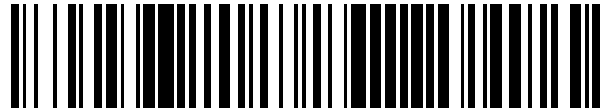


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 841 067**

51 Int. Cl.:

H01L 21/673 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2013 PCT/EP2013/052520**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2013 WO13120779**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2013 E 13707567 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2020 EP 2815426**

54 Título: **Caja de procesamiento, disposiciones y procedimientos para procesar sustratos revestidos**

30 Prioridad:

16.02.2012 EP 12155848

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

07.07.2021

73 Titular/es:

**(CNBM) BENGBU DESIGN & RESEARCH
INSTITUTE FOR GLASS INDUSTRY CO., LTD.**

(100.0%)

**No. 1047 Tushan Road
Bengbu, CN**

72 Inventor/es:

**FÜRFANGER, MARTIN;
PHAN, DANG CUONG y
JOST, STEFAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 841 067 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

Caja de procesamiento, disposiciones y procedimientos para procesar sustratos revestidos

La invención se refiere a una caja de procesamiento, a disposiciones y a procedimientos para procesar sustratos revestidos por una cara. En particular se refiere al tratamiento térmico de sustratos que están revestidos con capas precursoras para la producción de absorbentes para células solares de capa delgada.

Los sistemas de capas fotovoltaicas para la conversión directa de luz solar en energía eléctrica son suficientemente conocidos. Éstos se designan generalmente como "células solares", refiriéndose el concepto "células solares de capa delgada" a sistemas de capas con espesores pequeños, de tan solo unos micrómetros, que requieren sustratos para una resistencia mecánica suficiente. Los sustratos conocidos incluyen vidrio inorgánico, plásticos (polímeros) o metales, en particular aleaciones metálicas, y, dependiendo del espesor de capa respectivo y de las propiedades de material específicas, pueden estar configurados como placas rígidas o como láminas flexibles.

En lo que respecta a la manejabilidad tecnológica y la eficiencia, se ha comprobado que resultan ventajosas las células solares de capa delgada con una capa semiconductor de silicio amorfo, micromorfo o policristalino, telururo de cadmio (CdTe), arseniuro de galio (GaAs), compuestos de calcopirita, en particular cadmio-indio/galio-diazufre/diseleniuro, abreviado mediante la fórmula $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{S,Se})_2$, o compuestos de kesterita, en particular cobre-zinc/estaño-diazufre/diseleniuro, abreviado mediante la fórmula $\text{Cu}_2(\text{Zn,Sn})(\text{S,Se})_4$.

Dado que con células solares individuales solo se pueden alcanzar niveles de tensión de menos de 1 voltio, por regla general se conectan en serie entre sí muchas células solares en un módulo solar. De este modo se pueden obtener tensiones de salida utilizables para aplicaciones. En este contexto, los módulos solares de capa delgada ofrecen la ventaja especial de que las células solares se pueden conectar ya en forma integrada durante la producción de las capas. En la literatura de patentes ya se han descrito en muchos casos módulos solares de capa delgada conectados en serie. A este respecto, únicamente a modo de ejemplo se remite a las publicaciones DE 4324318 C1 y EP 2200097 A1.

Las propiedades específicas del absorbente tienen una influencia esencial en el rendimiento lumínico en módulos solares de capa delgada. Hasta hace poco, la estructura y la composición del absorbente han sido objeto de una intensa actividad de investigación. De las diferentes posibilidades para producir la capa semiconductor, en los últimos años se han impuesto esencialmente dos procedimientos. Se trata de la vaporización conjunta de los elementos individuales sobre un sustrato caliente y de la aplicación sucesiva de los elementos en capas individuales (capas precursoras), por ejemplo mediante pulverización catódica por magnetrón sobre un sustrato frío, junto con un tratamiento térmico rápido (RTP = Rapid Thermal Processing) subsiguiente, en el que se producen la formación de cristal y la transformación de fase propiamente dichas de las capas precursoras para formar la capa semiconductor. Este procedimiento se describe detalladamente, por ejemplo, en J. Palm et al., "CIS module pilot processing applying concurrent rapid selenization and sulfurization of large area thin film precursors", Thin Solid Films 431-432, pp. 414-522 (2003).

En la fabricación industrial en serie, el tratamiento térmico RTP de las capas precursoras tiene lugar en, así llamadas, instalaciones en línea, en las que los sustratos revestidos se introducen a través de una cámara de entrada de esclusa y se calientan en cámaras de calentamiento de acuerdo con un perfil de temperatura exactamente definido. El calentamiento tiene lugar generalmente mediante radiadores de calentamiento eléctricos. A continuación, los sustratos procesados se enfrían en cámaras de refrigeración y/o en un recorrido de refrigeración, y a continuación se sacan de la instalación en línea por medio de una cámara de salida de esclusa. Por ejemplo, por el documento EP 0662247 B1 se conoce un procedimiento de este tipo.

Por regla general, el tratamiento térmico RTP es un proceso muy costoso en la fabricación de células solares de capa delgada, que requiere un control exacto de la atmósfera de procesamiento. Con este fin se conoce el procedimiento consistente en delimitar el espacio de procesamiento alrededor del sustrato mediante una caja de procesamiento. Esto permite mantener constante, al menos en la mayor medida posible, la presión parcial de los componentes calcógenos, como selenio o azufre, durante el tratamiento térmico. Además se reduce la exposición de la cámara de tratamiento térmico a gases corrosivos. Por ejemplo, por el documento DE 102008022784 A1 se conoce una caja de procesamiento de este tipo.

Además, la solicitud de patente europea EP 2360720 A1 muestra una caja de procesamiento portátil para procesar dos sustratos revestidos por una cara, en la que los dos sustratos bien están dispuestos uno sobre otro con sus caras no revestidas, bien están separados entre sí por un distanciador. Los revestimientos que han de ser procesados están orientados en sentidos opuestos ("back-to-back" - dorso contra dorso). El sustrato inferior está separado del suelo de la caja de procesamiento mediante un distanciador, estando configurado el distanciador de tal modo que el revestimiento del sustrato inferior orientado hacia abajo está libremente accesible para gases de procesamiento. No es posible un apoyo del sustrato inferior en toda su superficie. El sustrato inferior está sometido a la carga del peso del sustrato superior. Los revestimientos de los sustratos se procesan en espacios de procesamiento asimétricos.

La solicitud de patente europea EP 2360721 A1 muestra una disposición diferente de los dos sustratos revestidos. En este caso, los revestimientos que han de ser procesados están orientados uno hacia el otro ("face-to-face" - frente a

frente). Los propios sustratos forman un espacio de procesamiento común para los dos revestimientos. No es posible un apoyo de los sustratos en toda su superficie. Además, los dos revestimientos no tienen ningún espacio de procesamiento individual.

5 La solicitud de patente alemana DE 102008022784 A1 muestra una caja de procesamiento con un único sustrato. Se indica que es posible introducir por esclusa en una cámara de procesamiento varios sustratos uno junto a otro o uno detrás de otro, estando prevista por ejemplo una caja de procesamiento correspondientemente ampliada.

10 El objetivo de la presente invención consiste en perfeccionar de forma ventajosa las cajas de procesamiento conocidas en el estado de la técnica para el tratamiento térmico de sustratos revestidos. En particular se ha de proporcionar una caja de procesamiento económica y de bajo consumo, en la que se aumente la capacidad de procesamiento de la instalación sin que aumenten sustancialmente los costes de inversión y de funcionamiento. Además se han de poder producir sustratos revestidos con una calidad especialmente alta en la fabricación industrial en serie.

Estos y otros objetivos se resuelven de acuerdo con la propuesta de la invención mediante una caja de procesamiento portátil, disposiciones y procedimientos para procesar sustratos revestidos por una cara según las reivindicaciones independientes. De las reivindicaciones subordinadas se desprenden formas de realización preferidas de la invención.

15 En el sentido de la invención, la expresión "sustrato" se refiere a un cuerpo plano que dispone de dos superficies opuestas entre sí, estando aplicada sobre una de las dos superficies una estructura de capas ("revestimiento") que normalmente incluye múltiples capas. Por regla general, la otra superficie del sustrato no está revestida. Preferiblemente se trata de un sustrato revestido con capas precursoras de un absorbente (por ejemplo un compuesto de calcopirita o kesterita) para la fabricación de un módulo solar de capa delgada que ha de ser sometido a un
20 tratamiento térmico RTP.

La expresión "suelto" se refiere a la circunstancia de que un cuerpo está colocado o apoyado sobre otro cuerpo sin que haya ninguna unión firme ni ninguna fijación entre los cuerpos. Por lo tanto, los dos cuerpos se pueden separar entre sí de forma no destructiva, sin soltar un medio de unión o de fijación.

25 La caja de procesamiento según la invención está configurada de tal modo que se puede montar para cargarla con sustratos y se puede desmontar de nuevo en particular para sacar los sustratos procesados (de forma no destructiva).

30 La caja de procesamiento incluye un suelo, por ejemplo una placa de suelo, que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un primer sustrato apoyado en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida, estando configurado el suelo además de tal modo que los revestimientos de los dos sustratos, esencial o principalmente el revestimiento del primer sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante la energía de radiación de una radiación dirigida a la cara inferior del suelo.

La expresión "apoyado en toda su superficie" se refiere aquí y en lo sucesivo a la circunstancia de que un sustrato se coloca con su superficie inferior (cara no revestida) sobre el suelo o sobre el elemento intermedio mencionado más abajo, apoyándose la superficie de sustrato inferior por completo, es decir, en cada sección superficial. De este modo se puede evitar una eventual deformación del sustrato durante el tratamiento térmico.

35 La caja de procesamiento incluye además un marco para unir el suelo con una tapa, así como la tapa. La tapa está configurada de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente el revestimiento del segundo sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante la energía de radiación de una radiación dirigida a la cara superior de la tapa. Preferiblemente, la tapa está colocada suelta sobre el marco. Del mismo modo, el marco preferiblemente está colocado suelto sobre el suelo. No obstante, también es concebible que el marco esté
40 unido al suelo de forma fija. Mediante la colocación de la tapa sobre el marco se puede realizar fácilmente un espacio de procesamiento hermético a los gases o (sin ninguna obturación adicional) prácticamente hermético a los gases.

45 La caja de procesamiento incluye además un elemento intermedio dispuesto entre el suelo y la tapa, que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un segundo sustrato apoyado en toda su superficie con su superficie de sustrato no revestida. El elemento intermedio puede estar configurado en particular como un elemento en forma de placa, es decir, como una placa intermedia.

50 Mediante el suelo, la tapa y el marco se forma un espacio (reducido) de procesamiento para procesar los dos sustratos. Como espacio de procesamiento en el sentido de la invención se entiende un espacio de procesamiento abierto, prácticamente cerrado o prácticamente hermético a los gases, o hermético a los gases. Un espacio de procesamiento abierto permite un intercambio de gases libre entre el espacio de procesamiento y el entorno exterior de la caja de procesamiento. En cambio, en un espacio de procesamiento hermético a los gases se impide por completo dicho
55 intercambio de gases entre el espacio de procesamiento y el entorno exterior. En un espacio de procesamiento prácticamente cerrado o prácticamente hermético a los gases, la caja de procesamiento es hermética a los gases hasta una diferencia de presión máxima determinada entre el espacio de procesamiento y el entorno exterior. Si se supera la diferencia de presión máxima, se produce una compensación de presión entre el espacio de procesamiento y el entorno exterior. La diferencia de presión máxima depende del diseño específico de la caja de procesamiento.

La caja de procesamiento puede presentar conexiones de gas para dotar el espacio de procesamiento de forma selectiva con una determinada atmósfera de gas durante determinadas etapas de procesamiento. La atmósfera de gas puede contener, por ejemplo, gases reactivos como H₂S, H₂Se, vapor de S, vapor de Se o H₂, así como gases inertes como N₂, He o Ar. Se entiende que, en caso de un espacio de procesamiento hermético a los gases o prácticamente hermético a los gases, la caja de procesamiento también puede disponer de conexiones de gas a través de las cuales se pueden introducir en el espacio de procesamiento gases de procesamiento o gases inertes con sobrepresión externa.

En la caja de procesamiento según la invención, el suelo, el elemento intermedio, la tapa y el marco pueden estar hechos en principio de cualquier material adecuado para el uso previsto. Preferiblemente, el suelo, el elemento intermedio, la tapa y el marco contienen o consisten en metal, vidrio, cerámica, vitrocerámica, materiales de plástico reforzados con fibra de carbono, o grafito. En este contexto, el suelo ha de estar configurado para posibilitar un tratamiento térmico mediante energía térmica dirigida a la cara inferior del suelo. Lo mismo es aplicable correspondientemente a la tapa, que está configurada para posibilitar un tratamiento térmico mediante energía térmica dirigida a la cara superior de la tapa. Con este fin, el suelo y la tapa pueden ser transparentes, parcialmente transparentes u opacas para radiación electromagnética con el fin de conducir energía térmica para el procesamiento de los sustratos. El suelo y la tapa también pueden contener o consistir en particular en un material (por ejemplo grafito) que, con el fin de calentarse ellos mismos, sea adecuado para absorber al menos parcialmente, en particular por completo, la radiación electromagnética de fuentes de radiación con el fin de conducir energía térmica para el procesamiento de los sustratos. El suelo o la tapa calentados pueden servir entonces como fuente de calor secundaria para calentar sobre todo el sustrato adyacente en cada caso, lo que puede conducir en particular a una homogeneización de la distribución del calor.

La caja de procesamiento según la invención posibilita ventajosamente un procesamiento (tratamiento térmico) simultáneo de dos sustratos revestidos por una cara. Mediante el apoyo de los dos sustratos en toda su superficie se puede evitar el peligro de una deformación del sustrato debido a la acción de la fuerza de gravedad durante el tratamiento térmico, que generalmente tiene lugar por encima del punto de reblandecimiento de vidrio. A diferencia de ello, en cajas de procesamiento convencionales (por ejemplo EP 2360720 A1 y EP 2360721 A1) se han de prever elementos de apoyo adicionales para evitar o reducir una deformación del sustrato. Además, dependiendo de la configuración correspondiente, al menos en uno de los dos sustratos no se puede evitar que el elemento de apoyo entre en contacto con el revestimiento que ha de ser procesado. En la caja de procesamiento según la invención, los sustratos se pueden procesar sin que sea necesario ningún contacto con el revestimiento del sustrato respectivo. De este modo se puede evitar un deterioro del revestimiento y/o del sustrato. Además se facilita el manejo automatizado de los sustratos, ya que los dos sustratos se pueden depositar sobre el suelo o sobre el elemento intermedio, respectivamente, en cada caso con su revestimiento orientado hacia arriba, y por lo tanto no es necesario girarlos. En las cajas de procesamiento convencionales, en caso de una configuración "face-to-face" o configuración "back-to-back", uno de los dos sustratos ha de ser girado, lo que está asociado con mayores costes de fabricación y con el riesgo de un aumento de los descartes.

Otra ventaja esencial resulta del hecho de que la caja de procesamiento se puede montar y cargar de forma automatizada de modo sencillo y económico fuera de una cámara de procesamiento (por ejemplo, una cámara de tratamiento térmico). Lo mismo es aplicable correspondientemente al desmontaje de la caja de procesamiento y la retirada de los sustratos procesados. En este sentido, el tiempo de los ciclos para el procesamiento continuo de sustratos en la fabricación en serie se puede reducir considerablemente.

En un espacio de procesamiento hermético a los gases o prácticamente hermético a los gases, los sustratos cargados en la caja de procesamiento también están bien protegidos contra influencias medioambientales fuera de las cámaras de procesamiento. En una instalación en línea, la caja de procesamiento cargada se puede transportar entre diferentes cámaras de procesamiento sin necesidad de retirar los sustratos revestidos por una cara del espacio de procesamiento.

La caja de procesamiento se puede cargar opcionalmente con uno o con dos sustratos, siendo preferible una carga con dos sustratos para aumentar la capacidad de procesamiento. La carga de la caja de procesamiento puede tener lugar de modo especialmente sencillo mediante colocación de los sustratos sobre el suelo y el elemento intermedio, lo que posibilita una automatización sencilla y económica en la fabricación industrial en serie.

En una configuración ventajosa de la caja de procesamiento según la invención, el elemento intermedio está apoyado suelto sobre un escalón formado por el marco, lo que posibilita un montaje especialmente sencillo y rápido de la caja de procesamiento y una carga de la misma con sustratos revestidos por una cara en la fabricación industrial en serie. Además, el espacio de procesamiento de la caja de procesamiento se puede dividir de forma especialmente sencilla solo (exclusivamente) mediante el elemento intermedio en dos espacios parciales de procesamiento, en concreto un primer espacio parcial de procesamiento para procesar el primer sustrato y un segundo espacio parcial de procesamiento para procesar el segundo sustrato. Los dos espacios parciales de procesamiento pueden estar conectados entre sí en lo que respecta a la técnica de flujo. No obstante, alternativamente también es posible que los dos espacios parciales de procesamiento estén separados entre sí de forma hermética a los gases o prácticamente hermética a los gases. A través de esta medida, para cada sustrato se puede adaptar específicamente un espacio parcial de procesamiento propio. Por lo tanto, los dos revestimientos de los sustratos se pueden procesar de modos

diferentes, por ejemplo. Preferiblemente, los espacios parciales de procesamiento están configurados simétricamente, lo que está dado por una misma altura o dimensión (vertical) de los espacios parciales de procesamiento, de modo que los sustratos se pueden procesar de manera uniforme. Esto favorece el logro de altos requisitos de calidad y bondad.

- 5 En una configuración alternativa, la caja de procesamiento está colocada suelta sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato, estando configurado el elemento intermedio de tal modo que, junto con el primer distanciador o el segundo distanciador, divide el espacio de procesamiento en un primer espacio parcial de procesamiento para procesar el primer sustrato y un segundo espacio parcial de procesamiento para procesar el segundo sustrato. Los distanciadores son en cada caso diferentes al marco.
- 10 Mediante los distanciadores se posibilita un montaje especialmente sencillo y rápido de la caja de procesamiento y una carga de la misma con sustratos revestidos por una cara en la fabricación industrial en serie. Preferiblemente, el segundo distanciador se apoya en una zona marginal sin revestimiento o al menos no prevista como superficie funcional del primer sustrato. Por regla general, en los módulos solares de capa delgada está prevista una zona marginal de este tipo, de modo que ventajosamente se puede evitar una pérdida de superficie ópticamente activa.
- 15 La invención se extiende también a un procedimiento para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento portátil según la invención, tal como se ha descrito más arriba, con las siguientes etapas:

En una primera etapa, la caja de procesamiento se monta y se carga con uno o más sustratos. Con este fin se prepara un suelo mediante el cual se puede apoyar un primer sustrato en toda su superficie y que está configurado de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente un revestimiento de un primer sustrato colocado sobre el mismo, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara inferior del suelo. Sobre el suelo se coloca un marco suelto para unir el suelo con una tapa. En caso dado, sobre el suelo se coloca un primer sustrato (con su cara no revestida hacia abajo). Además se dispone un elemento intermedio mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato en toda su superficie. En caso dado, sobre el elemento intermedio se coloca un segundo sustrato (con su cara no revestida hacia abajo). A continuación se coloca una tapa suelta sobre el marco para formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente un revestimiento del segundo sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara superior de la tapa. Mediante el suelo, la tapa y el marco se forma un espacio de procesamiento para procesar los dos sustratos. La caja de procesamiento se puede cargar con uno o con dos sustratos.

20

25

30 En una segunda etapa, la caja de procesamiento se transporta a una cámara de tratamiento térmico con radiadores de calentamiento.

En una tercera etapa se dirige energía térmica o de radiación a la cara inferior del suelo para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente del revestimiento del primer sustrato, y/o se dirige energía térmica o de radiación a la cara superior del elemento de tapa para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente del revestimiento del segundo sustrato.

35

Mediante el procedimiento según la invención se puede montar y cargar fácilmente de forma automatizada una caja de procesamiento fuera de la cámara de procesamiento. Uno o dos sustratos revestidos por una cara se pueden procesar (someter a tratamiento térmico) de forma especialmente sencilla y económica con una alta calidad de fabricación.

40 En una configuración ventajosa del procedimiento según la invención, el elemento intermedio se coloca suelto sobre un escalón formado por el marco, lo que posibilita un montaje y una carga especialmente sencillos de la caja de procesamiento. Alternativamente, el elemento intermedio se coloca suelto sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato, lo que igualmente posibilita un montaje y una carga especialmente sencillos de la caja de procesamiento.

45 Además se muestra un soporte de procesamiento portátil para configurar una caja de procesamiento para procesar sustratos revestidos por una cara. Aquí y en lo sucesivo, el concepto "soporte de procesamiento" designa un grupo constructivo abierto que se puede montar previamente para formar la caja de procesamiento. El soporte de procesamiento incluye un suelo, que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un primer sustrato apoyado en toda su superficie y los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente el revestimiento del primer sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara inferior del suelo. El soporte de procesamiento incluye además un marco para unir el suelo con una tapa, estando configurado el marco de tal modo que la tapa se puede apoyar suelta sobre el mismo. El marco puede estar apoyado suelto sobre el suelo. Alternativamente, el marco está unido al suelo de forma fija. Además, el soporte de procesamiento incluye un elemento intermedio que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un segundo sustrato apoyado en toda su superficie, estando el elemento intermedio apoyado suelto sobre un escalón formado por el marco.

50

55

El soporte de procesamiento se puede montar y cargar con sustratos fuera de una cámara de procesamiento y desmontar para sacar los sustratos procesados (de forma no destructiva). El soporte de procesamiento se puede completar para formar la caja de procesamiento mediante una tapa dispuesta de forma estacionaria en una cámara

de procesamiento para procesar los sustratos revestidos. De este modo se pueden ahorrar gastos en la fabricación en serie, ya que la tapa es reutilizable y no es necesario prever tapas independientes para las cajas de procesamiento.

5 La invención se extiende además a una disposición para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento, que incluye un soporte de procesamiento configurado tal como se describe más arriba. La disposición incluye además una tapa que está dispuesta de forma estacionaria en una cámara de procesamiento para colocarla suelta sobre el marco del soporte de procesamiento con el fin de formar la caja de procesamiento, y que está configurada de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente el revestimiento del segundo sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara superior de la tapa, así como un mecanismo de movimiento para el movimiento relativo de la tapa y el soporte de procesamiento. El mecanismo de movimiento está configurado de tal modo que la tapa se puede mover con respecto al soporte de procesamiento y/o que el soporte de procesamiento se puede mover con respecto a la tapa, para apoyar la tapa sobre el marco. Mediante el suelo, el marco y la tapa se forma un espacio de procesamiento para procesar los dos sustratos.

15 La invención se extiende además a un procedimiento para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento en una disposición configurada tal como se describe más arriba.

20 En una primera etapa, el soporte de procesamiento configurado tal como se describe más arriba se monta y se carga con uno o más sustratos. Con este fin, en una primera alternativa se prepara un suelo mediante el cual se puede apoyar un primer sustrato en toda su superficie y que está configurado de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente un revestimiento de un primer sustrato colocado sobre el mismo, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara inferior del suelo. Sobre el suelo se coloca un marco suelto para unir el suelo con una tapa. En una segunda alternativa se prepara un suelo que está unido al marco de forma fija. En caso dado, sobre el suelo se coloca el primer sustrato (con su cara no revestida hacia abajo). Además, un elemento intermedio, mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato en toda su superficie, se coloca en una primera alternativa sobre un escalón formado por el marco o, en una segunda alternativa, sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato. En caso dado, sobre el elemento intermedio se coloca el segundo sustrato (con su cara no revestida hacia abajo).

25 En una segunda etapa, el soporte de procesamiento cargado se transporta a una cámara de tratamiento térmico con radiadores de calentamiento.

30 En una tercera etapa, una tapa dispuesta de forma estacionaria en la cámara de tratamiento térmico se coloca suelta sobre el marco para formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente un revestimiento del segundo sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara superior de la tapa. Mediante el suelo, la tapa y el marco se forma un espacio de procesamiento para procesar los dos sustratos.

35 En una cuarta etapa se dirige energía térmica o de radiación a la cara inferior del suelo para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente del revestimiento del primer sustrato, y/o se dirige energía térmica o de radiación a la cara superior de la tapa para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente del revestimiento del segundo sustrato.

40 Mediante el procedimiento según la invención, un soporte de procesamiento abierto se puede montar y cargar fácilmente de forma automatizada fuera de la cámara de procesamiento. Uno o dos sustratos revestidos por una cara se pueden procesar (someter a tratamiento térmico) de forma especialmente sencilla y económica con una alta calidad de fabricación.

45 Además se muestra un soporte de procesamiento abierto portátil para configurar una caja de procesamiento para procesar sustratos revestidos por una cara, con un suelo, que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un primer sustrato apoyado en toda su superficie y los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior del suelo, un elemento intermedio, que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un segundo sustrato apoyado en toda su superficie, estando el elemento intermedio colocado suelto sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato.

50 Un soporte de procesamiento de este tipo se puede montar para cargarlo con sustratos fuera de una cámara de procesamiento y desmontar para sacar los sustratos procesados (de forma no destructiva). El soporte de procesamiento se puede completar para formar la caja de procesamiento mediante la tapa con el marco unido de forma fija con la misma, dispuesta de forma estacionaria en una cámara de procesamiento. De este modo se pueden ahorrar gastos en la fabricación en serie.

55 La invención se extiende además a una disposición para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento, que incluye un soporte de procesamiento configurado tal como se acaba de describir más arriba. La disposición incluye además una tapa dispuesta de forma estacionaria en una cámara de procesamiento con un marco fijado a la misma para apoyarlo sobre el suelo con el fin de formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente un revestimiento del segundo

sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara superior de la tapa. La disposición incluye además un mecanismo de movimiento para mover la tapa con el marco y/o el soporte de procesamiento, que está configurado de tal modo que el marco se puede apoyar sobre el suelo. Mediante el suelo, la tapa y el marco se forma un espacio de procesamiento para procesar los dos sustratos.

- 5 La invención se extiende además a un procedimiento para procesar sustratos revestidos por una cara en una disposición configurada tal como se acaba de describir más arriba.

En una primera etapa se monta un soporte de procesamiento correspondiente y se carga con uno o más sustratos. Con este fin se prepara un suelo mediante el cual se puede apoyar el primer sustrato en toda su superficie y que está configurado de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente un revestimiento de un primer sustrato colocado sobre el mismo, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara inferior del suelo. En caso dado, sobre el suelo se coloca un primer sustrato (con su cara no revestida hacia abajo). Además, un elemento intermedio, mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato en toda su superficie, se coloca suelto sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato. En caso dado, sobre el elemento intermedio se coloca un segundo sustrato (con su cara no revestida hacia abajo).

En una segunda etapa, el soporte de procesamiento cargado se transporta a una cámara de tratamiento térmico con radiadores de calentamiento.

En una tercera etapa, un marco dispuesto de forma estacionaria en la cámara de tratamiento térmico y unido de forma fija a una tapa se coloca suelto sobre el suelo para formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente un revestimiento del segundo sustrato, pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara superior de la tapa. Mediante el suelo, el marco y la tapa se forma un espacio de procesamiento (reducido) para procesar los dos sustratos.

En una cuarta etapa se dirige energía térmica a la cara inferior del suelo para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente del revestimiento del primer sustrato, y/o se dirige energía térmica a la cara superior de la tapa para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos, esencial o principalmente del revestimiento del segundo sustrato.

Mediante el procedimiento según la invención, un soporte de procesamiento abierto se puede montar y cargar fácilmente de forma automatizada fuera de la cámara de procesamiento. Dos sustratos revestidos por una cara se pueden procesar (someter a tratamiento térmico) de forma especialmente sencilla y económica con una alta calidad de fabricación. Mediante la previsión de una tapa estacionaria y un marco estacionario se pueden ahorrar costes de fabricación. Dado que la tapa y el marco están unidos entre sí de forma fija, el soporte de procesamiento se puede completar fácilmente para formar la caja de procesamiento.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica ahora más detalladamente por medio de ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas. Éstas muestran en representación simplificada no a escala:

- Figura 1 por medio de una representación en sección transversal, un ejemplo de realización de la caja de procesamiento según la invención para procesar sustratos revestidos por una cara;
- Figura 2 una variante de la caja de procesamiento de la Figura 1 con un soporte de procesamiento y una tapa estacionaria;
- 40 Figura 3 otra variante de la caja de procesamiento de la Figura 1.

En las figuras se muestra una caja 1 de procesamiento orientada horizontalmente en una posición de trabajo típica, entendiéndose que la caja 1 de procesamiento también puede estar orientada de otro modo. Las indicaciones de posición y dirección dadas en la siguiente descripción se refieren a la representación de la caja 1 de procesamiento en las figuras y solo sirven para simplificar la descripción de la invención, no debiendo estar limitada la invención por ello.

Consideremos en primer lugar la Figura 1, en la que se ilustra un ejemplo de realización de la caja 1 de procesamiento por medio de una representación en sección vertical. La caja 1 de procesamiento sirve para procesar sustratos 3a, 3b revestidos por una cara, por ejemplo para producir módulos solares de capa delgada. Aunque se muestran dos sustratos 3a, 3b, se entiende que la caja 1 de procesamiento puede ser utilizada igualmente para procesar solo un único sustrato.

Por lo tanto, la caja 1 de procesamiento incluye un suelo 5 plano, que en este caso está configurado, por ejemplo, como una placa o un cuerpo en forma de paralelepípedo con una superficie 9 de suelo inferior y una superficie 10 de suelo superior. Un marco 6 cerrado está colocado suelto sobre la superficie 10 de suelo superior en un área marginal 11 del suelo 5. No obstante, también sería concebible que el marco 6 estuviera unido de forma fija con el suelo 5.

Tal como se puede distinguir bien en la representación en sección vertical de la Figura 1, el marco 6 presenta dos escalones 12, 13 horizontales, que sirven en cada caso como superficie de apoyo. Así, sobre un escalón inferior 12 está colocado suelto un elemento intermedio 7 plano, que en este caso está configurado, por ejemplo, como una placa o un cuerpo en forma de paralelepípedo con una superficie 15 intermedia inferior y una superficie 16 intermedia superior. Sobre el escalón superior 13 está colocada suelta una tapa 8 plana, que en este caso está configurada, por ejemplo, como una placa o un cuerpo en forma de paralelepípedo con una superficie 26 de tapa inferior y una superficie 27 de tapa superior.

En la caja 1 de procesamiento, el suelo 5, el elemento intermedio 7 y la tapa 8 están dispuestos uno encima de otro o uno debajo de otro en forma de pila. En este contexto, el suelo 5 y la tapa 8 delimitan junto con el marco 6 un espacio 17 de procesamiento hermético a los gases o prácticamente hermético a los gases, estando dividido el espacio 17 de procesamiento, únicamente por medio del elemento intermedio 7, en un espacio parcial 17a de procesamiento inferior y un espacio parcial 17b de procesamiento superior. Los dos espacios parciales 17a, 17b de procesamiento están configurados simétricamente y tienen aproximadamente la misma altura, determinada por la abertura libre entre las placas cercanas entre sí. En el presente ejemplo de realización, los dos espacios parciales 17a, 17b de procesamiento están delimitados entre sí de forma hermética a los gases o prácticamente hermética a los gases, siendo igualmente concebible que los dos espacios parciales 17a, 17b de procesamiento estén conectados entre sí con respecto a la técnica de flujo, de modo que pueda tener lugar un intercambio recíproco de gases.

La Figura 1 muestra una caja 1 de procesamiento cargada con dos sustratos 3a, 3b revestidos por una cara, estando configurado en este caso cada sustrato 3a, 3b, por ejemplo, como un cuerpo con forma de paralelepípedo con una superficie 19a, 19b de sustrato inferior y una superficie 20a, 20b de sustrato superior. Sobre la superficie 20a, 20b de sustrato superior está aplicada en cada caso una estructura 4a, 4b de capas. En la fabricación de módulos solares de capa delgada, la estructura 4a, 4b de capas consiste, por ejemplo, en las capas precursoras que han de ser sometidas a un tratamiento térmico RTP para producir un absorbente. En este contexto, el sustrato inferior 3a está colocado con su superficie 19a de sustrato inferior sobre el suelo 5 y está apoyado en toda su superficie en la superficie 10 de suelo superior. Correspondientemente, el sustrato superior 3b está colocado con la superficie 19b de sustrato inferior sobre el elemento intermedio 7 y está apoyado en toda su superficie en la superficie 16 intermedia superior. En los dos sustratos 3a, 3b, la estructura 4a, 4b de capas se encuentra en la cara del sustrato orientada en cada caso hacia la tapa 8.

Por lo tanto, el sustrato inferior 3a se encuentra en el espacio parcial 17a de procesamiento inferior y el sustrato superior 3b se encuentra en el espacio parcial 17b de procesamiento superior. Dado que una atmósfera de procesamiento uniforme, en particular durante un tratamiento térmico RTP de la estructura 4a, 4b de capas, depende sustancialmente de las dimensiones de la abertura libre del espacio parcial 17a, 17b de procesamiento respectivo, que es al menos aproximadamente igual para los dos sustratos 3a, 3b, los dos espacios parciales 17a, 17b de procesamiento pueden ser considerados como simétricos en lo que respecta a la atmósfera de procesamiento. Esto favorece el cumplimiento de unos requisitos de calidad y bondad especialmente altos, que por regla general han de ser satisfechos por ejemplo por los módulos solares de capa delgada.

Los diferentes componentes de la caja 1 de procesamiento pueden consistir en un mismo material o en materiales diferentes entre sí. Algunos materiales típicos son metal, vidrio, cerámica, vitrocerámica, materiales de plástico reforzados con fibra de carbono, o grafito. En este contexto es esencial que el suelo 5 esté configurado de tal modo que sea posible un tratamiento térmico de la estructura 4a de capas del sustrato inferior 3a mediante energía térmica en forma de radiación dirigida a la cara inferior del suelo 5 o a la superficie 9 de suelo inferior. Correspondientemente, la tapa 8 está configurada de tal modo que es posible un tratamiento térmico de la estructura 4b de capas del sustrato superior 3b mediante energía térmica en forma de radiación dirigida a la cara superior de la tapa 8 o a la superficie 27 de tapa superior. La energía térmica se puede suministrar en una cámara 29 de tratamiento térmico indicada esquemáticamente en la Figura 2 mediante radiadores 30 de calentamiento dispuestos por ejemplo en fila por encima de la tapa 8 y por debajo del suelo 5, no siendo necesario abordar aquí detalladamente la configuración de los mismos.

Con este fin, el suelo 5 y/o la tapa 8 incluyen, por ejemplo, un material transparente o al menos parcialmente transparente para la radiación electromagnética irradiada, por ejemplo vitrocerámica. Del mismo modo, también es posible que el suelo 5 y/o la tapa 8, con el fin de calentarse ellos mismos, incluyan un material adecuado para absorber al menos parcialmente, en particular por completo, la radiación electromagnética, por ejemplo grafito. En este último caso, el suelo 5 y/o la tapa 8 sirven como fuentes de calor secundarias calentadas de forma pasiva.

Los dos sustratos 3a, 3b consisten por ejemplo en vidrio con un espesor de 1 mm a 4 mm, en particular de 2 mm a 3 mm. Como ya se ha mencionado, los dos sustratos 3a, 3b están provistos, en cada caso en su superficie 20a, 20b de sustrato superior, de una estructura 4a, 4b de capas que consiste, por ejemplo, en capas precursoras delgadas de un absorbente (por ejemplo un compuesto de calcopirita o kesterita) que han de ser sometidas a un tratamiento térmico RTP. Por ejemplo, la estructura 4a, 4b de capas consiste en una sucesión de las capas nitruro de silicio/molibdeno/cobre-indio-galio/selenio. Por ejemplo, la capa de nitruro de silicio tiene un espesor de 50 nm a 300 nm, la capa de molibdeno un espesor de 200 nm a 700 nm, la capa de cobre-indio-galio un espesor de 300 nm a 1.000 nm, y la capa de selenio un espesor de 500 nm a 2.000 nm.

La caja 1 de procesamiento se puede montar de forma sencilla fuera de una cámara de procesamiento (por ejemplo, una cámara de tratamiento térmico) para el procesamiento de los sustratos 3a, 3b, y cargar con los sustratos 3a, 3b revestidos por una cara. Con este fin, por ejemplo en primer lugar el marco 6 se coloca suelto sobre la superficie 10 de suelo superior y a continuación el sustrato inferior 3a se coloca suelto con la superficie 19a de sustrato inferior sobre la superficie 10 de suelo superior. No obstante, también es concebible que el marco 6 esté unido de forma fija a la superficie 10 de suelo superior. En este contexto, el sustrato inferior 3a se encuentra dentro del marco 6 cerrado. Después, el elemento intermedio 7 se coloca suelto sobre el escalón inferior 12, con lo que resulta el espacio parcial 17a de procesamiento inferior cerrado o prácticamente cerrado. A continuación, el segundo sustrato 3b se coloca suelto con la superficie 19b de sustrato inferior sobre la superficie 16 intermedia superior. Por último, la tapa 8 se coloca suelta sobre el escalón superior 13, con lo que resulta el espacio parcial 17b de procesamiento superior cerrado o prácticamente cerrado.

La caja 1 de procesamiento puede disponer de casquillos de conexión (no mostrados) a través de los cuales se puede suministrar un gas de procesamiento o gas inerte al espacio 17 de procesamiento en conjunto o en cada caso por separado a los espacios parciales 17a, 17b de procesamiento.

Como se ha descrito en la introducción, en la fabricación industrial en serie de módulos solares de capa delgada tiene lugar un procesamiento de los sustratos 3a, 3b en una instalación en línea, en la que la caja 1 de procesamiento cargada se conduce sucesivamente a diferentes cámaras de procesamiento. Como es sabido en sí por los expertos, el transporte de la caja 1 de procesamiento puede tener lugar por ejemplo sobre rodillos en los que se apoya la caja 1 de procesamiento por la superficie 9 de suelo inferior. Por regla general, la velocidad de transporte es de hasta 1 m/s.

Por ejemplo, la caja 1 de procesamiento cargada con los sustratos 3a, 3b se introduce en primer lugar en una cámara de entrada de esclusa, desde donde es transportada a una cámara de tratamiento térmico para el tratamiento térmico RTP de la estructura 4a, 4b de capas de los dos sustratos 3a, 3b. En el tratamiento térmico RTP, los sustratos 3a, 3b se calientan mediante radiadores de calentamiento a una temperatura de, por ejemplo, 350 °C a 800 °C, por ejemplo a una velocidad de calentamiento de 1 °C/s a 50 °C/s. En este contexto, por ejemplo unas capas precursoras de cobre, indio, galio y selenio se transforman en una capa semiconductor de Cu(In,Ga)(S,Se)_2 en una atmósfera con contenido de azufre. A continuación, la caja 1 de procesamiento cargada se introduce en una cámara de refrigeración para enfriar los sustratos 3a, 3b. Los sustratos 3a, 3b calientes se enfrían por ejemplo con hasta 50 °C/s hasta una temperatura necesaria para la tecnología de procesamiento, por ejemplo de 10 °C a 380 °C. La refrigeración puede tener lugar por ejemplo mediante placas de refrigeración y se puede acelerar mediante una corriente de gas circulante, por ejemplo una corriente de aire, argón o nitrógeno. Alternativamente se puede realizar una refrigeración por convección o por enfriamiento forzado sin placas de refrigeración. A continuación, la caja 1 de procesamiento se lleva desde la cámara de refrigeración hasta el interior de una cámara de salida de esclusa, desde donde los sustratos 3a, 3b pueden ser conducidos a un procesamiento ulterior. Se entiende que la estructura de una instalación en línea de este tipo depende de los requisitos específicos para la fabricación de módulos solares de capa delgada, pudiendo estar previstas en particular otras cámaras de calentamiento y/o refrigeración así como recorridos de refrigeración. Del mismo modo, en caso dado también se puede prescindir de una cámara de entrada de esclusa y/o una cámara de salida de esclusa.

La caja 1 de procesamiento posibilita una carga por lotes de la instalación en línea, pudiendo procesarse simultáneamente cajas de procesamiento cargadas en diferentes cámaras de procesamiento. En particular, unos sustratos 3a, 3b se pueden enfriar en una cámara de refrigeración, mientras que otros sustratos 3a, 3b se someten a un tratamiento térmico RTP en una cámara de tratamiento térmico.

En la Figura 2 está representada una variante de la caja 1 de procesamiento de la Figura 1. Para evitar repeticiones innecesarias, únicamente se describen las diferencias con la caja de procesamiento de la Figura 1 y por lo demás se hace referencia a las explicaciones dadas en relación con la Figura 1. Por lo tanto, la caja 1 de procesamiento se diferencia en que un soporte 2 de procesamiento abierto, consistente en un suelo 5, un marco 6 y un elemento intermedio 7, se monta y se carga con sustratos 3a, 3b fuera de la instalación en línea o fuera de una cámara de procesamiento. La caja 1 de procesamiento solo se completa dentro de una cámara de procesamiento respectiva.

Tal como se muestra en la figura 2, con este fin la tapa 8 está dispuesta de forma estacionaria (fija) en una cámara 29 de tratamiento térmico. La tapa 8 se puede desplazar en su posición vertical por medio de un mecanismo 21 de movimiento, no representado más detalladamente, para aproximarla al soporte 2 de procesamiento abierto, colocándose la tapa 8 suelta sobre el escalón superior 13. Por lo tanto, el espacio 17 de procesamiento solo se forma en la cámara 29 de tratamiento térmico. Esta variante tiene la ventaja de que siempre se puede utilizar la misma tapa 8 sucesivamente para varios soportes 2 de procesamiento cargados, de modo que no es necesario prever una tapa 8 independiente para cada caja 1 de procesamiento. De este modo se pueden ahorrar gastos en la fabricación en serie. Esta variante tiene además la ventaja de que no es necesario calentar y enfriar constantemente una misma tapa 8 y, por lo tanto, se pueden ahorrar costes energéticos. El soporte 2 de procesamiento abierto forma, junto con la tapa 8 estacionaria y el mecanismo 21 de movimiento, una disposición para procesar los sustratos 3a, 3b, que está designada en conjunto en la Figura 2 con el número de referencia 28.

En la Figura 3 está representada otra variante de la caja 1 de procesamiento de la Figura 1, describiéndose de nuevo únicamente las diferencias con respecto a la caja 1 de procesamiento de la Figura 1 y haciéndose referencia por lo demás a las explicaciones dadas en relación con ésta.

Por consiguiente, el marco 6 no incluye ningún escalón inferior 12 para apoyar el elemento intermedio 7, sino únicamente un escalón superior 13 para apoyar la tapa 8. En lugar del escalón inferior 12 están previstos distanciadores 22, 24, que están configurados en cada caso en forma de un marco cerrado. Así, la cara superior de un primer distanciador 22, que está colocado suelto sobre la superficie 10 de suelo superior, sirve como primera superficie 23 de apoyo para el elemento intermedio 7. Por otro lado, la cara superior de un segundo distanciador 24 situado más adentro que, a diferencia del primer distanciador 22, está colocado suelto sobre la cara superior del sustrato inferior 3a, sirve como segunda superficie 25 de apoyo para el elemento intermedio 7. Dado que los sustratos 3a, 3b revestidos para la fabricación de módulos solares de capa delgada por regla general disponen de una zona marginal 14 sin revestimiento o al menos prevista como superficie no ópticamente activa, resulta ventajoso que el segundo distanciador 24 se apoye en el sustrato inferior 3a en el área de esta zona marginal 38 sin revestimiento, para que el segundo distanciador 24 no provoque ninguna reducción del rendimiento.

El montaje y la carga de la caja 1 de procesamiento tienen lugar, por ejemplo, de tal modo que en primer lugar el marco 6 se coloca suelto sobre la superficie 10 de suelo superior. A continuación, el primer sustrato 3a se coloca suelto con su superficie 19a de sustrato inferior sobre la superficie 10 de suelo superior dentro del marco 6. Después se ponen en su posición los dos distanciadores 22, 24 a modo de marco, colocándose sueltos el primer distanciador 22 sobre la superficie 10 de suelo superior y el segundo distanciador 24 sobre el sustrato inferior 3a. A continuación, el elemento intermedio 7 se coloca suelto sobre las dos superficies 23, 25 de apoyo, con lo que se completa el espacio parcial 17a de procesamiento inferior. Después, el segundo sustrato 3b se coloca suelto con su superficie 19b de sustrato inferior sobre la superficie 16 intermedia superior. Por último, la tapa 8 se coloca suelta sobre el escalón superior 13, con lo que se completa el espacio parcial 17b de procesamiento superior. Por lo tanto, la caja 1 de procesamiento se puede montar y cargar de forma automatizada de modo sencillo, fiable y económico.

Del mismo modo también sería posible que, correspondientemente a la Figura 2, únicamente se montara y cargara del modo arriba descrito, fuera de la instalación en línea o de una cámara de procesamiento, un soporte 2 de procesamiento abierto consistente en el suelo 5, el marco 6 y el elemento intermedio 7, o consistente en el suelo 5 y el elemento intermedio 7. En este caso, una tapa 8 dispuesta de forma estacionaria en una cámara de procesamiento se aproxima al soporte 2 de procesamiento para completar la caja 1 de procesamiento. Alternativamente también sería posible aproximar al soporte 2 de procesamiento la tapa 8 dispuesta de forma estacionaria y el marco 6 en una cámara de procesamiento. Con este fin, la tapa 8 ventajosamente está unida de forma fija con el marco 6. Por lo tanto, no es necesario prever una tapa 8 independiente y en caso dado un marco 6 independiente para cara caja 1 de procesamiento.

La caja 1 de procesamiento según la invención posibilita un procesamiento de sustratos 3a, 3b revestidos por una cara, pudiendo la caja 1 de procesamiento o un soporte 2 de procesamiento abierto montarse de forma automatizada y cargarse con los sustratos 3a, 3b fuera de una cámara de procesamiento. Mediante el apoyo de los dos sustratos 3a, 3b en toda su superficie se puede evitar de forma especialmente ventajosa una deformación de los sustratos provocada por la fuerza de gravedad. De este modo, en particular en caso de un tratamiento térmico RTP, que por regla general tiene lugar por encima del punto de reblandecimiento de vidrio, se puede evitar de forma fiable y segura una deformación de sustratos 3a, 3b vídriosos. Además no es necesario tocar la estructura 4a, 4b de capas de los dos sustratos 3a, 3b ni antes ni durante o después del procesamiento, de modo que se puede evitar un deterioro mecánico. En particular no es necesario cambiar la posición de los dos sustratos 3a, 3b para el procesamiento, por ejemplo mediante giro de los sustratos 3a, 3b, lo que simplifica en gran medida el procesamiento automatizado. De forma especialmente ventajosa, el espacio 17 de procesamiento de la caja 1 de procesamiento se puede dividir de modo al menos aproximadamente simétrico en los dos espacios parciales 17a, 17b de procesamiento, con lo que los dos sustratos 3a, 3b se pueden procesar con una misma atmósfera de procesamiento. Además, la aportación de calor a la cara superior y la cara inferior de la caja 1 de procesamiento se puede controlar de tal modo que dentro de los dos sustratos 3a, 3b se produce una distribución lo más homogénea posible del calor. Esto es deseable en relación con una transformación controlada de los materiales precursores en el absorbente en caso de un tratamiento térmico RTP. Por lo tanto, la caja 1 de procesamiento favorece la producción de sustratos revestidos para módulos solares de capa delgada con altos requisitos de calidad o bondad.

Otras características de la invención se desprenden de la siguiente descripción:

Una caja de procesamiento portátil para procesar sustratos revestidos por una cara, que incluye: un suelo para colocar sobre el mismo un primer sustrato preferiblemente apoyado en toda su superficie, estando configurado el suelo de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior del suelo, un marco para unir el suelo con una tapa, un elemento intermedio para colocar sobre el mismo un segundo sustrato preferiblemente apoyado en toda su superficie, una tapa que está colocada sobre el marco y que está configurada de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior de la tapa.

En una configuración de la caja de procesamiento, el espacio de procesamiento se divide (únicamente) mediante el elemento intermedio en un primer espacio parcial de procesamiento para procesar el primer sustrato y un segundo espacio parcial de procesamiento para procesar el segundo sustrato. En otra configuración de la caja de procesamiento, el elemento intermedio está colocado sobre el marco. En otra configuración de la caja de procesamiento, el elemento intermedio está colocado sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre

un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato. En otra configuración de la caja de procesamiento, el segundo distanciador se apoya en una zona marginal sin revestimiento del primer sustrato. En otra configuración de la caja de procesamiento, el marco está colocado sobre el suelo. Las configuraciones de la caja de procesamiento se pueden combinar entre sí a voluntad.

- 5 Un soporte de procesamiento portátil para una caja de procesamiento para procesar sustratos revestidos por una cara, que incluye un suelo para colocar sobre el mismo un primer sustrato preferiblemente apoyado en toda su superficie, estando configurado el suelo de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior del suelo, un marco para unir el suelo con una tapa, estando configurado el marco de tal modo que la tapa se puede colocar sobre el mismo, un elemento intermedio para colocar sobre el mismo un segundo sustrato preferiblemente apoyado en toda su superficie, estando colocado el elemento intermedio sobre el marco.

15 Una disposición para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento, que incluye: un soporte de procesamiento portátil tal como se ha descrito más arriba, una tapa dispuesta de forma estacionaria en una cámara de procesamiento para colocarla sobre el marco del soporte de procesamiento con el fin de formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior de la tapa, un mecanismo de movimiento para mover la tapa y/o el soporte de procesamiento, estando configurado el mecanismo de movimiento de tal modo que la tapa se puede colocar sobre el marco.

20 Un soporte de procesamiento portátil para una caja de procesamiento para procesar sustratos revestidos por una cara, que incluye: un suelo para colocar sobre el mismo un primer sustrato preferiblemente apoyado en toda su superficie, estando configurado el suelo de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior del suelo, un elemento intermedio para colocar sobre el mismo un segundo sustrato preferiblemente apoyado en toda su superficie, estando colocado el elemento intermedio sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato.

25 Una disposición para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento, que incluye: un soporte de procesamiento tal como se acaba de describir, una tapa dispuesta de forma estacionaria en una cámara de procesamiento con un marco fijado a la misma para unir el suelo y la tapa con el fin de formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara superior de la tapa, un mecanismo de movimiento para mover la tapa con el marco y/o el soporte de procesamiento, que está configurado de tal modo que el marco se puede colocar sobre el suelo.

35 Un procedimiento para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento portátil, con las siguientes etapas: a) montar y cargar la caja de procesamiento mediante preparación de un suelo por medio del cual se puede apoyar un primer sustrato preferiblemente en toda su superficie y que está configurado de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior del suelo, colocar un marco sobre el suelo para unir el suelo con una tapa, en caso dado colocar el primer sustrato sobre el suelo, disponer un elemento intermedio mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato preferiblemente en toda su superficie, en caso dado colocar el segundo sustrato sobre el elemento intermedio, colocar la tapa sobre el marco para formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior de la tapa, b) transportar la caja de procesamiento a una cámara de tratamiento térmico con radiadores de calentamiento, c) dirigir radiación a la cara inferior del suelo y/o dirigir radiación a la cara superior de la tapa para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos. En una configuración del procedimiento, el elemento intermedio se coloca sobre el marco. En otra configuración del procedimiento, el elemento intermedio se coloca sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato. Las configuraciones del procedimiento se pueden combinar entre sí a voluntad.

40 Un procedimiento para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento, con las siguientes etapas: a) montar y cargar un soporte de procesamiento portátil mediante preparación de un suelo por medio del cual se puede apoyar un primer sustrato preferiblemente en toda su superficie y que está configurado de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior del suelo, colocar un marco sobre el suelo para unir el suelo con una tapa, en caso dado colocar el primer sustrato sobre el suelo, colocar sobre el marco un elemento intermedio mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato preferiblemente en toda su superficie, en caso dado colocar el segundo sustrato sobre el elemento intermedio, b) transportar el soporte de procesamiento a una cámara de tratamiento térmico con radiadores de calentamiento, c) colocar sobre el marco una tapa dispuesta de forma estacionaria en la cámara de tratamiento térmico para formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior de la tapa, d) dirigir radiación a la cara inferior del suelo y/o dirigir radiación a la cara superior de la tapa para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos.

Un procedimiento para procesar sustratos revestidos por una cara en una caja de procesamiento, con las siguientes etapas: a) montar y cargar un soporte de procesamiento portátil mediante preparación de un suelo por medio del cual se puede apoyar un primer sustrato preferiblemente en toda su superficie y que está configurado de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior del suelo, en caso dado colocar el primer sustrato sobre el suelo, colocar un elemento intermedio, mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato preferiblemente en toda su superficie, sobre un primer distanciador apoyado sobre el suelo y/o sobre un segundo distanciador apoyado sobre el primer sustrato, en caso dado colocar el segundo sustrato sobre el elemento intermedio, b) transportar el soporte de procesamiento cargado a una cámara de tratamiento térmico con radiadores de calentamiento, c) colocar sobre el suelo un marco dispuesto de forma estacionaria en la cámara de tratamiento térmico y unido de forma fija a una tapa para formar la caja de procesamiento, estando configurada la tapa de tal modo que los revestimientos de los sustratos pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior de la tapa, d) dirigir radiación a la cara inferior del suelo y/o dirigir radiación a la cara superior de la tapa para el tratamiento térmico de los revestimientos de los sustratos.

Lista de símbolos de referencia

15	1	Caja de procesamiento
	2	Soporte de procesamiento
	3a, 3b	Sustrato
	4a, 4b	Estructura de capas
	5	Suelo
20	6	Marco
	7	Elemento intermedio
	8	Tapa
	9	Superficie de suelo superior
	10	Superficie de suelo inferior
25	11	Área marginal
	12	Escalón inferior
	13	Escalón superior
	14	Zona marginal
	15	Superficie intermedia inferior
30	16	Superficie intermedia superior
	17	Espacio de procesamiento
	17a, 17b	Espacio parcial de procesamiento
	19a, 19b	Superficie de sustrato inferior
	20a, 20b	Superficie de sustrato superior
35	21	Mecanismo de movimiento
	22	Primer distanciador
	23	Primera superficie de apoyo
	24	Segundo distanciador
	25	Segunda superficie de apoyo
40	26	Superficie de tapa inferior
	27	Superficie de tapa superior
	28	Disposición

29	Cámara de tratamiento térmico
30	Radiador de calentamiento

REIVINDICACIONES

1. Caja (1) de procesamiento portátil para procesar sustratos (3a, 3b) revestidos por una cara, que incluye:
 - un suelo (5) que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un primer sustrato (3a) apoyado en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida y los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior (9) del suelo (5),
 - un marco (6) para unir el suelo (5) con una tapa (8),
 - un elemento intermedio (7) que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un segundo sustrato (3b) apoyado en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida,
 - una tapa (8) que está colocada sobre el marco (6) y que está configurada de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior (27) de la tapa (8), formando el suelo (5), la tapa (8) y el marco (6) un espacio (17) de procesamiento para procesar los sustratos (3a, 3b).
2. Caja (1) de procesamiento según la reivindicación 1, en la que el elemento intermedio (7) está colocado suelto sobre un escalón (12) formado por el marco (6), dividiendo el elemento intermedio (7) el espacio (17) de procesamiento en un primer espacio parcial (17a) de procesamiento para procesar el primer sustrato (3a) y un segundo espacio parcial (17b) de procesamiento para procesar el segundo sustrato (3b).
3. Caja (1) de procesamiento según la reivindicación 1, en la que el elemento intermedio (7) está colocado suelto sobre un primer distanciador (22) apoyado sobre el suelo (5) y/o sobre un segundo distanciador (24) apoyado sobre el primer sustrato (3a), estando configurado el elemento intermedio (7) de tal modo que, junto con el primer distanciador (22) o el segundo distanciador (24), divide el espacio (17) de procesamiento en un primer espacio parcial (17a) de procesamiento para procesar el primer sustrato (3a) y un segundo espacio parcial (17b) de procesamiento para procesar el segundo sustrato (3b).
4. Caja (1) de procesamiento según la reivindicación 3, en la que el segundo distanciador (24) se apoya en una zona marginal (14) sin revestimiento del primer sustrato (3a).
5. Caja (1) de procesamiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el marco (6) está colocado suelto sobre el suelo (5).
6. Procedimiento para procesar sustratos (3a, 3b) revestidos por una cara en una caja (1) de procesamiento portátil según una de las reivindicaciones 1 a 5, con las siguientes etapas:
 - a) montar y cargar la caja (1) de procesamiento mediante
 - preparación de un suelo (5) por medio del cual se puede apoyar un primer sustrato (3a) en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida y que está configurado de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior (9) del suelo (5),
 - colocación de un marco (6) suelto sobre el suelo (5) para unir el suelo (5) con una tapa (8),
 - en caso dado, colocación del primer sustrato (3a) sobre el suelo (5),
 - disposición de un elemento intermedio (7) mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato (3b) en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida,
 - en caso dado, colocación del segundo sustrato (3a) sobre el elemento intermedio (7),
 - colocación de la tapa (8) sobre el marco (6) para formar la caja (1) de procesamiento, estando configurada la tapa (8) de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior (27) de la tapa (8),
 - b) transportar la caja (1) de procesamiento a una cámara (29) de tratamiento térmico con radiadores (30) de calentamiento,
 - c) dirigir radiación a la cara inferior (9) del suelo (5) y/o dirigir radiación a la cara superior (27) de la tapa (8) para el tratamiento térmico de los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el elemento intermedio (7) en una primera alternativa se coloca suelto sobre un escalón (12) formado sobre el marco (6) o en una segunda alternativa se coloca suelto sobre un primer distanciador (22) apoyado sobre el suelo (5) y/o sobre un segundo distanciador (24) apoyado sobre el primer sustrato (3a).

8. Disposición (28) para procesar sustratos (3a, 3b) revestidos por una cara en una caja (1) de procesamiento, que incluye:

5 un soporte (2) de procesamiento portátil, con un suelo (5) que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un primer sustrato (3a) apoyado en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida y los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior (9) del suelo (5), un marco (6) que está configurado de tal modo que une el suelo (5) con una tapa (8) y la tapa (8) se puede colocar suelta sobre el marco, un elemento intermedio (7) que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un segundo sustrato (3b) apoyado en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida, estando el elemento intermedio colocado suelto sobre un escalón (12) del marco (6),
10 una tapa (8) dispuesta de forma estacionaria en una cámara (29) de procesamiento para colocarla suelta sobre el marco (6) del soporte (2) de procesamiento para formar la caja (1) de procesamiento, estando configurada la tapa (8) de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior (27) de la tapa (8),

15 un mecanismo (21) de movimiento para mover la tapa (8) y/o el soporte (2) de procesamiento, estando configurado el mecanismo de movimiento de tal modo que la tapa (8) se puede colocar sobre el marco (6).

9. Procedimiento para procesar sustratos (3a, 3b) revestidos por una cara en una disposición (28) según la reivindicación 8, con las siguientes etapas:

a) montar y cargar un soporte (2) de procesamiento portátil, mediante

20 - en una primera alternativa: preparación de un suelo (5) por medio del cual se puede apoyar un primer sustrato (3a) en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida y que está configurado de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior (9) del suelo (5), y colocación de un marco (6) suelto sobre el suelo (5) para unir el suelo (5) con una tapa (8), o en una segunda alternativa: preparación de un suelo (5) por medio del cual se puede apoyar un primer sustrato (3a) en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida y que está configurado de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior (9) del suelo (5), estando el suelo unido de forma fija con un marco (6) que sirve para unir el suelo (5) con una tapa (8),

- en caso dado, colocación del primer sustrato (3a) sobre el suelo (5),

30 - colocación de un elemento intermedio (7) suelto, por medio del cual se puede apoyar un segundo sustrato (3b) en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida, en una primera alternativa sobre un escalón (12) formado por el marco (6) o en una segunda alternativa sobre un primer distanciador (22) apoyado sobre el suelo (5) y/o sobre un segundo distanciador (24) apoyado sobre el primer sustrato (3a),

- en caso dado, colocación del segundo sustrato (3b) sobre el elemento intermedio (7),

35 b) transportar el soporte (2) de procesamiento a una cámara (29) de tratamiento térmico con radiadores (30) de calentamiento,

c) colocar suelta sobre el marco (6) una tapa (8) dispuesta de forma estacionaria en la cámara (30) de tratamiento térmico para formar la caja (1) de procesamiento, estando configurada la tapa (8) de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara superior (27) de la tapa (8),

40 d) dirigir radiación a la cara inferior (9) del suelo (5) y/o dirigir radiación a la cara superior (27) de la tapa (8) para el tratamiento térmico de los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b).

10. Disposición (28) para procesar sustratos (3a, 3b) revestidos por una cara en una caja (1) de procesamiento, que incluye:

45 un soporte (2) de procesamiento portátil, con un suelo (5) que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un primer sustrato (3a) apoyado en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida y los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior (9) del suelo (5), un elemento intermedio (7) que está configurado de tal modo que se puede colocar sobre el mismo un segundo sustrato (3b) apoyado en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida, estando el elemento intermedio (7) colocado suelto sobre un primer distanciador (22) colocado sobre el suelo (5) y/o sobre un segundo distanciador (24) apoyado sobre el primer sustrato (3a), una tapa (8) dispuesta de forma estacionaria en una cámara (29) de procesamiento con un marco (6) fijado en la misma para unir el suelo (5) y la tapa (8) con el fin de formar la caja (1) de procesamiento, estando configurada la tapa (8) de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante energía de radiación dirigida a la cara superior (27) de la tapa (8),

un mecanismo (21) de movimiento para mover la tapa (8) con el marco (6) y/o el soporte (2) de procesamiento, que está configurado de tal modo que el marco (6) se puede colocar suelto sobre el suelo (5).

11. Procedimiento para procesar sustratos (3a, 3b) revestidos por una cara en una disposición (28) según la reivindicación 10, con las siguientes etapas:

- 5 a) montar y cargar un soporte (2) de procesamiento portátil mediante
- preparación de un suelo (5) por medio del cual se puede apoyar un primer sustrato (3a) en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida y que está configurado de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico mediante radiación dirigida a la cara inferior (9) del suelo (5),
- 10 - en caso dado, colocación del primer sustrato (3a) sobre el suelo (5),
- colocación de un elemento intermedio (7), mediante el cual se puede apoyar un segundo sustrato (3b) en toda su superficie con su cara de sustrato no revestida, sobre un primer distanciador (22) apoyado sobre el suelo (5) y/o sobre un segundo distanciador (24) apoyado sobre el primer sustrato (3a),
 - en caso dado, colocación del segundo sustrato (3a) sobre el elemento intermedio (7),
- 15 b) transportar el soporte (2) de procesamiento cargado a una cámara (29) de tratamiento térmico con radiadores (30) de calentamiento,
- c) colocar suelto sobre el suelo (5) un marco (6) unido de forma fija con una tapa (8) y dispuesto de forma estacionaria en una cámara (29) de tratamiento térmico para formar la caja (1) de procesamiento, estando configurada la tapa (8) de tal modo que los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b) pueden ser sometidos a tratamiento térmico
- 20 mediante radiación dirigida a la cara superior (27) de la tapa (8),
- d) dirigir radiación a la cara inferior (9) del suelo (5) y/o dirigir radiación a la cara superior (27) de la tapa (8) para el tratamiento térmico de los revestimientos (4a, 4b) de los sustratos (3a, 3b).

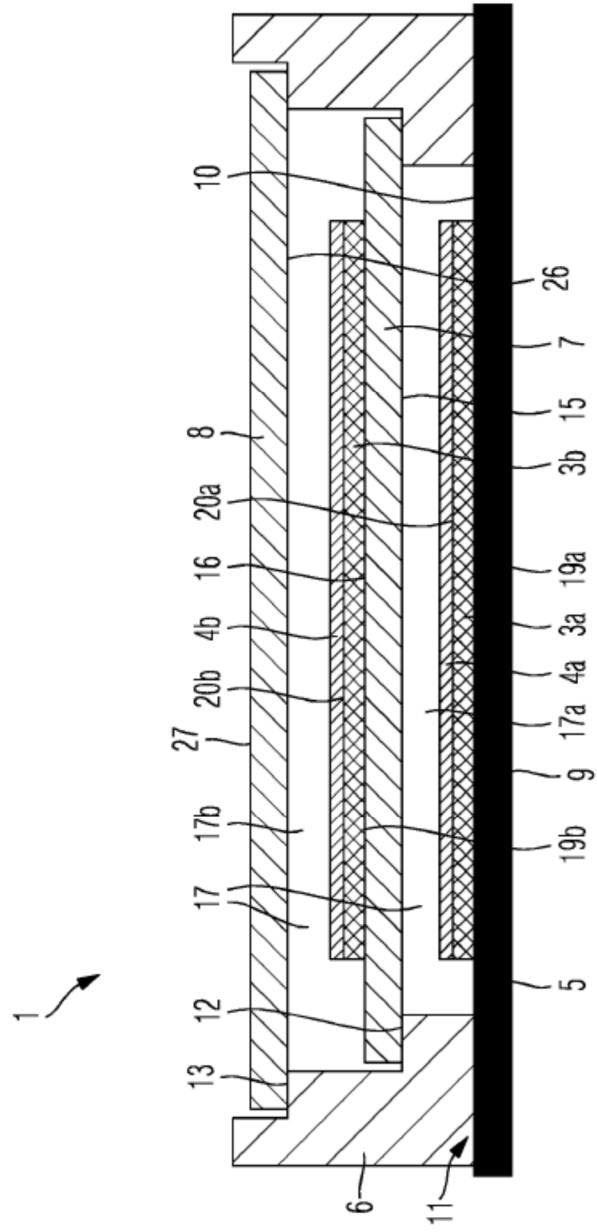


Fig. 1

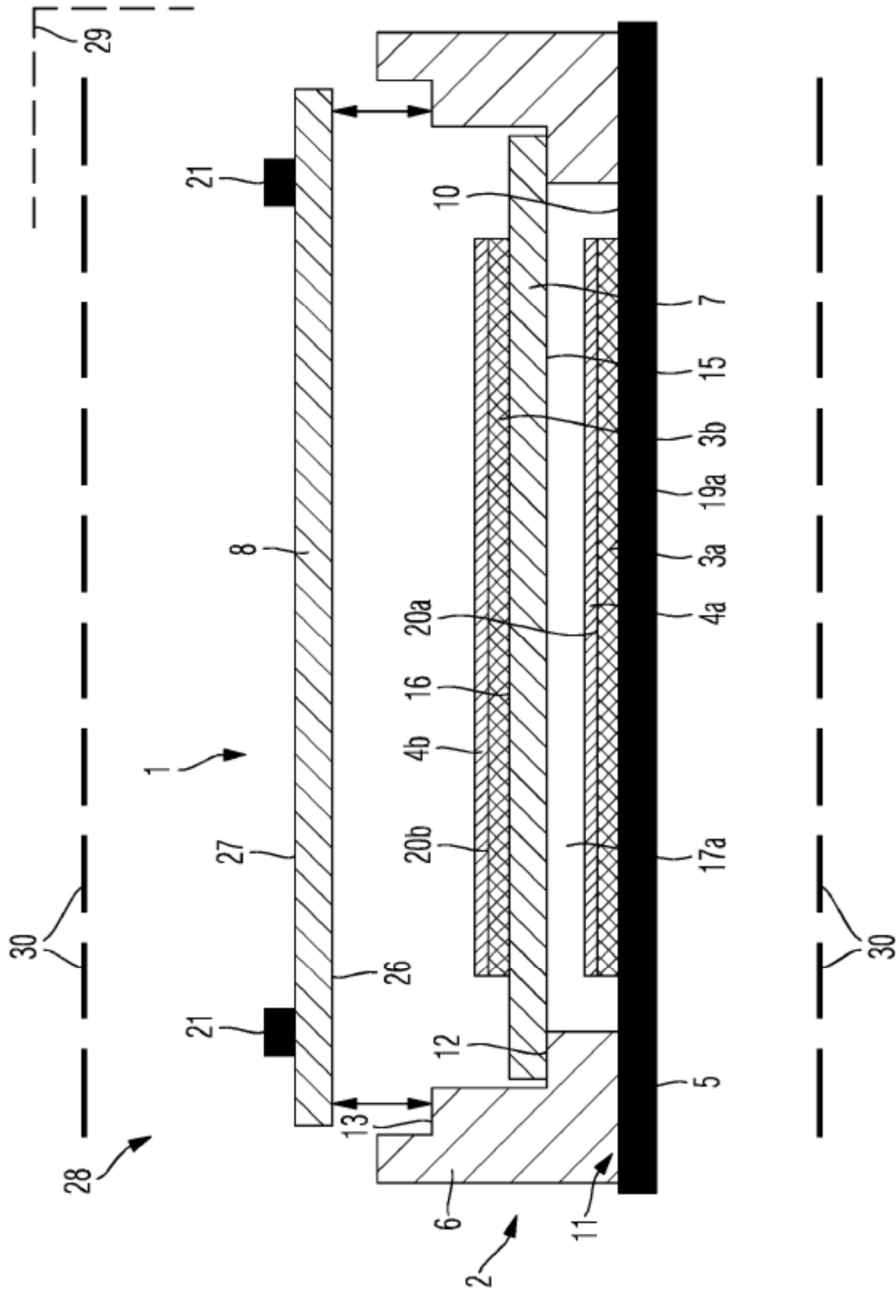


Fig. 2

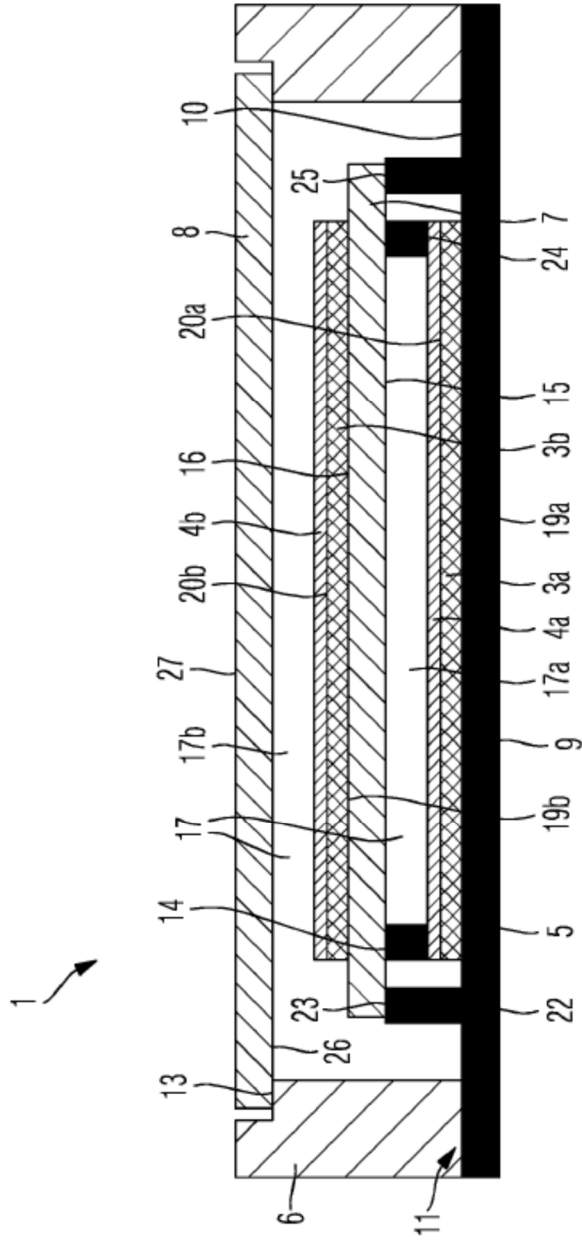


Fig. 3