | (2014.01) | | |
| B23K 26/53 | (2014.01) | | |
| B23K 101/38 | (2006.01) | | |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2013 PCT/EP2013/070869**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14072137**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2013 E 13774148 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2917782**

54 Título: **Lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables**

30 Prioridad:

08.11.2012 EP 12191779

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

01.07.2020

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**BEHMKE, MICHAEL;
LETOCART, PHILIPPE y
MENNIG, JULIUS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 770 499 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

Lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables

La invención se refiere a una lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables, a un procedimiento para su producción y a su uso.

5 Se conocen acristalamientos con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. Tales acristalamientos contienen un elemento funcional, que contiene, típicamente, una capa activa entre dos electrodos planos. Las propiedades ópticas de la capa activa se pueden modificar mediante una tensión aplicada a los electrodos planos. Un ejemplo de esto son los elementos funcionales electrocrómicos, que se conocen, por ejemplo, por la patente estadounidense US 20120026573 A1 y la solicitud de patente WO 2012007334 A1. Otro ejemplo son los elementos funcionales de SPD
10 (*suspended particle device*, dispositivo de partículas suspendidas), que se conocen, por ejemplo, por la patente europea EP 0876608 B1 y la solicitud de patente WO 2011033313 A1. Gracias a la tensión aplicada se puede controlar la transmisión de luz visible a través de elementos funcionales electrocrómicos o de SPD. Por lo tanto, los acristalamientos con tales elementos funcionales se pueden oscurecer eléctricamente de forma cómoda.

15 Con frecuencia se facilitan elementos funcionales eléctricamente conmutables como láminas multicapa. A este respecto, el elemento funcional en sí está dispuesto entre dos láminas de soporte poliméricas. Tales láminas multicapa posibilitan una producción simplificada de un acristalamiento eléctricamente conmutable. Típicamente, la lámina multicapa se lamina entre dos planchas de vidrio con métodos convencionales, generándose un vidrio compuesto con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. En particular, las láminas multicapa se pueden adquirir en el mercado, de tal manera que el fabricante del acristalamiento en sí no tiene que fabricar él mismo el elemento funcional conmutable.
20

Con frecuencia se desea que los electrodos planos de un elemento funcional con propiedades ópticas conmutables presenten una estructuración. Una estructuración de este tipo, en particular, es al menos una interrupción del electrodo plano por una zona eléctricamente no conductiva en forma de línea. De este modo se pueden realizar, por ejemplo, elementos funcionales con subzonas que se pueden conmutar independientemente una de otra. Además, con ello se pueden realizar subzonas localmente delimitadas del elemento funcional, que son transparentes para radiación electromagnética (las denominadas ventanas de comunicación).
25

Si un electrodo plano de una lámina multicapa se ha de dotar de una estructuración, es posible recortar mecánicamente el electrodo plano a través de la lámina de soporte. A este respecto, no obstante, de forma inevitable se daña la lámina de soporte, lo que conduce a una protección reducida de la lámina multicapa frente a la corrosión. Además, también se puede dañar la capa activa. Las líneas de estructuración introducidas mecánicamente presentan además un gran espesor, por lo que el observador las percibe visualmente como molestas. El recorte mecánico de un electrodo plano, por lo demás, con frecuencia tiene como consecuencia que el electrodo plano se doble a lo largo del canto de corte en dirección de la capa activa y del electrodo plano opuesto, lo que puede dar lugar a cortocircuitos.
30

La solicitud de patente de Estados Unidos 2010/0221853 A1 muestra una disposición en la que se introduce, mediante láser, una estructura en un electrodo plano. La estructura se extiende hasta el borde del electrodo plano y está contactada eléctricamente.
35

Un objetivo de la presente invención es facilitar una lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables mejorada con respecto al estado de la técnica. Otro objetivo de la presente invención es facilitar un procedimiento mejorado para la producción de una lámina multicapa de este tipo con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. El procedimiento ha de posibilitar la estructuración de un electrodo plano de una lámina multicapa, evitándose las desventajas según el estado de la técnica.
40

El objetivo de la presente invención se resuelve, según la invención, mediante una lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables según la reivindicación 1, mediante un procedimiento para la producción de la lámina multicapa según la reivindicación 10 y mediante un uso de la lámina multicapa según la reivindicación 15. Se definen otras configuraciones de la invención en las reivindicaciones dependientes.
45

La línea eléctricamente no conductiva está introducida en una capa eléctricamente conductiva de una lámina multicapa prelamada. Esto significa que la línea eléctricamente no conductiva, según la invención, se ha introducido en la capa eléctricamente conductiva después de la unión de las láminas de soporte, de las capas eléctricamente conductoras y de la capa activa para dar la lámina multicapa.

50 En una configuración ventajosa, la línea eléctricamente no conductiva se ha introducido a través de la lámina de soporte adyacente en la capa eléctricamente conductiva. Por la lámina de soporte adyacente se ha de entender, en el sentido de la invención, la lámina de soporte que está dispuesta en el lado, opuesto a la capa activa, de la capa eléctricamente conductiva en la que está introducida la línea eléctricamente no conductiva. Por lo tanto, la capa eléctricamente conductiva con la línea eléctricamente no conductiva está dispuesta entre la lámina de soporte adyacente a la misma y la capa activa. Sin embargo, en principio también es posible introducir la línea eléctricamente no conductiva en la capa eléctricamente conductiva a través de la lámina de soporte no adyacente (y a través de la otra capa eléctricamente conductiva así como la capa activa).
55

5 La lámina multicapa es una pila de capas, comprendiendo las capas de la pila de capas al menos una primera lámina de soporte, una primera capa eléctricamente conductiva, una capa activa, una segunda capa eléctricamente conductiva y una segunda lámina de soporte, que están dispuestas unas sobre otras en este orden en términos de superficie. Las capas de la pila de capas están unidas unas a otras permanentemente de forma estable, por ejemplo mediante adhesión o laminación. La primera lámina de soporte es la lámina de soporte adyacente a la primera capa eléctricamente conductiva. La segunda lámina de soporte es la lámina de soporte adyacente a la segunda capa eléctricamente conductiva.

10 El objetivo de la presente invención además se resuelve, según la invención, mediante un procedimiento para la producción de una lámina multicapa según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables, en donde en una lámina multicapa al menos

A) la radiación de un láser se enfoca a través de la lámina de soporte sobre al menos una capa eléctricamente conductiva y

B) la radiación del láser se mueve sobre la capa eléctricamente conductiva y, a este respecto, se introduce al menos una línea eléctricamente no conductiva en la capa eléctricamente conductiva.

15 Las capas individuales de la lámina multicapa se unen unas a otras hasta dar la lámina multicapa terminada, antes de que se lleve a cabo el procedimiento según la invención y se introduzca, a este respecto, la línea no conductiva. Por lo tanto, la lámina multicapa se facilita como lámina multicapa prelaminada.

20 Como una lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables se denomina, en el sentido de la invención, no solo una lámina multicapa cuyas propiedades ópticas, por ejemplo la transmisión de luz visible, se pueden conmutar entre dos estados discretos, por ejemplo un estado opaco y uno transparente. Por la misma se ha de entender también aquellas láminas multicapa cuyas propiedades ópticas se pueden regular de forma gradual.

25 Por una línea eléctricamente no conductiva (o línea de estructuración) se ha de entender, en el sentido de la invención, una zona en forma de línea en el interior de la capa eléctricamente conductiva, que no es eléctricamente conductiva y que se extiende a lo largo de la totalidad del espesor de la capa eléctricamente conductiva. La línea se introduce, según la invención, mediante un láser en la capa eléctricamente conductiva y se genera mediante degeneración inducida por láser en el interior de la capa eléctricamente conductiva. Una degeneración inducida por láser de este tipo es, por ejemplo, la retirada de la capa eléctricamente conductiva o un cambio químico de la capa eléctricamente conductiva. Mediante la degeneración inducida por láser se consigue una interrupción de la conductividad eléctrica de la capa.

30 Al menos una de las capas eléctricamente conductivas está dotada, según la invención, de al menos una línea eléctricamente no conductiva. Naturalmente, la capa eléctricamente conductiva puede presentar también más de una línea eléctricamente no conductiva. Incluso las dos capas eléctricamente conductivas pueden presentar, en cada caso, al menos una línea eléctricamente no conductiva.

35 El elemento funcional en sí con propiedades ópticas eléctricamente conmutables se forma por las dos capas eléctricamente conductivas y la capa activa. A este respecto, las capas eléctricamente conductivas forman electrodos planos. Mediante la aplicación de una tensión a los electrodos planos, por ejemplo mediante cambio de la tensión aplicada en los electrodos planos, se puede influir en las propiedades ópticas de la capa activa, en particular en la transmisión y/o la dispersión de luz visible.

40 En la lámina multicapa según la invención, el elemento funcional en sí está dispuesto entre al menos dos láminas de soporte. Una lámina multicapa de este tipo está prevista en particular para ser unida con al menos un cristal hasta dar un acristalamiento con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. La ventaja de una lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables radica en una producción sencilla del acristalamiento. El elemento funcional en sí está protegido por las láminas de soporte ventajosamente frente a un daño, en particular frente a la corrosión, y se puede facilitar antes de la producción del acristalamiento también en un mayor número de piezas, lo que puede ser deseable por motivos económicos y en cuanto a la técnica del procedimiento. Si el acristalamiento es un vidrio compuesto, entonces la lámina multicapa durante la producción se puede colocar fácilmente en el compuesto, que entonces se lamina con procedimientos convencionales hasta dar el vidrio compuesto.

45 La gran ventaja de la invención radica en la introducción de las líneas eléctricamente no conductivas mediante elaboración con láser en una lámina multicapa facilitada de antemano. El fabricante del acristalamiento puede producir la lámina multicapa antes de la producción del acristalamiento en un gran número de piezas o también puede adquirir la misma en el mercado. Las líneas eléctricamente no conductivas se introducen a continuación en función de los requisitos del caso particular. La introducción de las líneas eléctricamente no conductivas mediante elaboración con láser presenta, frente a un mecanizado mecánico, una serie de ventajas. Por un lado, la línea eléctricamente no conductiva se introduce de forma selectiva en la capa eléctricamente conductiva. La lámina de soporte no se daña, de tal manera que la capa activa y las capas eléctricamente conductivas quedan protegidas, también después de la introducción de la línea eléctricamente no conductiva, frente a la corrosión y el envejecimiento. También se puede evitar el daño de la capa activa. Por otro lado se evita que la capa eléctricamente conductiva se doble a lo largo del canto de corte en dirección de la capa activa y de la otra capa eléctricamente conductiva, tal como puede ocurrir en el

caso del recorte mecánico de la capa eléctricamente conductiva. Por ello se pueden evitar cortocircuitos durante el funcionamiento de la lámina multicapa conmutable. Además, mediante la elaboración con láser se consigue una elevada resolución, por lo que se pueden realizar líneas de estructuración más finas que en el caso del mecanizado mecánico. Las líneas más finas son menos fácilmente visibles para un observador, lo que posibilita la producción de

5 acristalamientos más estéticos y visualmente más agradables.

La lámina multicapa según la invención se caracteriza, con respecto al estado de la técnica, en particular por que la lámina de soporte, a través de la cual se ha introducido la línea eléctricamente no conductiva en la capa eléctricamente conductiva (preferiblemente la lámina de soporte adyacente a la capa eléctricamente conductiva), no está dañada, es decir, no presenta interrupción alguna, en particular ninguna interrupción por encima de la línea eléctricamente no

10 conductiva.

Las capas eléctricamente conductivas están previstas para ser unidas eléctricamente con al menos una fuente de tensión externa de forma en sí conocida, para servir de electrodos planos del elemento funcional conmutable. La unión eléctrica se realiza mediante cables de unión adecuados, por ejemplo, conductores de lámina, que se unen opcionalmente a través de los denominados conductores colectores (*bus bars*, barras colectoras), por ejemplo, tiras de un material eléctricamente conductivo o impresiones eléctricamente conductivas, con las capas eléctricamente

15 conductivas. La aplicación de los cables de unión en las capas eléctricamente conductivas se puede realizar, en cuanto al tiempo, antes o después de la introducción de la línea eléctricamente no conductiva según la invención, por ejemplo, mediante soldadura indirecta, adhesión o colocación en la lámina multicapa.

Las láminas de soporte contienen preferiblemente al menos un polímero termoplástico, de forma particularmente preferible poli(tereftalato de etileno) (PET), etileno-acetato de vinilo (EVA) y/o polivinilbutiral (PVB), de forma muy particularmente preferible poli(tereftalato de etileno) (PET). Esto es particularmente ventajoso desde el punto de vista de la estabilidad de la lámina multicapa. Las láminas de soporte pueden contener, no obstante, también por ejemplo polipropileno, policarbonato, poli(metacrilato de metilo), poliacrilato, poli(cloruro de vinilo), resina de poliacetato, acrilatos, etileno-propileno fluorados, poli(fluoruro de vinilo) y/o etileno-tetrafluoroetileno. El espesor de cada lámina de soporte asciende preferiblemente a de 0,1 mm a 1 mm, de forma particularmente preferible a de 0,1 mm a 0,2 mm. Gracias a láminas de soporte con un espesor tan reducido se consigue ventajosamente, por un lado, un espesor reducido del acristalamiento en el que se ha de emplear la lámina multicapa. Por otro lado, se garantiza una protección eficaz de la capa activa y de las capas eléctricamente conductivas.

20 Las capas eléctricamente conductivas son preferiblemente transparentes. Las capas eléctricamente conductivas contienen preferiblemente al menos un metal, una aleación de metal o un óxido conductivo transparente (*transparent conducting oxide*, TCO). Las capas eléctricamente conductivas contienen preferiblemente al menos un óxido conductivo transparente. Se ha mostrado que las capas eléctricamente conductivas de un óxido conductivo transparente son especialmente adecuadas para la elaboración con láser según la invención. Las capas eléctricamente conductivas contienen de forma particularmente preferible al menos óxido de indio-estaño (ITO).

25 Las capas eléctricamente conductivas pueden contener, no obstante, también por ejemplo plata, oro, cobre, níquel, cromo, wolframio, óxido de indio-zinc (IZO), estanato de cadmio, estanato de zinc, óxido de zinc dopado con galio o dopado con aluminio u óxido de estaño dopado con flúor o dopado con antimonio.

30 Las capas eléctricamente conductivas presentan preferiblemente un espesor de 10 nm a 2 μ m, de forma particularmente preferible de 20 nm a 1 μ m, de forma muy particularmente preferible de 30 nm a 500 nm y en particular de 50 nm a 200 nm. Con ello se consigue un contactado eléctrico ventajoso de la capa activa y una introducción eficaz de la línea eléctricamente no conductiva según la invención.

El elemento funcional conmutable en sí de la lámina multicapa según la invención puede ser, en principio, cualquier elemento funcional en sí conocido por el experto en la técnica con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. La configuración de la capa activa se rige por el tipo del elemento funcional.

35 En una configuración ventajosa de la invención, la lámina multicapa es un elemento funcional electrocrómico. A este respecto, la capa activa de la lámina multicapa es una capa electroquímicamente activa. La transmisión de luz visible depende del grado de incorporación de iones en la capa activa, facilitándose los iones, por ejemplo, por una capa de acumulación de iones entre la capa activa y un electrodo plano. La transmisión se puede ver influida por la tensión aplicada en los electrodos planos, que provoca una migración de los iones. Las capas activas adecuadas contienen por ejemplo al menos óxido de wolframio u óxido de vanadio. Se conocen elementos funcionales electrocrómicos, por ejemplo, por la solicitud de patente WO 2012007334 A1, la patente estadounidense US 20120026573 A1, la solicitud de patente WO 2010147494 A1 y la patente europea EP 1862849 A1.

40 En otra configuración ventajosa de la invención, la lámina multicapa es un elemento funcional de PDLC (*polymer dispersed liquid crystal*, cristal líquido dispersado en polímero). A este respecto, la capa activa contiene cristales líquidos que están incorporados, por ejemplo, en una matriz de polímero. Si no se aplica ninguna tensión en los electrodos planos, los cristales líquidos están alineados de forma desordenada, lo que conduce a una intensa dispersión de la luz que atraviesa la capa activa. Si se aplica una tensión a los electrodos planos, entonces los cristales líquidos se alinean en una dirección común y aumenta la transmisión de la luz a través de la capa activa. Un elemento

funcional de este tipo se conoce, por ejemplo, por la patente alemana DE 102008026339 A1.

En otra configuración ventajosa de la invención, la lámina multicapa es un elemento funcional electroluminiscente. A este respecto, la capa activa contiene materiales electroluminiscentes, que pueden ser inorgánicos u orgánicos (OLED). Mediante la aplicación de una tensión a los electrodos planos se excita la luminiscencia de la capa activa.

5 Tales elementos funcionales se conocen, por ejemplo, por la patente estadounidense US 2004227462 A1 y la solicitud de patente WO 2010112789 A2.

En otra configuración ventajosa de la invención, la lámina multicapa es un elemento funcional de SPD (dispositivo de partículas suspendidas). A este respecto, la capa activa contiene partículas suspendidas, que están incorporadas preferiblemente en una matriz viscosa. La absorción de luz por la capa activa se puede modificar mediante la aplicación

10 de una tensión a los electrodos planos, que conduce a un cambio de la orientación de las partículas suspendidas. Tales elementos funcionales se conocen, por ejemplo, por la patente europea EP 0876608 B1 y la solicitud de patente WO 2011033313 A1.

La lámina multicapa puede presentar naturalmente, además de la capa activa, las capas eléctricamente conductorvas y las láminas de soporte, otras capas en sí conocidas, por ejemplo capas de barrera, capas de bloqueo, capas anti-reflectantes o reflectantes, capas de protección y/o capas de alisado.

15

El área de la lámina multicapa según la invención puede variar mucho y adaptarse, de este modo, a los requisitos del caso particular. El área asciende por ejemplo a de 100 cm² a 20 m². Preferiblemente, la lámina multicapa presenta un área de 400 cm² a 6 m², tal como es habitual para la producción de acristalamientos de vehículos y de acristalamientos de edificaciones y arquitectónicos.

La anchura de línea de la línea eléctricamente no conductiva según la invención puede ascender, por ejemplo, a menos de o igual a 500 μm. En una configuración preferible de la invención, la anchura de línea asciende a de 10 μm a 150 μm, de forma particularmente preferible a de 20 μm a 50 μm, por ejemplo, a de 30 μm a 40 μm. En este intervalo para la anchura de línea se consiguen resultados particularmente buenos. Por un lado, la línea eléctricamente no conductiva es suficientemente ancha para conducir a una interrupción eficaz de la capa eléctricamente conductiva.

20

Por otro lado, la anchura de línea ventajosamente es reducida para ser únicamente poco visible para un observador. Las líneas de estructuración con estas anchuras reducidas de líneas solo se pueden realizar con dificultad, o no se pueden realizar en absoluto, con procedimientos de mecanizado mecánicos. La anchura de línea se puede ajustar en el procedimiento según la invención en particular mediante la extensión del foco de la radiación láser así como mediante la potencia de la radiación láser.

25

En la invención, la capa eléctricamente conductiva se divide mediante la al menos una línea eléctricamente no conductiva en al menos dos subzonas, que están unidas una con otra de forma eléctricamente no conductora. Esto se consigue al estar configurada la línea como forma cerrada sin extremos. De este modo, al menos una subzona de la capa eléctricamente conductiva se puede aislar eléctricamente del resto de la capa que sirve de electrodo plano. La propia subzona aislada no está prevista para ser contactada eléctricamente y unirse con una fuente de tensión externa, de tal manera que no sirve de electrodo plano. Por la subzona aislada de la capa eléctricamente conductiva, por lo tanto, en caso de un cambio de la tensión aplicada en los electrodos planos no se activa ningún proceso de conmutación de las propiedades ópticas de la capa activa. Una subzona aislada de este tipo de la capa eléctricamente conductiva puede estar configurada, por ejemplo, como figura geométrica, pictograma, letra, número o símbolo. Por lo tanto, la lámina multicapa en la zona de la subzona aislada de la capa eléctricamente conductiva no se ve afectada por una conmutación de las propiedades ópticas. Por lo tanto, la forma formada por la subzona aislada se hace visible de manera estéticamente agradable.

30

35

40

En otra configuración de la invención, la capa eléctricamente conductiva se divide por la al menos una línea eléctricamente no conductiva en al menos dos subzonas, que están unidas una con otra de forma eléctricamente no conductora. Cada subzona está prevista para unirse con una de al menos dos fuentes de tensión independientes. Por lo tanto, cada subzona sirve de electrodo plano. De este modo, se puede realizar una lámina multicapa con subzonas cuyas propiedades ópticas se pueden conmutar independientemente entre sí. Al menos una subzona de la capa eléctricamente conductiva puede estar configurada, por ejemplo, como figura geométrica, pictograma, letra, número o símbolo y unirse con una fuente de tensión distinta a la de la subzona circundante de la capa eléctricamente conductiva. Mediante la selección adecuada de los estados de conmutación se puede hacer visible la figura geométrica, el pictograma, la letra, el número o el símbolo de forma estéticamente agradable. Se pueden realizar también láminas multicapa con zonas de gran área, conmutables independientemente entre sí. Con una lámina multicapa de este tipo se pueden producir, por ejemplo, cristales de techo de un automóvil, cuyas propiedades ópticas en la zona del conductor y en la zona de los asientos traseros se pueden conmutar de forma diferente, o en los que se puede ajustar incluso una evolución de las propiedades ópticas, en particular de la transmisión de la luz visible, mediante una pluralidad de zonas conmutables de forma independiente. Otra posibilidad de aplicación ilustrativa es la producción de acristalamientos de gran área de una oficina grande, pudiendo conmutarse las propiedades ópticas independientemente entre sí en la zona de los distintos puestos de trabajo.

45

50

55

Si una de las dos capas eléctricamente conductorvas según la invención se divide por la al menos una línea

eléctricamente no conductiva en al menos dos subzonas eléctricamente no unidas una con otra, que sirven para la división del electrodo plano, entonces la otra de las dos capas eléctricamente conductoras según la invención preferiblemente no presenta ninguna línea eléctricamente no conductiva. Esto es particularmente ventajoso desde el punto de vista de una producción sencilla de la lámina multicapa según la invención. La anchura de línea de la línea eléctricamente no conductiva, a este respecto, asciende preferiblemente a de 10 μm a 150 μm , de forma particularmente preferible a de 20 μm a 50 μm . Para el experto en la técnica fue inesperado y sorprendente que mediante una línea de estructuración con una anchura tan reducida se pudiesen configurar en solo una de las capas eléctricamente conductoras subzonas en la lámina multicapa, cuyas propiedades ópticas se pueden conmutar independientemente unas de otras.

Como alternativa, no obstante, también las dos capas eléctricamente conductoras pueden presentar al menos una línea eléctricamente no conductiva. Las dos capas eléctricamente conductoras se pueden dividir por ello, por ejemplo, en subzonas coincidentes. Las subzonas de las capas eléctricamente conductoras se pueden diferenciar, no obstante, también en la forma y/o en la posición. En particular, las capas eléctricamente conductoras pueden presentar subzonas en forma de diferentes figuras, símbolos o pictogramas, que están dispuestos, al trasluz a través de la lámina multicapa, aproximadamente de forma superpuesta. Mediante la selección adecuada de los estados de conmutación se pueden realizar así láminas multicapa en las que aparece en el mismo punto, dependiendo del estado de conmutación, en cada caso uno de dos símbolos diferentes.

En otra configuración de la invención, mediante la al menos una línea eléctricamente no conductiva se puede configurar una denominada ventana de comunicación o ventana de transmisión de datos. Las capas eléctricamente conductoras típicamente no son transparentes para la radiación electromagnética en el intervalo del infrarrojo, de microondas y de radio. Mediante la línea eléctricamente no conductiva se pueden generar una o varias zonas que son transparentes para la radiación electromagnética. Esto con frecuencia se desea para garantizar la transmisión de, por ejemplo, señales de GPS, radio o telecomunicación, a través de un acristalamiento dotado de la lámina multicapa. Mediante la línea eléctricamente no conductiva según la invención se introduce para esto al menos una interrupción local en la capa eléctricamente conductiva. Preferiblemente, las dos capas eléctricamente conductoras presentan al menos una línea eléctricamente no conductiva, estando dispuestas las líneas de las dos capas eléctricamente conductoras al menos en parte de forma coincidente (es decir, coincidiendo entre sí). Esto significa que la línea de estructuración de la primera capa eléctricamente conductiva presenta al menos una sección que está configurada y dispuesta de forma coincidente con al menos una sección de la línea de estructuración de la segunda capa eléctricamente conductiva al trasluz de la lámina multicapa. Las secciones son coincidentes cuando la proyección ortogonal de la sección de la línea de estructuración de la primera capa eléctricamente conductiva sobre la segunda capa eléctricamente conductiva forma el área de la sección de la línea de estructuración de la segunda capa eléctricamente conductiva. Mediante líneas eléctricamente no conductoras al menos en parte coincidentes, preferiblemente coincidentes, en las dos capas eléctricamente conductoras, la lámina multicapa en su totalidad ventajosamente se hace transparente en una zona para radiación electromagnética para la transmisión de datos. Las líneas eléctricamente no conductoras pueden estar configuradas, por ejemplo, como líneas rectas, cruces o rejillas.

Si en las dos capas eléctricamente conductoras se ha de incorporar en cada caso al menos una línea eléctricamente no conductiva, estando configuradas las líneas de forma coincidente, las líneas de las dos capas eléctricamente conductoras se pueden introducir una tras otra en el tiempo. Es una ventaja particular del procedimiento según la invención que las líneas de estructuración se pueden introducir con la elevada precisión y reproducibilidad, necesarias para ello, en las capas eléctricamente conductoras. Si se aplica el procedimiento según la invención a una lámina multicapa con una capa activa adecuada, en particular con una capa activa con un grado de absorción suficientemente reducido con respecto a la longitud de onda de la radiación láser, como alternativa las dos capas eléctricamente conductoras pueden ser abarcadas por el foco de la radiación láser y se pueden introducir al mismo tiempo las líneas de estructuración.

Naturalmente, son posibles también combinaciones de las configuraciones descritas en un único elemento funcional laminado.

La línea eléctricamente no conductiva se introduce según la invención mediante un láser en la capa eléctricamente conductiva. La radiación del láser penetra a través de una lámina de soporte en la lámina multicapa. La radiación del láser se enfoca preferiblemente mediante al menos un elemento óptico, por ejemplo una lente o un objetivo, sobre la capa eléctricamente conductiva. Son particularmente adecuadas lentes f-theta u objetivos f-theta. Estos conducen a que los focos de la radiación láser con diferentes ángulos de salida estén dispuestos en un plano y posibilitan una velocidad constante del movimiento de la radiación láser sobre la capa eléctricamente conductiva.

La distancia focal del elemento de enfoque determina la extensión del foco de la radiación láser. La distancia focal del elemento óptico de enfoque asciende preferiblemente a de 5 cm a 100 cm, de forma particularmente preferible a de 10 cm a 40 cm. Con ello se consiguen resultados particularmente buenos. Una distancia focal menor del elemento óptico requiere una distancia de trabajo demasiado reducida entre la capa eléctricamente conductiva y el elemento óptico. Una mayor distancia focal conduce a una mayor extensión del foco del láser, por lo que se limitan la capacidad de resolución del procedimiento de estructuración y la densidad de potencia en el foco.

Entre en el láser y el elemento óptico de enfoque, la radiación del láser se puede conducir a través de al menos una

guía de ondas de luz, por ejemplo, una fibra de vidrio. Pueden estar dispuestos también otros elementos ópticos en la trayectoria del haz del láser, por ejemplo colimadores, obturadores, filtros o elementos para la duplicación de frecuencia.

5 La línea eléctricamente no conductiva se introduce mediante un movimiento de la radiación del láser con respecto a la lámina multicapa en la capa eléctricamente conductiva. En una realización ventajosa, la lámina multicapa durante la introducción de la línea es estacionaria y la radiación del láser se mueve sobre la capa eléctricamente conductiva. El movimiento de la radiación del láser se realiza preferiblemente a través de al menos un espejo, que está unido con un componente móvil. Mediante el componente móvil, el espejo se puede inclinar en dos direcciones, preferiblemente dos direcciones ortogonales una con respecto a otra, de forma particularmente preferible en horizontal y vertical. El movimiento de la radiación del láser se puede realizar también mediante varios espejos unidos en cada caso con un componente móvil. Por ejemplo, el movimiento de la radiación del láser se puede realizar mediante dos espejos, pudiendo inclinarse un espejo en dirección horizontal y el otro espejo, en dirección vertical.

10 Como alternativa, el movimiento de la radiación del láser se puede realizar mediante un movimiento del elemento de enfoque y del láser o mediante un movimiento del elemento de enfoque y de una guía de ondas de luz sobre la lámina multicapa estacionaria. Como alternativa, la radiación del láser puede ser estacionaria y se puede mover la lámina multicapa para la introducción de la línea eléctricamente no conductiva.

15 La radiación del láser se mueve preferiblemente con una velocidad de 100 mm/s a 10000 mm/s, de forma particularmente preferible de 200 mm/s a 5000 mm/s, de forma muy particularmente preferible de 300 mm/s a 2000 mm/s sobre la capa eléctricamente conductiva, por ejemplo de 500 mm/s a 1000 mm/s. Con ello se consiguen resultados particularmente buenos.

20 La longitud de onda de la radiación láser con la que se introduce la línea eléctricamente conductiva en la capa eléctricamente conductiva se ha de seleccionar de forma adecuada, de modo que la capa eléctricamente conductiva presente una absorción suficientemente elevada de la radiación láser y que la lámina de soporte presente una absorción suficientemente reducida de la radiación láser. Por ello se introduce la línea ventajosamente de forma selectiva en la capa eléctricamente conductiva sin que se dañe la lámina de soporte. A este respecto, se ha de tener en cuenta que mediante el enfoque de la radiación láser, la densidad de potencia en la capa eléctricamente conductiva es claramente mayor que en la capa de soporte.

25 El grado de absorción de la capa eléctricamente conductiva, en la que se ha de introducir la línea eléctricamente no conductiva, con respecto a la radiación láser asciende preferiblemente a más del o igual al 0,1 %, de forma particularmente preferible a más del o igual al 0,3 %, por ejemplo, a del 0,3 % al 20 %. El grado de absorción de la capa eléctricamente conductiva con respecto a la radiación láser de forma muy particularmente preferible asciende a más del o igual al 5 % y en particular es de más del o igual al 10 %. El grado de absorción de la lámina de soporte a través de la cual se enfoca la radiación láser sobre la capa eléctricamente conductiva, con respecto a la radiación láser asciende preferiblemente a menos del o igual al 15 %, de forma particularmente preferible a menos del o igual al 10 %, de forma muy particularmente preferible a menos del o igual al 7 %.

30 La relación de la absorción de la capa eléctricamente conductiva con respecto a la absorción de la capa de soporte a la longitud de onda de la radiación láser asciende, en una realización particularmente ventajosa, a más de o igual a 0,5, de forma particularmente preferible a más de o igual a 1, de forma muy particularmente preferible a más de o igual a 1,5 y en particular a más de o igual a 2. Con ello se consigue una introducción ventajosamente selectiva de la línea eléctricamente no conductiva en la capa eléctricamente conductiva.

35 En una realización preferible, la longitud de onda de la radiación láser con la que se introduce la línea eléctricamente no conductiva en la capa eléctricamente conductiva asciende a de 150 nm a 1200 nm, de forma particularmente preferible a de 200 nm a 500 nm, de forma muy particularmente preferible a de 250 nm a 400 nm. Se ha mostrado que este intervalo para la longitud de onda en el caso del uso de capas eléctricamente conductoras habituales y láminas de soporte habituales es particularmente adecuado para introducir la línea de forma selectiva en la capa eléctricamente conductiva.

40 Como láser se usa preferiblemente un láser de estado sólido, por ejemplo un láser de Nd:Cr:YAG, un láser de Nd:Ce:YAG, un láser de Yb:YAG, de forma particularmente preferible un láser de Nd:YAG. La radiación del láser para la generación de la longitud de onda deseada también se puede someter a duplicación de frecuencia una o varias veces. Sin embargo, se pueden usar también otros láseres, por ejemplo láser de fibra, láser de semiconductores, láser excimérico o láser gaseoso.

45 El láser se hace funcionar preferiblemente por impulsos. Esto es particularmente ventajoso con respecto a una elevada densidad de potencia y una introducción eficaz de la línea eléctricamente no conductiva. La frecuencia de impulso asciende preferiblemente a de 1 kHz a 200 kHz, de forma particularmente preferible a de 10 kHz a 100 kHz, por ejemplo de 30 kHz a 60 kHz. La longitud de impulso asciende preferiblemente a menos de o igual a 50 ns. Esto es particularmente ventajoso desde el punto de vista de la densidad de potencia del láser durante la estructuración con láser.

50 La potencia de salida de la radiación del láser asciende preferiblemente a de 0,1 W a 50 W, por ejemplo, a de 0,3 W

a 10 W. La potencia de salida necesaria depende en particular de la longitud de onda usada de la radiación láser así como del grado de absorción de la capa eléctricamente conductiva y se puede establecer mediante ensayos sencillos por el experto en la técnica. Se ha mostrado que la potencia de la radiación láser no influye en la anchura de línea de la línea eléctricamente no conductiva, conduciendo una mayor potencia a una mayor anchura de línea.

5 La invención comprende, además, un vidrio compuesto, estando dispuesta al menos una lámina multicapa según la invención entre al menos dos cristales en términos de superficie. La lámina multicapa está incorporada preferiblemente en la capa intermedia del vidrio compuesto. Para esto, cada lámina de soporte está unida preferiblemente a través de al menos una lámina de unión termoplástica con, en cada caso, un cristal. La unión se realiza bajo la acción de calor, vacío y/o presión según procedimientos en sí conocidos. Las láminas de unión termoplásticas contienen al menos un
10 polímero termoplástico, por ejemplo, etileno-acetato de vinilo, polivinilbutiral, poliuretano y/o poli(tereftalato de etileno). El espesor de las láminas de unión termoplásticas asciende preferiblemente a de 0,25 mm a 2 mm, por ejemplo, a 0,38 mm o 0,76 mm. Los cristales contienen preferiblemente vidrio, de forma particularmente preferible, vidrio laminado, vidrio flotado, vidrio cuarzoso, vidrio de borosilicato, vidrio a base de sodio y de cal o plásticos claros, de forma particularmente preferible plásticos claros rígidos, por ejemplo policarbonato o poli(metacrilato de metilo). Los
15 cristales pueden ser claros y transparentes o también pueden estar tintados o coloreados. El espesor de los cristales puede variar mucho y adaptarse de este modo a los requisitos del caso particular. El espesor de cada cristal asciende preferiblemente a de 0,5 mm a 15 mm, de forma particularmente preferible a de 1 mm a 5 mm. El vidrio compuesto puede presentar una forma tridimensional discrecional. El vidrio compuesto es preferiblemente plano o está doblado ligeramente o de forma intensa en una dirección o en varias direcciones del espacio.

20 La invención comprende un vidrio compuesto, que se puede obtener con el procedimiento según la invención.

La lámina multicapa según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables se usa preferiblemente en acristalamientos, en particular en cristales compuestos, en edificios, en particular en la zona de los accesos o de las ventanas, o en medios de transporte para el transporte por tierra, por aire o por agua, en particular en trenes, barcos, aviones y automóviles, por ejemplo, como cristal trasero, cristal lateral y/o cristal de techo.

25 La invención se explica con mayor detalle mediante un dibujo y ejemplos de realización. El dibujo es una representación esquemática y no está a escala. El dibujo no limita la invención en modo alguno. Muestran:

la Fig. 1 un corte transversal a través de una lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables durante el procedimiento según la invención,

30 la Fig. 2 una vista superior sobre una primera configuración de la lámina multicapa según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables,

la Fig. 3 un corte transversal a lo largo de A-A' a través de la lámina multicapa de la Fig. 2,

la Fig. 4 una vista superior sobre otra configuración de la lámina multicapa según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables,

35 la Fig. 5 una vista superior sobre otra configuración de la lámina multicapa según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables,

la Fig. 6 un corte transversal a lo largo de B-B' a través de la lámina multicapa de la Fig. 5,

la Fig. 7 la lámina multicapa de la Fig. 2 incorporada en la capa intermedia de un vidrio compuesto y

la Fig. 8 un ejemplo de realización del procedimiento según la invención mediante un diagrama de flujo.

40 La Fig. 1 muestra un corte transversal a través de una lámina multicapa 1 con propiedades ópticas eléctricamente conmutables durante el procedimiento según la invención. La lámina multicapa 1 es un elemento funcional de SPD. La lámina multicapa 1 comprende una primera lámina de soporte 5, una primera capa eléctricamente conductiva 3, una capa activa 2, una segunda capa eléctricamente conductiva 4 y una segunda lámina de soporte 6, que están dispuestas en el orden indicado unas sobre otras en términos de superficie. Las láminas de soporte 5, 6 están compuestas por poli(tereftalato de etileno) (PET) y presentan un espesor de 0,125 mm. Las capas eléctricamente
45 conductivas 3, 4 están compuestas por óxido de indio-estaño (ITO) y presentan un espesor de, por ejemplo, aproximadamente 50 nm. La capa activa 2 contiene partículas polarizadas suspendidas en una resina. Dependiendo de una tensión aplicada a las capas eléctricamente conductivas 3, 4, las partículas suspendidas se alinean a lo largo de una dirección común en el espacio. Gracias a la alineación de las partículas se reduce la absorción de luz visible. La transmisión de luz visible a través de la lámina multicapa 1 se puede controlar, por lo tanto, eléctricamente de forma
50 cómoda.

Con el procedimiento según la invención se introduce al menos una línea eléctricamente no conductiva 7 en la capa eléctricamente conductiva 3 de la lámina multicapa 1. La Fig. 1a muestra la lámina multicapa 1 durante la primera etapa del procedimiento. La radiación 9 de un láser 8 se enfoca mediante una lente f-theta como elemento de enfoque 10 a través de la lámina de soporte 5 en la posición x_0 sobre la capa eléctricamente conductiva 3. Mediante un espejo

11 móvil se puede mover la radiación 9 a lo largo de la dirección x sobre la capa eléctricamente conductiva 3. El movimiento de la radiación 9 conduce a una degeneración inducida por láser de la capa eléctricamente conductiva 3. La Fig. 1b muestra la lámina multicapa 1 durante la segunda etapa del procedimiento. La radiación 9 se ha movido de la posición x_0 a la posición x_1 . Por ello, entre las posiciones x_0 y x_1 se ha generado una línea eléctricamente no conductiva 7 en el interior de la capa eléctricamente conductiva 3. La línea 7 es una zona con forma de línea, eléctricamente no conductiva, en el interior de la primera capa eléctricamente conductiva 3, que se extiende a lo largo de la totalidad del espesor de la primera capa eléctricamente conductiva 3 y cuyo recorrido depende de la dirección de movimiento x . La línea 7, a este respecto, está introducida ventajosamente de forma selectiva en la capa eléctricamente conductiva 3. En particular, no se daña la lámina de soporte 5 durante la introducción de la línea 7.

La Fig. 2 y la Fig. 3 muestran, en cada caso, un detalle de una configuración de la lámina multicapa 1 según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. En la capa eléctricamente conductiva 3 se ha introducido, según la invención, una línea eléctricamente no conductiva 7. La capa eléctricamente conductiva 3 se divide por la línea 7 en dos subzonas, que están unidas una con otra de forma eléctricamente no conductora. La línea 7 está configurada para esto como forma cerrada, que está representada por simplicidad como un cuadrado. La subzona de la capa eléctricamente conductiva 3 en el interior de la forma cerrada formada por la línea 7 está aislada eléctricamente del resto de la capa eléctricamente conductiva 3.

Si se ha de usar la lámina multicapa 1 en el interior de un acristalamiento, entonces se pueden unir las capas eléctricamente conductoras 3, 4, por ejemplo, a través de conductores de lámina y otros cables de unión adecuados a una fuente de tensión externa. La unión con el conductor de lámina se realiza, a este respecto, preferiblemente en la zona del borde de las capas eléctricamente conductoras 3, 4. Dependiendo de la tensión aplicada se pueden cambiar las propiedades ópticas de la capa activa 2. La subzona aislada por la línea 7 de la capa eléctricamente conductiva 3, a este respecto, no da lugar a ningún cambio de las propiedades ópticas. La forma circundada por la línea 7, que en realidad puede estar configurada, por ejemplo, como símbolo de empresa, de este modo se hace visible.

La Fig. 4 muestra una vista superior sobre otra configuración de la lámina multicapa 1 según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. En la capa eléctricamente conductiva 3 según la invención se ha introducido una línea eléctricamente no conductiva 7. La capa eléctricamente conductiva 3 se divide por la línea 7 en dos subzonas, que están unidas una con otra de forma eléctricamente no conductora. Los dos extremos de la línea 7 están dispuestos para esto en un canto lateral de la capa eléctricamente conductiva 3.

Ya que las dos subzonas aisladas eléctricamente una de otra de la capa eléctricamente conductiva 3 se extienden hasta al menos un canto lateral de la capa eléctricamente conductiva 3, las dos subzonas se pueden unir de forma sencilla y ópticamente inaparente, por ejemplo, a través de, en cada caso, un conductor de lámina con dos fuentes de tensión independientes una de otra. Gracias a las dos subzonas de la capa eléctricamente conductiva 3 se pueden generar, por lo tanto, distintos estados de conmutación de las propiedades ópticas de la capa activa 2.

Si se usa la lámina multicapa 1 en el interior de un acristalamiento, entonces este acristalamiento presenta, por lo tanto, dos subzonas conmutables independientemente una de otra. La línea 7 puede estar configurada en realidad por ejemplo como símbolo de empresa, que se puede hacer visible por diferentes estados de conmutación de las dos subzonas.

En una configuración alternativa, la línea 7 puede tener su recorrido también, por ejemplo, desde un canto lateral de la capa eléctricamente conductiva 3 hasta el canto lateral opuesto, por lo que un acristalamiento que contiene la lámina multicapa 1 se puede dotar de dos secciones, cuyas propiedades ópticas, en particular la transmisión de luz visible, se pueden conmutar independientemente entre sí. Así, por dos operarios se puede seleccionar individualmente la intensidad de la luz que atraviesa el acristalamiento. Mediante múltiples líneas 7 es posible también la configuración de múltiples secciones conmutables independientemente unas de otras.

La Fig. 5 y la Fig. 6 muestran cada una un detalle de otra configuración de la lámina multicapa 1 según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. La capa eléctricamente conductiva 3 presenta, según la invención, líneas eléctricamente no conductoras 7, que forman la forma de una rejilla. La rejilla presenta, por ejemplo, una anchura de 10 cm y una longitud de 5 cm. Las líneas de rejilla adyacentes presentan, por ejemplo, una separación de 0,5 mm a 15 mm. En el dibujo, por simplicidad están representadas claramente menos líneas de rejilla de lo que es habitual en realidad. La capa eléctricamente conductiva 4 presenta así mismo líneas eléctricamente no conductoras 7', que están configuradas del mismo modo que las líneas 7. Las líneas 7 y las líneas 7' están dispuestas de forma coincidente. Esto significa que la proyección ortogonal de las líneas 7 sobre la capa eléctricamente conductiva 4 es congruente con las líneas 7'.

Las capas eléctricamente conductoras 3, 4 en sí no son transparentes para radiación en el intervalo del infrarrojo, de microondas y de radio. Mediante las líneas 7, 7', que interrumpen las capas eléctricamente conductoras 3, 4, se genera una zona en el interior de la lámina multicapa 1, a través de la cual se transmite radiación en intervalo del infrarrojo, de microondas y/o de radio. Las líneas 7, 7' configuran una denominada ventana de comunicación, de tal manera que por ejemplo las señales de GPS, radio y/o telecomunicación pueden atravesar un acristalamiento dotado de la lámina multicapa 1.

La Fig. 7 muestra un corte transversal a través de la lámina multicapa de la Fig. 2 y la Fig. 3 incorporada en la capa intermedia de un vidrio compuesto. La lámina de soporte 5 está unida a través de una primera lámina de unión 14 termoplástica con un primer cristal 12. La lámina de soporte 6 está unida a través de una segunda lámina de unión 15 termoplástica con un segundo cristal 13. Las láminas de unión 14, 15 termoplásticas están compuestas, por ejemplo, de etileno-acetato de vinilo (EVA) y presentan, en cada caso, un espesor de 0,38 mm. Los cristales 12, 13 están compuestos, por ejemplo, de vidrio a base de sodio y de cal y presentan espesores de, por ejemplo, aproximadamente 2 mm. Mediante la incorporación de la lámina multicapa 1 en la capa intermedia del vidrio compuesto se puede producir de forma sencilla un vidrio compuesto con propiedades ópticas eléctricamente conmutables. La unión de las capas individuales para dar el vidrio compuesto se realiza mediante procedimientos convencionales bajo la acción de temperatura, presión y/o vacío, colocándose la lámina multicapa 1 entre las láminas de unión 14, 15 termoplásticas.

La Fig. 8 muestra un ejemplo de realización del procedimiento según la invención para la producción de una lámina multicapa 1 según la invención con propiedades ópticas eléctricamente conmutables.

Ejemplos

Se facilitaron elementos funcionales de SPD como láminas multicapa 1 según la Fig. 1. En la capa eléctricamente conductiva 3 de las láminas multicapa 1 se introdujeron, mediante el procedimiento según la invención, líneas eléctricamente no conductivas 7. Para esto se enfocó la radiación láser 9 mediante una lente f-theta con una distancia focal de 20 cm sobre la capa eléctricamente conductiva 3 y se movió sobre la capa eléctricamente conductiva 3. El procedimiento se llevó a cabo con radiación láser 9 de dos longitudes de onda distintas. Como láser 8 se usó, en cada caso, un láser de Nd-YAG operado por impulsos con una longitud de onda de emisión de 1064 nm. En el Ejemplo 1 se generó, mediante una simple duplicación de frecuencia, una longitud de onda de 532 nm. En el Ejemplo 2 se generó, mediante una doble duplicación de frecuencia, una longitud de onda de 355 nm. Los valores para la longitud de onda λ , la duración de impulso τ , la frecuencia del tren de impulsos f , la velocidad de movimiento v y la potencia P de la radiación láser 9, el diámetro d del foco de radiación así como la absorción $A_3(\lambda)$ de la primera capa eléctricamente conductiva 3 y la absorción $A_5(\lambda)$ de la primera lámina de soporte 5 a la respectiva longitud de onda λ están indicados en la Tabla 1.

Tabla 1

| | λ / nm | T / ns | f / kHz | v / mm/s | P / W | d / μ m | $A_3(\lambda)$ / % | $A_5(\lambda)$ / % |
|-----------|----------------|--------|---------|----------|-------|-------------|--------------------|--------------------|
| Ejemplo 1 | 532 | 10 | 30 | 500 | 10 | 100 | 0,4 | 0,7 |
| Ejemplo 2 | 355 | 16 | 60 | 1000 | 0,3 | 40 | 12,6 | 5,7 |

Tanto en el Ejemplo 1 como en el Ejemplo 2 se pudieron introducir las líneas 7 de forma selectiva en la capa eléctricamente conductiva 3 sin dañar la lámina de soporte 5. Este resultado fue inesperado y sorprendente para el experto en la técnica.

En el Ejemplo 1, las líneas 7 presentaron anchuras de línea reducidas, que eran únicamente poco visibles para el observador. La anchura de línea ascendió aproximadamente a 100 μ m. La capa activa 2 presentó una ligera decoloración, sin embargo, no se vio alterada la funcionalidad de la capa activa 2. En el Ejemplo 2, la anchura de línea de las líneas 7 fue aún menor que en el Ejemplo 1 a causa del menor diámetro d . La anchura de línea ascendió aproximadamente a 40 μ m. La decoloración de la capa activa 2 presentaba una intensidad incluso menor. El motivo de ello era en particular la mayor absorción $A_3(\lambda)$, que hizo necesaria una baja densidad de potencia de la radiación láser 9 ($2,5 \cdot 10^7$ W/cm² en el Ejemplo 2 frente a $4,5 \cdot 10^8$ W/cm² en el Ejemplo 1) para la estructuración eficaz por láser. Como sabe el experto en la técnica, la densidad de potencia se puede calcular como $P/(\pi f \tau (d/2)^2)$. Las líneas 7 en su totalidad en el Ejemplo 2 eran incluso menos evidentes para el observador que en el Ejemplo 1.

Mediante las líneas eléctricamente no conductivas 7, la capa eléctricamente conductiva 3 se pudo dividir en subzonas eléctricamente no unidas entre sí. En la capa eléctricamente conductiva 4 no se introdujo ninguna línea de estructuración. Se pudieron realizar así subzonas de la lámina multicapa 1, cuyas propiedades ópticas eran conmutables independientemente entre sí. Para el experto en la técnica fue inesperado y sorprendente que mediante líneas 7 finas en solo una de las capas eléctricamente conductoras 3, 4 se pudieran realizar tales subzonas conmutables independientemente entre sí, sin que el campo eléctrico se extendiese más allá de las líneas 7.

Lista de referencias:

- (1) lámina multicapa con propiedades ópticas eléctricamente conmutables
- (2) capa activa de la lámina multicapa 1
- (3) capa eléctricamente conductiva de la lámina multicapa 1

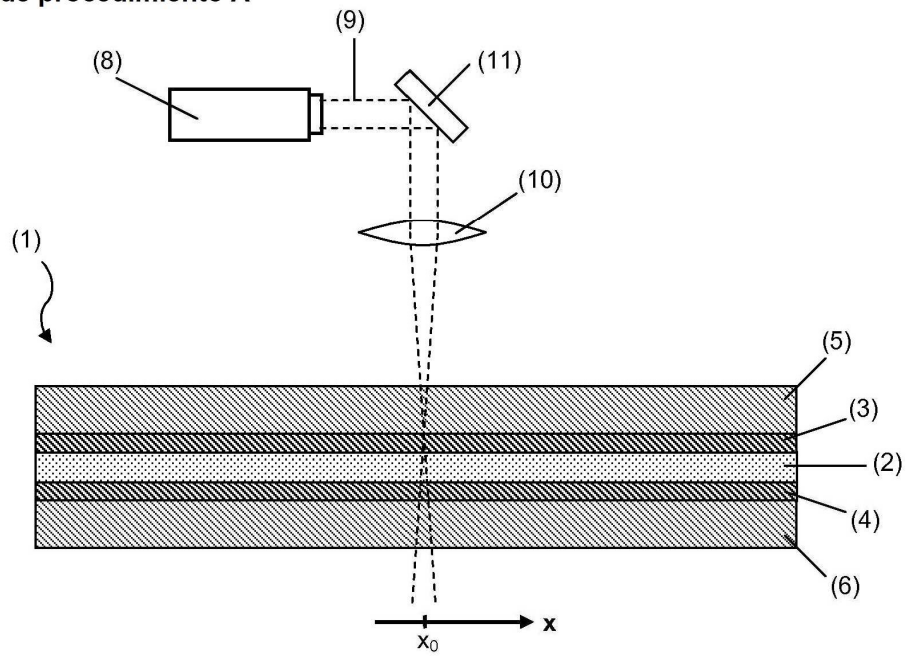
- (4) capa eléctricamente conductiva de la lámina multicapa 1
- (5) lámina de soporte de la lámina multicapa 1
- (6) lámina de soporte de la lámina multicapa 1
- (7) línea eléctricamente no conductiva de la capa eléctricamente conductiva 3
- (7') línea eléctricamente no conductiva de la capa eléctricamente conductiva 4
- (8) láser
- (9) radiación del láser 8
- (10) elemento de enfoque
- (11) espejo inclinable
- (12) cristal
- (13) cristal
- (14) lámina de unión termoplástica
- (15) lámina de unión termoplástica
- x dirección de movimiento de la radiación 9
- x_0, x_1 posiciones de la radiación 9 durante el procedimiento según la invención
- A-A' línea de corte
- B-B' línea de corte

REIVINDICACIONES

1. Lámina multicapa (1) con propiedades ópticas eléctricamente conmutables, que comprende, dispuestas en este orden en términos de superficie, al menos:
- a) una primera lámina de soporte (5),
 - 5 b) una capa eléctricamente conductiva (3),
 - c) una capa activa (2),
 - d) una capa eléctricamente conductiva (4) y
 - e) una segunda lámina de soporte (6), presentando al menos una capa eléctricamente conductiva (3, 4) al menos una línea eléctricamente no conductiva (7), que está introducida con un láser (8) a través de una de las dos láminas de soporte (5, 6) en la capa eléctricamente conductiva (3, 4), quedando introducida la línea eléctricamente no conductiva (7) después de la unión de las láminas de soporte (5, 6), de las capas eléctricamente conductoras (3, 4) y de la capa activa (2) para dar la lámina multicapa (1) en la capa eléctricamente conductiva (3, 4), no presentando la lámina de soporte ninguna interrupción,
 - 10
 - 15 dividiendo la línea (7) la capa eléctricamente conductiva (3, 4) en al menos dos subzonas, que están unidas una con otra de forma eléctricamente no conductora y caracterizada por que
 - i) la línea (7) está configurada como forma cerrada sin extremos o
 - ii) cada subzona está prevista para ser unida con una de al menos dos fuentes de tensión independientes y, por lo tanto, sirve como electrodo plano.
 - 20 2. Lámina multicapa (1) según la reivindicación 1, que es un elemento funcional de SPD, de PDLC o electrocrómico, preferiblemente un elemento funcional de SPD.
 - 3. Lámina multicapa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 2, estando introducida la línea (7) a través de la lámina de soporte (5, 6) adyacente en la capa eléctricamente conductiva (3, 4).
 - 4. Lámina multicapa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, ascendiendo la anchura de línea de la línea (7) a menos de o igual a 500 μm , preferiblemente a de 10 μm a 150 μm , de forma particularmente preferible a de 20 μm a 50 μm .
 - 25 5. Lámina multicapa según una de las reivindicaciones 1 a 4, presentando las dos capas eléctricamente conductoras (3, 4) al menos una línea (7, 7') y estando dispuestas las líneas (7, 7') al menos en parte de forma coincidente.
 - 6. Lámina multicapa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, conteniendo las láminas de soporte (5, 6) al menos un polímero termoplástico, preferiblemente poli(tereftalato de etileno), etileno-acetato de vinilo y/o polivinilbutiral.
 - 30 7. Lámina multicapa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, conteniendo las capas eléctricamente conductoras (3, 4) al menos un metal, una aleación de metal o un óxido conductor transparente, preferiblemente un óxido conductor transparente.
 - 8. Lámina multicapa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, presentando las capas eléctricamente conductoras (3, 4) un espesor de 10 nm a 2 μm .
 - 35 9. Vidrio compuesto con una lámina multicapa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8, estando dispuesta la lámina multicapa (1) entre al menos dos cristales (12, 13) y estando unida preferiblemente con cada cristal (12, 13) a través de al menos una lámina de unión (14, 15) termoplástica.
 - 10. Procedimiento para la producción de una lámina multicapa (1) con propiedades ópticas eléctricamente conmutables según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde en una lámina multicapa (1) al menos
 - 40 A) la radiación (9) de un láser (8) se enfoca a través de una lámina de soporte (5, 6) sobre una capa eléctricamente conductiva (3, 4) y
 - B) la radiación (9) se mueve sobre la capa eléctricamente conductiva (3, 4) y, a este respecto, se introduce al menos una línea eléctricamente no conductiva (7) en la capa eléctricamente conductiva (3, 4).
 - 45 11. Procedimiento según la reivindicación 10, presentando la capa eléctricamente conductiva (3, 4) una absorción a la longitud de onda de la radiación (9) de más del o igual al 0,1 %, preferiblemente de más del o igual al 0,3 % y presentando la lámina de soporte (5, 6) una absorción a la longitud de onda de la radiación (9) de menos del o igual al 15 %, preferiblemente de menos del o igual al 10 % y ascendiendo preferiblemente la relación de la absorción de la capa eléctricamente conductiva (3, 4) con respecto a la absorción de la capa de soporte (5, 6) a la longitud de onda de la radiación (9) a más de o igual a 0,5, preferiblemente a más de o igual a 1.

12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, ascendiendo la longitud de onda de la radiación (9) a de 150 nm a 1200 nm, preferiblemente a de 200 nm a 500 nm, de forma particularmente preferible a de 250 nm a 400 nm.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, moviéndose la radiación (9) con una velocidad de 100 mm/s a 10000 mm/s, preferiblemente de 200 mm/s a 5000 mm/s.
- 5 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, haciéndose funcionar el láser (8) por impulsos y ascendiendo la longitud de impulso preferiblemente a menos de o igual a 50 ns y ascendiendo la frecuencia del tren de impulsos preferiblemente a de 1 kHz a 200 kHz.
- 10 15. Uso de una lámina multicapa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8 en acristalamientos, en particular en cristales compuestos, en edificios, en particular en la zona de los accesos o de las ventanas, o en medios de transporte para el transporte por tierra, por aire o por agua, en particular en trenes, barcos, aviones y automóviles, por ejemplo, como cristal trasero, cristal lateral y/o cristal de techo.

(a) Etapa de procedimiento A



(b) Etapa de procedimiento B

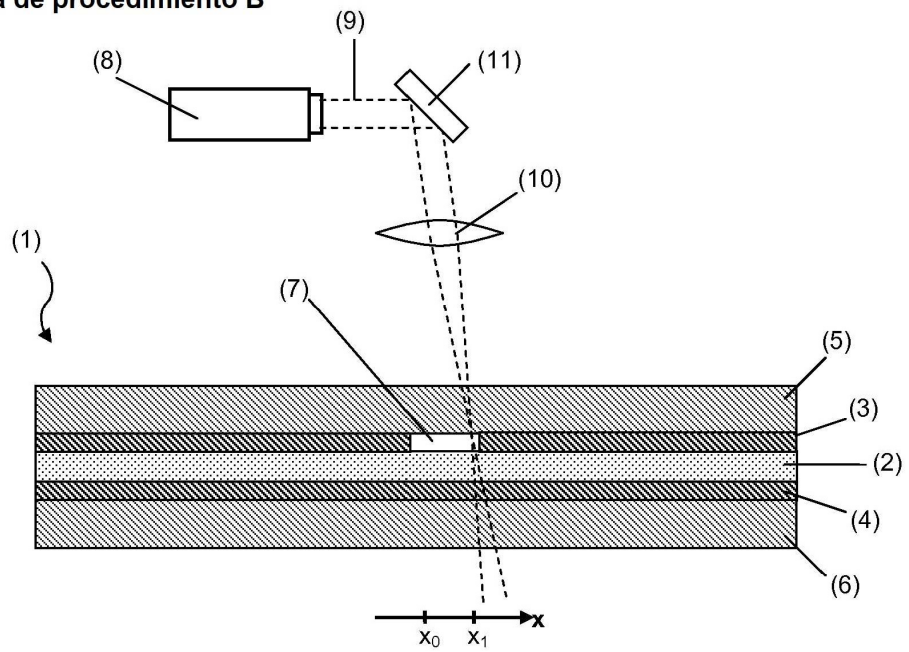


Fig. 1



Fig. 2

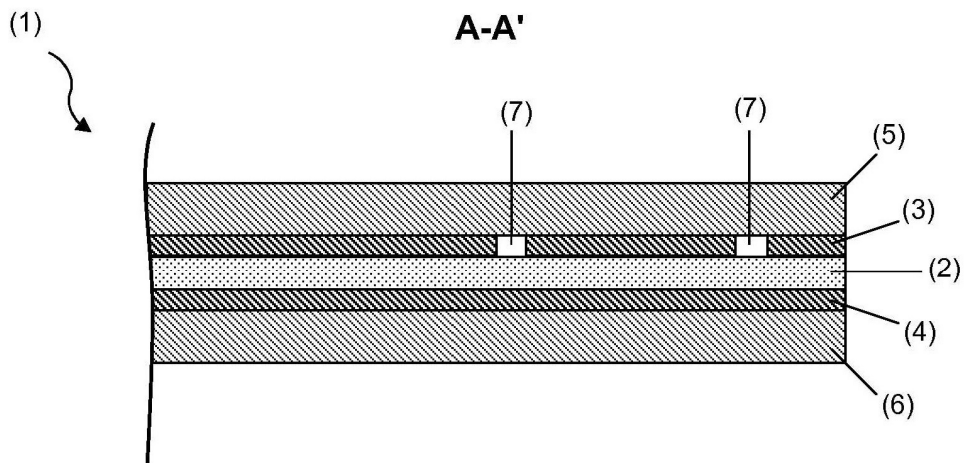


Fig. 3

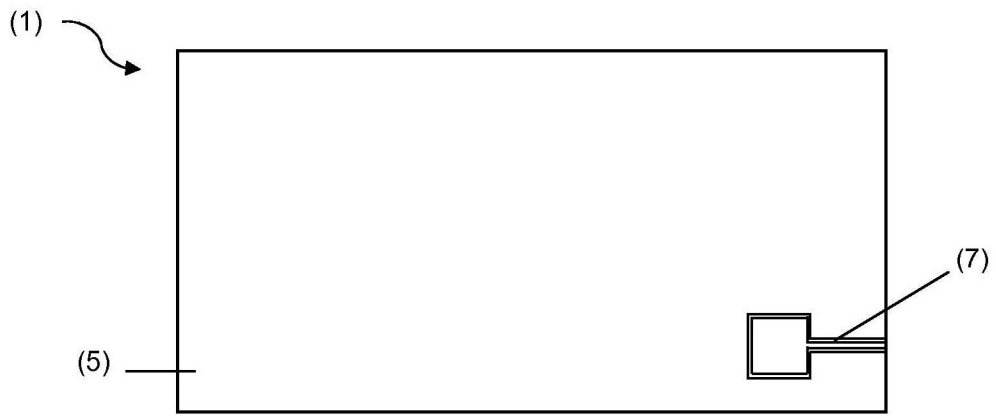


Fig. 4

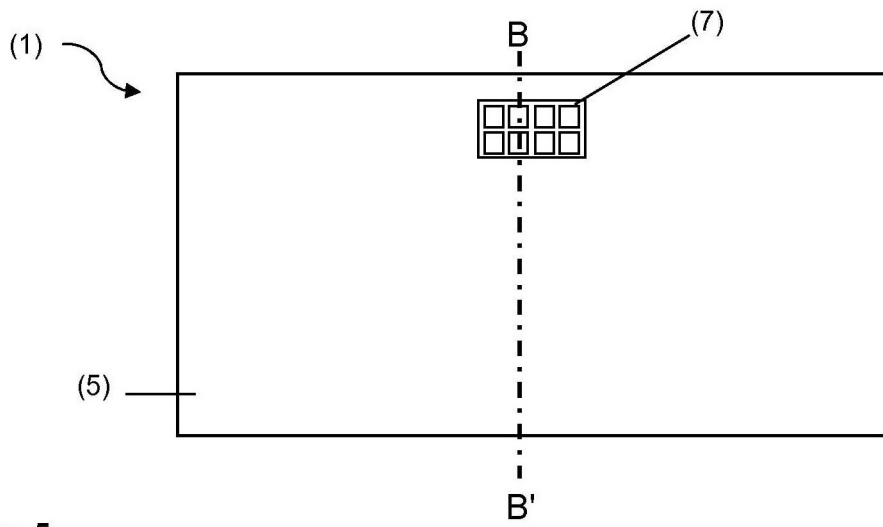


Fig. 5

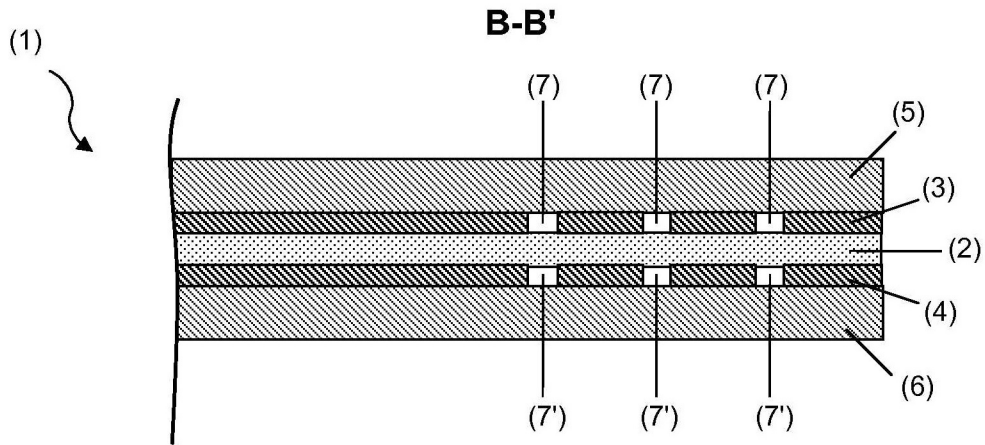


Fig. 6

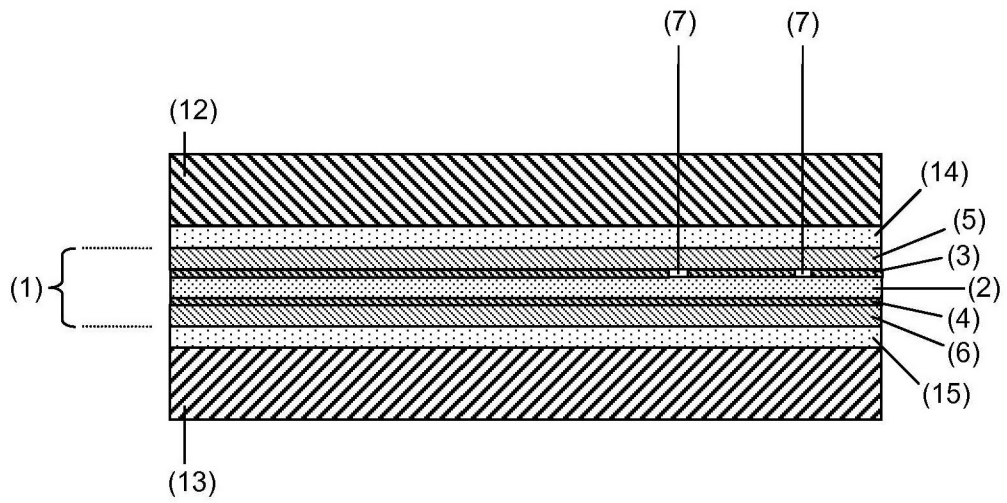


Fig. 7

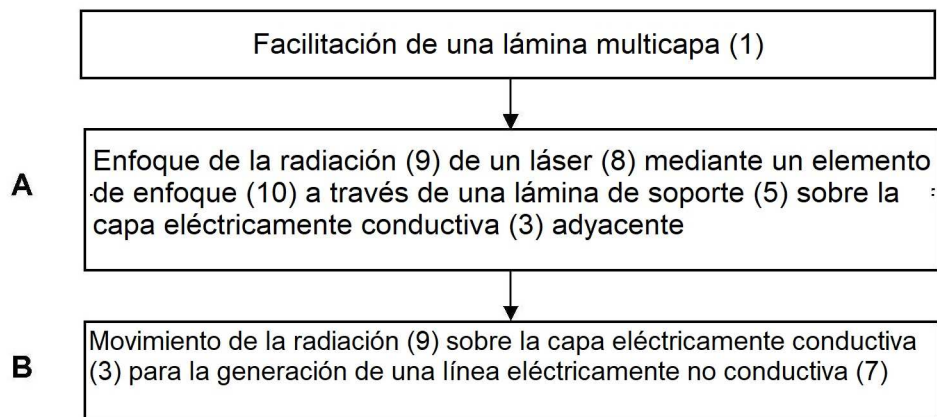


Fig. 8