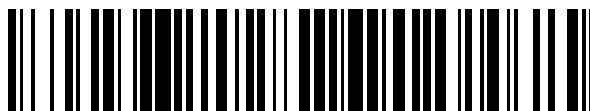


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 481**

51 Int. Cl.:

B23K 26/08 (2006.01)

B23K 37/02 (2006.01)

B23K 26/067 (2006.01)

B23K 26/073 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2013 PCT/EP2013/060247**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2014 WO2014005755**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2013 E 13723777 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2869963**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el procesamiento por láser de sustratos de gran superficie utilizando al menos dos puentes**

30 Prioridad:

04.07.2012 EP 12174902

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.04.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

YEH, LI-YA

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 609 481 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

Dispositivo y procedimiento para el procesamiento por láser de sustratos de gran superficie utilizando al menos dos puentes

5

La presente invención se refiere a un dispositivo para el procesamiento de sustratos de gran superficie mediante radiación láser según el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, el documento US 4 889 140).

La arquitectura moderna se sirve con frecuencia de ventanas o fachadas de vidrio de gran superficie que producen una impresión agradable estéticamente, generan un ambiente interior agradable y también proporcionan una incidencia de luz del día suficiente en invierno. No obstante, la fracción de infrarrojos de la luz solar produce un fuerte calentamiento de las habitaciones especialmente en verano, en donde resultan ser desventajosas las superficies de ventanas con gran superficie de irradiación. Aquí pueden poner remedio dispositivos de oscurecimiento como persianas que, no obstante, no dejan pasar la luz del día, o la instalación de un aire acondicionado. Un fuerte calentamiento de los cuartos conduce sin embargo a un consumo de energía elevado del aire acondicionado y ligado a ello también a una emisión elevada de gases de efecto invernadero.

Una posibilidad efectiva de apantallar la radiación infrarroja ya antes de la entrada en la habitación y simultáneamente dejar pasar la luz del día son los así denominados revestimientos Low-E. Los revestimientos Low-E son revestimientos que reflejan la radiación térmica y que reflejan una parte considerable de la radiación infrarroja, lo que en el verano conduce a un calentamiento reducido de las habitaciones. Además se puede reducir la pérdida de la radiación térmica del espacio interior, cuando el revestimiento se aplica en el lado del cristal dirigido hacia el interior. Así el revestimiento también contribuye al aislamiento de la habitación.

Los revestimientos Low-E contienen habitualmente una barrera a la difusión, una multicapa que contiene metales u óxidos metálicos y una capa de barrera. La barrera a la difusión se aplica directamente sobre la superficie de vidrio e impide una decoloración debido a la difusión de los átomos de metal en el vidrio. Con frecuencia se utilizan capas dobles de plata o capas triples de plata como multicapa. Se conocen los más distintos revestimientos Low-E, por ejemplo, por los documentos DE 10 2009 006 062 A1, WO 2007/101964 A1, EP 0 912 455 B1, DE 199 27 683 C1, EP 1 218 307 B1 y EP 1 917 222 B1.

La deposición de los revestimientos Low-E se realiza preferiblemente a través del procedimiento conocido en sí de la pulverización catódica favorecida por el campo magnético. Las capas depositadas mediante la pulverización catódica favorecida por el campo magnético presentan una estructura amorfa y provocan un enturbiamiento de sustratos translúcidos, como vidrio o polímeros transparentes. Un tratamiento térmico de las capas amorfas provoca una modificación de la estructura cristalina hacia una capa cristalina con transmisión mejorada. El aporte de temperatura en el revestimiento se puede realizar a través de un tratamiento por llama, antorcha electrónica, radiación infrarroja o un tratamiento láser.

El documento WO 2008/096089 A2 da a conocer un procedimiento para la deposición y el tratamiento térmico de capas delgadas. El calentamiento de una capa aplicada sobre un sustrato también conduce inevitablemente al calentamiento del propio sustrato. El calor se deriva de la capa al sustrato más frío en contacto con ésta. Por consiguiente, se origina un gradiente de temperatura a lo largo del sustrato, que produce tensiones térmicas que pueden conducir a la ruptura del sustrato. Deterioros de este tipo se pueden evitar en tanto que la capa se calienta a una temperatura de como máximo 300° C, mientras que simultáneamente la temperatura en la cara opuesta del vidrio se mantiene por debajo de 150° C. El tratamiento térmico se realiza según la calidad de la capa mediante los más distintos métodos, por ejemplo, se utiliza una estructura láser para el templado de una multicapa que contiene plata. No obstante, los láseres habituales en el mercado sólo pueden cubrir una pequeña zona hasta algunos cientos de milímetros. Por este motivo se utiliza una estructura que posibilita mover el láser perpendicularmente a la dirección de rodadura de la cinta transportadora con el sustrato y así cubrir la superficie completamente. No obstante, la velocidad de un láser individual es especialmente pequeña en el caso de sustratos grandes, de modo que el tratamiento por láser no se puede realizar en línea con el revestimiento del sustrato.

Otra posibilidad para el procesamiento de sustratos de gran superficie sería una óptica láser individual que cubra toda la zona del sustrato sin modificar en este caso su posición. No obstante, una disposición óptica individual de estas dimensiones necesita una construcción costosa y cara de varios componentes ópticos que se deben ajustar individualmente.

Alternativamente se podrían montar varios módulos láser unos junto a otros, en donde cada módulo láser cubra una zona parcial de la superficie del sustrato. No obstante, varias unidades láser montadas unas junto a otras requieren un ajuste exacto, a fin de que se realice un recubrimiento preciso de toda la anchura del sustrato.

De otros campos de la técnica se conocen ya procedimientos láser para el procesamiento de sustratos de gran superficie. El documento US 2007/0211323 A1 describe, por ejemplo, un dispositivo láser para la fabricación de OLEDs (*organic light emitting displays*, pantallas orgánicas de emisión de luz), en donde están montados varios láseres de forma móvil sobre un puente y los puentes se pueden desplazar sobre dos carriles de guiado en la dirección x y la dirección -x. El documento DE 196 20 391 A1 1 da a conocer igualmente una estructura de puente con varios cabezales de procesamiento. Aquí también es necesario un movimiento del puente en la dirección x y -x. Una circulación hacia delante y hacia atrás del puente en la dirección x y -x no se puede conciliar con un procesamiento por láser eficiente temporalmente de los sustratos sobre una cinta transportadora, dado que de esta manera sólo se consiguen velocidades de transporte absolutas bajas. En el documento US 4.889.140 y US 2009/0212033 A1 se dan a conocer dispositivos láser con varios puentes, que recubren una cinta transportadora. No obstante, a este respecto sólo se realiza un procesamiento puntual del sustrato, un procesamiento de gran superficie no está previsto ni es posible. Ninguno de estos dispositivos es apropiado para el templado cobertor de la superficie de los revestimientos Low-E de sustratos de vidrio de gran superficie en línea con la deposición de este revestimiento Low-E.

El objetivo de la presente invención es poner a disposición un dispositivo que posibilite un templado de los revestimientos que contienen metales o que contienen óxidos metálicos sobre sustratos de vidrio de gran superficie en línea con un procedimiento para la deposición del revestimiento, en donde simultáneamente se garantiza un ajuste sencillo de los módulos láser y el dispositivo láser se tiene que poder fabricar de la forma más económica posible.

El objetivo de la presente invención se consigue según la invención mediante un dispositivo láser para el procesamiento por láser de sustratos de vidrio de gran superficie, un procedimiento para el procesamiento por láser de sustratos de gran superficie y el uso del dispositivo láser para el procesamiento de sustratos de vidrio revestidos de metales o revestidos de óxidos metálicos según las reivindicaciones 1 y 12 y 15. Realizaciones preferidas de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes.

El dispositivo láser para el procesamiento de sustratos de vidrio planos de gran superficie comprende al menos varias fuentes láser, varias disposiciones ópticas y al menos dos puentes que recubren una cinta transportadora. Sobre la cinta transportadora se sitúa el sustrato de vidrio a procesar. Preferiblemente el tamaño del sustrato de vidrio se corresponde con el formato estándar habitual para el vidrio flotado de 3 m x 6 m, en donde el canto más corto del sustrato descansa en paralelo a los puentes sobre la cinta transportadora. Preferentemente, el dispositivo láser se sitúa al final de una línea de producción para la deposición de un revestimiento que contiene metales o que contiene óxidos metálicos sobre los sustratos de vidrio, en donde el procesamiento por láser se puede realizar en línea con el revestimiento. Las disposiciones ópticas están colocadas en alternancia sobre los puentes. Cada disposición óptica genera una línea láser y las líneas láser de todas las disposiciones ópticas cubren conjuntamente toda la anchura del sustrato de vidrio. En este caso como anchura total del sustrato de vidrio se designa la extensión máxima del sustrato perpendicularmente a la dirección de transporte de la cinta transportadora.

En una realización preferida del dispositivo láser según la invención, dos puentes están colocados transversalmente sobre la cinta transportadora. Las disposiciones ópticas están aplicadas en alternancia sobre ambos puentes, de modo que una primera disposición óptica está montada sobre el primer puente y la disposición óptica siguiente a ella en dirección transversal está montada sobre el segundo puente. La disposición óptica siguiente está colocada de nuevo sobre el primer puente. Esta disposición alternante supone que sobre el segundo puente se sitúa una disposición óptica más que sobre el primer puente. En general, el número de las disposiciones ópticas sobre el primer puente es de n y sobre el segundo puente de n+1, en donde n es un número natural mayor de 1. Alternativamente el número de las disposiciones ópticas sobre el segundo puente también puede ser de n y sobre el primer puente de n+1. Preferiblemente, el número total de las disposiciones ópticas es de 5 a 15, de forma especialmente preferida de 10 a 12.

Otra forma de realización del dispositivo láser según la invención contiene, adicionalmente al primer y segundo puente, un tercer puente sobre la cinta transportadora. Las disposiciones ópticas están dispuestas en alternancia sobre los tres puentes. En este caso, la primera disposición óptica está montada sobre el primer puente, la disposición óptica siguiente transversalmente a la dirección de transporte sobre el otro puente y la disposición subsiguiente sobre el puente todavía no ocupado. En este caso el orden de los tres puentes es a voluntad. Preferiblemente el número total de las disposiciones ópticas es de 5 a 15, de forma especialmente preferida de 10 a 12. Un dispositivo láser con tres puentes se utiliza preferiblemente cuando el requerimiento de espacio de las disposiciones ópticas es tan grande que éstas ya no se pueden colocar sobre dos puentes.

El número de las fuentes láser se corresponde preferiblemente al menos con el número de los puentes. Las fuentes láser se pueden colocar cada vez sobre los puentes directamente junto a las disposiciones ópticas o junto a los puentes. El rayo láser emitido por la fuente láser se conduce a través de un espejo o un conductor de luz hacia la disposición óptica. Alternativamente también se puede utilizar una fuente de láser individual para todas las disposiciones ópticas sobre todos los puentes.

Si las fuentes láser se colocan directamente junto a las disposiciones ópticas sobre el puente, entonces se necesita una fuente láser por disposición óptica. Preferiblemente, los láseres están montados en este caso de forma móvil sobre los puentes, de modo que la posición de los láseres se puede variar igualmente en el caso de un desplazamiento de las disposiciones ópticas. Por consiguiente, se posibilita el ajuste de los láseres y de la disposición óptica transversalmente a la dirección de transporte de la cinta transportadora. Alternativamente, los láseres también se pueden colocar de forma fija cuando la zona de ajuste de las disposiciones ópticas es menor que la distancia entre la disposición óptica y la fuente láser. En el caso de pequeña distancia entre fuente de luz y disposición óptica y curso de rayo no impedido, el rayo láser se puede conducir directamente a través de un espejo hacia la disposición óptica. Esto es especialmente ventajoso cuando las fuentes láser están aplicadas directamente de forma adyacente a las disposiciones ópticas sobre el puente.

En una forma de realización alternativa sólo se necesita una fuente láser por puente, que está colocada junto al puente o en el borde del puente. El rayo láser se conduce en este caso a través de un conductor de luz, preferiblemente un cable de fibra de vidrio desde la fuente láser hacia las disposiciones ópticas.

Las disposiciones ópticas comprenden al menos un escáner láser, una lente y un diafragma. Como escáner láser se puede utilizar un escáner poligonal o un escáner galvanométrico.

Preferiblemente, el escáner poligonal se utiliza como escáner láser. El rayo láser se focaliza en primer lugar a través de una lente sobre la superficie del polígono. En este caso sólo se necesita una lente con un pequeño diámetro, lo que es ventajoso con vistas a los costes. El rayo láser se focaliza mediante la lente sobre una anchura de aproximadamente 50 µm. El diámetro de la lente es, por ejemplo, de 5 cm. El componente central del escáner poligonal es un prisma de espejo móvil poliédrico, que rota con aprox. 10.000 revoluciones por minuto y de esta manera registra continuamente una línea del sustrato. Las velocidades de escaneo alcanzadas por el escáner poligonal utilizado se sitúan en más de 10 metros por segundo, preferiblemente en 25 metros por segundo. Debido a la elevada velocidad de rotación del espejo se forma una línea láser continua homogénea. La longitud de la línea láser se determina por el número y la longitud de las facetas del espejo poligonal y su distancia respecto a la superficie del sustrato. Preferiblemente se utilizan disposiciones ópticas que generan una línea láser ancha de 100 mm a 1000 mm, preferiblemente 200 mm a 400 mm. Esta línea láser se conduce a través de un diafragma que corta los puntos finales de la línea láser e incide luego sobre la superficie del sustrato. La superficie del sustrato se sitúa en este caso en el punto focal de la línea láser. El foco de la línea láser se puede ajustar, por consiguiente, a través de la distancia de la disposición óptica respecto a la superficie del sustrato.

Alternativamente se puede utilizar un escáner galvanométrico como escáner láser. El modo de funcionamiento del escáner galvanométrico se asemeja al del escáner poligonal, en donde el escáner galvanométrico dispone, no obstante, sólo de un espejo en lugar del prisma de espejo. Por consiguiente, la velocidad de escaneo máxima del escáner galvanométrico con 5 m por segundo es esencialmente menor que la velocidad del escáner poligonal. El rayo láser emitido por la fuente láser incide directamente sobre el espejo del escáner galvanométrico y se conduce desde allí sobre una lente que focaliza el rayo láser sobre una anchura de aproximadamente 50 µm. Directamente detrás de la lente se sitúa un diafragma que corta los puntos finales de la línea láser. La anchura de la línea láser generada está limitada, en el caso de la elección de un escáner galvanométrico con una velocidad de escaneo de 5 metros por segundo, a como máximo 300 mm.

La distancia de las disposiciones ópticas respecto a la superficie del sustrato es preferiblemente de 10 cm a 100 cm, en donde la focalización de la línea láser se realiza utilizando un escáner poligonal a través de la variación precisamente de esta distancia. Las disposiciones ópticas son móviles a lo largo de los puentes transversalmente a la dirección de transporte de la cinta transportadora, por lo que se garantiza un ajuste sencillo de las disposiciones ópticas. La disposición alternante de las disposiciones ópticas sobre los puentes posibilita un ajuste independiente entre sí de las disposiciones ópticas, dado que existe suficiente espacio para el desplazamiento de las disposiciones ópticas y no se obstaculizan éstas espacialmente. Las disposiciones ópticas son móviles a lo largo de los puentes en 1 cm a 20 cm, preferiblemente 5 cm a 15 cm.

Las líneas láser de las disposiciones ópticas individuales se añaden a una zona de iluminación que cubre toda la anchura del sustrato de vidrio. Las líneas láser de disposiciones ópticas adyacentes cubren en este caso una zona de sustrato común de 0,1 cm a 0,3 cm, que se ilumina por las dos líneas láser. Mediante esta superposición de las zonas procesadas de las líneas láser individuales se garantiza que se cubra la superficie completa del sustrato de vidrio y no se produzcan huecos en la transición entre dos zonas de procesamiento.

Preferiblemente, los puentes tienen una distancia de 20 cm a 90 cm, preferiblemente 40 cm a 60 cm entre sí.

Como fuentes láser se utilizan preferiblemente láseres de estado sólido continuos o pulsados. De forma especialmente

preferida se utiliza un láser de granate de itrio y aluminio dopado de neodimio (láser Nd:YAG). Alternativamente también se pueden emplear iterbio (láser Yb:YAG) o erbio (láser ER:YAG) como materiales de dopado o se pueden utilizar láseres de titanio-zafiro o láseres de vanadato de itrio dopado de neodimio (Nd:YVO₄). El láser Nd:YAG emite radiación infrarroja de una longitud de onda de 1064 nm. No obstante, gracias a la duplicación de frecuencia o triplicación de frecuencia también se puede generar radiación de longitudes de onda de 532 nm y 355 nm.

El procesamiento por láser se realiza con una longitud de onda de 300 nm hasta 1300 nm. Las longitudes de onda utilizadas dependen en este caso del tipo del revestimiento. La longitud de onda de la radiación láser se debe situar en este caso en un intervalo en el que el revestimiento la absorba y por consiguiente se pueda calentar mediante el aporte de energía. El láser Nd:YAG utilizado preferiblemente puede proporcionar la radiación láser de las longitudes de onda 355 nm, 532 nm y 1064 nm. Para el procesamiento de revestimientos de plata se utiliza preferiblemente una longitud de onda de 1064 nm.

La potencia total necesaria para el procesamiento por láser depende fuertemente del diseño de las disposiciones ópticas, la estructura de la instalación y el guiado de rayo del rayo láser. Los valores de potencia típicos se sitúan entre 1 kW y 16 kW.

La potencia láser se puede adaptar eventualmente al espesor de capa, la estructura de capas y la composición del revestimiento.

La invención comprende, además, un procedimiento para el procesamiento continuo por láser de sustratos de vidrio planos de gran superficie con el dispositivo láser según la invención. En una primera etapa se ajustan las disposiciones ópticas a lo largo de los puentes, de modo que éstas cubren conjuntamente toda la anchura del sustrato. Preferiblemente, en este caso se superponen las zonas de las disposiciones ópticas individuales en 500 µm a 1 cm, preferiblemente 0,1 cm a 0,3 cm. En una segunda etapa del procedimiento según la invención se sincronizan las velocidades de la cinta transportadora y de los escáneres láser. Esta sincronización garantiza un procesamiento uniforme de la superficie, en donde se verifica la calidad del producto con pruebas al azar mediante la medición de la resistencia eléctrica y la transmisión. El valor de la transmisión debería aumentar de forma uniforme mediante el procesamiento por láser en todas las zonas, mientras que la resistencia eléctrica disminuye. Alternativamente la verificación del revestimiento también se puede realizar manualmente, dado que se puede reconocer de forma adecuada ópticamente la pista láser.

Acto seguido, los sustratos de vidrio se colocan sobre la cinta transportadora. Preferiblemente, el procesamiento por láser de los sustratos de vidrio se realiza directamente a continuación de la deposición de un revestimiento, en donde ambos procesos discurren en línea. Conforme al procedimiento según la invención, la velocidad del procesamiento por láser es al menos igual a la velocidad del proceso de revestimiento, de modo que aquí no se necesita una ralentización de la cinta transportadora como en los procedimientos habituales según el estado de la técnica. La cinta transportadora tiene preferiblemente una velocidad de 5 m hasta 15 m por minuto, de forma especialmente preferida de 9 m hasta 11 m por minuto. En la última etapa del procedimiento los sustratos atraviesan los puentes y se procesan completamente de forma continua mediante las disposiciones láser colocadas sobre los puentes. En este caso, los escáneres láser no se deben desconectar en la transición entre los sustratos de vidrio y tampoco en un hueco mayor que aparece entre dos sustratos de vidrio.

La invención comprende, además, el uso del dispositivo láser según la invención para el procesamiento de los sustratos de vidrio revestidos de metales o revestidos de óxidos metálicos, de forma especialmente preferida sustratos de vidrio de gran superficie con una anchura de 1 m a 6 m, preferiblemente con una anchura de al menos 3 m. El dispositivo láser según la invención y el procedimiento según la invención son apropiados especialmente para el procesamiento de sustratos de vidrio en el formato estándar habitual del vidrio flotado de 3 metros de anchura y 6 metros de longitud.

Los sustratos de vidrio utilizados contienen vidrio de cal y sosa, vidrio de cuarzo, vidrio de silicato de boro y/o plásticos transparentes como poli(metacrilato de metilo). Preferiblemente se utiliza vidrio flotado.

El revestimiento del sustrato de vidrio comprende preferiblemente capas metálicas u óxidos como capas de TCO (*transparent conductive oxide*, óxido conductor transparente), por ejemplo capas de plata o capas ITO (*indium tin oxide*, óxido de indio y estaño). De forma especialmente preferida se utiliza una capa de plata con un espesor de 6 nm hasta 15 nm rodeada por dos capas de barrera con un espesor de 0,5 nm hasta 2 nm conteniendo níquel-cromo y/o titanio. Entre una capa de barrera y la superficie de vidrio se aplica preferiblemente una barrera a la difusión con un espesor de 25 nm hasta 35 nm que contiene Si₃N₄, TiO₂, SnZnO y/o ZnO. Sobre la capa de barrera superior se aplica, dirigida hacia el entorno, preferiblemente una barrera a la difusión con un espesor de 35 nm a 45 nm que contiene ZnO y/o Si₃N₄. Esta barrera a la difusión superior está equipada opcionalmente con una capa protectora con un espesor de 1 nm a 5 nm que comprende TiO₂ y/o SnZnO₂. El espesor total de todas las capas es preferiblemente de 67,5 nm a 102

nm.

A continuación se explica la invención más en detalle mediante un dibujo. El dibujo no limita la invención de modo alguno.

Muestran:

La Figura 1a, un dispositivo láser según la invención con dos puentes sobre una cinta transportadora.

La Figura 1b, el dispositivo láser según la invención de la figura 1a con representación detallada de la trayectoria del rayo.

La Figura 2, otra forma de realización del dispositivo láser según la invención, en donde el rayo láser se conduce a través de conductores de luz a las disposiciones ópticas.

La Figura 3, una vista en planta del dispositivo láser según la invención de la figura 1a.

La Figura 4, una forma de realización alternativa del dispositivo láser según la invención con tres puentes sobre una cinta transportadora.

La Figura 5, una vista en planta del dispositivo láser según la invención de la figura 4.

La Figura 6, las zonas de procesamiento del dispositivo láser según la invención de la figura 1a sobre un sustrato de vidrio.

La Figura 7, un escáner poligonal utilizado para la generación de la línea láser.

La Figura 8, un escáner galvanométrico utilizado para la generación de la línea láser.

La Figura 9, un procedimiento según la invención para el procesamiento por láser de sustratos de gran superficie.

La figura 1a muestra el dispositivo láser (1) según la invención con dos puentes (4) sobre una cinta transportadora (5). Los puentes (4) recubren la cinta transportadora (5) transversalmente a la dirección de transporte (6). Sobre la cinta transportadora (5) descansa un sustrato de vidrio (7) que se transporta a través por debajo de los puentes (4). Sobre el primer puente (4.1) y el segundo puente (4.2) están colocadas las disposiciones ópticas (3). Junto a las disposiciones ópticas (3) se sitúa respectivamente una fuente láser (2) por disposición óptica (3) sobre el puente (4). Sobre el primer puente (4.1) están colocadas cinco disposiciones ópticas (3) con cinco fuente láser (2), mientras que sobre el segundo puente (4.2) están montadas seis disposiciones ópticas (3) y seis fuentes láser (2). Las disposiciones ópticas (3) están colocadas en alternancia en ambos puentes (4). Esta disposición alternante de las disposiciones ópticas (3) sobre ambos puentes (4) garantiza suficiente espacio para el ajuste de las disposiciones ópticas (3) a lo largo de los puentes (4), dado que la distancia de las disposiciones ópticas (3) adyacentes es suficientemente grande. Para el procesamiento de los sustratos de vidrio (7) con una anchura de 3 metros se utiliza preferiblemente un dispositivo láser (1) de este tipo con en total 11 disposiciones ópticas (3), en donde cada disposición óptica (3) genera una línea láser con 300 mm de anchura y, por consiguiente, se cubre el sustrato láser (7) en toda su anchura.

La figura 1b muestra el dispositivo láser (1) según la invención de la figura 1a, en donde el curso del rayo láser (11) está representado en detalle. El rayo láser (11) generado por una fuente láser (2) se conduce a través de un espejo (13) hacia la disposición óptica (3) adyacente e incide a través de una abertura de carcasa lateral en ésta. La fuente láser (2), el espejo (13) correspondiente y la disposición óptica (3) correspondiente están montados de forma móvil sobre los puentes (4), de modo que la disposición se puede desplazar ligeramente a lo largo de los puentes (4). La distancia de la disposición óptica (3) respecto a la superficie del sustrato de vidrio (7) es igualmente variable, en donde la altura de la fuente láser (2) y del espejo (13) no se debe modificar en general. Según su forma de realización, es necesaria una adaptación en altura de las disposiciones ópticas (3) para garantizar una focalización sobre la superficie del sustrato de vidrio (7). No obstante, dado que en este caso se trata de adaptaciones en altura proporcionalmente pequeñas, no se debe modificar la altura del espejo (13) y de las fuentes láser (2), sino que el curso del rayo láser (11) sólo se puede ajustar nuevamente mediante el giro del espejo.

La figura 2 muestra otra forma de realización del dispositivo láser (1) según la invención, en donde el rayo láser (11) se conduce a través del conductor de luz (14) hacia las disposiciones ópticas (3). La estructura general se corresponde en este caso con la mostrada en la figura 1a. Diverge de ella en que sólo se requiere una fuente láser (2) por puente (4), que está instalada en el borde del puente (4). El rayo láser se guía desde las fuentes láser (2) a través de cada vez un conductor de luz (14) hacia respectivamente una disposición óptica (3). Esta forma de realización ofrece la ventaja de que se prescinde del espejo para la conducción del rayo láser y, por consiguiente, se suprime el reajuste de este espejo en el caso de modificaciones de posición pequeñas de la disposición óptica (3). El conductor de luz (14) aquí utilizado presenta, por el contrario, una movilidad limitada, de modo que las modificaciones más pequeñas en la posición de la disposición óptica (3) se sitúan en el rango de tolerancia y no se requiere ningún reajuste.

La figura 3 muestra una vista en planta del dispositivo láser (1) según la invención de la figura 1a. Las disposiciones ópticas (3) están dispuestas en orden alternante sobre el primer puente (4.1) y el segundo puente (4.2). En este caso las zonas de procesamiento de las disposiciones ópticas (3) cubren el sustrato de vidrio (7) en su anchura completa a

lo largo de los puentes (4).

La figura 4 muestra una forma de realización alternativa del dispositivo láser (1) según la invención con tres puentes (4) sobre una cinta transportadora (5) con el sustrato de vidrio (7). En este caso sobre el primer puente (4.1) están colocados en alternancia tres disposiciones ópticas (3), sobre el segundo puente (4.2) cinco disposiciones ópticas (3) y sobre el tercer puente (4.3) tres disposiciones ópticas (3). La distribución de las disposiciones ópticas (3) sobre los puentes (4) es variable, en donde únicamente se debe prestar atención a que las zonas de procesamiento de las disposiciones ópticas (3) individuales cubran conjuntamente toda la anchura del sustrato de vidrio (7). Junto a las disposiciones ópticas (3) está montada respectivamente una fuente láser (2) sobre los puentes (4). No obstante, alternativamente, también es concebible una reducción de las fuentes láser utilizando cables conductores de luz, según se muestra en la figura 2.

La figura 5 muestra una vista en planta del dispositivo láser (1) según la invención de la figura 4, en donde se puede reconocer la disposición alternante de las disposiciones ópticas (3) sobre los tres puentes (4). Sobre el primer puente (4.1) y el tercer puente (4.3) están colocadas respectivamente tres disposiciones ópticas (3), mientras que sobre el segundo puente (4.2) están montadas cinco disposiciones ópticas (3). Cada disposición óptica (3) cubre una zona parcial del sustrato de vidrio (7), en donde las zonas individuales de las disposiciones ópticas (3) cubren conjuntamente la anchura total del sustrato de vidrio (7) en la zona de los puentes (4).

La figura 6 muestra las zonas de procesamiento (15) del dispositivo láser (1) según la invención de la figura 1a sobre el sustrato de vidrio (7). Las líneas láser (12) generadas sobre el sustrato de vidrio (7) se guían mediante el movimiento de la cinta transportadora (5) según la longitud sobre el sustrato de vidrio (7). De este modo sobre el sustrato de vidrio (7) se originan varias zonas de mecanizado (15), en donde las zonas de procesamiento del primer puente (15.1) se sitúan entre las zonas de procesamiento del segundo puente (15.2) y se solapan con éstas. Debido a este solapamiento se garantiza según la invención que no se produzcan zonas no procesadas. El sustrato de vidrio (7) se transporta sobre la cinta transportadora (5) en la dirección de transporte (6), de modo que se procesa completamente la superficie del sustrato de vidrio (7).

La figura 7 muestra un escáner poligonal (8.1) utilizado para la generación de una línea láser (12). El rayo láser (11) se focaliza tras la entrada en la disposición óptica (3) a través de una lente sobre una superficie del escáner poligonal (8.1). El escáner poligonal (8.1) rotativo refleja el rayo láser (11) sobre la superficie del sustrato de vidrio (7). Debido al rápido movimiento de rotación del escáner poligonal (11) se origina en este caso una línea láser (12). Los extremos de la línea láser (12) se cortan por un diafragma (10). La focalización de la línea láser (12) sobre la superficie del sustrato de vidrio (7) se realiza mediante la adaptación en altura del escáner poligonal (8.1) respecto a la superficie de sustrato.

La figura 8 muestra un escáner galvanométrico (8.2) utilizado para la generación de una línea láser, que puede estar contenido de forma alternativa a un escáner poligonal (8.1) como escáner láser (8) en las disposiciones ópticas (3). El rayo láser (11) incide en la carcasa de la óptica (3) y se conduce por un escáner galvanométrico (8.2) sobre una lente (9). El escáner galvanométrico (8.2) genera mediante rotación una línea láser (12) que se focaliza por la lente sobre la superficie del sustrato de vidrio (7). La lente (9) está empotrada en un diafragma (10), que corta los extremos de la línea láser (12). La longitud de la línea láser está delimitada en este caso por el tamaño de la lente.

La figura 9 muestra un procedimiento según la invención para el procesamiento por láser de sustratos de vidrio (7) de gran superficie. En una primera etapa se realiza el ajuste de las disposiciones ópticas (3) a la anchura del sustrato de vidrio (7). Las disposiciones ópticas (3) se orientan de modo que el sustrato de vidrio (7) se pueda procesar en toda su anchura y se solapen parcialmente las zonas de procesamiento (15) de las disposiciones ópticas (3) individuales. A continuación, se sincronizan las velocidades de la cinta transportadora (5) y de los escáneres láser (8). El procedimiento según la invención posibilita un procesamiento más rápido de los sustratos de vidrio (7) que los procedimientos conocidos según el estado de la técnica, dado que las disposiciones ópticas (3) están montadas de forma estacionaria y no se deben mover durante el procedimiento. Por consiguiente, según el procedimiento según la invención, el procesamiento por láser se puede realizar de preferencia directamente a continuación del revestimiento de los sustratos de vidrio (7) mediante pulverización, sin que se deba estrangular la velocidad de la cinta transportadora (5). En la siguiente etapa los sustratos de vidrio (7) se colocan sobre la cinta transportadora (5). En una disposición en línea de una instalación de revestimiento y del dispositivo láser (1) según la invención, los sustratos de vidrio (7) ya se colocan sobre la cinta transportadora (5) delante de la instalación de revestimiento. Luego los sustratos de vidrio (7) sobre la cinta transportadora (5) atraviesan los puentes (4) y se procesan de forma automatizada por las disposiciones ópticas (3).

A continuación se explica más en detalle la invención mediante un ejemplo del procedimiento según la invención y de un ejemplo comparativo.

En dos series de ensayos se han comparado las velocidades alcanzables como máximo de la cinta transportadora (5) y

los costes de todos los componentes ópticos en el procesamiento por láser de un sustrato de vidrio (7) de gran superficie utilizando el dispositivo láser (1) según la invención y utilizando un dispositivo conocido según el estado de la técnica. Las dimensiones de los sustratos de vidrio (7) utilizados eran en todos los ensayos de 3 metros de anchura y 6 metros de longitud. Los sustratos de vidrio (7) se han colocado con el canto lateral largo en paralelo a la dirección de transporte (6) de la cinta transportadora (5) sobre ésta. El dispositivo láser (1) según la invención y el dispositivo láser según el estado de la técnica se han utilizado respectivamente en línea con una instalación de revestimiento, en donde los sustratos de vidrio (7) se procesan directamente a continuación de la precipitación del revestimiento mediante los dispositivos láser. Como instalación de revestimiento se ha utilizado una instalación de pulverización de magnetrón, en la que en este orden se han aplicado una capa de Si_3N_4 de 30 nm de espesor, una capa de plata de 10 nm de espesor, una capa de níquel-cromo de 1nm de espesor, una capa de ZnO de 40 nm de espesor y una capa de TiO_2 de 4 nm de espesor sobre la superficie del sustrato. La capa de plata dispone directamente tras la precipitación de una estructura amorfa. Mediante templado del revestimiento se produce la transición de la estructura amorfa a una cristalina, por lo que se mejora la transparencia del revestimiento. Para tratamientos térmicos de este tipo han resultado ser especialmente apropiados los procedimientos láser. En todas las series de ensayos los dispositivos láser para el templado del revestimiento se han dispuesto directamente lindando con la instalación de revestimiento, de modo que se ha realizado un tratamiento ulterior directo de los sustratos de vidrio. El proceso láser es habitualmente la etapa más lenta del procedimiento. Una aceleración del procedimiento láser va acompañada, por consiguiente, de una aceleración del proceso de producción completo y el ahorro de costes ligado a ello. Por otro lado se deben mantener los más bajos posibles los costes para la disposición láser. Las velocidades posibles máximas de la cinta transportadora en el procesamiento de los sustratos de vidrio con el dispositivo láser según la invención y un dispositivo láser según el estado de la técnica, así como los costes de adquisición de los componentes ópticos de los dispositivos láser se han comparado mediante las series de ensayos.

a) Ejemplo 1: Procesamiento de sustratos de vidrio (7) de gran superficie mediante el dispositivo láser (1) según la invención. Sobre la cinta transportadora (5) se han colocado dos puentes (4) a la distancia de 50 cm, que recubren la cinta transportadora (5) en paralelo al canto lateral corto de los sustratos de vidrio (7) que descansan sobre ella. Sobre el primer puente (4.1) se han montado cinco disposiciones ópticas (3), mientras que sobre el segundo puente se han colocado otras seis disposiciones ópticas (3) en alternancia a las disposiciones ópticas (3) del primer puente (4.1). Las disposiciones ópticas (3) se han orientado de modo que el diafragma (10), a través del cual sale la línea láser (12), señala en la dirección del sustrato de vidrio (7). En el borde de cada puente (4) se ha posicionado una fuente láser (2), cuyo rayo láser (11) se ha conducido a través de conductores de luz (14) hacia las disposiciones ópticas (3). El rayo láser (11) incidió a través de una abertura lateral en la disposición óptica (3) y se ha conducido allí desde una lente (9) sobre un escáner poligonal (8.1). El escáner poligonal (8.1) rotó con 10.000 revoluciones por minuto y generó así una línea láser (12) continua que se ha reflejado sobre el sustrato de vidrio (7). El escáner poligonal (8.1) utilizado presentó una velocidad de escaneado de 10 m por segundo. Los extremos de la línea láser (12) se han cortado al pasar la línea láser (12) a través del diafragma (10). Las disposiciones ópticas (3) se han ajustado de modo que las zonas de procesamiento (15) de las disposiciones ópticas (3) adyacentes en la dirección transversal se solapan sobre el sustrato (7) en respectivamente 0,2 cm. Como fuentes láser se han utilizado láseres de granate de itrio y aluminio dopado de neodimio (láseres Nd:YAG).

b) Ejemplo comparativo 2: procesamiento de sustratos de vidrio (7) de gran superficie con un dispositivo láser conocido según el estado de la técnica.

En el ejemplo comparativo 2 el procesamiento de los sustratos de vidrio (7) de gran superficie se realizó con el dispositivo láser comercializado con el nombre de "Volcano Line Beam 750 Laser Optics" de la empresa Innovavent. En este caso se ha utilizado un láser Nd:YAG (Starlase 400G US) con una longitud de onda de 532 nm.

La tabla 1 muestra las velocidades posibles máximas de la cinta transportadora (5), así como los costes de todos los componentes ópticos para el dispositivo láser según la invención (ejemplo 1) y el dispositivo láser conocido según el estado de la técnica (ejemplo comparativo 2).

Tabla 1

	Velocidad máxima de la cinta transportadora	Costes de adquisición de los componentes ópticos
Ejemplo 1	Hasta 15 m por min.	< 500k €
Ejemplo comparativo 2	< 10 m por min.	> 1000k €

El dispositivo láser (1) según la invención posibilita un aumento de la velocidad decisivo de la cinta transportadora (5). En el proceso de pulverización que discurre en línea con el procesamiento por láser se alcanzan velocidades de transporte de 10 m por minuto. En el caso de un procesamiento subsiguiente de los sustratos de vidrio (7) con el dispositivo láser conocido según el estado de la técnica no se consigue la velocidad del proceso de pulverización, por

lo que los sustratos se deben almacenar temporalmente y no se pueden seguir procesando directamente en línea. El dispositivo láser (1) según la invención acelera el procesamiento por láser de manera que es posible un procesamiento posterior de los sustratos de vidrio (7) sin almacenamiento intermedio. El proceso de producción completo se acelera de este modo, lo cual conduce a una bajada de los costes de producción. Además, el dispositivo láser (1) según la invención dispone de una estructura esencial más sencilla comparado con la disposición óptica compleja del dispositivo láser conocido según el estado de la técnica. Según se puede reconocer en la tabla 1, de esta forma los costes de adquisición de los componentes ópticos en comparación al dispositivo láser conocido se pueden reducir en conjunto en más del 50 por ciento. Además, el dispositivo láser (1) según la invención posibilita un ajuste sencillo de las disposiciones ópticas (3), dado que éstas están montadas en alternancia sobre los puentes (4) y, por consiguiente, no se obstaculizan recíprocamente y se pueden desplazar independientemente unas de otras.

Lista de símbolos de referencia

1	Dispositivo láser
2	Fuentes de luz
15 3	Disposiciones ópticas
4	Puentes
4.1	Primer puente
4.2	Segundo puente
4.3	Tercer puente
20 5	Cinta transportadora
6	Dirección de transporte
7	Sustrato de vidrio
8	Escáner láser
8.1	Escáner poligonal
25 8.2	Escáner galvanométrico
9	Lente
10	Diafragma
11	Rayo láser
12	Línea láser
30 13	Espejo
14	Conductor de luz
15	Zonas de procesamiento
15.1	Zona de procesamiento del primer puente
15.2	Zona de procesamiento del segundo puente
35	

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo láser (1) para el templado de revestimientos que contienen metales o que contienen óxidos metálicos sobre sustratos de vidrio (7) de gran superficie, que comprende al menos:

- a) al menos una fuente láser (2),
- b) al menos dos puentes (4) que recubren una cinta transportadora (5) con el sustrato de vidrio (7),

en el que

- cada puente (4) contiene varias disposiciones ópticas (3) que están dispuestas en alternancia sobre los puentes (4), caracterizado por que:
- cada disposición óptica (3) genera una línea láser (12), y
- las líneas láser (12) de todas las disposiciones ópticas (3) cubren conjuntamente toda la anchura del sustrato (7), en donde las líneas láser (12) de disposiciones ópticas (3) adyacentes cubren en conjunto una zona con una anchura de 500 μ m a 1 cm.

2.- Dispositivo láser (1) según la reivindicación 1, en donde un primer puente (4.1) y un segundo puente (4.2) están dispuestos sobre la cinta transportadora (5) y el número de las disposiciones ópticas (3) sobre el primer puente (4.1) es de n y sobre el segundo puente (4.2) de n+1 o a la inversa.

3.- Dispositivo láser (1) según la reivindicación 1, en donde el primer puente (4.1), el segundo puente (4.2) y un tercer puente (4.3) están dispuestos sobre la cinta transportadora (5).

4.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el número de las fuentes láser (2) se corresponde al menos con el número de los puentes (4).

5.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde las disposiciones ópticas (3) comprenden al menos un escáner láser (8), una lente (9) y un diafragma (10).

6.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el escáner láser (8) es un escáner poligonal o un escáner galvanométrico, preferiblemente un escáner poligonal.

7.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el rayo láser (11) se conduce a través de un espejo (13) o un conductor de luz (14) desde la fuente láser (2) a la disposición óptica (3).

8.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la distancia entre las disposiciones ópticas (3) y la superficie del sustrato de vidrio (7) es de 10 cm a 100 cm y las disposiciones ópticas (3) son móviles a lo largo de los puentes (4) transversalmente a la dirección de transporte (6) de la cinta transportadora (5) en 1 cm a 20 cm, preferiblemente 5 cm a 15 cm.

9.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde las líneas láser (12) de disposiciones ópticas (3) adyacentes cubren conjuntamente una zona con una anchura de 0,1 cm a 0,3 cm.

10.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde los puentes (4) tienen entre sí una distancia de 20 cm a 90 cm, preferiblemente 40 cm a 60 cm.

11.- Dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en donde como fuente láser (2) se utilizan láseres de onda continua o láseres pulsados, preferiblemente láseres de estado sólido, de forma especialmente preferible láseres de granate de itrio y aluminio dopado de neodimio (láseres Nd:YAG), láseres de granate de itrio y aluminio dopado de iterbio (láseres Yb:YAG), láseres de granate de itrio y aluminio dopado de erbio (láseres Er:YAG), láseres de titanio-zafiro o láseres de vanadato de itrio dopado de neodimio (láseres Nd:YVO₄).

12.- Procedimiento para el procesamiento continuo por láser de un sustrato de vidrio (7) de gran superficie con un dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende

- a) ajuste de las disposiciones ópticas (3) de modo que las líneas láser (12) de ópticas adyacentes se superponen sobre el sustrato de vidrio (7) en 500 μ m a 1 cm,
- b) sincronización de las velocidades de la cinta transportadora (5) y del escáner láser (8),
- c) procesamiento por láser automatizado durante el paso de los sustratos de vidrio (7) sobre la cinta transportadora bajo los puentes (4).

13.- Procedimiento según la reivindicación 12, en el que las ópticas (3) se ajustan de modo que las líneas láser (12) de ópticas adyacentes se superponen sobre el sustrato (7) en 0,1 cm a 0,3 cm.

5 14.- Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, en el que la cinta transportadora (5) se mueve con una velocidad de 5 m a 15 m por minuto, preferiblemente 9 m a 11 m por minuto.

15.- Uso de un dispositivo láser (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11 para el procesamiento de sustratos de vidrio revestidos de metales o revestidos de óxidos metálicos, de forma especialmente preferida sustratos de vidrio de gran superficie con una anchura de 1 m a 6 m, preferiblemente con una anchura de al menos 3 m.

10

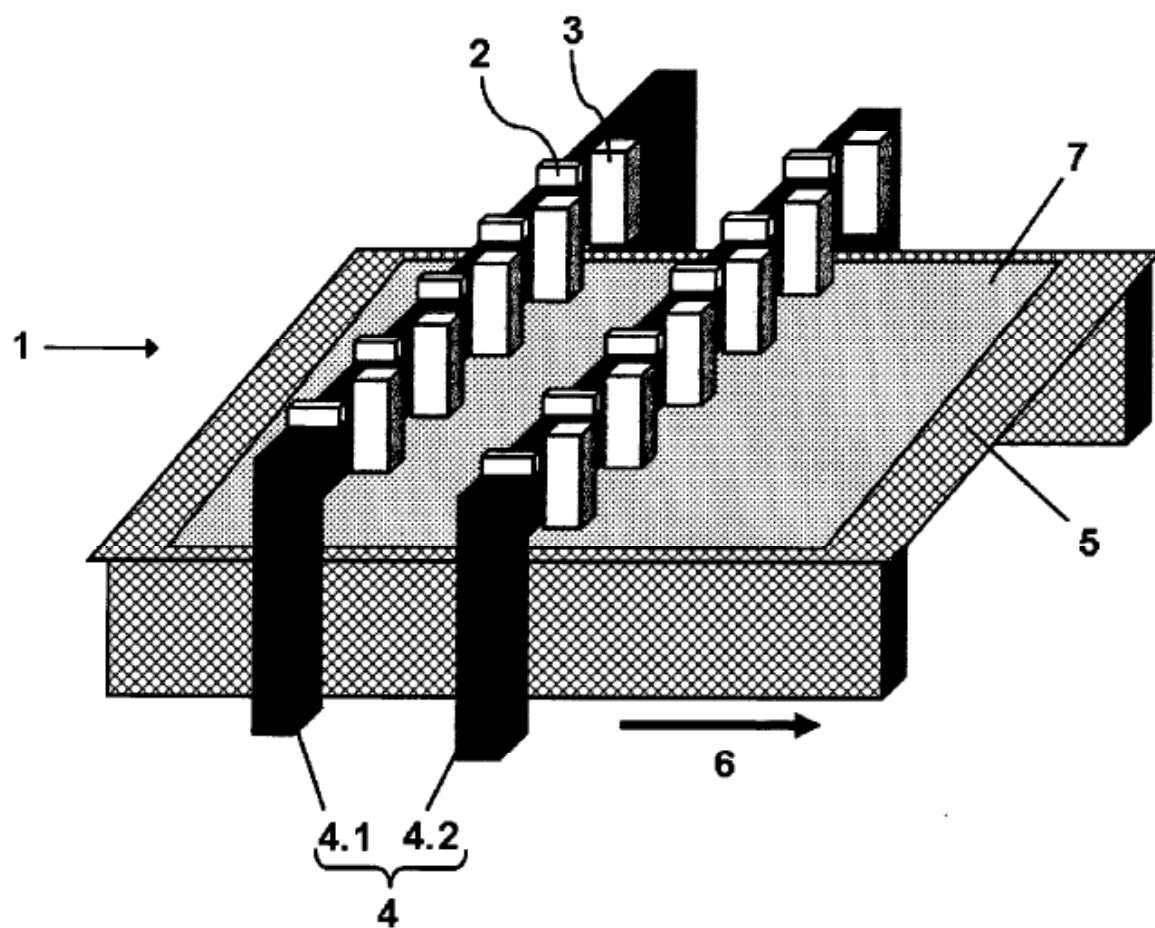


Figura 1a

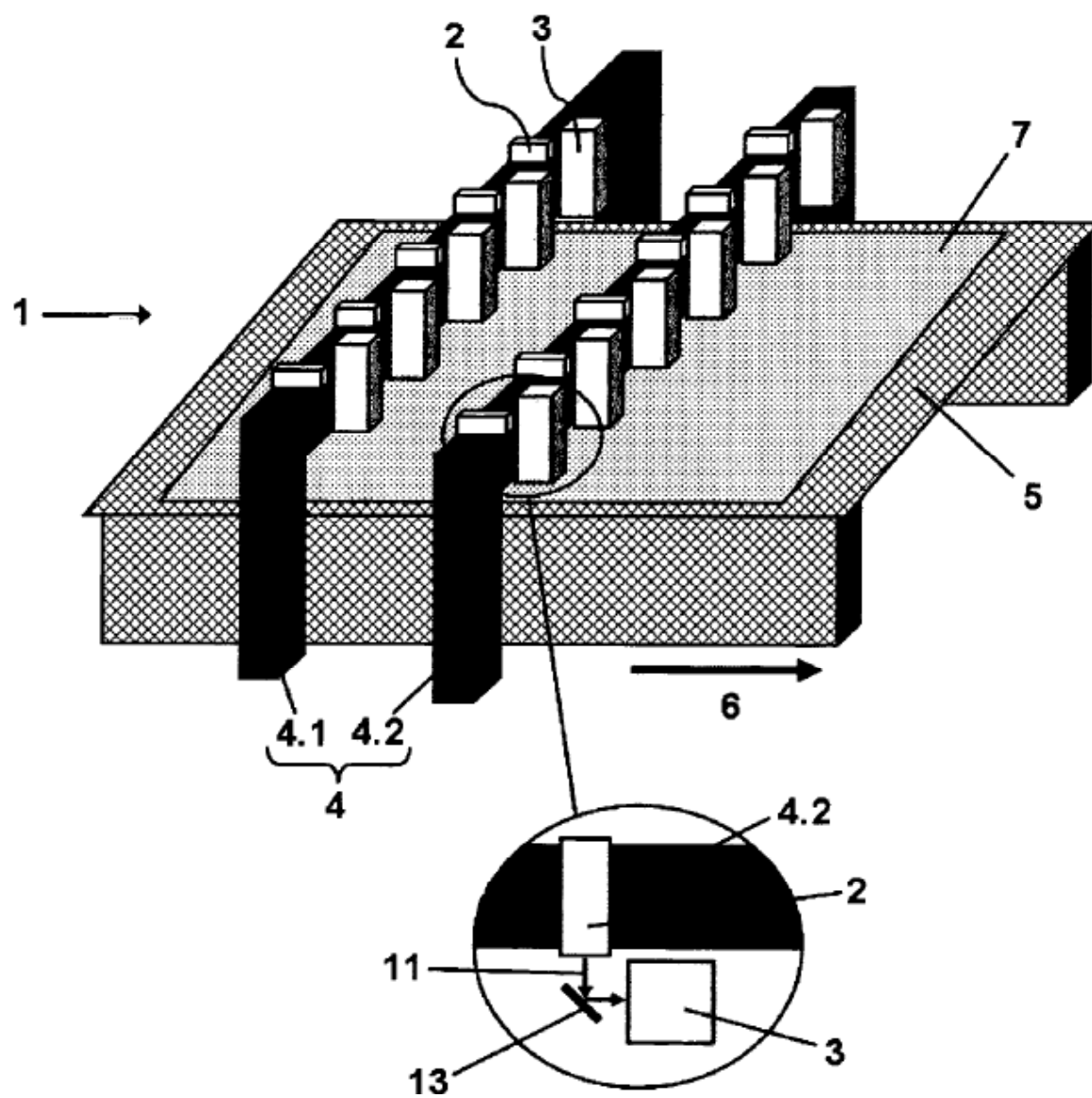


Figura 1b

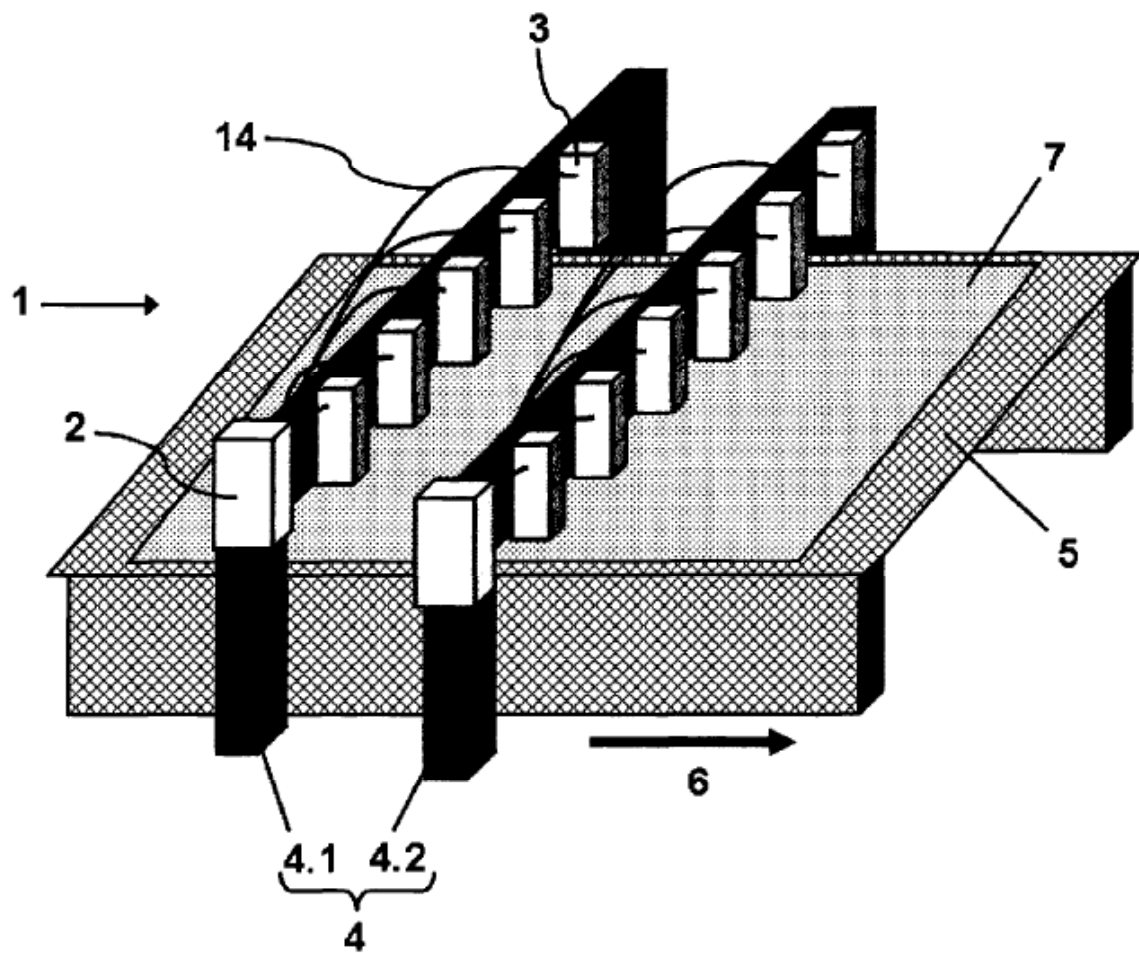


Figura 2

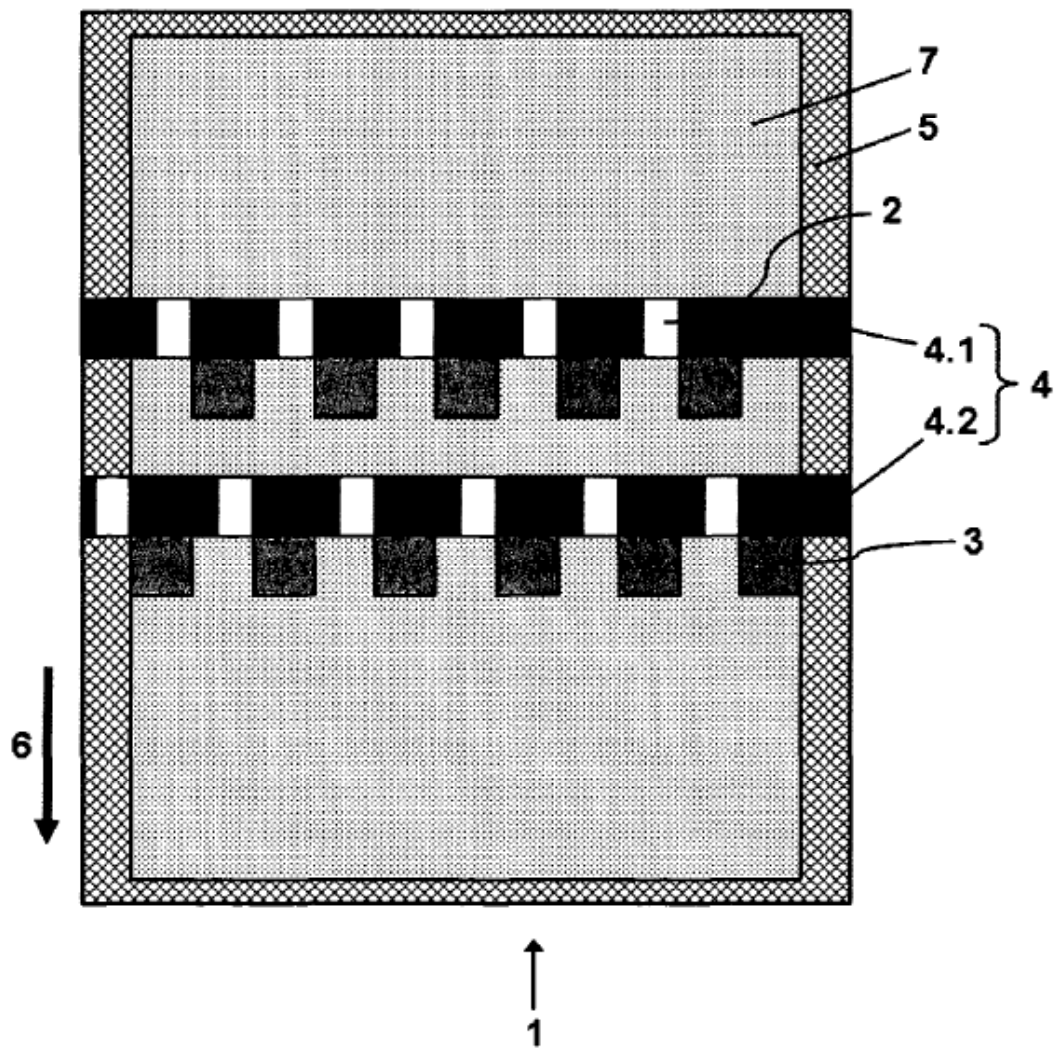


Figura 3

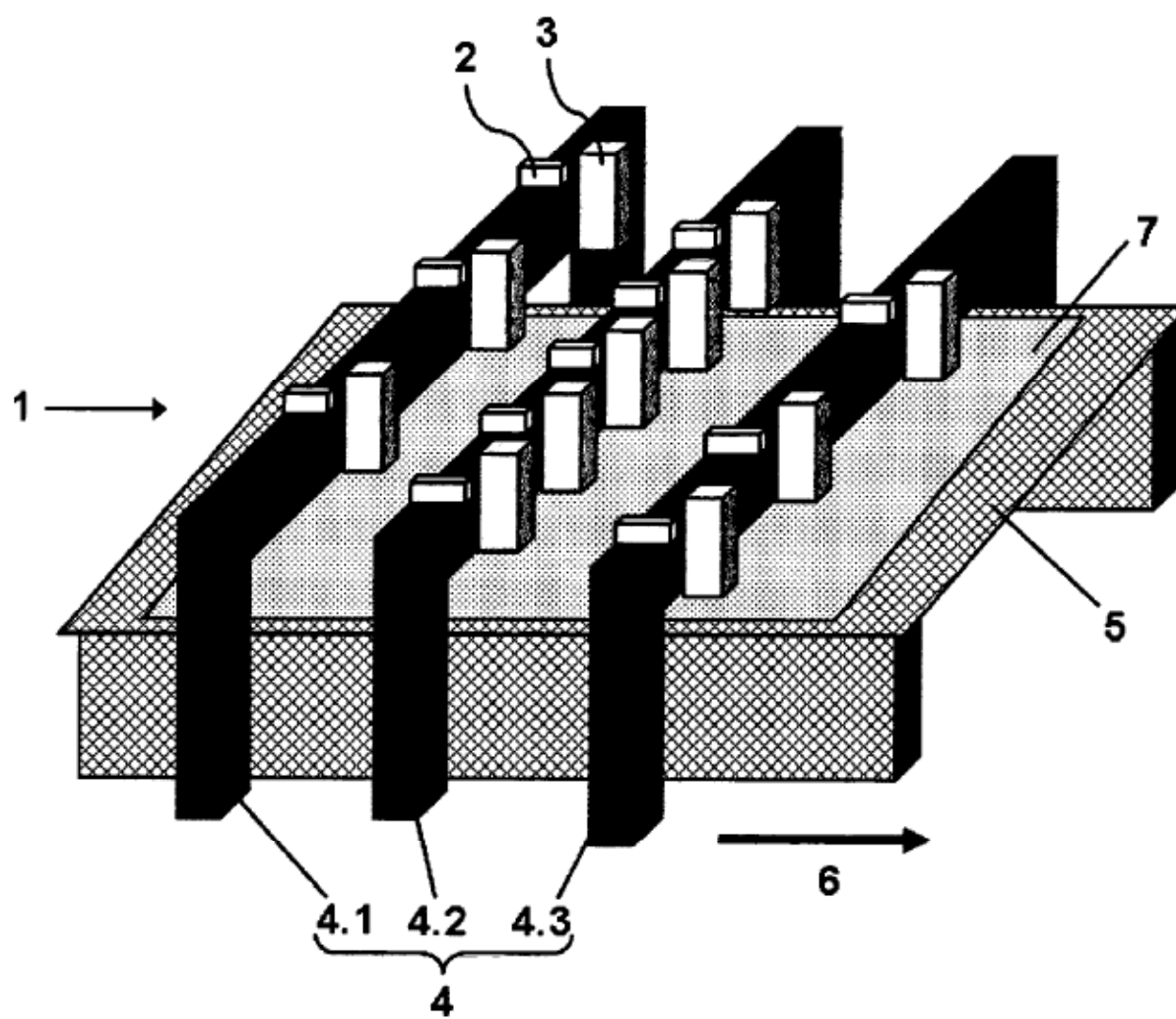


Figura 4

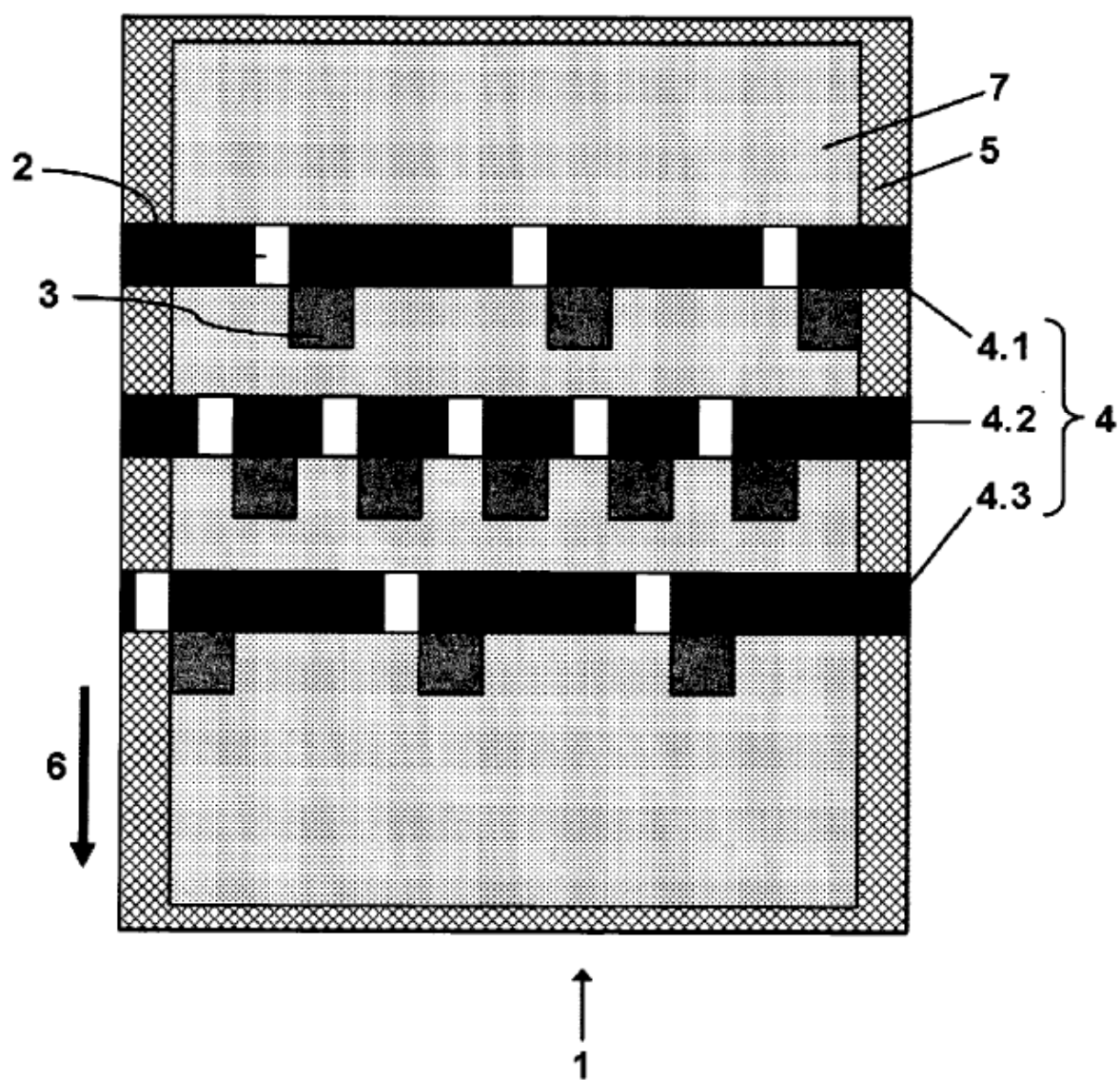


Figura 5

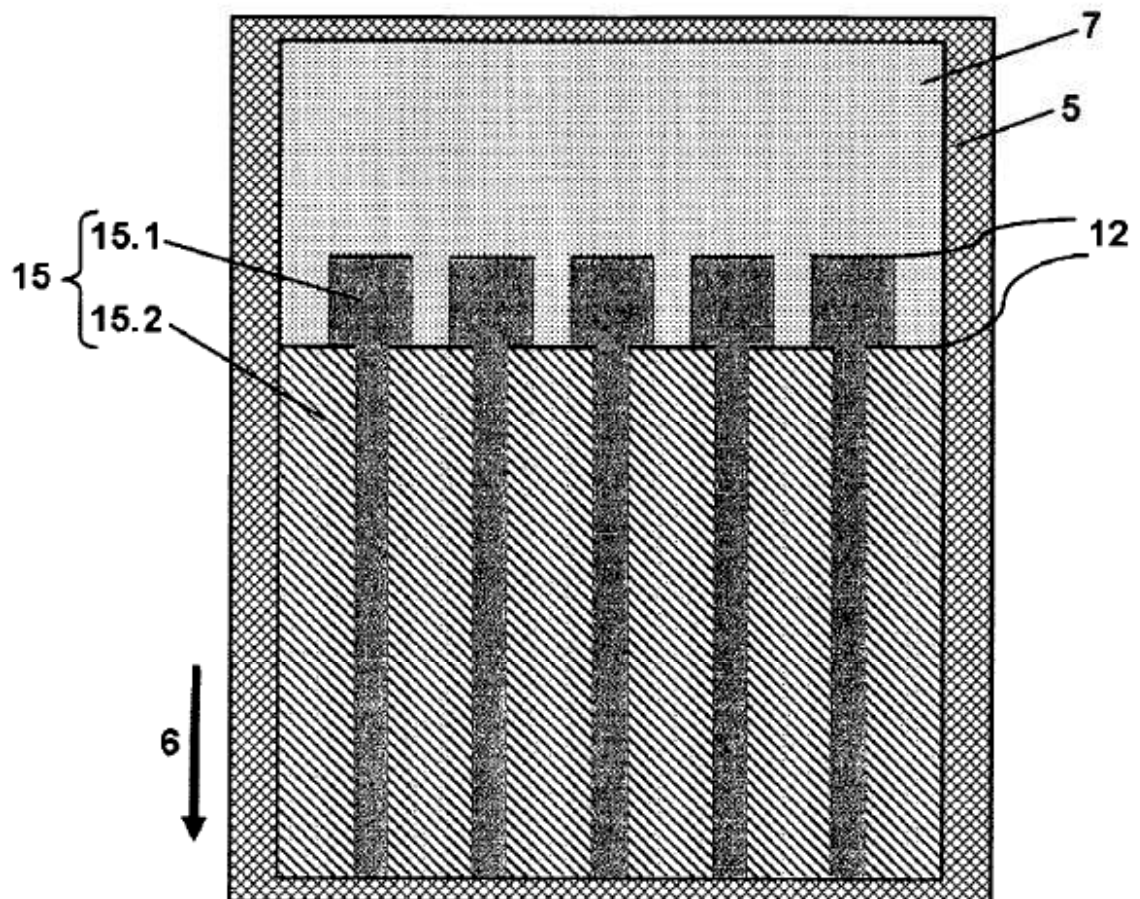


Figura 6

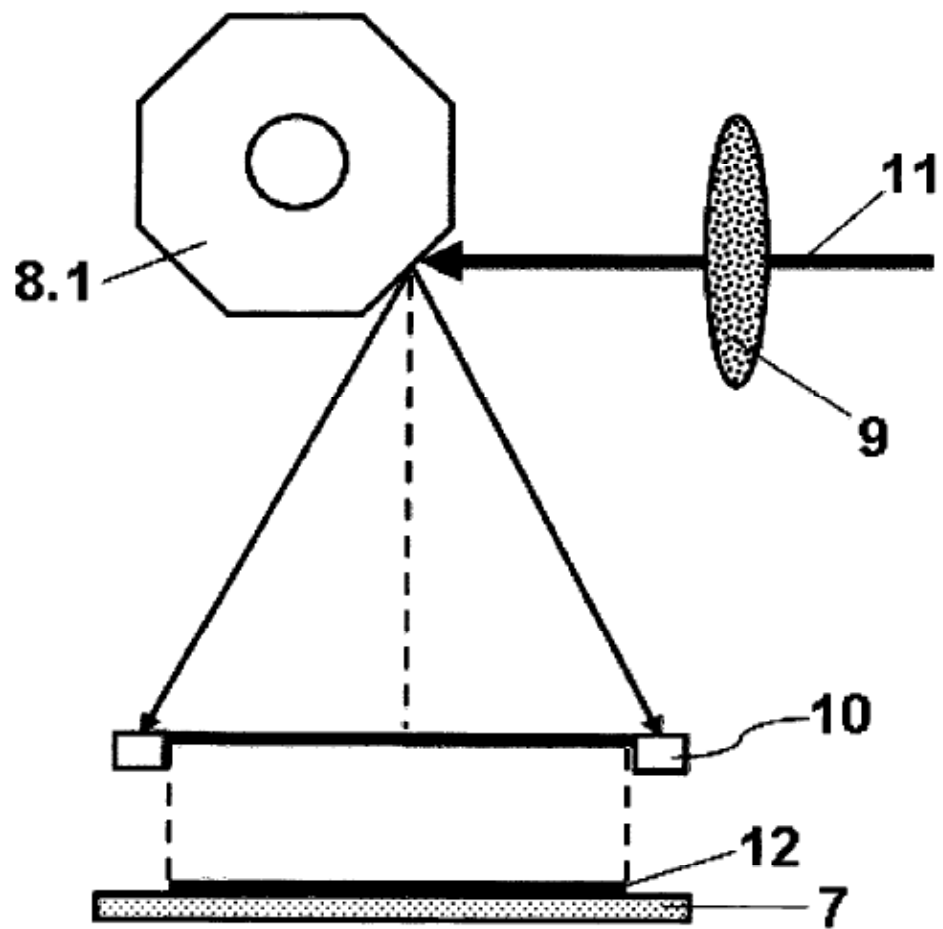


Figura 7

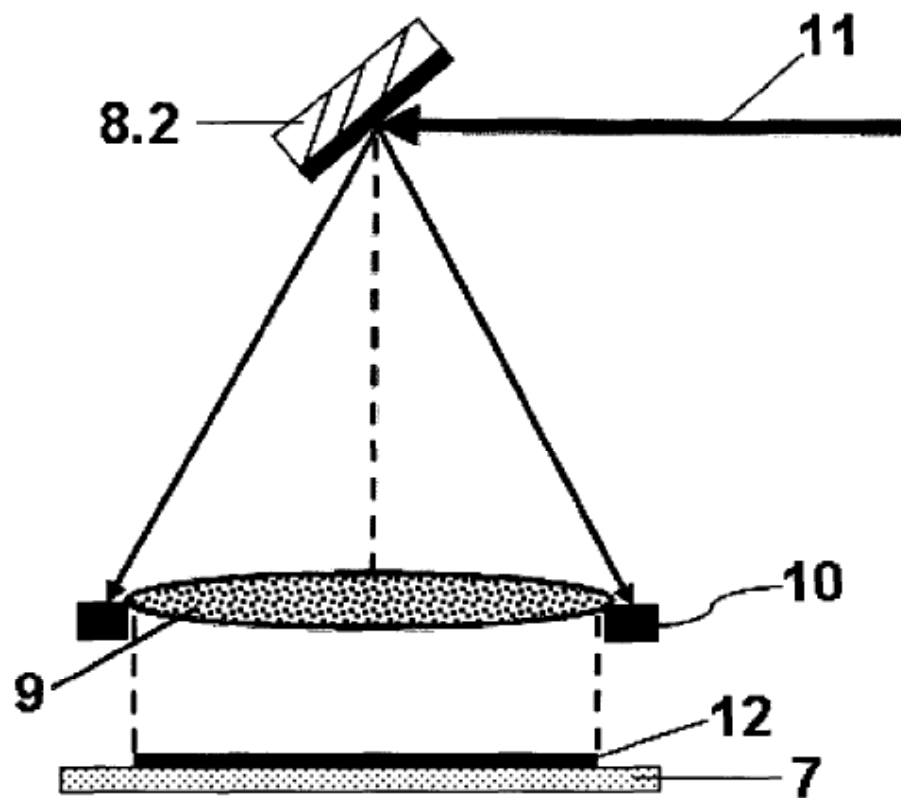


Figura 8

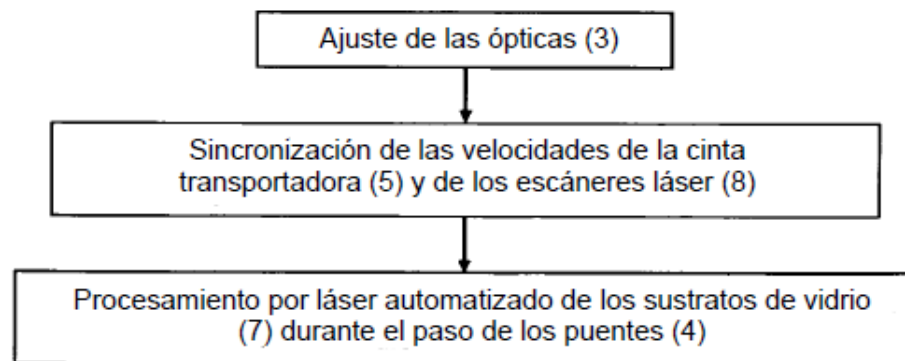


Figura 9