

PELÍCULA DE MÚLTIPLES CAPAS CON PROPIEDADES ÓPTICAS CONMUTABLES
ELÉCTRICAMENTE Y RECUBRIMIENTO ELÉCTRICO MEJORADO

CAMPO DE LA INVENCION

5 La invención se relaciona con una película de múltiples capas con propiedades ópticas conmutables eléctricamente, un cristal compuesto que incluye esa película de múltiples capas y un método para producir la misma y uso de la misma.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Los acristalamientos con propiedades ópticas conmutables eléctricamente son conocidos. Esos acristalamientos contienen un elemento funcional que típicamente contiene una capa activa entre dos electrodos de superficie. Las propiedades ópticas de la capa activa pueden alterarse aplicando un voltaje a los electrodos de superficie. Elementos de PDLC (cristal líquido disperso en polímeros), cuya capa activa comprende cristales líquidos incrustados en una matriz polimérica, se encuentran entre los elementos funcionales conmutables eléctricamente usados en particular en el sector de la automotriz. Los
15 elementos funcionales de PDLC, por ejemplo, se conocen de la DE 102008026339 A1. Los elementos funcionales de SPD (dispositivo de partículas suspendidas), conocidos, por ejemplo, de la EP 0876608 B1 y la WO 2011033313 A1, son otro ejemplo. El voltaje aplicado permite que la transmitancia de luz visible a través de elementos funcionales de PDLC o SPD sea controlada. Los acristalamientos con esos elementos funcionales pueden por lo tanto oscurecerse eléctricamente de manera conveniente.

20 Los elementos funcionales conmutables eléctricamente con frecuencia se proporcionan como películas de múltiples capas. El elemento funcional real se arregla entre dos películas portadoras poliméricas. Esas películas de múltiples capas permiten la producción simplificada de un acristalamiento conmutable eléctricamente. Típicamente, la película de múltiples capas se lamina entre dos cristales de vidrio usando métodos convencionales, produciendo un cristal compuesto con propiedades ópticas
25 conmutables eléctricamente. En particular, las películas de múltiples capas pueden comprarse comercialmente de modo que el fabricante del acristalamiento en sí no tenga que producir el elemento funcional conmutable *per se*.

30 Para realizar la operación de conmutación, el elemento funcional debe ponerse en contacto eléctricamente conductor conectando una fuente de voltaje externa a los electrodos de superficie del elemento funcional. Para el contacto dirigido de un electrodo de superficie, este primero debe exponerse fuera de la película de múltiples capas. En un primer paso, una película portadora de la película de múltiples capas que incluye el electrodo de superficie situado sobre la película portadora debe recortarse. La capa activa así expuesta se remueve entonces, por ejemplo, por barrido mecánico usando un disolvente. Después de la remoción de la capa activa, aparece el electrodo de superficie adyacente y
35 puede ponerse en contacto eléctricamente conductor. Este procedimiento incluye un número grande de pasos manuales que pueden automatizarse únicamente con resultados insatisfactorios o no del todo. En particular, el paso de limpieza para la remoción de la capa activa debe considerarse crítico. Por otro lado, la capa activa debe removerse completamente para permitir un buen contacto. Por otro lado, la tensión mecánica sobre el electrodo de superficie debe minimizarse para evitar posibles daños. Esos daños

pueden ya ser activados por las partículas de la capa activa en sí. Por ejemplo, tan solo los cristales contenidos en una capa de PDLC son suficientes para rayar el electrodo de superficie durante el barrido de la capa PDLC. Esas rayaduras conducen a un consumo de energía localmente elevado, por lo tanto, a calentamiento inducido y finalmente a la falla del componente.

5 Las películas de múltiples capas que incluyen una capa activa que es controlada vía dos electrodos de superficie adyacentes a esta sobre una película portadora en cada caso son conocidas. El diseño de esas películas de múltiples capas es posible a través de la introducción de líneas de separación desprendidas en los electrodos de superficie, con la capa eléctricamente conductora que sirve como electrodo de superficie que se remueve y descompone en la región de las líneas de separación. De
10 acuerdo con las WO 2014/072137, esto es particularmente posible, de manera ventajosa, usando un láser que se enfoca sobre el electrodo de superficie correspondiente a través de una de las películas portadoras o de soporte.

La US 2018/0031933 A1 describe pantallas ópticas que incluyen capas de cristal líquido. Un orificio de contacto lleno con un material conductor se coloca en la región del borde de la pantalla en una región
15 fuera de la capa de cristal líquido.

La US 2003/0019859 A1 describe una ventana de vehículo calentable que está equipada con un recubrimiento eléctricamente conductor. El recubrimiento eléctricamente conductor se pone en contacto vía barras colectoras, con el efecto de que cuando las barras colectoras se calientan, una porción del material conductor de las barras colectoras penetra hacia las capas del recubrimiento eléctricamente
20 conductor.

La US 5888627 describe tarjetas de circuitos impresos que tienen orificios de contacto en el sustrato de la tarjeta, donde los orificios de contacto se llenan con un componente de resina eléctricamente conductora.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

25 El objetivo de la presente invención es proporcionar una película de múltiples capas que tiene propiedades ópticas conmutables eléctricamente, la cual tiene contacto eléctrico mejorado, un cristal compuesto que incluye esa película de múltiples capas, así como un método económico para la producción de la misma. El método deberá permitir el contacto eléctrico automatizado de la película de múltiples capas evitando a la vez las desventajas del estado de la técnica.

30 El objeto de la presente invención se alcanza de acuerdo a la invención por medio de una película de múltiples capas con propiedades ópticas conmutables eléctricamente, un cristal compuesto que incluye esa película de múltiples capas, un método para la producción de la misma y el uso de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1, 12, 13 y 15. Las modalidades preferidas de la invención emergen de las reivindicaciones dependientes.

35 La película de múltiples capas de acuerdo con la invención con propiedades ópticas conmutables eléctricamente comprende al menos una primera película portadora con una primera capa eléctricamente conductora, una capa activa, una segunda capa eléctricamente conductora y una segunda película portadora. La primera capa eléctricamente conductora se arregla sobre la primera película portadora, mientras que la segunda capa eléctricamente conductora se sitúa sobre una superficie de la segunda

película portadora. En la pila de capas, la primera y la segunda capa eléctricamente conductora se arreglan adyacentes a la capa activa de la película de múltiples capas y le sirven como electrodos de superficie. La película de múltiples capas de acuerdo con la invención tiene al menos un primer corte, el cual, en forma de orificio pasante, se proyecta a través de todas las capas de la película de múltiples capas. El primer corte se llena con un compuesto de relleno eléctricamente conductor. El compuesto de relleno eléctricamente conductor entra en contacto de manera conducente con la primera capa eléctricamente conductora dentro del primer corte. Sobre la superficie lateral del corte, el compuesto de relleno eléctricamente conductor hace contacto directo con la sección transversal de la capa y de este modo, al menos con la primera capa eléctricamente conductora, dando como resultado el contacto eléctrico correspondiente. Una primera barra colectora se coloca sobre una de las superficies exteriores de la primera o segunda película portadora en la región del primer corte y hace contacto eléctricamente conductor con el compuesto de relleno eléctricamente conductor. En consecuencia, puede aplicarse un voltaje eléctrico sobre la primera capa eléctricamente conductora vía la primera barra colectora. La estructura de la película de múltiples capas de acuerdo con la invención permite un contacto eléctrico mejorado puesto que la capa eléctricamente conductora no puede dañarse durante la ablación manual de la capa activa necesaria de acuerdo con el estado de la técnica. Debido a la estructura de acuerdo con la invención, es posible un alto grado de automatización del proceso de producción.

El corte corresponde en su forma a un cilindro general que comprende dos superficies base opuestas y una superficie lateral. Las superficies base pueden ser circulares, elípticas o poligonales. Preferiblemente, las superficies base son circulares, elípticas o cuadrangulares, donde las bases sustancialmente angulares pueden tener esquinas redondeadas. Las formas redondeadas o redondas son particularmente ventajosas. La pila de capas de la película de múltiples capas usualmente tiene alta rigidez. Las esquinas redondeadas o cortes redondos permiten la remoción más simple de las partes separadas del corte, con incremento de la presión en la región de la esquina y evasión del daño resultante debido a esta forma. También, las geometrías redondas o redondeadas son ventajosas para asegurar el llenado sin espacios del corte del compuesto de relleno eléctricamente conductor. A este respecto, cortes con superficies bases circulares o elípticas han probado ser particularmente adecuados. De igual modo, en el contexto de la capacidad de producción simplificada, la selección preferida de las dos superficies base del corte es congruente. El corte se introduce dentro de la superficie de la película de múltiples capas. El corte de este modo no bordea sobre el borde circunferencial de la película de múltiples capas y es rodeado a lo largo de su pared (superficie lateral) por la película de múltiples capas. El corte constituye de este modo un espacio hueco, el cual se abre en al menos una de las superficies base hacia la superficie de una de las películas portadoras orientada contraria a la capa eléctricamente conductora. Esta descripción geométrica del al menos un primer corte se aplica no únicamente a este, sino también a otros primeros cortes, así como a segundos o cortes adicionales.

El contacto eléctrico de la segunda capa eléctricamente conductora puede efectuarse de manera análoga al contacto de la primera capa eléctricamente conductora o, de manera alternativa, también por medio de medidas conocidas por el experto en el estado de la técnica.

Preferiblemente, el contacto eléctrico del segundo electrodo de superficie de la película de

múltiples capas se efectúa de forma análoga al contacto del primer electrodo de superficie. Para esto, la película de múltiples capas tiene dentro de su área al menos un segundo corte en forma de un orificio de contacto que penetra a través de todas las capas de la película de múltiples capas, donde el segundo corte también se llena con un compuesto de relleno eléctricamente conductor. El compuesto de relleno eléctricamente conductor entra en contacto eléctricamente conductor con la segunda capa eléctricamente conductora dentro del segundo corte. Una segunda barra colectora sobre la superficie exterior de la primera o segunda película portadora entra en contacto con el compuesto de relleno eléctricamente conductor del segundo corte. De este modo, ambos electrodos (capas eléctricamente conductoras) de la película de múltiples capas pueden entrar en contacto en una forma simple.

El primer y segundo cortes están en forma de orificios pasantes. De manera alternativa, podrían ser posibles cortes parciales; sin embargo, son más complejos de realizar. Al primer corte y al menos un segundo corte, por esta razón, se implementa como orificios pasantes que se proyectan a través de todas las capas de la película de múltiples capas. Ellos, se extienden de este modo continuamente entre la superficie exterior de la primera película portadora orientada hacia los alrededores y la superficie exterior de la segunda película portadora orientada hacia los alrededores. Esto es particularmente ventajoso puesto que el orificio pasante puede realizarse con medios técnicos simples y la porción de la película de múltiples capas que va a removerse puede removerse con poco esfuerzo. En contraste, cuando un corte no es continuo, la porción de la película de múltiples capas que va a ser removida se adhiere a la base interna del corte sobre los componentes de película remanentes.

La conexión eléctricamente conductora entre una barra colectora y la capa conductora que va a entrar en contacto con esta barra conductora se efectúa de acuerdo con la invención exclusivamente vía el compuesto de relleno dentro del corte. No existe contacto directo real de la barra colectora y la capa eléctricamente conductora asociada con esta. De este modo, la remoción de las películas portadoras puede dispensarse.

Si se implementan ambos cortes como orificios pasantes que se proyectan a través de todas las capas de la película de múltiples capas, se evitara un cortocircuito entre los electrodos de superficie de la película de múltiples capas. Para este propósito, la primera capa eléctricamente conductora y la segunda capa eléctricamente conductora se aíslan eléctricamente una de la otra. Esto es posible usando varias medidas. Por ejemplo, puede insertarse una película aislante autoadhesiva a las regiones correspondientes del corte. Preferiblemente, sin embargo, al menos una línea de separación sin capa se introduce en la primera capa eléctricamente conductora y al menos una línea de separación sin capas se introduce en la segunda capa eléctricamente conductora. Dentro de la primera capa eléctricamente conductora, al menos una línea de separación separa una región de borde aislada eléctricamente que incluye al menos un segundo corte o al menos un primer corte de la superficie primaria de la primera capa eléctricamente conductora. En la segunda capa eléctricamente conductora, al menos una línea de separación sin capa separa uno de al menos un primer corte o al menos un segundo corte de la superficie primaria de la segunda capa eléctricamente conductora que no está aún separada de la superficie primaria de la primera capa eléctricamente conductora por una línea de separación en la primera capa eléctricamente conductora. Esto crea una región de borde aislada eléctricamente que

incluye al menos un corte en la segunda capa eléctricamente conductora también. Puesto que la línea de separación en la segunda capa eléctricamente conductora se selecciona adyacente al corte (o grupo de cortes), alrededor del cual no corre una línea de separación dentro de la primera capa eléctricamente conductora, esto asegura que no ocurra contacto directo de la primera y segunda capas eléctricamente conductoras y que se evite un cortocircuito de los electrodos de superficie.

La primera y segunda barra colectora puede colocarse, selectivamente independientemente una de la otra sobre la superficie exterior de la primera película portadora, de la segunda película portadora o en cada caso una barra colectora sobre la primera y segunda película portadora. Denominada en la presente como "superficie exterior de las películas portadoras" es la superficie que no tiene capa eléctricamente conductora y está orientada hacia afuera de la capa activa de la película de múltiples capas. Puesto que los cortes se realizan como orificios pasantes, la superficie sobre la cual las barras colectoras se colocan se selecciona libremente puesto que el compuesto de relleno eléctricamente conductor dentro de los cortes es accesible desde ambas superficies de la película. Si un corte no fuese continuo, la barra colectora correspondiente deberá, por supuesto, ser colocada sobre la superficie sobre la cual es accesible el compuesto de relleno eléctricamente conductor.

El descubrimiento de las líneas de separación individuales en la capa eléctricamente conductora se efectúa preferiblemente con un haz de láser. Los métodos para diseñar patrones en las películas delgadas de metal son conocidos, por ejemplo, de la EP 2 200 097 A1 o EP 2 139 049 A1. El ancho del descubrimiento es preferiblemente de 10 μm a 1000 μm , de manera particularmente preferible de 30 μm a 200 μm y en particular de 70 μm a 140 μm . En este intervalo, toma lugar particularmente una limpieza y descubrimiento sin residuos con el haz de láser. El descubrimiento por el haz de láser es particularmente ventajoso puesto que las líneas descubiertas son ópticamente inconspicuas e impactan de manera adversa la apariencia y visión a través solo un poco.

En una modalidad preferida, se hacen al menos dos primeros cortes y al menos dos segundos cortes en cada caso en la película de múltiples capas. De este modo existen dos grupos de cortes los cuales se diferencian dependiendo de sobre cuál de las capas eléctricamente conductoras establezca un contacto eléctrico vía el compuesto de relleno eléctricamente conductor. Cuando se usa una pluralidad de primeros o segundos cortes, el contacto eléctrico de la capa eléctricamente conductora se efectúa únicamente en un solo punto de contacto. De este modo, fluye una corriente más uniforme a lo largo de los electrodos de superficie y puede obtenerse un comportamiento de conmutación mejorado asociado de la capa activa de la película de múltiples capas.

Preferiblemente, múltiples primeros cortes y múltiples segundos cortes en la película de múltiples capas. Los primeros cortes corren sustancialmente a lo largo de la primera barra colectora, mientras que los segundos cortes corren sustancialmente a lo largo de la segunda barra colectora. Esto produce múltiples puntos de contacto eléctrico entre electrodos de superficie y las barras colectoras a lo largo de las barras colectoras, por medio de lo cual se obtiene un diagrama de circuitos uniforme en la capa activa.

En una modalidad ventajosa, los cortes se arreglan a todo lo largo de la barra colectora, donde la distancia entre dos primeros cortes adyacentes a lo largo de la primera barra colectora y/o la distancia

entre dos segundos cortes adyacentes a lo largo de la segunda barra colectora es de entre 2 mm y 200 mm, preferiblemente entre 5 mm y 100 mm, de manera particularmente preferible entre 10 mm y 50 mm. Esos intervalos han probado ser particularmente ventajosos en términos del comportamiento de conmutación homogéneo.

Los experimentos para películas de múltiples capas conmutables por contacto han mostrado que, usualmente, puede alcanzarse un contacto suficientemente bueno aun usando un solo primer corte y un solo segundo corte. En ese caso, toda la energía eléctrica fluye vía este único corte, como resultado de lo cual puede ocurrir calentamiento local indeseable. Esto puede evitarse proporcionando múltiples primeros cortes y múltiples segundos cortes, puesto que la energía eléctrica se distribuye sobre múltiples puntos (cortes) de contacto y el calentamiento por punto de contacto es correspondientemente menor. Además, puede esperarse una homogeneidad mejorada del suministro de energía sobre el área de la película de múltiples capas con un incremento en el número de cortes. En el caso de un elemento de PDLC como una película de múltiples capas, esto se expresa dado que ocurre menor turbidez en el estado conmutado transparente. En los elementos de PDLC, los cristales líquidos contenidos en la capa activa de la película de múltiples capas se orientan por sí solos paralelos unos a otros después de la aplicación de un voltaje, como resultado de lo cual la transmitancia de luz a través de la película de múltiples capas se incrementa. La turbidez es indeseable en este estado conmutado transparente. A través del uso de múltiples puntos (cortes) de contacto por barra colectora, puede prevenirse la turbidez residual indeseable.

El número de cortes no obstante deberá mantenerse tan bajo como sea posible en vista de los costos de producción. Los inventores descubrieron que pueden obtenerse buenos resultados con un número de al menos un corte por 200 mm de longitud a lo largo de la cual una película de múltiples capas va a ponerse en contacto y conmutarse. De manera particularmente preferiblemente, sobre una longitud de 100 mm, pueden proporcionarse de 1 a 10, en particular 2 a 8, por ejemplo, 6 cortes para el contacto.

El compuesto de relleno eléctricamente conductor es una pasta de metal que contiene al menos un metal conductor o una aleación de metal conductor. Preferiblemente, la pasta de metal eléctricamente conductora es una pasta de plata. En el contexto de la invención, pastas de impresión de plata disponibles comercialmente son adecuadas para usarse sobre el vidrio como un compuesto de relleno eléctricamente conductor. Esas son bien conocidas por el experto en el estado de la técnica.

La primera capa eléctricamente conductora y la segunda capa eléctricamente conductora contienen al menos un metal, una aleación de metal o un óxido conductor transparente, preferiblemente un óxido conductor transparente y que tiene un espesor de 10 nm a 2 μ m. Las capas eléctricamente conductoras son preferiblemente transparentes. Aquí, "transparente" significa permeable a la radiación electromagnética, preferiblemente radiación electromagnética de una longitud de onda de 300 nm a 1300 nm y en particular a la luz visible. Las capas eléctricamente conductoras de acuerdo a la invención se conocen, por ejemplo, de DE 20 2008 017 611 U1, EP 0 847 965 B1 o WO2012/052315 A1. Ellas típicamente contienen una o una pluralidad, por ejemplo, dos, tres o cuatro capas individuales funcionales, eléctricamente conductoras. Las capas individuales funcionales preferiblemente contienen al menos un metal, por ejemplo, plata, oro, cobre, níquel y/o cromo o una aleación de metal. Las capas individuales funcionales de manera particularmente preferible contienen al menos 90% en peso de metal,

en particular al menos 99.9% en peso de metal. Las capas individuales funcionales pueden hacerse del metal o de la aleación de metal. Las capas individuales funcionales contienen de manera particularmente preferible plata o una aleación que contiene plata. Esas capas individuales funcionales tienen de manera particularmente ventajosa conductividad eléctrica con, al mismo tiempo, alta transmitancia en el intervalo espectral visible. El espesor de una capa individual funcional es preferiblemente de 5 nm a 50 nm, de manera particularmente preferible de 8 nm a 25 nm. En este intervalo de espesor, se obtiene una transmitancia ventajosamente alta en el intervalo espectral visible y conductividad eléctrica particularmente ventajosa.

La capa eléctricamente conductora puede, en principio, puede ser cualquier capa que pueda ponerse en contacto eléctrico.

Preferiblemente, la primera película portadora y/o la segunda película portadora contienen al menos un polímero que no se funde completamente en el proceso en autoclave, preferiblemente tereftalato de polietileno (PET). De manera preferiblemente preferible, la primera y segunda películas portadoras se hacen de una película de PET. Las películas portadoras de acuerdo con la invención preferiblemente son transparentes. El espesor de las películas portadoras es preferiblemente de 0.025 mm a 0.400 mm, en particular de 0.050 mm a 0.200 mm. Las capas eléctricamente conductoras de acuerdo con la invención se arreglan preferiblemente sobre una superficie de la película portadora, en otras palabras, precisamente sobre uno de los dos lados de la película portadora (es decir, sobre su lado frontal o sobre su lado posterior). Las películas portadoras se organizan en la capa de pilas de la película de múltiples capas de modo que las capas eléctricamente conductoras se arreglen adyacentes a la capa activa y actúen como sus electrodos de superficie.

Dependiendo del diseño de la capa activa, la película de múltiples capas puede producir una amplia variedad de elementos funcionales conmutables eléctricamente conocidos por los expertos en el estado de la técnica. La capa activa es preferiblemente una capa de SPD, una PDLC, una electrocrómica o una electroluminiscente.

Un elemento funcional de SPD (dispositivo de partículas suspendidas) contiene una capa activa que comprende partículas suspendidas, con la absorción de luz por la capa activa siendo variable por la aplicación de un voltaje a los electrodos de superficie. El cambio en la absorción se basa en la alineación de partículas similares a varillas o cilindros en el campo eléctrico cuando se aplica voltaje eléctrico. Los elementos funcionales de SPD son conocidos, por ejemplo, de la EP 0876608 B1 y la WO 2011033313 A1.

Un elemento funcional de PDLC (cristal líquido disperso en polímeros) contiene una capa activa que incluye cristales líquidos que se incrustan en una matriz polimérica. Cuando no se aplica voltaje a los electrodos de superficie, los cristales líquidos se orientan aleatoriamente, dando como resultado una fuerte difracción de la luz que pasa a través de la capa activa. Cuando se aplica un voltaje los electrodos de superficie, los cristales líquidos se alinean por sí solos en una dirección común y la transmitancia de luz a través de la capa activa se incrementa. Ese elemento funcional se conoce, por ejemplo, de la DE 102008026339 A1.

En un elemento funcional electrocrómico, la capa activa del elemento funcional es una capa

electroquímicamente activa. La transmitancia de luz visible depende de la velocidad de almacenamiento de iones en la capa activa, con los iones proporcionados, por ejemplo, por una capa de almacenamiento de iones entre una capa activa y un electrodo de superficie. La transmitancia puede ser influenciada por el voltaje aplicado a los electrodos de superficie, lo cual causa una migración de los iones. Las capas funcionales adecuadas contienen, por ejemplo, al menos óxido de tungsteno u óxido de vanadio. Los elementos funcionales electrocrómicos son conocidos, por ejemplo, de la WO 2012007334 A1, US 20120026573 A1, WO 2010147494 A1 y EP 1862849 A1.

En elementos funcionales electroluminiscentes, la capa activa contiene materiales electroluminiscentes, en particular materiales electroluminiscentes orgánicos cuya luminiscencia es estimulada por aplicación de un voltaje. Los elementos funcionales electroluminiscentes son conocidos, por ejemplo, de la US 2004227462 A1 y la WO 2010112789 A2. El elemento funcional electroluminiscente puede usarse como una fuente de luz simple o como una pantalla con la cual puede mostrarse cualquier visualización.

La invención se relaciona además con un cristal compuesto que incluye al menos la película de múltiples capas de acuerdo con la invención. La película de múltiples capas se lamina entre un primer cristal y un segundo cristal vía una primera película termoplástica y una segunda película termoplástica. Las películas termoplásticas aseguran la unión de la película portadora de la película de múltiples capas a los cristales de vidrio del cristal compuesto.

La primera película termoplástica y una segunda película termoplástica son adecuadas, debido a sus propiedades termoplásticas, para producir una unión adhesiva entre sí y a cristales adyacentes y/o elementos funcionales adyacentes. Durante la operación de laminación, las películas termoplásticas comienzan a fluir bajo el efecto de calor, como resultado de lo cual se adhieren a elementos adyacentes y se unen a ellos y entre sí. Preferiblemente, la primera y segunda película termoplástica contiene polivinil butiral(PVB), etilen vinil acetato (EVA) y/o poliuretano (PU), de manera particularmente preferible PVB. Esos materiales son comunes para la capa intermedia termoplástica de cristales compuestos y producen una unión adhesiva con el vidrio. De este modo, se asegura una buena unión.

El primer cristal y/o el segundo cristal preferiblemente contiene vidrio, de manera particularmente preferible vidrio plano, vidrio flotado, vidrio de cuarzo, vidrio de borosilicato, vidrio sodocálcico o plásticos claros, preferiblemente plásticos claros rígidos, en particular policarbonato, metacrilato de polimetilo y/o mezclas de los mismos. El primer cristal y/o el segundo cristal son preferiblemente transparentes, en particular para el uso del cristal como un parabrisas o ventana posterior de un vehículo u otros usos en los cuales sea deseable la transmitancia de luz. En el contexto de la invención, "transparente" significa un cristal que tiene una transmitancia de más de 70% en el intervalo espectral visible. Sin embargo, para cristales que no son adecuados en el campo de visión del conductor relevante para el tránsito, por ejemplo, para cristales de techo, la transmitancia también puede ser mucho menor, por ejemplo, mayor de 5%. Sobre las superficies exteriores del primer y el segundo cristal, puede arreglarse, en principio, cualquier número de cristales adicionales y unir estos por laminación con interposición de películas termoplásticas y también vía separadores en el caso de una unidad de acristalamiento aislante.

El espesor del primer cristal y/o el segundo cristal es de entre 0.3 mm y 25 mm, con un espesor de

cristal que depende altamente de la aplicación del cristal.

Para aplicaciones en el campo de acristalamientos de edificios, el espesor de cristal puede, por ejemplo, estar en el intervalo de 2 mm a 10 mm.

Particularmente en el sector automotriz, en años recientes ha existido una tendencia hacia espesores de vidrio cada vez más bajos, permitiendo ahorros en términos del peso del vehículo. Los espesores de cristal de un acristalamiento de automóvil, en particular un parabrisas está, para el cristal interior, usualmente en el intervalo de 0.3 mm a 2.5 mm y, para el cristal exterior, en el intervalo de 0.8 mm a 2.5 mm. Una combinación de espesor asimétrico, en la cual el espesor del cristal exterior es mayor que el espesor del cristal interior es, especialmente con un espesor total bajo, ventajosa en términos de la estabilidad mejorada del cristal compuesto.

En una modalidad preferida, el cristal compuesto es un parabrisas, donde el espesor del cristal exterior es de entre 0.8 mm y 2.1 mm y el espesor del cristal interior es de entre 0.5 mm y 1.8 mm.

En otra modalidad preferida de la invención, el cristal compuesto es un panel de techo de un vehículo de motor, donde el espesor del cristal exterior es de entre 1.1 mm y 2.1 mm y el espesor del cristal interior es de entre 0.5 mm y 1.6 mm.

El vidrio compuesto es, en esta modalidad como un acristalamiento de vehículo, preferiblemente doblado en una o más direcciones espaciales, como es costumbre para cristales de vehículo de motor, con radios de curvatura típicos en el intervalo de aproximadamente 10 cm hasta aproximadamente 40 m. El vidrio compuesto puede, sin embargo, también puede ser plano, por ejemplo, cuando está destinado a ser un cristal para autobuses, trenes, tractores o como acristalamiento de edificios.

El primer cristal y/o el segundo cristal pueden templarse térmica o químicamente, templarse parcialmente o no templarse.

El cristal compuesto también puede ser provisto con una función adicional, dado que la capa intermedia termoplástica tiene inclusiones funcionales, por ejemplo, inclusiones con absorción de IR, absorción de UV, coloración o propiedades acústicas. Las inclusiones son, por ejemplo, iones orgánicos o inorgánicos, compuestos, agregados, moléculas, cristales, pigmentos o tintes.

En particular con el uso del cristal compuesto de acuerdo con la invención en vehículos, por ejemplo, como un parabrisas, es ventajoso implementar funciones adicionales para reducir los efectos negativos de las influencias del medio ambiente como radiación solar fuerte o formación de hielo. Para esto, pueden aplicarse los llamados recubrimientos de baja E y/o recubrimientos calentables al lado interior del cristal interior o del cristal exterior. Las composiciones de materiales adecuadas de un recubrimiento calentable eléctricamente que también funciona como un recubrimiento de baja E, pueden encontrarse, por ejemplo, en la WO 2013/104439 y la WO 2013/104438.

La invención se completa además con un método para producir una película de múltiples capas de acuerdo con la invención con propiedades ópticas conmutables eléctricamente. Aquí, se proporciona primero, una película de múltiples capas que comprende, ya arregladas en el siguiente orden, una primera película portadora, una primera capa eléctricamente conductora, una capa activa, una segunda capa eléctricamente conductora y una segunda película portadora. Se produce al menos un primer corte en la película de múltiples capas como un orificio pasante. Los cortes pueden producirse con varias

técnicas de corte conocidas por el experto en el estado de la técnica. Preferiblemente, los cortes se producen por perforación o corte con láser. Al menos este primer corte se llena con un compuesto de relleno eléctricamente conductor, donde el compuesto de relleno eléctricamente conductor llena el corte de manera sustancialmente completa. De este modo, el compuesto de relleno eléctricamente conductor está en contacto directo con la primera capa eléctricamente conductora o si el corte se implementa como un orificio pasante, también con la segunda capa eléctricamente conductora de la capa de pilas. Antes o después del llenado del corte con el compuesto de relleno eléctricamente conductor, se monta una primera barra colectora sobre la superficie exterior de la primera película portadora en la región del primer corte. El compuesto de relleno eléctricamente conductor se pone en contacto eléctrico con la primera barra colectora.

En una modalidad preferida del método, antes, durante o después de la creación del primer corte, se crea al menos el segundo corte. En la región del segundo corte, las películas portadoras, la capa activa y las capas eléctricamente conductoras se remueven en forma de un orificio pasante. Al menos un segundo corte se llena con un compuesto de relleno eléctricamente conductor y se monta una segunda barra colectora sobre la superficie exterior de la segunda película portadora en la región del compuesto de relleno eléctricamente conductor y en contacto eléctrico con el compuesto de relleno eléctricamente conductor. El orden de esos dos pasos es variable. Al menos la segunda capa eléctricamente conductora se pone en contacto en consecuencia con la segunda barra colectora vía el compuesto de relleno eléctricamente conductor.

Preferiblemente, la barra colectora se coloca sobre los cortes antes de que se llenen. De este modo, en cada caso una abertura de los cortes se cierra por una barra colectora. El compuesto de relleno eléctricamente conductor se llena vía la abertura del corte que no se cubrió con una barra colectora. Esto es ventajoso puesto que el compuesto de relleno, en su estado sin curar se adhiere a la barra colectora adyacente que cubre el corte y también hace contacto eléctrico con esta. En consecuencia, no se requiere ya un paso adicional para el contacto eléctrico de la barra colectora y el compuesto de relleno eléctricamente conductor.

De manera alternativa, la barra colectora también puede conectarse de manera eléctricamente conductora al compuesto de relleno por otros medios conocidos por el experto en el estado de la técnica, por ejemplo, un adhesivo eléctricamente conductor o una conexión de soldadura.

Si el primer y el segundo corte se crean de acuerdo con la invención en forma de orificios pasantes, el compuesto de relleno introducido en los cortes hace contacto primero con la primera y la segunda capa eléctricamente conductora. En este caso, se crea una línea de separación descubierta en una de las dos capas eléctricamente conductoras en la vecindad de los cortes. Las líneas de separación se introducen de modo que el primer corte/primeros cortes estén en contacto únicamente con una de las capas eléctricamente conductoras y el segundo corte/segundos cortes estén en contacto únicamente con la otra capa eléctricamente conductora. El descubrimiento de las líneas de separación individuales en capas eléctricamente conductoras se efectúa preferiblemente con un haz de láser.

Las líneas de separación pueden crearse en cualquier punto durante el método. Las líneas de separación se crean preferiblemente por medio de un láser a través de la película portadora situada más

cerca de la capa eléctricamente conductora que va a ser procesada. La longitud de onda de la radiación láser de un láser con el cual se introducen las líneas de separación en la capa eléctricamente conductora debe elegirse adecuadamente, de modo que la capa eléctricamente conductora tenga absorción suficientemente alta de la radiación láser y que la película portadora tenga absorción suficientemente baja de la radiación láser. De este modo, la línea de separación se produce de manera ventajosa selectivamente en la capa eléctricamente conductora sin que sea dañada la película portadora. Debe tenerse cuidado de que, a través del enfoque de la radiación láser, la densidad de energía en la capa eléctricamente conductora sea claramente mayor que en la capa portadora.

Ha probado ser ventajoso seleccionar la longitud de onda de la radiación del láser cuando se creen líneas de separación en el intervalo de 150 nm a 1200 nm, preferiblemente en el intervalo de 200 nm a 500 nm, de manera particularmente preferible en el intervalo de 250 nm a 400 nm. Se ha mostrado que este intervalo de longitud de onda es particularmente adecuado cuando usan las capas eléctricamente conductoras acostumbradas y las películas portadoras acostumbradas. El intervalo de la longitud de onda del láser se selecciona de modo que las líneas de separación se hagan selectivamente en las capas eléctricamente conductoras.

La primera y la segunda capa eléctricamente conductora se depositan sobre las películas portadoras antes del paso a) por un método conocido *per se*. Se hace referencia por medio de un ejemplo a la pulverización catiónica mejorada con magnetrón. Esta es particularmente ventajosa en términos de un recubrimiento simple, rápido, económico y uniforme del sustrato. Sin embargo, el recubrimiento eléctricamente conductor también puede aplicarse, por ejemplo, por deposición de vapor, deposición química de vapor (CVD), deposición química de vapor mejorada con plasma (PECVD) o por métodos químicos en húmedo.

Los métodos para aplicar capas activas, por ejemplo, capas de SPD, PDLC, electrocrómicas o electroluminiscentes son conocidos por aquellos expertos en el estado de la técnica y son suficientemente descritos en la literatura.

La película de múltiples capas producida en el método de acuerdo con la invención puede integrarse en el cristal compuesto por métodos por un experto en el estado de la técnica.

El primer y el segundo cristal del cristal compuesto pueden doblarse, por ejemplo, cuando se usen como acristalamiento de vehículo. Los cristales pueden doblarse individualmente o juntos. Preferiblemente, los cristales se doblan congruentemente juntos (es decir, simultáneamente y con la misma herramienta) puesto que, de este modo, la forma de los cristales coincide de manera óptima entre ellos para la laminación subsecuente.

Si el cristal compuesto va a funcionar como un acristalamiento de vehículo doblado, al menos el cristal usado como el cristal exterior se somete a un proceso de doblez antes de la laminación. En una modalidad preferida, el cristal usado como el cristal interior también se somete a un proceso de doblez o flexión. Esto es, en particular, ventajoso en el caso de fuertes dobleces en múltiples direcciones espaciales (los llamados dobleces o flexiones tridimensionales).

De manera alternativa, el cristal usado como el cristal interior no se predobla. Esto es particularmente ventajoso en el caso de cristales con espesores muy bajo puesto que tienen flexibilidad

similar a la de una película y de este modo pueden adaptarse al cristal exterior predoblado sin tener que ser predobladas en sí.

La unión del primer cristal y el segundo cristal para formar un cristal compuesto se efectúa preferiblemente bajo la acción de calor, vacío y/o presión. Pueden usarse métodos conocidos *per se* para producir un cristal compuesto.

Por ejemplo, pueden llevarse a cabo los llamados métodos en autoclave a una presión elevada de aproximadamente 10 bares a 15 bares y temperaturas de 130°C a 145°C durante aproximadamente 2 horas. Los métodos de saco de vacío o anillo de vacío son conocidos *per se*, por ejemplo, a aproximadamente 200 mbares y de 80°C a 110°C. El primer cristal, las películas termoplásticas, la película de múltiples capas se prensan al menos en secciones y el segundo cristal también puede prensarse en una calandria entre al menos un par de rodillos para formar un cristal. Los sistemas de ese tipo para producir cristales son conocidos y normalmente tienen al menos un túnel de calentamiento corriente arriba antes de una instalación de prensado. La temperatura durante la operación de prensado es, por ejemplo, de 40°C a 150°C. La combinación de los procesos en calandria y autoclave ha probado tener su propio valor particularmente en la práctica. De manera alternativa, pueden usarse laminadores al vacío. Esos consisten de una o una pluralidad de cámaras calentables y evacuables, en las cuales el primer cristal y el segundo cristal se laminan dentro, por ejemplo, aproximadamente de 60 minutos a presiones reducidas de 0.01 mbares a 800 mbares y temperaturas de 80°C a 170°C.

Otro aspecto de la invención incluye el uso del cristal compuesto de acuerdo con la invención en edificios, en particular en el área de acceso, área de ventana, área de techo o área de fachada como una parte integrada en muebles y aparatos electrodomésticos, en medios de transporte para desplazarse sobre la tierra, en el aire o sobre el agua, en particular en trenes, vehículos acuáticos y vehículos de motor, por ejemplo, como un parabrisas, ventana posterior, ventana lateral y/o panel de techo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En lo siguiente, la invención se explica en detalle con referencia a las figuras y modalidades ejemplares. Las figuras son representaciones esquemáticas y no están a escala verdadera. Las figuras de ninguna manera restringen la invención.

Elas describen:

Figura 1a una vista plana de una película de múltiples capas 1 de acuerdo con la invención con propiedades ópticas conmutables eléctricamente, donde las capas eléctricamente conductoras 3 y 4 entran en contacto con barras colectoras 9.1 y 9.2 vía un compuesto de relleno eléctricamente conductor 8,

Figura 1b un corte transversal a través de la película de múltiples capas 1 de la Figura 1a a lo largo de la línea de corte AA',

Figura 2 el cristal compuesto 11 de acuerdo con la invención que incluye la película de múltiples capas 1 de las Figuras 1a y 1b, la cual se laminó entre los dos cristales 12, 13 por medio de dos películas termoplásticas 14, 15, mostradas a lo largo de la línea de corte AA' de manera análoga a la Figura 1a,

Figura 3 una modalidad del método de acuerdo con la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Las Figuras 1a y 1b describen una película de múltiples capas 1 de acuerdo con la invención con propiedades ópticas conmutables eléctricamente. La película de múltiples capas 1 comprende una primera película portadora 5 y una segunda película portadora 6, donde se aplica una primera capa eléctricamente conductora 3 sobre una superficie de la primera película portadora 5, mientras que una superficie de la segunda película portadora 6 tiene una segunda capa eléctricamente conductora 4. Una capa activa 2 se sitúa entre las capas eléctricamente conductoras 3, 4. La capa activa 2 es una capa de PDLC. Las películas portadoras 5, 6 se hacen en cada caso de una película de PET con un espesor de 200 μm . Las capas eléctricamente conductoras 3, 4 son sistemas de capas que contienen, por ejemplo, tres capas de plata eléctricamente conductoras que son separadas una de la otra por capas dieléctricas.

En la vecindad de los dos bordes opuestos de la película de múltiples capas 1, se hace una primera fila de primeros cortes 7.1 a lo largo de un borde y se hace una segunda fila de segundos cortes 7.2 a lo largo del borde opuesto. En la región de los cortes 7, la capa de pilas que comprende la primera película portadora 5, la primera capa eléctricamente conductora 3, la capa activa 2, la segunda capa eléctricamente conductora 4 y la película portadora 6 se remueve completamente. Los primeros cortes 7.1 y los segundos cortes 7.2, en consecuencia, se hacen como orificios pasantes. Los cortes 7 tienen un diámetro de 6 mm y se arreglan a lo largo de la barra colectora respectiva 9, sustancialmente paralelos al borde más cercano de la película de múltiples capas 1. Los primeros cortes 7.1 tienen una distancia de aproximadamente 16.7 mm entre ellos (en cada caso hacia el corte adyacente más cercano). Los segundos cortes 7.2 también tienen, de manera análoga, una distancia de aproximadamente 16.7 mm entre sí. En la región de los primeros cortes 7.1, se arregla una primera barra colectora 9.1 sobre la superficie exterior de la primera película portadora 5. La primera barra colectora 9.1 cubre todos los primeros cortes 7.1. En este contexto, la "superficie exterior" de las películas portadoras se refiere a la superficie orientada contraria a la capa activa. Sobre la superficie exterior de la segunda película portadora 6, los cortes 7.1 se exponen y no son cubiertos por una barra colectora. Vía esta abertura, un compuesto de relleno eléctricamente conductor 8, aquí una pasta de impresión de plata, se llenó en los primeros cortes 7.1. El compuesto de relleno eléctricamente conductor 8 llena los primeros cortes 7.1 de manera sustancialmente completa. La transición entre el compuesto de relleno y la sección transversal de la película de múltiples capas 1 no necesita ser obligatoriamente rectilínea. Dependiendo de la configuración de las múltiples capas 1 y el compuesto de relleno 8, la pasta de impresión de plata puede delimitarse localmente en la película de múltiples capas 1, por ejemplo, penetrar hacia la capa activa 2. En consecuencia, existe una superficie de contacto grande entre el compuesto de relleno 8 y la película de múltiples capas 1 de modo que se asegura una conexión mecánica y eléctrica buena. El compuesto de relleno 8 entra en contacto eléctricamente conductor con la primera capa eléctricamente conductora 3 y la segunda capa eléctricamente conductora 4 entra en contacto con la primera barra colectora 9.1. De manera análoga, una segunda barra colectora 9.2 se aplica en la superficie exterior de la segunda película portadora 6 en la región de los segundos cortes 7.2. La segunda barra colectora 9.2 cubre todos los segundos cortes 7.2. Los cortes 7.2 se exponen sobre la superficie exterior de la primera película portadora 5 opuesta a la segunda barra colectora 9.2. Aquí, nuevamente, esta abertura puede usarse

para llenarse con el compuesto de relleno eléctricamente conductor 8 en forma de una pasta de impresión de plata. El compuesto de relleno eléctricamente conductor 8 llena los segundos cortes 7.2 de manera sustancialmente completa y también puede propagarse, como se describió para los primeros cortes 7.1, hacia partes de la película de múltiples capas 1. El compuesto de relleno 8 dentro de los segundos cortes 7.2 establece un contacto eléctrico entre la primera capa eléctricamente conductora 3, la segunda capa eléctricamente conductora 4 y la segunda barra colectora 9.2. Para evitar contacto eléctrico directo de las dos barras colectoras 9 y un corto circuito asociado, una de las capas eléctricamente conductoras de, en cada caso, una de las barras colectoras se aísla eléctricamente de modo que cada barra colectora esté en contacto únicamente con una capa eléctricamente conductora. En este caso, se introduce una línea de separación 10 en la primera capa eléctricamente conductora 3, línea la cual separa una región de borde aislado eléctricamente 16 que incluye los segundos cortes 7.2 de la superficie primaria restante de la capa 3. De este modo no existe contacto eléctrico entre la superficie primaria de la primera capa eléctricamente conductora 3 y la segunda barra colectora 9.2 después de la introducción de la línea de separación 10. La superficie primaria de la primera capa eléctricamente conductora 3 es la superficie entre la línea de separación 10 situada allí y el primer corte 9.1. De manera análoga, en la segunda capa eléctricamente conductora 4, se introduce una línea de separación 10, línea la cual separa una región de borde aislada eléctricamente 16 que incluye los primeros cortes 7.1, de la superficie primaria restante de la capa eléctricamente conductora 4. De este modo, después de la introducción de la línea de separación 10, de igual modo no existe contacto eléctrico entre la superficie primaria de la segunda capa eléctricamente conductora 4 y la primera barra colectora 9.1. Las líneas de separación 10 tienen un ancho de 200 μm . La superficie primaria de la segunda capa eléctricamente conductora 4 es la superficie entre la línea de separación 10 situada ahí y el segundo recorte 9.2. Generalmente, con el contacto con las capas eléctricamente conductoras, debe asegurarse que una barra colectora es asociada exactamente con cada capa eléctricamente conductora. Las barras colectoras pueden arreglarse sobre la misma película portadora o, como se muestra en la Figura 1b, reubicarse sobre diferentes películas portadoras. Las barras colectoras 9 tienen una longitud de 200 mm, medida a lo largo de los cortes 7 sustancialmente paralelos al borde exterior de la película de múltiples capas 1. La película de múltiples capas de la presente está destinada a usarse como una visera solar de un vehículo de motor. Las barras colectoras 9 se arreglan de modo que, después de la laminación de la película de múltiples capas en un cristal compuesto y aislamiento del cristal compuesto como un parabrisas en una carrocería de un vehículo de motor, corren a lo largo de los bordes del cristal adyacentes a los pilares A. Hay 12 primeros cortes 7.1 arreglados a lo largo de la primera barra colectora 9.1, mientras que, de manera análoga, hay 12 segundos cortes 7.2 a lo largo de la segunda barra colectora 9.2. De este modo, puede asegurarse el buen contacto de la capa eléctricamente conductora respectiva 3, 4 y puede alcanzarse una distribución de corriente uniforme.

El contacto eléctrico de acuerdo con la invención de las capas conductoras eléctricamente de la película de múltiples capas vía la sección transversal de capa asegura el contacto mecánicamente estable. Además, se evita el daño a las capas eléctricamente conductoras. En comparación, en el estado de la técnica, el daño al que la capa eléctricamente conductora se expone ocurre con frecuencia debido

al recorte manual de capa de pila en la región de borde y remoción posterior de la capa activa. La capa activa usualmente se remueve barriendo con un solvente, donde, por ejemplo, los cristales líquidos contenidos en una capa de PDLC pueden dejar rayaduras en la capa eléctricamente conductora subyacente. Además, este paso es difícil de automatizar puesto que es necesario cuidado extremo, por un lado, para asegurar la remoción completa de la capa activa y por otro, evitar el daño descrito a la capa eléctricamente conductora. Los residuos de la capa activa y también las rayaduras tienen ambas un impacto negativo significativo sobre la calidad de contacto. La película de múltiples capas de acuerdo con la invención y el método de acuerdo con la invención son superiores puesto que se asegura un contacto de alta calidad sin posibles daños a las capas y la producción de la de película de múltiples capas puede automatizarse fácilmente.

La película de múltiples capas de acuerdo con la invención de las Figuras 1a y 1b puede usarse en los cristales compuestos convencionales, incluyendo películas de múltiples capas con propiedades ópticas controlables eléctricamente conocidas por el experto en el estado de la técnica. Las dimensiones de la película de múltiples capas en sí, así como la longitud de las barras colectoras dependen del tamaño de la aplicación deseada. Las películas de múltiples capas con propiedades ópticas conmutables se usan, por ejemplo, como viseras solares en parabrisas. En este caso, la película de películas múltiples capas se usa únicamente en la parte del cristal compuesto en la cual se desean las propiedades ópticas controlables. En una aplicación como una visera solar sobre la base del estado instalado del parabrisas, esta usualmente es la porción superior del cristal adyacente al borde del techo de la carrocería del coche. Esa visera solar tiene, por ejemplo, una altura de 20 cm. La película de múltiples capas es en consecuencia cortada al tamaño. También, sin embargo, se conocen aplicaciones en las cuales la película de múltiples capas se integra en el cristal compuesto sobre un área grande. Esas incluyen, por ejemplo, cristales compuestos como techos de vidrio de vehículos de motor. Con frecuencia, en esos casos, se introduce un elemento de PDLC en toda la región translúcida del cristal compuesto. La invención mejora, como se describe, el contacto eléctrico en todas esas modalidades ejemplares.

La Figura 2 describe el cristal compuesto 11 de acuerdo con la invención, donde la película múltiples capas 1 de las Figuras 1a y 1b se lamina entre dos cristales 12, 13 vía las películas termoplásticas 14, 15. La vista de la Figura 2 corresponde a un corte transversal del cristal compuesto análoga a la sección transversal descrita en la Figura 1a a lo largo de la línea de corte AA'. Una primera película termoplástica 14 se coloca en el primer cristal 12; la película de múltiples capas 1 de las Figuras 1a y 1b sigue a la película termoplástica 14. La película de múltiples capas 1 es cubierta por una segunda película termoplástica 15 y la pila de capas se completa con el segundo cristal 13. Las películas termoplásticas 14, 15 tienen en cada caso un espesor de 0.76 mm y están hechas de PVB. Los cristales 12 y 13 se hacen de vidrio. La película de múltiples capas 1 también puede insertarse únicamente en partes del cristal compuesto 11. Una aplicación ejemplar preferida es el uso de películas de múltiples capas de acuerdo con la invención como filtros de banda de un parabrisas. En este caso, la película de múltiples capas 1 sería insertada únicamente en la película compuesta en la región del cristal compuesto adyacente al borde del techo, sobre la base del estado instalado del acristalamiento. En el área restante del parabrisas, los cristales 12, 13 se unen vía las películas termoplásticas 14, 15. Por supuesto, pueden

estar presentes elementos adicionales opcionales, por ejemplo, películas de múltiples capas eléctricamente conmutables adicionales u otros elementos funcionales. Con el propósito de simplificar, no se muestra un doblez tridimensional del cristal compuesto en la Figura 2. En particular, cuando se usa el cristal compuesto como un acristalamiento de vehículo, este, sin embargo, esta preferiblemente presente.

- 5 En la región de los cortes, los cristales 12, 13 pueden ser provistos opcionalmente con un recubrimiento opaco 17. Este enmascara los cortes, así como las barras colectoras de modo que no sean visibles al observador. Ese enmascaramiento por medio de impresión negra es familiar al experto en el estado de la técnica.

La Figura 3 describe una modalidad preferida del método, que comprende los pasos de:

- 10 I Proporcionar una película de múltiples capas 1,

II Introducir una línea de separación 10 por láser en la primera capa eléctricamente conductora 3, línea la cual separa la región de borde aislada eléctricamente 16 del área restante de la primera capa eléctricamente conductora 3, e

- 15 Introducir una línea de separación 10 por láser en la segunda capa eléctricamente conductora 4, la cual separa una región de borde aislada eléctricamente 16 del área restante de la segunda capa eléctricamente conductora 4.

III Perforar una pluralidad de primeros cortes 7.1 en forma de orificios pasantes en la región de borde aislada eléctricamente 16 la cual se produjo en el paso II por una línea de separación 10 en la primera capa eléctricamente conductora 3, y

- 20 Perforar una pluralidad de segundos cortes 7.2 en forma de orificios pasantes en la región de borde aislada eléctricamente 16 la cual se produjo en el paso II por una línea de separación 10 en la segunda capa eléctricamente conductora,

- IV Colocar una primera barra colectora 9.1 sobre la superficie exterior de la primera película portadora 5 en la región de los primeros cortes 7.1 y fijar las barras colectoras 9.1 por medio de una tira adhesiva, y

Colocar una segunda barra colectora 9.2 sobre la superficie exterior de la segunda película portadora 6 en la región de los segundos cortes 7.2 y fijar la barra colectora 9.2 por medio de una tira adhesiva,

- 30 V Llenar los primeros cortes 7.1 y los segundos cortes 7.2 con un compuesto de relleno eléctricamente conductor 8.

La introducción de las líneas de separación por el paso II puede efectuarse en cualquier momento durante el procedimiento. Preferiblemente, las líneas de separación se introducen inmediatamente después de proporcionar la película de múltiples capas, puesto que la película de múltiples capas tiene, en este punto, una superficie completamente plana y no otros componentes, como barras colectoras.

- 35 Esto facilita el procesamiento automatizado con láser, especialmente en términos del transporte automatizado de la película.

La película de múltiples capas resultante 1 de acuerdo con la invención tiene un contacto eléctrico mecánicamente estable y confiable de las capas eléctricamente conductoras 3, 4 vía el compuesto de relleno 8. La conexión de las barras colectoras 9.1, 9.2 a una fuente de voltaje externa da como resultado

que se aplique un voltaje a las capas eléctricamente conductoras 3, 4. Las capas eléctricamente conductoras 3, 4 actúan como electrodos de superficie de la capa activa 2 situada entre ellas. La primera barra colectora 9.1 entra en contacto con la segunda capa eléctricamente conductora 4, mientras que la primera capa eléctricamente conductora 3 entra en contacto con la segunda barra colectora 9.2.

5	Lista de Caracteres de Referencia
	1 película de múltiples capas con propiedades ópticas conmutables eléctricamente
	2 capa activa de la película de múltiples capas 1
	3 primera capa eléctricamente conductora de la película de múltiples capas 1
	4 segunda capa eléctricamente conductora de la película de múltiples capas 1
10	5 primera película portadora de la película de múltiples capas 1
	6 segunda película portadora de la película de múltiples capas 1
	7 cortes
	7.1 primeros cortes
	7.2 segundos cortes
15	8 compuesto de relleno eléctricamente conductor
	9 barra colectora
	9.1 primera barra colectora
	9.2 segunda barra colectora
	10 línea de separación sin capa
20	11 cristal compuesto
	12 primer cristal
	13 segundo cristal
	14 primera película termoplástica
	15 segunda película termoplástica
25	16 región de borde aislada eléctricamente
	17 recubrimiento opaco
	A-A' línea de corte