

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 920**

51 Int. Cl.:

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/673 (2006.01)

C23C 16/458 (2006.01)

H01L 31/032 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2011 PCT/EP2011/052581**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2011 WO11104222**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2011 E 11709029 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 2539927**

54 Título: **Disposición, sistema y procedimiento para el procesamiento de cuerpos multicapa**

30 Prioridad:

23.02.2010 EP 10154370

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

23.07.2020

73 Titular/es:

**(CNBM) BENGBU DESIGN & RESEARCH
INSTITUTE FOR GLASS INDUSTRY CO., LTD
(100.0%)
No. 1047 Tushan Road
Bengbu, CN**

72 Inventor/es:

**JOST, STEFAN;
PALM, JÖRG y
FÜRFANGER, MARTIN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 774 920 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

Disposición, sistema y procedimiento para el procesamiento de cuerpos multicapa

La invención se refiere a una disposición, un sistema y un método de procesamiento, en particular de selenización, de cuerpos multicapa.

5 A continuación, se describe el procesamiento de cuerpos multicapa, por ejemplo, de sustratos (por ejemplo, sustratos de vidrio). Aunque se use el término específico "sustrato", las afirmaciones siempre se refieren a los "cuerpos multicapa" en general. Un sustrato "desnudo", sin recubrimiento, puede describirse como un sustrato, así como un cuerpo recubierto, es decir, también un cuerpo multicapa. Un cuerpo multicapa se forma, por ejemplo, aplicando una capa funcional sobre una capa portadora. Para que las capas, o al menos la capa funcional, presenten las propiedades físicas y/o químicas deseadas, el cuerpo multicapa u opcionalmente o las capas pueden tener que ser sometidas a un procesamiento. El procesamiento puede, por ejemplo, estar destinado a templar o recocer en presencia de un gas de proceso. Para ello, se proporcionan sistemas en los que se puede calentar un cuerpo multicapa.

Este sistema se describe en el documento JP 2008 124091 A.

15 Los cuerpos multicapa se usan, por ejemplo, para fabricar semiconductores de capa fina (especialmente de gran superficie), como células o módulos solares de capa fina. Los sistemas de energía solar funcionan, por ejemplo, con módulos solares basados en semiconductores de calcopirita (por ejemplo, CuInSe_2 , abreviado "CIS" o $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{S,Se})_2$, abreviado "CIGSSE"). Estos módulos solares de capa fina tienen al menos un sustrato (por ejemplo, una película de vidrio, cerámica, metal o plástico), un primer electrodo (por ejemplo, molibdeno Mo o un nitruro metálico), una capa absorbente (por ejemplo, una capa de CuInSe_2 o más generalmente $(\text{Ag,Cu})(\text{In,Ga,Al})(\text{Se,S})_2$), un electrodo frontal (por ejemplo, ZnO o SnO_2) y materiales de encapsulado y recubrimiento (por ejemplo, EVA/vidrio o PVB/vidrio, donde EVA significa acetato de etileno y vinilo y PVB significa butiral de polivinilo) como componentes esenciales. Otras capas, tales como las capas de barrera alcalina entre el vidrio y el Mo o las capas de amortiguación entre el absorbente y la capa de ventana pueden usarse para mejorar la eficiencia y/o la estabilidad a largo plazo. Otro componente esencial de un módulo solar típico de capa fina es la conexión en serie integrada, que forma una cadena de células solares individuales conectadas en serie y permite así mayores voltajes de funcionamiento. Los símbolos químicos para ciertos elementos se dan a continuación, por ejemplo, "Mo" para el molibdeno o "Se" para el selenio. Las pruebas de laboratorio muestran que los procesos de fabricación actualmente conocidos pueden mejorarse aún más y que se pueden lograr importantes ahorros de costes mediante enfoques de ingeniería de procesos y optimizaciones. En la actualidad, existen varios procesos para la producción de módulos solares de capa fina basados en semiconductores de calcopirita. En un procedimiento de dos etapas conocido, las llamadas capas precursoras $\text{Cu}(\text{Ga})$, In y Se se depositan en una primera etapa sobre el sustrato frío ya cubierto con una capa fina de Mo. Esto puede hacerse, por ejemplo, mediante procesos de pulverización, electrodeposición, serigrafía, evaporación o deposición de vapores químicos. En una segunda etapa, el sustrato recubierto de esta manera se calienta en una cámara de procesamiento (de un horno apropiado) en ausencia de aire al pasar a través de un perfil de temperatura probado y predeterminado desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente 600°C . Durante este proceso de templado, el semiconductor de calcopirita deseado se forma a partir de las capas precursoras en una compleja transformación de fase. Este proceso puede describirse como un procesamiento en línea, por ejemplo, selenización en línea. La sulfuración también es posible de esta manera. Los procesos de templado en línea requieren un control fiable de los rápidos procesos de formación de capas CIS, así como los procesos de calentamiento y enfriamiento igualmente acelerados para, por ejemplo, grandes placas de vidrio recubierto. En este proceso, un paquete de capas compuesto, por ejemplo, de cobre, indio y galio, y un recubrimiento final de selenio elemental se lleva a temperaturas más elevadas con tasas de calentamiento relativamente altas de hasta varios K/s, a las que los componentes individuales aplicados previamente reaccionan para formar el compuesto semiconductor (procesamiento térmico rápido, Rapid Thermal Processing, RTP, de capas de precursores apiladas, precursor SEL, capa elemental apilada). Los tiempos de reacción mucho más cortos comparados con los procesos de horno permiten ahora una transferencia a los procesos de producción. La cámara de procesamiento tiene, por ejemplo, un túnel o forma un túnel que puede ser sellado con esclusas o está destinado a ser una cámara de procesamiento cerrada. La cámara de procesamiento es irradiada para calentamiento con fuentes de energía, por ejemplo, radiadores en forma de matriz. El procesamiento a gran escala de semiconductores de calcopirita de $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{S,Se})_2$ (CIGSSE) en sustratos de vidrio, a partir de precursores de SEL, requiere, por tanto, los siguientes requisitos básicos: tasas de calentamiento rápidas del orden de unos pocos K/s, distribución homogénea de la temperatura en el sustrato de vidrio (lateral) y a través del espesor del sustrato, asegurando una presión parcial suficientemente alta, controlable y reproducible de los elementos calcógenos (Se y/o S) durante RTP (evitando las pérdidas de Se y/o S u otros elementos aplicados), el suministro de gas de proceso controlado (por ejemplo, H_2 , N_2 , Ar , H_2S , H_2Se , gas S, gas Se), y temperaturas máximas superiores a 500°C . Los procesos en línea a gran escala son muy complejos en términos de tecnología de procesos y sistemas. Como resultado, los costes de inversión para esta etapa del proceso representan una proporción no insignificante de los costes de inversión totales de una planta solar.

El objeto de la invención es, por lo tanto, hacer más eficiente el procesamiento térmico de los cuerpos multicapa y reducir así los costes de inversión, especialmente para el equipo de procesamiento correspondiente, y por lo tanto también los costes de producción. Esta tarea se resuelve mediante una disposición de cuerpos multicapa, así como un sistema y un procedimiento para el procesamiento de cuerpos multicapa con las características de las

reivindicaciones secundarias. Configuraciones ventajosas de la invención vienen dadas por las características de las reivindicaciones dependientes.

En particular, el objeto se resuelve mediante una disposición de cuerpos multicapa, en adelante también denominada "disposición de cuerpos multicapa". La disposición de cuerpos multicapa comprende al menos dos cuerpos multicapa, cada uno de ellos con al menos una superficie a procesar, y al menos un dispositivo para posicionar los al menos dos cuerpos multicapa, estando el dispositivo diseñado de tal manera que las superficies a procesar en cada caso son opuestas entre sí y así forman un espacio de procesamiento casi cerrado dispuesto entre las superficies, en el que esencialmente tiene lugar el procesamiento. Así pues, los cuerpos multicapa pueden ser procesados como una disposición de cuerpos multicapa en un sistema de procesamiento, en particular selenizables. Aquí, los cuerpos multicapa pueden presentar una cierta distancia entre sí, pero las superficies a procesar también pueden estar directamente unas sobre otras. Incluso entonces se puede hablar de un espacio de procesamiento. Así, los cuerpos multicapa, que en particular están dispuestos a cierta distancia unos de otros, forman un espacio de procesamiento esencialmente cerrado o casi cerrado. En el sentido de la presente invención, el término "casi cerrado" describe un espacio de procesamiento que está abierto en el borde, pero donde, al menos durante el período de procesamiento de los cuerpos multicapa, prácticamente no tiene lugar ningún intercambio de gases entre el espacio de procesamiento y su entorno, por lo que no se produce ningún cambio significativo de las condiciones de proceso en el espacio de procesamiento, ya que los efectos de borde con respecto a un intercambio de gases con el entorno son insignificantes. Además, se puede proporcionar una barrera que selle el espacio de procesamiento a prueba de gas o un marco que rodee el espacio de procesamiento a prueba de gas. En la disposición de cuerpos multicapa según la invención, los dos cuerpos multicapa están separados entre sí de tal manera que se forma una barrera de intercambio de gases o una resistencia de igualación de la presión entre el espacio de procesamiento abierto al entorno y el entorno externo, impidiendo así que los componentes de la capa de evaporación, los gases de proceso o los gases de reacción de proceso pasen al entorno externo en cantidades incontroladas. Esto puede lograrse mediante una selección adecuada de la distancia (distinta de cero) entre las superficies opuestas de los cuerpos multicapa a procesar, que depende del volumen del espacio de procesamiento, de la longitud media del paso libre de las partículas de gas o de las respectivas presiones parciales de los gases en el espacio de procesamiento. Por ejemplo, una distancia distinta de cero entre las superficies opuestas de los cuerpos multicapa a procesar es inferior a 50 mm, preferentemente inferior a 10 mm, en particular preferentemente de 1 a 8 mm, y también puede ser inferior a 1 mm en el caso de cuerpos multicapa muy finos (por ejemplo, películas). Estos valores se refieren a cuerpos multicapa cuyas superficies a procesar tienen, cada una, un tamaño en el intervalo de 100 cm² a 200000 cm², por ejemplo. La distancia (distinta de cero) entre las superficies opuestas de los cuerpos multicapa a procesar se selecciona de tal manera que una pérdida de masa de gases en el espacio de procesamiento, por ejemplo componentes calcógenos (S, Se), que se producen por ejemplo por un proceso de calentamiento (evaporación y difusión), es inferior al 50%, preferentemente inferior al 20%, en particular preferentemente inferior al 10%, más preferentemente inferior al 1%, e incluso más preferentemente inferior al 0,1%.

Sin una barrera o marco, por el cual el espacio de procesamiento está cerrado herméticamente, hay una abertura (paso de gas) de la cámara de procesamiento en la disposición de cuerpos multicapa entre los bordes de las superficies opuestas de los dos cuerpos multicapa a procesar. Esta abertura tiene una cierta área de abertura S en función de la distancia d entre los dos cuerpos multicapa. Para los sustratos rectangulares con longitudes de borde a y b, que se posicionan a una distancia d (distancia entre las dos superficies a procesar, que son opuestas entre sí en la disposición de cuerpos multicapa), el área de abertura S en los bordes del sustrato viene dada por la relación $S = (2 \cdot a + 2 \cdot b) \cdot d$. Por otro lado, en el espacio de procesamiento se procesa un área total de procesamiento T que consiste en las superficies recubiertas de los dos sustratos. El área total de procesamiento T viene dada por la relación $T = 2 \cdot a \cdot b$ (dos sustratos rectangulares recubiertos de longitud de borde a y b). Si se considera ahora la relación entre el área de abertura S y el área total de procesamiento T (designada como $A = S / T$), es ventajoso en la disposición de cuerpos multicapa que A tenga un valor máximo de 0,4, preferentemente un valor máximo de 0,2, especialmente preferentemente un valor máximo de 0,02 y aún más preferentemente un valor máximo de 0,002.

La realización según la invención establece que los dos cuerpos multicapa y un primer elemento de separación o los dos cuerpos multicapa y el primer elemento de separación y un segundo elemento de separación están dispuestos el uno al otro de tal manera que forman un espacio de procesamiento sustancialmente cerrado, es decir, casi cerrado, en el sentido de una demarcación de película fina reactiva y entorno de horno o espacio de cámara. Esto significa que los sustratos forman el elemento de tapa y el elemento de suelo de una caja de procesamiento, mientras que los elementos de separación se proporcionan, por ejemplo, como elementos de la pared lateral de la caja de procesamiento. En este caso, el sándwich de cuerpos multicapa representa un análogo a una caja de procesamiento explícita. De esta manera, el espacio de procesamiento se reduce de la manera deseada, solo las superficies a procesar se exponen al gas de proceso. Esta variante del proceso trata de asegurar una presión parcial de Se suficientemente alta (por ejemplo) minimizando el entorno de la cámara incluso sin el uso de una caja de procesamiento explícita.

Un punto esencial de la invención es la capacidad de procesar dos cuerpos multicapa, por ejemplo, sustratos de vidrio con recubrimiento precursor, simultáneamente (RTP de doble sustrato de cabeza a cabeza), ya que están debidamente apoyados o soportados por el dispositivo de posicionamiento (también llamado dispositivo de apoyo). Ambos sustratos están recubiertos con los elementos precursores, por ejemplo, Cu, Ga, In, Se, Na, con estas superficies recubiertas a procesar dispuestas una frente a la otra. Si se mantiene el tiempo de procesamiento, esto

conduce a un doble rendimiento del sistema con una huella casi constante del sistema y un volumen de inversión comparable del sistema. Esto significa que el diseño del sistema puede ser esencialmente conservado.

Como ya se ha descrito anteriormente, los cuerpos multicapa que a procesar ya tienen recubrimientos iniciales (precursores). Se depositan más elementos en estos recubrimientos y/o se realizan conversiones en los recubrimientos para transferir el precursor al semiconductor deseado. Por lo tanto, las superficies opuestas se denominan generalmente en lo sucesivo "recubrimiento", "superficies recubiertas", "lado recubierto", "superficies a procesar", etc.

La invención se refiere no solo a los semiconductores de calcopirita, sino también a todas las aplicaciones de películas finas funcionales en sustratos (por ejemplo, los semiconductores de CdTe y los semiconductores relacionados, además de los semiconductores de calcopirita).

Preferiblemente, el dispositivo (y por lo tanto, en última instancia, la disposición de cuerpos multicapa) se encuentra en una cámara de procesamiento o un túnel de procesamiento del sistema de procesamiento con un espacio de cámara (o espacio de túnel) y/o en un dispositivo para formar un espacio de cámara reducido y/o sobre o en un elemento portador para transportar la disposición de cuerpos multicapa mediante un dispositivo de transporte al sistema de procesamiento (es decir, a la cámara o túnel de procesamiento) y fuera de ella o en cualquier otro lugar adecuado o designado, disponible o dispuesto ("disponible" también puede entenderse como "previsible"). Por lo tanto, el dispositivo está diseñado, por ejemplo, de tal manera que puede posicionarse fuera del sistema de procesamiento para recibir los cuerpos multicapa, para finalmente conducirlos a la cámara o túnel. Por ejemplo, para este fin se proporciona el dispositivo de transporte, que mueve la disposición de cuerpos multicapa y la transporta dentro y fuera del sistema. Con este fin, el dispositivo está diseñado preferentemente de manera que pueda ser transportado con el dispositivo de transporte en el elemento portador (un portador, un tipo de dispositivo de transporte, tal como una placa de transporte). El portador por sí solo también puede formar el dispositivo de transporte. La disposición de cuerpos multicapa también puede ser insertada manualmente en el sistema o ensamblada directamente en el sistema. Para consumir la menor cantidad posible de gas de proceso, es aconsejable reducir el espacio de la cámara y crear un espacio de procesamiento explícito. Por consiguiente, entre los sustratos y las fuentes de energía pueden disponerse, al menos, paneles parcialmente transparentes (por ejemplo, de vitrocerámica) o paneles que sean muy absorbentes para la fuente de energía seleccionada y actúen como fuente de energía secundaria o transmisor de energía, formando un espacio de procesamiento definido para reducir o minimizar la evaporación de los componentes volátiles en el proceso de calentamiento. En ciertas fases del proceso, pueden introducirse en este espacio de procesamiento gases de proceso adicionales (por ejemplo, H₂, N₂, Ar, H₂S, H₂Se, gas S, gas Se y/u otros). Esto se puede realizar con un dispositivo para formar un espacio de cámara reducido, por ejemplo, una caja de procesamiento o una campana de procesamiento. El dispositivo de posicionamiento está diseñado de tal manera que puede ser o estar dispuesto en la caja de procesamiento o en la campana de procesamiento.

Se necesita una cantidad suficiente de Se para asegurar la completa selenización del precursor metálico (por ejemplo) de Culn-Ga. La pérdida de Se conduciría a una conversión incompleta del precursor en semiconductor de calcopirita y, por lo tanto, a una importante pérdida de potencia del módulo solar. La garantía de una cantidad suficiente de Se se logra, por ejemplo, usando la caja de procesamiento. Lo mismo se aplica a otros procesos de este tipo. Las cajas de procesamiento pueden diseñarse abiertas o cerradas. Con las cajas abiertas no hay o solo hay paredes laterales parciales. Cuando las cajas se cierran, un elemento de suelo, un elemento de tapa y las paredes laterales encierran el espacio de procesamiento esencialmente por completo. Las campanas de procesamiento suelen estar diseñadas para permanecer estacionarias en el sistema de procesamiento.

En una realización preferida, el dispositivo está configurado de tal manera que, en su uso, los cuerpos multicapa se disponen en forma de sándwich uno sobre otro para formar un cuerpo multicapa inferior y un cuerpo multicapa superior de la disposición de cuerpos multicapa. Así, el recubrimiento o la superficie a procesar se dispone encima del sustrato inferior y del sustrato superior en la parte inferior (disposición cara a cara o cabeza a cabeza).

Preferiblemente, el dispositivo puede disponerse en el espacio de cámara de la cámara de procesamiento (o en un lugar adecuado o previsto), o el dispositivo está diseñado de tal manera que los dos cuerpos multicapa pueden disponerse sobre él de tal forma que éstos y/o el dispositivo de posicionamiento, al menos parcialmente, formen el dispositivo para formar un espacio de cámara reducido, preferentemente la caja de procesamiento. Según el diseño, los cuerpos o sustratos multicapa pueden así formar la caja de procesamiento e interactuar sin o con paredes laterales adicionales. El dispositivo de posicionamiento también puede ayudar a formar partes (por ejemplo, al menos partes de las paredes laterales) de la caja de procesamiento. En este caso, el espacio de cámara reducido, es decir, el espacio de procesamiento, correspondería entonces esencialmente al espacio entre los cuerpos multicapa. Por ejemplo, se puede prescindir de una caja de procesamiento explícita.

El uso de los sustratos y/o el dispositivo de posicionamiento como componentes de la caja de procesamiento tiene la ventaja de que los gases de proceso solo pueden suministrarse donde se necesitan. Así pues, es posible reducir o evitar el posible recubrimiento de la parte posterior durante el procesamiento. Debido a la disposición especial de los sustratos durante el procesamiento, por ejemplo, durante la selenización, ya no están dispuestos dentro de una caja de procesamiento y, por lo tanto, fuera del entorno del gas de proceso. Por lo tanto, las partes posteriores del sustrato ya no están expuestas a una atmósfera de Se o S. Esto significa que solo los lados o superficies a procesar están

expuestos al gas de proceso.

Si se proporciona una caja de procesamiento para reducir el espacio de cámara, el dispositivo para el posicionamiento según la invención puede disponerse directamente en ella. Por último, la caja de procesamiento puede ser transportada al sistema de procesamiento con la disposición de cuerpos multicapa (por ejemplo, mediante el transportador posiblemente móvil o manualmente). También es posible "ensamblar" la disposición de cuerpos multicapa fuera del sistema y solo entonces insertarla en la cámara (por ejemplo, por medio del portador). Esto significa que el dispositivo está dispuesto sobre el portador de manera que la disposición de cuerpos multicapa ensamblada puede ser trasladada al sistema por medio del dispositivo de transporte. La cámara de procesamiento del sistema podría entonces presentar la campana de procesamiento descrita anteriormente, por ejemplo, de manera que se pueda operar con un espacio de cámara reducido.

El dispositivo (explícito) para formar un espacio reducido de la cámara y/o el dispositivo de posicionamiento (que posiblemente forma parte del dispositivo) están diseñados preferentemente de tal manera que el espacio (reducido) formado por el elemento de suelo y/o el sustrato inferior y/o el elemento de tapa y/o el sustrato superior tenga un volumen adecuado: no debe ser demasiado grande, de modo que no haya demasiado calcógeno (Se o S) o posiblemente también evaporan los productos volátiles de la reacción (que se estiman a partir de la presión de vapor de equilibrio a la temperatura del proceso), pero tampoco son demasiado pequeño, de modo que en caso de que el sustrato se doble temporalmente durante el proceso de calentamiento, los sustratos no tocan la contraplaca opuesta. La distancia entre la contraplaca y el sustrato debe estar, por ejemplo, entre 1 y 20 mm en cada caso. En principio, sin embargo, también sería posible el contacto entre el sustrato y la contraplaca.

Para que la radiación de las fuentes de energía pueda penetrar en las superficies a procesar (como se indicó anteriormente), los elementos intermedios, como el elemento de suelo y el elemento de tapa de la caja de procesamiento o la campana de procesamiento son al menos parcialmente transparentes, dependiendo del diseño de las fuentes de energía. Así pues, entre los sustratos y las fuentes de radiación (si así lo requiere la disposición de la fuente de energía), los elementos deben presentarse en forma de paneles parcialmente transparentes o translúcidos (por ejemplo, de vitrocerámica) o de paneles muy absorbentes para la fuente de energía elegida y que actúen como fuente secundaria de energía o transmisor de energía. Si, por ejemplo, las fuentes están dispuestas en el interior de la cámara de procesamiento (posiblemente también en el interior de la caja o la campana de procesamiento), y si la disposición de cuerpos multicapa también se encuentra, por ejemplo, en la cámara de procesamiento, la pared de la cámara (paredes laterales, tapa y/o suelo) también puede ser no transparente. El material de los elementos de suelo y de tapa y de cualquier elemento de pared lateral (en el caso de una caja de procesamiento explícita) o de la campana de procesamiento puede ser vitrocerámica, otras cerámicas, grafito, metales y vidrios de alto punto de fusión (selección). El carburo de silicio también puede estar destinado a este fin. El portador también debe ser, al menos parcialmente, de un material parcialmente transparente o altamente absorbente, ya que puede permanecer en el sistema durante el procesamiento.

Preferiblemente, el dispositivo para posicionar tiene al menos un primer elemento de separación que está diseñado para alojar el cuerpo multicapa superior y/o el cuerpo multicapa inferior, donde el elemento de separación puede estar dispuesto al menos parcialmente entre los dos cuerpos multicapa de tal manera que estos pueden disponerse o se disponen separados entre sí y así formar la disposición de cuerpos multicapa. El elemento de separación debe estar diseñado de tal manera que las superficies a procesar sean libremente accesibles al gas de proceso, al mismo tiempo que las superficies deben estar separadas de tal manera que formen un espacio de procesamiento adecuado. Si no se va a suministrar o debe suministrarse gas de proceso adicional, también es concebible el contacto directo entre las superficies a procesar. Incluso entonces, se puede hablar de un espacio de procesamiento entre las superficies a procesar.

Dado que los cuerpos multicapa se disponen preferentemente en forma de sándwich y, por lo tanto, están dispuestos horizontalmente durante su uso, el cuerpo multicapa superior puede colocarse sobre el elemento de separación (es decir, es alojado por el elemento de separación en una zona de alojamiento superior). El cuerpo multicapa inferior se coloca sobre el elemento de separación en una zona de alojamiento inferior (por lo tanto, la colocación se entiende también como alojamiento por el elemento de separación), estando la zona de alojamiento inferior situada en un lado del elemento de separación opuesto al lado con la zona de alojamiento superior.

En una realización ventajosa, el dispositivo de posicionamiento tiene al menos un segundo elemento de separación que está diseñado para alojar el cuerpo multicapa superior y/o el cuerpo multicapa inferior y para alojar el primer elemento de separación, de tal manera que el segundo elemento de separación, el cuerpo multicapa inferior, el primer elemento de separación y el cuerpo multicapa superior pueden ser o están dispuestos en forma de sándwich y así formar la disposición de cuerpos multicapa. Con este diseño, cada uno de los cuerpos multicapa puede estar dispuesto de manera que soporte la carga por medio de uno de los elementos de separación, por lo que los elementos de separación pueden estar apilados uno encima de otro. Esto significa que el segundo elemento de separación inferior se coloca en una posición adecuada (en la cámara o caja de procesamiento, sobre el portador, etc.) antes del proceso y se carga primero con el sustrato inferior o el cuerpo multicapa, con la capa precursora hacia arriba, y luego se coloca el primer elemento de separación, seguido de la carga con el sustrato superior o el cuerpo multicapa, con la capa precursora hacia abajo (la carga para formar una disposición de cuerpos multicapa). Esta disposición facilita el montaje de una disposición de cuerpos multicapa. Por consiguiente, la descarga después del procesamiento se realiza en

orden inverso. El primer elemento de separación también puede diseñarse básicamente de manera que no descansa sobre el segundo elemento de separación, sino también sobre el "lugar adecuado", por ejemplo, sobre el portador. En este concepto, la cara inferior (cara inferior en uso) del segundo elemento de separación inferior puede servir también como superficie de apoyo para el transporte (por ejemplo, por medio de rodillos). El segundo elemento de separación o inferior también puede asumir la función de un portador en sí mismo. Los elementos de separación también pueden denominarse elementos de soporte, el primer elemento de separación como primer elemento de soporte, el segundo elemento de separación como segundo elemento de soporte. Elementos de soporte porque los sustratos o cuerpos multicapa están en contacto con ellos. Preferiblemente, el segundo elemento de separación puede colocarse, al menos parcialmente, bajo el cuerpo multicapa inferior durante su uso. Esto asegura una sujeción segura del sustrato. En una realización ventajosa, el primer elemento de separación y el segundo elemento de separación tienen, cada uno, al menos una región de apoyo sobre la que o en la que se pueden colocar o se colocan el cuerpo o los cuerpos multicapa. Al almacenar los sustratos, hay que tener cuidado de que los lados recubiertos se toquen lo menos posible para evitar la contaminación al tocar o perturbar la atmósfera de gas de proceso en la superficie de contacto (de modo que la calidad de capa del absorbente resultante no se vea afectada local o integralmente). Este requisito se ve facilitado en parte por el hecho de que, por ejemplo, 15 mm de la región del borde de cada borde se eliminan de todos modos en una etapa posterior del proceso y, por lo tanto, no pertenecen a la capa activa.

Preferiblemente, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen, cada uno, al menos un elemento de marco y/o un elemento de tira de marco, de modo que los cuerpos multicapa pueden colocarse preferentemente en sus regiones de borde (en el borde) al menos parcialmente en el elemento de marco y/o el elemento de tira de marco o pueden colocarse contra el elemento de marco y/o el elemento de tira de marco. Los elementos del marco o los elementos de tira de marco permiten el menor contacto posible de los cuerpos multicapa, por ejemplo, los sustratos, con ellos (es decir, con los elementos de marco) a fin de mantener las superficies a procesar lo más libres posible. Una realización ventajosa prevé que los dos cuerpos multicapa y el primer elemento de separación o los dos cuerpos multicapa y el primer elemento de separación y el segundo elemento de separación estén dispuestos de tal manera que formen un espacio de procesamiento sustancialmente cerrado, es decir, casi cerrado, en el sentido de una demarcación de película fina reactiva y entorno de horno o espacio de cámara. Esto significa que los sustratos forman el elemento de tapa y el elemento de suelo de una caja de procesamiento, mientras que los elementos de separación se proporcionan, por ejemplo, como elementos de la pared lateral de la caja de procesamiento. En este caso, el sándwich de cuerpos multicapa representa un análogo a una caja de procesamiento explícita. De esta manera, el espacio de procesamiento se reduce de la manera deseada, solo las superficies a procesar se exponen al gas de proceso. Esta variante del proceso descrita trata de asegurar una presión parcial de Se suficientemente alta (por ejemplo) minimizando el entorno de la cámara incluso sin el uso de una caja de procesamiento explícita.

La mayoría de los cuerpos multicapa son de forma rectangular o cuadrada. Preferiblemente, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen entonces también preferentemente una forma rectangular o cuadrada, que reproduce esencialmente los contornos de los cuerpos multicapa, y por lo tanto cada uno tiene al menos un elemento de marco rectangular o cuadrado. Con este diseño, los sustratos se apoyan en los respectivos elementos de marco en sus bordes, de modo que las superficies a recubrir o procesar permanecen libres. Hay que asegurarse de que los cuerpos multicapa se apoyen sobre o contra el elemento de separación a través de una superficie de contacto suficientemente grande.

En otra realización, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen dos elementos de tira de marco (tiras) que, en uso, se encuentran uno frente al otro en un plano de extensión de los cuerpos multicapa, de modo que los cuerpos multicapa dispuestos preferentemente en sus regiones de borde, por ejemplo en sus lados longitudinales, pueden colocarse al menos parcialmente en los elementos de tira de marco o pueden colocarse contra los elementos de tira de marco, de modo que, por ejemplo, en los lados transversales de la disposición de cuerpos multicapa, se forme al menos una zona de abertura en cada caso para suministrar y/o evacuar el gas de proceso dentro y/o fuera del espacio de procesamiento. La disposición también puede diseñarse a la inversa, es decir, se forma al menos una región de abertura en cada uno de los lados longitudinales de la disposición de cuerpos multicapa para suministrar y/o evacuar el gas de proceso hacia y/o desde el espacio de procesamiento. Esto significa que hay preferentemente al menos dos regiones de abertura opuestas entre sí, donde no hay elementos de tira de marco. Para los sustratos cuadrados, no se hace distinción entre lados longitudinales y transversales.

También es posible diseñar los elementos de tira de marco de tal manera que cada uno se extienda alrededor de al menos dos esquinas diagonalmente opuestas de la disposición de cuerpos multicapa. El resto de las regiones abiertas, que se proporcionan tanto en el lado longitudinal como en el transversal de la disposición, se usan para el intercambio de gases. El espacio de procesamiento formado de esta manera es casi abierto y permite un rápido suministro o evacuación de gas de proceso. En este contexto, casi abierto significa permitir un intercambio parcial de gases entre el entorno del sustrato y el entorno del horno (cámara).

Como ya se ha descrito anteriormente, los cuerpos multicapa deben apoyarse al menos parcialmente en las regiones de contacto de los elementos de separación o descansar contra ellas. Siempre que los cuerpos multicapa se apoyen completamente a lo largo de sus contornos, se puede formar un espacio de procesamiento esencialmente cerrado. En caso de contacto parcial, se proporcionan regiones de apertura para permitir que el gas de proceso se intercambie con la atmósfera en el espacio de cámara. En el caso de los elementos de tira de marco, por ejemplo, que solo están

5 dispuestos en los lados longitudinales de los sustratos, estas regiones de abertura existen de todos modos. Por lo tanto, se pueden concebir diversas realizaciones, que conducen a un marco casi abierto. La variante del "espacio de procesamiento casi abierto" es de particular interés para el concepto de túnel y campana de procesamiento RTP (suministro de gas de proceso a las capas precursoras como las superficies del sándwich de sustrato a procesar en la campana o túnel).

Si los elementos de marco o los elementos de tira de marco están dispuestos en los bordes del cuerpo multicapa o en los bordes del sustrato a lo largo de la dirección de transporte, es concebible diseñar los elementos de marco o los elementos de tira de marco de tal manera que el sándwich de sustrato pueda ser guiado en la dirección de transporte.

10 Especialmente en el caso de los sistemas casi cerrados, debe proporcionarse otra posibilidad para el suministro y la evacuación del gas de proceso. En el proceso RTP, por ejemplo, los gases de proceso H_2 , N_2 , Ar, H_2S , H_2Se , gas S, gas Se, se pueden utilizar e introducir en el interior del horno, es decir, en el espacio de cámara o en el interior de la caja de procesamiento, en momentos específicos del proceso. Por lo tanto, también es posible llevar a cabo el proceso de sulfuración con azufre gaseoso (S) o el proceso de selenización con selenio gaseoso (Se). Para permitir el suministro de gas de proceso al precursor de capa fina (es decir, el cuerpo multicapa) en la estructura descrita aquí durante el proceso RTP, se propone un suministro de gas de proceso a través de los marcos. En el proceso de selenización, el selenio presente en el precursor se convierte en una atmósfera de gas de proceso, de modo que se obtiene la estructura semiconductor deseada. También es posible proporcionar selenio adicional en el gas de proceso (gas Se), dependiendo del resultado deseado. Sin embargo, la conversión del selenio precursor también es posible sin selenio explícito en el gas de proceso. Por lo tanto, es preferible que el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tengan un elemento de suministro de gas y/o un elemento de evacuación de gas para suministrar y/o evacuar un gas de proceso hacia y/o desde el espacio de procesamiento. El elemento de suministro de gas o el elemento de evacuación de gas puede, por ejemplo, diseñarse como un peine de distribución de gas integrado en el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación, con al menos un elemento de conexión para conectar una línea de suministro de gas y/o una línea de evacuación de gas. En este caso, el suministro de gas de proceso (y también la evacuación) se efectúa, pues, a través del elemento o elementos de separación (intercambio parcial o ajustable de gas entre el entorno del horno (por ejemplo, el entorno de la campana, el túnel) y la capa fina precursora). El diseño del peine y los elementos o émbolos de acoplamiento pueden variar, por ejemplo, en lo que respecta al número de salidas de gas ("púas del peine"). Por ejemplo, el elemento de separación correspondiente puede ser hueco y estar diseñado con aberturas para la salida (o entrada) de gas. A través del elemento de conexión (o elementos de conexión), se pueden conectar las líneas apropiadas, a través de las cuales el gas puede ser suministrado o también evacuado de nuevo. Como tal, los distribuidores de gas también pueden estar dispuestos en otro lugar de la cámara y/o la caja o campana de procesamiento. Es importante permitir una introducción esencialmente homogénea del gas de proceso desde una fuente de gas, por ejemplo una fuente de gas externa, a los sustratos (a través de la cámara de procesamiento o el túnel de procesamiento o, pasando por alto la cámara de procesamiento o el túnel de procesamiento, solo a una posible caja o campana de procesamiento existente), de modo que el flujo de gas sobre la superficie del sustrato desde, por ejemplo, un borde longitudinal al otro sea lo más laminar posible. El suministro de gas puede ser controlado en entradas predeterminadas de los distribuidores de gas en cualquier momento del perfil de templado. Las cantidades usadas del gas de proceso pueden recargarse y/o el exceso indeseado (por ejemplo) de vapor de selenio (y/u otros componentes del vapor) puede desplazarse fuera de la cámara de reacción en el momento adecuado. Durante el procesamiento de RTP, es de esperar que se produzca una flexión del sustrato, ya que el sustrato superior, en particular, está virtualmente suspendido (si no se encuentra directamente en el sustrato inferior). Es concebible que las desviaciones se produzcan a altas temperaturas de proceso, que se manifiestan en desviaciones del sustrato después del procesamiento. Por lo tanto, en una realización ventajosa, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen, cada uno, al menos un elemento de conexión transversal para conectar las zonas del respectivo elemento de marco que se encuentran opuestas entre sí en el plano de extensión de los cuerpos multicapa o los elementos de tira de marco que están enfrentados entre sí en uso, de modo que el cuerpo o los cuerpos multicapa pueden estar soportados adicionalmente para evitar la desviación. Los tirantes transversales también sirven para estabilizar el marco o el elemento de marco o los elementos de tira de marco. Al diseñar los tirantes transversales o los elementos de conexión transversales, se debe tener cuidado de asegurar una anchura mínima (pero suficiente para garantizar la estabilidad deseada) a fin de reducir al mínimo el sombreado de la radiación de los radiadores (de calefacción) o las fuentes de energía. Dado que el elemento de conexión transversal puede esencialmente "cruzar" sobre la superficie a procesar, el contacto entre el elemento de conexión transversal y la superficie debe mantenerse lo más pequeño posible. Para ello, el elemento de conexión transversal puede presentar al menos un elemento de soporte, de modo que los cuerpos multicapa pueden apoyarse o descansar en el elemento de conexión transversal o en el elemento de conexión transversal a través del elemento de soporte, estando el elemento de soporte diseñado de tal manera que presente la misma altura que el respectivo elemento de marco o el elemento de tira de marco (apoyo plano de los sustratos en el elemento de marco o tira de marco y el elemento de soporte). El elemento de soporte está diseñado preferentemente como un elemento de soporte puntual, preferentemente como un elemento esférico. Esto asegura la menor superficie de apoyo o superficie de contacto posible. Aún menos sombreado se logra con elementos en forma de aguja. En una realización preferida de la invención, el al menos un elemento de marco o elemento de tira de marco (o los elementos de tira de marco) tiene (o tienen) al menos dos elementos de soporte de tal manera que los cuerpos multicapa pueden apoyarse o descansar sobre o contra los elementos de soporte, de modo que al menos una región de abertura para suministrar y/o evacuar el gas de proceso dentro y/o fuera del cuarto de proceso se forme en cada uno de los lados transversales y/o

longitudinales de la disposición de cuerpos multicapa. Esto significa que la región de apoyo también puede reducirse en el elemento de marco o en el elemento de tira de marco si estos se forman con los elementos de soporte. Este enfoque conduce a su vez a un diseño de marco casi abierto con las posibilidades de combinación mencionadas anteriormente con el concepto de túnel o campana RTP (suministro de gas de proceso a través del entorno). Las ventajas imaginables de este concepto de elemento de soporte, por ejemplo, un concepto de elemento de soporte puntual, en comparación con los elementos de marco descritos anteriormente o los elementos de tira de marco sin elementos de soporte son las menores superficies de contacto con los sustratos y, por lo tanto, una reducción de las posibles perturbaciones locales. Además, la flexión del sustrato se reduce por la introducción de puntos de apoyo dentro del sustrato.

Preferiblemente, el primer y/o segundo elemento de separación está hecho de grafito o de cristal de cuarzo. También se puede pensar en vitrocerámica, otras cerámicas y vidrios refractarios. El material de marco debe ser inerte, resistente en entornos corrosivos (que contengan S, Se) y mecánicamente estable. Debido al contacto directo con los sustratos, también hay que tener en cuenta la conductividad térmica y el coeficiente de expansión térmica para evitar en la medida de lo posible las inhomogeneidades laterales de la distribución de la temperatura en el sustrato y evitar la delaminación o el daño de las capas. El material de marco y también los elementos de soporte pueden ser de vidrio de grafito o de cuarzo, de vitrocerámica, de otras cerámicas o de vidrios refractarios (por ejemplo, bolas de grafito). También hay que tener en cuenta las siguientes propiedades de los materiales a la hora de seleccionar el material para los soportes puntuales: material inerte, resistencia a la corrosión, estabilidad mecánica, conductividad térmica y coeficiente de expansión térmica. Por ejemplo, es concebible el uso de, por ejemplo, bolas de grafito en combinación con un elemento de marco o un elemento de tira de marco de grafito.

Según la presente invención, se reivindica protección independiente para una disposición de cuerpos multicapa que comprende al menos dos cuerpos multicapa cada uno de los cuales tiene al menos una superficie a procesar, y al menos un dispositivo para posicionar los al menos dos cuerpos multicapa como se describió anteriormente. Aquí, los al menos dos cuerpos multicapa están dispuestos de tal manera que las superficies a procesar se encuentran opuestas entre sí y los cuerpos multicapa forman así un espacio de procesamiento casi cerrado dispuesto entre las superficies, en el que esencialmente tiene lugar el procesamiento. Con esta disposición se puede prescindir de un dispositivo explícito para el posicionamiento; en cambio, los sustratos se encuentran con sus superficies a procesar una encima de otra, por ejemplo, en la caja de procesamiento o incluso en la cámara de procesamiento. Esta disposición es especialmente adecuada cuando no es necesario introducir gas de proceso en el espacio entre las superficies a procesar. El dispositivo de posicionamiento puede ser insertado y retirado de nuevo de la cámara de procesamiento. Es aconsejable ensamblar la disposición de cuerpos multicapa fuera del sistema de procesamiento y luego transportarla dentro del sistema o incluso insertarla manualmente para que pueda ser sometida al proceso deseado (por ejemplo, la selenización de los sustratos). También es posible disponer el dispositivo de posicionamiento en la cámara de procesamiento de tal manera que la disposición de cuerpos multicapa se pueda construir en su interior. Los cuerpos multicapa también pueden disponerse sin el dispositivo. Después de la conversión de los sustratos a los semiconductores de calcopirita deseados, la disposición puede retirarse del espacio de cámara o las partes individuales pueden ser retiradas.

También se reivindica la protección autónoma de un sistema para procesamiento, en particular para la selenización, de al menos dos cuerpos multicapa, cada uno de ellos con al menos una superficie a procesar, que comprenden al menos una cámara de procesamiento con un espacio de cámara (o túnel con espacio de túnel), y un dispositivo para posicionar los dos cuerpos multicapa como se ha descrito anteriormente. Preferiblemente, el sistema tiene al menos una fuente de energía para calentar los cuerpos multicapa. La fuente de energía se dispone preferentemente en la cámara de procesamiento o en el sistema de procesamiento de tal manera que cada uno de los cuerpos multicapa se calienta por el lado opuesto a la superficie que a procesar (reverso(s) del sustrato). Por ejemplo, pueden proporcionarse dos fuentes de energía, una para el cuerpo multicapa inferior y otra para el cuerpo multicapa superior (es decir, se proporciona al menos una fuente de energía para cada uno de los cuerpos multicapa). De esta manera, los cuerpos multicapa, por ejemplo, los sustratos, pueden calentarse por su parte trasera, es decir, por los lados que están dispuestos en dirección opuesta a las superficies a procesar.

El diseño de las fuentes de energía puede ser variado. Como ya se ha descrito anteriormente, el calentamiento de los sustratos o de los cuerpos multicapa se realiza esencialmente solo, por un lado, calentando el respectivo cuerpo multicapa o reverso del vidrio. El sustrato superior solo se calienta desde arriba, el inferior solo se calienta desde abajo. No hay calentamiento directo de las superficies recubiertas opuestas. Por consiguiente, al seleccionar la fuente de energía, hay que tener cuidado de asegurar que haya suficiente calor disponible en las superficies a procesar (tasa de calentamiento), porque la parte del espectro de la fuente de radiación que ya se absorbe en el vidrio del sustrato llega a la capa solo ligeramente retrasada por la conducción térmica. Cuanto mayor sea la proporción de la potencia absorbida por el molibdeno, mayores serán las tasas de calentamiento alcanzables. Por ejemplo, el vidrio del sustrato absorbe en longitudes de onda superiores a aproximadamente 1,5 μm y por debajo de 350 nm. El calentamiento de un lado podría causar que el panel se rompa o muestre una flexión excesiva. Dado que el grosor del vidrio es solo de 2-3 mm y una gran proporción de la radiación es absorbida solo en el Mo, no se espera que puedan acumularse gradientes verticales en el vidrio a velocidades de calentamiento del orden de unos pocos K/s. Mucho más importante para las bajas tasas de rotura es la homogeneidad lateral del calentamiento (en la superficie del sustrato). La fuente de energía se debe proporcionar en consecuencia. La experiencia ha demostrado que también es muy importante optimizar la homogeneidad lateral durante el enfriamiento. Con las tasas de enfriamiento que se pueden alcanzar en

esta disposición, no es de esperar que las tensiones en el vidrio puedan ser causadas por gradientes verticales entre el lado de la capa (es decir, el lado recubierto) y el lado trasero.

5 Una realización preferida prevé al menos un dispositivo para formar un espacio de cámara reducido, que puede ser o está dispuesto en la cámara de procesamiento, preferentemente una caja de procesamiento o una campana de procesamiento. Esos dispositivos reducen el espacio real disponible para el procesamiento y forman un espacio de procesamiento explícito. Ventajosamente, la caja de procesamiento tiene al menos un elemento de tapa y al menos un elemento de suelo, entre los cuales se pueden disponer al menos dos cuerpos multicapa. En este caso, el cuerpo multicapa inferior puede colocarse sobre el elemento de suelo, sobre el que se coloca al menos un elemento de separación, preferentemente un elemento de marco o dos elementos de tira de marco, y sobre el elemento de separación a su vez el cuerpo multicapa superior. La caja de procesamiento se cierra por medio del elemento de tapa. Esto significa que la disposición de cuerpos multicapa está alojada de forma definida en la cámara de procesamiento del sistema. Con elementos adicionales de pared lateral, la caja de procesamiento puede estar esencialmente cerrada completamente. Cualquier región abierta podría ser usada para el intercambio de gases. La caja de procesamiento puede ser insertada y retirada de nuevo de la cámara de procesamiento.

10 El dispositivo para formar un espacio de cámara reducido también puede diseñarse como una campana de procesamiento. En este caso, la campana de procesamiento está diseñada, por ejemplo, como una tapa fija dispuesta en la cámara de tratamiento. Por lo tanto, el intercambio de gases entre la cámara de procesamiento y el espacio de cámara puede reducirse significativamente. El espacio de procesamiento también puede conectarse directamente a una fuente de gas (por ejemplo, externa) evitando el espacio de cámara.

15 Como ya se ha descrito anteriormente, la caja de procesamiento también puede estar formada, al menos parcialmente, por la disposición de cuerpos multicapa. Los materiales se seleccionan, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente.

20 En cuanto al procedimiento, el objeto mencionado se resuelve mediante un procedimiento para el procesamiento de al menos dos cuerpos multicapa, cada uno de los cuales tiene al menos una superficie a procesar. En el procedimiento, los dos cuerpos multicapa están dispuestos de tal manera que las respectivas superficies a procesar sean opuestas entre sí y formen un espacio de procesamiento casi cerrado entre las superficies en las que se realiza el procesamiento. Preferiblemente, se proporciona la siguiente etapa: Disposición del dispositivo en una cámara de procesamiento o un túnel de procesamiento del sistema de procesamiento con un espacio de cámara y/o en un dispositivo para formar un espacio de cámara reducido y/o sobre o en un elemento portador para transportar la disposición de cuerpos multicapa mediante un dispositivo de transporte al sistema de procesamiento (es decir, a la cámara de procesamiento o al túnel de procesamiento) y fuera de ella o a otro lugar adecuado. En una configuración ventajosa del procedimiento, la etapa de disposición del dispositivo puede ser la siguiente:

- 25 - Disposición en una caja de procesamiento con un elemento de suelo, un elemento de tapa y preferentemente con elementos de pared lateral como dispositivo para formar un espacio de cámara reducido o
- 30 - Disposición dentro o debajo de una campana de procesamiento, que está especialmente diseñada para permanecer estacionaria en el sistema de procesamiento, como el dispositivo para formar un espacio de cámara reducido.

35 Preferiblemente, el procedimiento comprende la etapa de disponer los dos cuerpos multicapa en uso en el dispositivo de posicionamiento en forma de sándwich uno sobre otro de modo que se proporcionen un cuerpo multicapa inferior y un cuerpo multicapa superior. De esta manera, los cuerpos que se encuentran "horizontalmente" en uso pueden ser procesados de manera más uniforme y segura. Preferiblemente, se proporciona la siguiente etapa: Disposición de los dos cuerpos multicapa en el dispositivo o en el espacio de cámara de procesamiento o en el túnel del sistema de procesamiento (o en otro punto previsto para este fin) de tal manera que los dos cuerpos multicapa y/o el dispositivo de posicionamiento formen, al menos parcialmente, el dispositivo para formar un espacio de cámara reducido, preferentemente una caja de procesamiento. En una configuración ventajosa, el procedimiento comprende las siguientes etapas adicionales:

- 40 - Disposición del cuerpo multicapa superior y/o el cuerpo multicapa inferior en una posición prevista para este fin,
- 45 - Disposición de al menos un primer elemento de separación, que se incluye en el dispositivo de posicionamiento (es decir, forma parte del dispositivo de posicionamiento), al menos parcialmente entre los dos cuerpos multicapa de tal manera que se dispongan separados entre sí y formar así la disposición de cuerpos multicapa.

Además, el procedimiento incluye las siguientes etapas adicionales en una configuración ventajosa:

- 50 - Disposición de al menos un segundo elemento de separación, que se incluye en el dispositivo de posicionamiento (es decir, forma parte del dispositivo de posicionamiento), en un lugar previsto para este fin,
- 55 - Disposición del cuerpo multicapa inferior en el segundo elemento de separación,
- Disposición del primer elemento de separación en el segundo elemento de separación,

- Disposición del cuerpo multicapa superior en el primer elemento de separación de manera que el segundo elemento de separación, el cuerpo multicapa inferior, el primer elemento de separación y el cuerpo multicapa superior se dispongan como un sándwich para formar la disposición de cuerpos multicapa.

5 Si es necesario, el primer elemento de separación también puede disponerse directamente en el lugar destinado a este fin, por ejemplo, en el espacio de cámara, en el elemento de suelo de una caja de procesamiento o en un portador. Para ello, el primer elemento de separación tendría que diseñarse en consecuencia.

10 Como ya se ha descrito anteriormente, la disposición de cuerpos multicapa puede ensamblarse fuera del sistema de procesamiento, por ejemplo, en la caja de procesamiento, que se transporta con el elemento portador, por ejemplo, o directamente sobre el elemento portador. La disposición puede entonces ser trasladado al sistema de procesamiento por medio del elemento portador. También es posible transportar la disposición sin un elemento portador, por ejemplo, con un accionamiento de rodillos. También es posible insertar manualmente la disposición (tanto los componentes individuales como toda la disposición preensamblada) en el sistema de procesamiento. Asimismo, el elemento de separación inferior también puede servir como elemento portador y/o de transporte. También está previsto introducir los cuerpos multicapa posicionados en el sistema de procesamiento, procesarlos y retirarlos de nuevo del sistema. Esto es posible, por ejemplo, mediante el dispositivo de transporte ya descrito o manualmente.

15 Otro procedimiento para el posicionamiento de al menos dos cuerpos multicapa, cada uno de ellos con al menos una superficie a procesar comprende: Disposición de los dos cuerpos multicapa de tal manera que las superficies a procesar respectivas sean opuestas entre sí y los cuerpos multicapa formen así un espacio de procesamiento casi cerrado dispuesto entre las superficies, en la que esencialmente tiene lugar el procesamiento, de modo que los al menos dos objetos pueden ser procesados, en particular selenizables, como una disposición de cuerpos multicapa en un sistema de procesamiento. Concretamente, esto significa, por ejemplo, disponer el cuerpo multicapa inferior en la cámara de procesamiento, en la caja de procesamiento, en un portador o en otro lugar adecuado y colocar el cuerpo multicapa superior sobre el inferior de manera que las superficies a procesar sean opuestas entre sí. También se puede hablar de una sala de espacio de procesamiento si los sustratos están directamente uno encima de otro.

20 Con las etapas de procedimiento que se acaban de describir para el ensamblaje de la disposición de cuerpos multicapa, los cuerpos o sustratos multicapa pueden posicionarse con precisión para que su procesamiento pueda llevarse a cabo en un sistema correspondiente con un alto rendimiento y de manera eficiente.

25 La invención se extiende además al uso de una disposición de cuerpos multicapa como se ha descrito anteriormente, así como un procedimiento como se ha descrito anteriormente para la producción de una célula o módulo solar de capa fina, que contiene preferentemente un compuesto de calcopirita, en particular $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{S,Se})_2$, como capa semiconductor. Preferiblemente, el uso sirve para la fabricación de una célula solar de capa fina CIS o (CIGS- Se) o un módulo solar de capa fina de CIS o (CIGS- Se), donde, en particular, cada cuerpo multicapa está diseñado en forma de un panel de vidrio y está recubierto por lo menos con los elementos Cu, In o Cu, In, Ga o Cu, In, Ga, selenio para la selenización y/o sulfuración de un semiconductor de capa fina de calcopirita.

30 Se entiende que las diversas configuraciones de los objetos inventados pueden realizarse individualmente o en cualquier combinación. En particular, se entiende que las características mencionadas anteriormente y explicadas más en detalle a continuación se pueden utilizar no solo en las combinaciones indicadas, sino también en otras combinaciones o por sí solas, sin abandonar el marco de la presente invención.

35 A continuación, se describe la invención mediante realizaciones ejemplares, que se explican con más detalle mediante los dibujos. Estos muestran:

- la fig. 1: una disposición según la invención (representación básica) en una vista en perspectiva;

- la fig. 2: una realización de un dispositivo para posicionar o disponer en una vista en perspectiva;

- la fig. 3: un elemento de separación como se muestra en la fig. 2, en una vista en perspectiva;

- la fig. 4: otro elemento de separación en una vista en perspectiva;

- la fig. 5: otro elemento de separación en la vista superior;

- la fig. 6: otro elemento de separación en una vista en perspectiva;

- la fig. 7: el elemento de separación según la fig. 2 o 3 en una vista en perspectiva;

- la fig. 8: otro elemento de separación en una vista en perspectiva;
- la fig. 9: una realización adicional del dispositivo o disposición en una vista en sección transversal;
- la fig. 10: una realización adicional del dispositivo o disposición en una vista en sección transversal;
- la fig. 11: la realización del dispositivo o disposición como se muestra en la fig. 2 en una caja de procesamiento, en una vista en perspectiva;
- la fig. 12: una realización adicional de la disposición en una cámara de procesamiento, en una vista en perspectiva;
- la fig. 13: una realización adicional de la disposición en una cámara de procesamiento, en una vista en perspectiva;
- la fig. 14: un sistema de procesamiento en una vista en sección transversal.

En la siguiente descripción se usan los mismos números de referencia para piezas idénticas y de idéntica función. La fig. 1 muestra una disposición de dos objetos como se puede producir con un dispositivo según la invención. Los objetos están diseñados como cuerpos multicapa, en este caso como sustratos 40, 50, que están destinados a ser procesados, en particular selenizados. Los sustratos tienen un recubrimiento (precursor) 45, 55 en una superficie 44, 54 (superficies a procesar). El recubrimiento (paquete de capas compuesto, por ejemplo, de cobre, indio y galio, y un recubrimiento final de selenio elemental, precursor) debe llevarse a temperaturas más altas en una cámara de procesamiento con tasas de calentamiento relativamente altas de hasta varios K/s, de modo que los componentes individuales aplicados previamente reaccionen para formar el compuesto semiconductor (procesamiento térmico rápido, procesamiento térmico rápido, Rapid Thermal Processing, RTP, de capas de precursores apiladas, precursor SEL, capa elemental apilada). Se pueden producir semiconductores de capa fina, por ejemplo, células o módulos solares de capa fina. Los sistemas de energía solar funcionan, por ejemplo, con módulos solares basados en semiconductores de calcopirita (por ejemplo, CuInSe_2 , abreviado "CIS" o $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{S,Se})_2$, abreviado "CIGSSE"). La fig. 1 muestra la estructura básica de la disposición según la invención con dos cuerpos o sustratos multicapa 40, 50 a procesar, ya que puede integrarse en un sistema de procesamiento. La fig. 14 muestra dicho sistema en una vista lateral 10. El sistema 10 está diseñado para procesar sustratos de gran superficie. Puede verse (véase la fig. 14) que el sistema presenta una cámara de procesamiento 11 con una tapa de cámara 15, un suelo de cámara 16, paredes de cámara 17 (y por lo tanto un espacio de cámara 12), una puerta de entrada 13 y una puerta de salida 14 frente a la puerta de entrada. Aquí, la cámara de procesamiento 11 o cámara de tratamiento tiene, por ejemplo, un túnel o forma un túnel que puede ser sellado con las puertas (esclusas), por ejemplo. Las flechas B indican la dirección de movimiento de la puerta de entrada o de salida. Para transportar los al menos dos cuerpos multicapa o la disposición de cuerpos multicapa (no se muestra aquí) se proporciona un dispositivo de transporte (no se muestra) que puede transportar los sustratos a través de las puertas o esclusas 13, 14 a través de la cámara de procesamiento 11. La inserción manual también es posible. Por encima y por debajo de la cámara de procesamiento 11 hay varias fuentes puntuales 18 para la radiación electromagnética, por ejemplo, dispuestas en una matriz. También es posible otro tipo de fuentes y/o una disposición diferente de estas fuentes. Para el paso de la radiación, la tapa de cámara 15 y el suelo de cámara 16 de la cámara de procesamiento 11 son al menos parcialmente transparentes, al menos en algunas regiones, a fin de permitir un efecto energético homogéneo sobre los sustratos. Las fuentes de energía también pueden disponerse en el interior de la cámara 11, en cuyo caso la pared de la cámara de procesamiento también puede ser no transparente. También es posible disponer las fuentes de energía en las paredes o secciones de pared correspondientes de la cámara y/o diseñar las paredes de manera que sirvan como radiadores secundarios cuando se expongan a las fuentes de energía.

De vuelta al dispositivo o disposición según la invención. Los cuerpos multicapa 40, 50 están dispuestos de tal manera que las superficies recubiertas 44, 54 a procesar se encuentran opuestas entre sí (disposición cabeza a cabeza o cara a cara, RTP cabeza a cabeza). Los sustratos 40, 50 se encuentran en posición horizontal durante el uso y están dispuestos en forma de sándwich uno sobre otro. En este sentido, se puede hablar de un cuerpo multicapa inferior 40 o un sustrato inferior y un cuerpo multicapa superior 50 o un sustrato superior. Cabe señalar que la disposición de cuerpos multicapa aquí se dibuja "flotando libremente". Esto solo debería mostrar la estructura principal de los al menos dos sustratos, mientras se procesan en el sistema. Sus opciones de depósito se describen en detalle a continuación. Con dicha disposición de los sustratos 40, 50 se puede formar un espacio definido entre las superficies 44, 45 a procesar. Además, los dos sustratos 40, 50 se procesan simultáneamente, por ejemplo, se selenizan, de modo que el rendimiento a través del sistema (por ejemplo, como se muestra en la fig. 14) aumenta considerablemente. El espacio definido entre los sustratos, el llamado "espacio de procesamiento 21", puede así llenarse específicamente con una cierta cantidad de un gas de proceso para llevar a cabo el procesamiento, por ejemplo. Esto significa que en el espacio de procesamiento 21 se lleva a cabo esencialmente el procesamiento. En el sistema 10 descrito

anteriormente, a menudo se desea reducir el espacio de cámara 12 de la cámara de procesamiento 11 para poder controlar mejor el suministro o la evacuación de gas de proceso y también la cantidad de gas de proceso. En un espacio definido, el procesamiento, por ejemplo, la transformación de las superficies de los sustratos recubiertos, también es más fácil de calcular y comprender. A este respecto, el espacio de procesamiento definido es apropiado.

5 A menudo, en los espacios de cámara conocidos de una cámara de procesamiento, puede disponerse o se dispone un dispositivo para formar un espacio de cámara reducido (y por lo tanto para formar el espacio de procesamiento ya descrito). Esos dispositivos se suministran, por ejemplo, como las llamadas cajas de procesamiento dentro de la cámara de procesamiento, en las que se colocan los sustratos a procesar. También se conocen las campanas de procesamiento que se colocan sobre los sustratos a procesar (se bajan sobre los sustratos) y se apoyan en el sustrato inferior, en el suelo de la cámara o en un soporte explícito. Con el dispositivo o disposición según la invención, ahora es posible proporcionar ya un espacio de procesamiento definido 21', ya que los sustratos 40, 50 están enfrentados entre sí. No obstante, según los requisitos de procesamiento, pueden utilizarse adicionalmente cajas de procesamiento explícitas 20, campanas de procesamiento o dispositivos similares para formar un espacio de cámara reducido (véase, por ejemplo, la fig. 11). Si no se proporcionan dispositivos 20 para formar un espacio de cámara reducido, los sustratos 40, 50 también forman al menos parcialmente este dispositivo, por ejemplo, la caja de procesamiento. La flecha P indica la dirección del control del proceso, es decir, la dirección en la que se guía la disposición de cuerpos multicapa en el sistema para su procesamiento.

La fig. 2 muestra una versión de un dispositivo de posicionamiento 30a o una disposición de cuerpos multicapa 28a. Para posicionar los sustratos 40, 50 (según la fig. 1), ensamblarlos en la disposición de cuerpos multicapa y procesarlos en el sistema correspondiente, el dispositivo 30a para posicionarlos aquí comprende al menos un (primer) elemento de separación o también el elemento de soporte 70a. El elemento de separación 70a está dispuesto entre los sustratos 40, 50 y los distancia entre sí. Aquí el sustrato superior 50 se encuentra en el elemento de separación 70a, mientras que el sustrato inferior 40 se encuentra en el elemento de separación 70a. Los sustratos posicionados de esta manera forman la disposición de cuerpos multicapa 28a.

La fig. 3 muestra el elemento de separación 70a solo. Como puede verse, el elemento de separación 70a tiene un elemento de marco 71 (o está diseñado como tal). En este caso, el marco 71 reproduce los contornos de los sustratos (no se muestran) (aquí rectangulares), de modo que los sustratos descansan sobre el elemento de marco 71 con sus bordes o regiones de borde 41, 51 o se apoyan sobre o contra él. Para el depósito del sustrato inferior 40 se deben adoptar medidas adicionales, que se describen a continuación.

La fig. 4 muestra otra realización de un dispositivo 30b para el posicionamiento, aquí un elemento de separación 70b. El elemento de separación 70b, aquí también un elemento de marco 71, tiene un elemento de conexión transversal 74 para conectar regiones opuestas del elemento de marco 71. De esta manera, se puede evitar la flexión de un sustrato superpuesto. Sin embargo, para no cubrir demasiado las superficies 44, 54 a procesar, el elemento de conexión transversal 74 tiene al menos un elemento de soporte 90 sobre el cual o a los cuales se pueden colocar o se colocan el o los sustratos (no se muestra). En este caso, el elemento de soporte 90 está diseñado para presentar la misma altura que el resto del elemento de marco 71. Esta es la única manera de asegurar una superficie de apoyo plana para los sustratos 40, 50. Tanto el elemento de marco 71 como el elemento de conexión transversal 74 pueden presentar uno o más elementos de soporte. Esto reduce las regiones de contacto, para que los sustratos sean lo más libres posible en las superficies 44, 54 a procesar. El número de elementos de conexión transversal y elementos de soporte es arbitrario y puede variar según las necesidades. La disposición de los elementos de soporte también es variable, es decir, los elementos de soporte pueden estar dispuestos en los elementos de marco y/o en los elementos de conexión transversal. Los elementos de soporte 90 están preferentemente, como se muestra en la fig. 4, diseñados como elementos de soporte puntuales, por ejemplo, esféricos. Los elementos de la bola solo tienen pequeñas regiones de contacto. También se pueden concebir elementos de soporte en forma de aguja.

La fig. 5 muestra otra realización de un dispositivo 30c para el posicionamiento, aquí un elemento de separación 70c (elemento de marco 71), aquí con dos elementos de conexión transversal 75, 76, en cada uno de los cuales está dispuesto un elemento de soporte puntual 90.

La fig. 6 también muestra otra realización de un dispositivo 30e para el posicionamiento, aquí un elemento de separación 70e. El elemento de separación 70e tiene los elementos de tira de marco 72, 73 enfrentados entre sí en uso en un plano de extensión de los sustratos (no se muestra), de modo que los sustratos pueden colocarse al menos parcialmente en los elementos de tira de marco 72, 73 o pueden colocarse contra los elementos de tira de marco en sus regiones de borde, por ejemplo, en sus lados longitudinales. En los lados transversales 68, 69 al menos una región de abertura 60, 61 está prevista en la disposición de cuerpos multicapa (indicada aquí) debido al diseño de los elementos de tira de marco (véase, por ejemplo, la fig. 12). Por supuesto, también es posible prever regiones de abertura en los lados longitudinales. Las flechas G indican la dirección del flujo del gas de proceso. A continuación, se describirán más detalles.

La fig. 7 muestra finalmente el elemento de separación 70a (véase la fig. 3) de nuevo, pero aquí se proporcionan dispositivos (o un dispositivo) 100a para el suministro y/o la evacuación de gas de proceso. Aquí también, las flechas G indican una posible dirección de flujo del gas de proceso. Como ya se ha descrito anteriormente, el procesamiento de la superficie del sustrato recubierto o del recubrimiento del sustrato se lleva a cabo bajo una atmósfera de gas de proceso para obtener, por ejemplo, el semiconductor de calcopirita deseado. Como gases de proceso, se pueden

suministrar por ejemplo H₂, N₂, Ar, H₂S, H₂Se, gas S y/o gas Se, es decir, si es necesario - dependiendo del tipo de proceso - también selenio gaseoso y/o azufre gaseoso. En principio, el procesamiento también sería posible sin gas de proceso, por ejemplo, en una caja de procesamiento completamente cerrada. En este caso, pueden los sustratos encontrarse también directamente unos encima de otros y, por lo tanto, forman un espacio de procesamiento minimizado. El gas de proceso debe ser introducido en el espacio de cámara y en particular en el espacio de procesamiento y también retirado de él de manera que prevalezcan las condiciones óptimas de procesamiento. Dado que con el dispositivo actual ya se ha formado un espacio de procesamiento específico (dos sustratos cuyas capas precursoras están dispuestas una frente a la otra), el gas de proceso puede suministrarse (desde una fuente de gas), por ejemplo, a través del elemento de separación, posiblemente incluso pasando por alto el espacio de cámara y/o el espacio de procesamiento de una caja de procesamiento explícita. Por lo tanto, el elemento de separación 70a, según la fig. 7, tiene un elemento de suministro de gas y/o un elemento de evacuación de gas 100a para suministrar y/o evacuar el gas de proceso hacia y/o desde el espacio de procesamiento. Con este tipo de elemento de separación 70a, se forma un espacio de procesamiento casi cerrado, ya que el elemento de marco esencialmente cierra completamente el espacio entre las capas precursoras. De este modo, se garantiza una conexión permeable a los fluidos, en particular a los gases, entre el espacio de cámara del sistema y el espacio de procesamiento o incluso solo entre la fuente de gas y el espacio de procesamiento entre los dos sustratos mediante los elementos de suministro de gas y/o un elemento de evacuación de gas. El elemento de suministro de gas o el elemento de evacuación de gas 100a puede, por ejemplo, diseñarse como un peine de distribución de gas integrado en el elemento de separación con al menos un elemento de conexión 101 para conectar una línea de suministro de gas y/o una línea de evacuación de gas (no se muestra). El marco 70a que se muestra, por ejemplo, tiene cuatro elementos de conexión 101 (para conectar las líneas de gas), de modo que el gas pueda entrar en el espacio de procesamiento, es decir, entre los sustratos, a través del elemento de marco hueco y las aberturas correspondientes (no visibles) para la salida (o entrada) de gas (intercambio parcial o ajustable de gas entre el entorno del horno (entorno en la cámara o túnel o también entorno en una caja de procesamiento o campana de procesamiento explícita) y las capas finas precursoras o directamente entre la fuente de gas y las capas finas precursoras). Como tal, el distribuidor de gas 100a también puede disponerse en otro lugar de la cámara. Es importante permitir una introducción homogénea del gas de proceso para que el flujo de gas sobre la superficie del sustrato desde, por ejemplo, un borde longitudinal al otro sea lo más laminar posible. El suministro de gas puede ser controlado en entradas predeterminadas de los distribuidores de gas en cualquier momento del perfil de templado. Las cantidades usadas del gas de proceso pueden recargarse y/o el exceso indeseado de vapor de selenio (u otros componentes del vapor) puede desplazarse fuera de la cámara de reacción en el momento adecuado.

La fig. 8 muestra otra realización de un dispositivo 30d para el posicionamiento, aquí un elemento de separación 70d. Este comprende un elemento de marco 71 con un elemento de conexión transversal 74 y varios elementos de soporte 90 (un elemento de soporte en cada una de las esquinas del elemento de marco y en las intersecciones del elemento de marco y del elemento de conexión transversal, y un elemento de soporte en el elemento de conexión transversal). Los elementos de soporte 90 están aquí de nuevo diseñados como elementos esféricos. En este caso, los elementos esféricos 90 están diseñados con un diámetro mayor que la altura del elemento de marco 71. A este respecto, los sustratos (no mostrados) solo pueden apoyarse en los elementos esférico 90, de modo que las regiones de abertura 62, 63, 64, 65 permanecen en la disposición de cuerpos multicapa (indicada aquí) para el intercambio de gases entre el elemento de marco 71 y los sustratos. De esta manera, también se puede formar un espacio de procesamiento casi abierto, es decir, un dispositivo en sándwich casi abierto. Para una mejor vista general, solo dos de los elementos esféricos están marcados con el signo de referencia 90.

A continuación, se muestran otras realizaciones diferentes del dispositivo o disposición (disposición de cuerpos multicapa), mostrando algunos de los elementos de separación que se acaban de describir.

La fig. 9 muestra una realización adicional de un dispositivo 30f para el posicionamiento o una disposición de cuerpos multicapa 28b según la invención en una vista en sección transversal. El primer elemento de separación 70a (véase, por ejemplo, la fig. 3 o 7) incluye aquí adicionalmente un dispositivo 100a para el suministro y la evacuación de gas de proceso, ya que el propio marco 71 cierra el espacio de procesamiento. También se proporciona un segundo elemento de separación 80a. El segundo elemento de separación 80a se proporciona aquí para alojar el cuerpo multicapa inferior 40 y puede estar o está dispuesto al menos parcialmente bajo el cuerpo multicapa inferior 40. También está diseñado para alojar el primer elemento de separación 70a, de modo que el segundo elemento de separación 80a, el cuerpo multicapa inferior 40, el primer elemento de separación 70a y el cuerpo multicapa superior 50 pueden disponerse o se disponen aquí en forma de sándwich como disposición de cuerpos multicapa 28b. Ambos elementos de separación 70a, 80a tienen regiones de apoyo 77, 82, sobre las que se pueden apoyar o descansar los sustratos 40, 50. El segundo elemento de separación 80a puede diseñarse a su vez como un elemento de marco o, por ejemplo, proporcionar también dos elementos de tira de marco. Las realizaciones de los elementos de separación que se muestran en las figuras 2 a 8 también pueden estar destinados al segundo elemento de separación. Como puede verse en la figura, el segundo, es decir, el elemento de separación inferior 80a, también podría diseñarse de tal manera que ocupara el sustrato inferior 40 con la región de apoyo inferior 82 y el sustrato superior 50 en una región de apoyo superior. Si fuera necesario, el sustrato inferior tendría que ser empujado lateralmente hacia la región de apoyo inferior. Por lo tanto, también es posible una disposición con el segundo elemento de separación solamente.

En la realización ejemplar que se muestra en la fig. 9, el primer elemento de separación 70a se coloca encima del segundo elemento de separación 80a, de modo que la disposición en forma de sándwich se forma finalmente con los

sustratos 40, 50. Los elementos de suministro y/o de evacuación de gas pueden ser proporcionados en uno o ambos elementos de separación solamente. La flecha G indica la dirección del flujo de gas.

La fig. 10 muestra esencialmente el diseño del dispositivo o disposición ya descrito en la fig. 9. Sin embargo, los elementos de separación (elementos de marco) están diseñados con los elementos de conexión transversal y también con elementos de soporte puntuales, que solo se proporcionan aquí en los elementos de conexión transversal. Esto significa que se muestra un dispositivo 30g para el posicionamiento o una disposición de cuerpos multicapa 28c. El primer elemento de separación 70b (elemento de marco 71 con elemento de conexión transversal 74) es, por ejemplo, el de la fig. 4, pero con un dispositivo 100a para el suministro y/o la evacuación de gas de proceso. Un segundo elemento de separación 80b corresponde esencialmente al de la fig. 9, pero con un dispositivo adicional 100b para el suministro y/o la evacuación del gas de proceso. El elemento de separación 70b, por ejemplo, tiene el elemento de conexión transversal 74, el elemento de separación 80b un elemento de conexión transversal 81. Un elemento de soporte 90 está dispuesto centralmente en cada uno de los elementos de conexión transversal. De esta manera, los sustratos se apoyan en las superficies de apoyo o regiones de apoyo 77 u 82 y los respectivos elementos de soporte 90. De nuevo, la flecha G indica la dirección del flujo de gas.

La fig. 11 muestra el dispositivo 30a o la disposición 28a según la invención, como se describe por ejemplo con la fig. 2. Esta representación también es básica, ya que la posibilidad de intercambio de gases con el entorno no está explícitamente representada (intercambio, por ejemplo, entre el espacio de procesamiento entre los sustratos y el espacio de procesamiento de la caja y entre la caja y el espacio de cámara, o simplemente entre la fuente de gas y el espacio de procesamiento entre los sustratos). Esta figura tiene por objeto mostrar la configuración de la disposición 28a o del dispositivo 30a según la invención en un dispositivo 20 para la formación de un espacio de cámara reducido, aquí una caja de procesamiento. El dispositivo 20 puede entonces insertarse junto con la disposición de cuerpos multicapa 28a en el sistema 10 (véase la fig. 14) para su procesamiento, de modo que puedan llevarse a cabo los procesos deseados. En principio, también debe considerarse el procesamiento sin ningún intercambio de gases (por ejemplo, entre la cámara de procesamiento y la caja de procesamiento o entre una fuente de gas y la cámara de procesamiento o la caja o la campana de procesamiento). El intercambio de fluidos, especialmente de gases, entre los niveles del sistema de procesamiento es posible de diferentes maneras. Por ejemplo, el gas puede intercambiarse entre una fuente de gas (por ejemplo, externa), la cámara de procesamiento (o túnel de procesamiento) y, si es necesario, la caja o la campana de procesamiento. El intercambio de gas entre una fuente de gas externa y una caja o campana de procesamiento, si está presente, también puede tener lugar evitando la cámara de procesamiento, es decir, la caja de procesamiento está conectada directamente a la fuente de gas. También es posible asegurar el intercambio de gases solo entre la caja de procesamiento formada por los sustratos y la fuente de gas. Los dos sustratos 40, 50 se depositan en la caja de procesamiento 20 con el elemento de separación 70a en medio. La caja de procesamiento 20 comprende un elemento de suelo 23, un elemento de tapa 22 y elementos de pared lateral 24 y, por lo tanto, encierra la disposición. Así pues, además del espacio de cámara 12 de la cámara de procesamiento (no se muestra), se proporciona un espacio de procesamiento 21 explícito y el procesamiento tiene lugar en un volumen espacial definido. Esto facilita el suministro de una cantidad definida de gas de proceso. El sustrato inferior 40 descansa sobre el elemento de suelo 23 de la caja de procesamiento 20, por lo que no se requiere un segundo elemento de separación (un elemento de separación inferior). Los elementos apropiados de suministro y/o evacuación de gas (no mostrados, pero como se describió anteriormente) pueden ahora instalarse en esta disposición según sea necesario.

La fig. 12 muestra el dispositivo 30e de la fig. 6 o una disposición 28d de los dos cuerpos multicapa 40, 50 con el elemento de separación 70e dispuesto entre ellos en el espacio de cámara 12 de una cámara de procesamiento 11 o en un túnel de un sistema. No se proporciona aquí ningún cuadro de proceso explícito, sino que se forma un espacio de procesamiento 21' por la propia disposición. Esto significa que los sustratos 40, 50 y también el dispositivo de posicionamiento, aquí el elemento de separación 70e, también forman la caja de procesamiento, de modo que el espacio proporcionado entre las capas precursoras o las superficies a procesar se forma esencialmente como el espacio de procesamiento 21'. El elemento de separación 70e corresponde a los dos elementos opuestos de tira de marco descritos en la fig. 6, de modo que en la disposición 28d se forma una región de abertura 60, 61 en cada uno de los lados transversales 68, 69. El intercambio de gases con el espacio de cámara o el espacio de túnel tiene lugar a través de estas regiones de abertura 60, 61. Así, en principio, se forma un espacio de procesamiento casi abierto 21' con un elemento de separación casi abierto 70e. La dirección del proceso se proporciona según lo indicado por la flecha P, es decir, la caja de procesamiento con la carga se transporta a todo el sistema en la dirección indicada por la flecha. Normalmente las esclusas 13, 14 en la cámara de procesamiento 11 están previstas para este propósito, de manera que se puede establecer una presión de gas de proceso correspondiente en el espacio de cámara 12. Las flechas cortas G que apuntan en direcciones opuestas muestran cómo el gas de proceso es conducido a través del espacio de procesamiento (entre los dos sustratos). Con el elemento de separación casi abierto, se puede prescindir de elementos explícitos de suministro o evacuación de gas. El gas se introduce desde al menos una fuente de gas, por ejemplo, desde la fuente de gas externa mencionada anteriormente, para llenar el espacio de cámara 12' y el espacio de procesamiento 21'. La disposición 28d se muestra aquí, de forma puramente esquemática, como de flotación libre. En la práctica, habría que prever elementos explícitos para su depósito, como un segundo elemento de separación, que a su vez descansa en el suelo de la cámara o del túnel, o el conjunto descansa en el suelo de cámara 16 o en un portador.

La fig. 13 muestra una disposición 28e o el dispositivo 30d (fig. 8), que también están dispuestos en un espacio de

cámara o espacio de túnel 12, como se describe en la fig. 12. El elemento de separación 70d es el que se describe en la fig. 8. Como los sustratos 40, 50 solo se apoyan sobre o contra los elementos esféricos, la disposición es casi abierta. Como indican las flechas cortas, el gas de proceso puede intercambiarse entre el entorno de la cámara o del túnel a través de las regiones de abertura 62, 63 en los lados transversales 68, 69 o a través de las regiones de abertura 64, 65 en los lados longitudinales 66, 67 de la disposición 28d.

La figura 14 muestra finalmente el sistema 10 ya descrito anteriormente, en el que se pueden insertar las disposiciones 28a, 28b, 28c, 28d y/o 28e con los dispositivos 30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f y/o 30g para el posicionamiento (no representado aquí) para el procesamiento con o sin un dispositivo explícito para formar un espacio de cámara reducido. El transporte de la disposición o dispositivo (con o sin un dispositivo para formar un espacio de cámara reducido) dentro y fuera del sistema se realiza, por ejemplo, mediante un dispositivo de transporte (no mostrado), que funciona con o sin un transportador (es decir, un portador) para los sustratos, o también manualmente. También es posible ensamblar la disposición de cuerpos multicapa en el sistema.

La disposición de cuerpos multicapa también podría construirse sobre un transportador y, por lo tanto, colocarse en la cámara de procesamiento o en un túnel de procesamiento del sistema de procesamiento (por ejemplo, mediante un dispositivo de transporte) (que podría contener, por ejemplo, una campana de procesamiento que puede bajarse sobre la disposición de cuerpos multicapa). Incluso sin un dispositivo explícito para formar un espacio de cámara reducido, podría llevarse a cabo el procesamiento.

Con el dispositivo presentado para el posicionamiento de objetos, con una disposición de cuerpos multicapa formada con ellos, con una disposición de cuerpos multicapa ensamblada sin dispositivo para el posicionamiento, con una sistema para el procesamiento de la disposición de cuerpos multicapa y con los procedimientos correspondientes para formar la disposición de cuerpos multicapa, los cuerpos multicapa, por ejemplo, los sustratos, pueden procesarse de manera sencilla con un alto rendimiento (por ejemplo, para la producción de semiconductores de calcopirita).

A continuación, se describen otros aspectos de la invención:

La invención muestra un dispositivo para posicionar al menos dos objetos, en particular al menos dos cuerpos multicapa cada uno de ellos teniendo al menos una superficie a procesar, donde el dispositivo para alojar los al menos dos objetos, en particular cuerpos multicapa, está diseñado de tal manera que las superficies a procesar en cada caso son opuestas una a otra y los objetos, en particular cuerpos multicapa, forman así un espacio de procesamiento dispuesto entre las superficies, en el que tiene lugar esencialmente el procesamiento, de modo que los al menos dos objetos pueden ser procesados, en particular selenizados, como una disposición de cuerpos multicapa en un sistema de procesamiento. En una realización, el dispositivo está diseñado de tal manera que puede disponerse o se dispone en una cámara de procesamiento o un túnel de procesamiento del sistema de procesamiento con un espacio de cámara y/o en un dispositivo para formar un espacio de cámara reducido, preferentemente en una caja de procesamiento con un elemento de suelo, un elemento de tapa y preferentemente con elementos de pared lateral o dentro de una campana de procesamiento, que está diseñada en particular para permanecer fija en el sistema de procesamiento, y/o en un elemento portador o sobre él para transportar la disposición de cuerpos multicapa dentro y fuera del sistema de procesamiento por medio de un dispositivo de transporte. En una realización, el dispositivo está configurado de tal manera que, en su uso, los cuerpos multicapa se disponen en forma de sándwich uno sobre otro para formar un cuerpo multicapa inferior y un cuerpo multicapa superior de la disposición de cuerpos multicapa. En una realización, el dispositivo está diseñado y/o puede disponerse en un espacio de cámara de una cámara de procesamiento del sistema de procesamiento de tal manera que los dos cuerpos multicapa puedan disponerse de tal forma que formen, al menos parcialmente, el dispositivo para formar un espacio de cámara reducido, preferentemente una caja de procesamiento. En una realización, el dispositivo tiene al menos un primer elemento de separación que está diseñado para alojar el cuerpo multicapa superior y/o el cuerpo multicapa inferior, donde el elemento de separación puede estar dispuesto al menos parcialmente entre los dos cuerpos multicapa de tal manera que estos pueden disponerse o se disponen separados entre sí y así formar la disposición de cuerpos multicapa. En una realización, el dispositivo tiene al menos un segundo elemento de separación que está diseñado para alojar el cuerpo multicapa superior y/o el cuerpo multicapa inferior y para aajar el primer elemento de separación, de tal manera que el segundo elemento de separación, el cuerpo multicapa inferior, el primer elemento de separación y el cuerpo multicapa superior pueden ser o están dispuestos en forma de sándwich y así formar la disposición de cuerpos multicapa, siendo preferible que el segundo elemento de separación pueda estar o esté dispuesto al menos parcialmente bajo el cuerpo multicapa inferior durante su uso. En una realización, en el dispositivo, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen, cada uno, al menos un elemento de marco y/o un elemento de borde al menos parcialmente en el elemento de marco y/o el elemento de tira de marco o pueden colocarse contra el elemento de marco y/o el elemento de tira de marco. En una realización, los dos cuerpos multicapa y el primer elemento de separación o los dos cuerpos multicapa y el primer elemento de separación y el segundo elemento de separación están dispuestos en el dispositivo de tal manera que forman un espacio de procesamiento sustancialmente cerrado. En una realización en el dispositivo, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen dos elementos de tira de marco que, en uso, están opuestos uno al otro en un plano de extensión de los cuerpos multicapa, de modo que los cuerpos multicapa puedan colocarse al menos parcialmente en los elementos de tira de marco o pueden colocarse contra los elementos de tira de marco, preferentemente en sus regiones de borde, preferentemente en sus lados longitudinales, de tal manera que al menos una región de abertura está formada en la

disposición de cuerpos multicapa, preferentemente en cada caso en los lados transversales, para suministrar y/o evacuar un gas de proceso dentro y/o fuera del espacio de proceso. En una realización en el dispositivo, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen un elemento de suministro de gas y/o un elemento de evacuación de gas para suministrar y/o evacuar el gas de proceso dentro y/o fuera de la cámara de procesamiento, el elemento de suministro de gas y/o el elemento de evacuación de gas preferentemente se diseña como un peine de distribución de gas integrado en el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación y tiene al menos un elemento de conexión para conectar una línea de suministro de gas y/o una línea de evacuación de gas. En una realización en el dispositivo, el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación tienen, cada uno, al menos un elemento de conexión transversal para conectar, en el plano de extensión de los cuerpos multicapa, regiones opuestas del respectivo elemento de marco o de los elementos de tira de marco que se oponen entre sí en uso, de modo que el cuerpo o los cuerpos multicapa pueden estar soportados adicionalmente para evitar la desviación. En una realización en el dispositivo, el elemento de conexión transversal tiene al menos un elemento de soporte, preferentemente un elemento de soporte puntual, en particular preferentemente un elemento esférico, de modo que los cuerpos multicapa pueden apoyarse o descansar sobre o contra el elemento de conexión transversal a través del elemento de soporte, estando el elemento de soporte diseñado de tal manera que presente la misma altura que el elemento de marco o elemento de tira de marco respectivo. En una realización, en el dispositivo el al menos un elemento de marco o elemento de tira de marco tiene al menos dos elementos de soporte de tal manera que los cuerpos multicapa pueden apoyarse o descansar sobre o contra los elementos de soporte, de modo que al menos una región de abertura para suministrar y/o evacuar el gas de proceso dentro y/o fuera del cuarto de proceso se forme en cada uno de los lados transversales y/o longitudinales de la disposición de cuerpos multicapa. Según la invención, una disposición de cuerpos multicapa comprende al menos dos cuerpos multicapa que tienen, cada uno, al menos una superficie a procesar y al menos un dispositivo para posicionar los al menos dos cuerpos multicapa como se describió anteriormente. Según la invención, una disposición de cuerpos multicapa comprende al menos dos cuerpos multicapa que tienen, cada uno, al menos una superficie a procesar, donde los al menos dos cuerpos multicapa están dispuestos de tal manera que las superficies a procesar en cada caso son opuestas una a otra y los cuerpos multicapa forman así un espacio de procesamiento dispuesto entre las superficies, en el cual tiene lugar esencialmente el procesamiento. Según la invención, un sistema para procesar, en particular para selenizar, al menos dos objetos, en particular al menos dos cuerpos multicapa que tienen, cada uno, al menos una superficie a procesar, comprende al menos un espacio de procesamiento con un espacio de cámara y un dispositivo para posicionar los al menos dos objetos como se describió anteriormente. Según la invención, un procedimiento para el posicionamiento de al menos dos objetos, en particular al menos dos cuerpos multicapa que tienen, cada uno, al menos una superficie a procesar mediante un dispositivo para posicionar al menos dos objetos, en particular los cuerpos multicapa, el cual está diseñado para alojar al menos dos objetos, en particular los cuerpos multicapa, comprende las siguientes etapas: Disposición del dispositivo en un lugar previsto a tal efecto; disposición de los dos objetos, en particular de los dos cuerpos multicapa, en el dispositivo de tal manera que las superficies a procesar en cada caso se encuentran opuestas entre sí y los objetos, en particular los cuerpos multicapa, forman así un espacio de procesamiento dispuesto entre las superficies, en el que esencialmente tiene lugar el procesamiento, de modo que los dos objetos al menos pueden ser procesados, en particular selenizados, como una disposición de cuerpos multicapa en un sistema de procesamiento. Según la invención, un procedimiento para el posicionamiento de al menos dos objetos, en particular al menos dos cuerpos multicapa cada uno de los cuales tiene al menos una superficie a procesar, comprende las siguientes etapas: Disposición de los dos objetos, en particular de los dos cuerpos multicapa, de tal manera que las superficies a procesar en cada caso se encuentran opuestas entre sí y los objetos, en particular los cuerpos multicapa, forman así un espacio de procesamiento dispuesto entre las superficies, en el que esencialmente tiene lugar el procesamiento, de modo que los dos objetos al menos pueden ser procesados, en particular selenizados, como una disposición de cuerpos multicapa en un sistema de procesamiento.

Lista de referencias

- 10 Sistema de procesamiento
- 11 Cámara, túnel de procesamiento
- 12 Espacio de cámara
- 50 13 Puerta de entrada
- 14 Puerta de salida
- 15 Tapa de cámara
- 16 Suelo de cámara
- 17 Pared o paredes de cámara
- 55 18 Fuente(s) de radiación electromagnética 20 Dispositivo para formar un espacio de cámara reducido, caja de procesamiento
- 21, 21' Espacio de procesamiento

- 22 Elemento de tapa
- 23 Elemento de suelo
- 24 Elementos de pared lateral
- 28a Disposición, disposición de cuerpos multicapa
- 5 28b Disposición, disposición de cuerpos multicapa
- 28c Disposición, disposición de cuerpos multicapa
- 28d Disposición, disposición de cuerpos multicapa
- 28e Disposición, disposición de cuerpos multicapa
- 30a Dispositivo de posicionamiento
- 10 30b Dispositivo de posicionamiento
- 30c Dispositivo de posicionamiento
- 30d Dispositivo de posicionamiento
- 30e Dispositivo de posicionamiento
- 30f Dispositivo de posicionamiento
- 15 30g Dispositivo de posicionamiento
- 40 Cuerpo multicapa inferior, sustrato
- 41 Región(es) de borde
- 44 Superficie a procesar
- 45 Recubrimiento (Precursor)
- 20 50 Cuerpo multicapa superior, sustrato
- 51 Región(es) de borde
- 54 Superficie a procesar
- 55 Recubrimiento (Precursor)
- 60 Disposición de regiones de abertura
- 25 61 Disposición de regiones de abertura
- 62 Disposición de regiones de abertura
- 63 Disposición de regiones de abertura
- 64 Disposición de regiones de abertura
- 65 Disposición de regiones de abertura
- 30 66 Disposición longitudinal
- 67 Disposición longitudinal
- 68 Disposición transversal
- 69 Disposición transversal
- 70a Primer elemento de separación
- 35 70b Primer elemento de separación
- 70c Primer elemento de separación
- 70d Primer elemento de separación

- 70e Primer elemento de separación
- 71 Elemento de marco
- 72 Elemento de tira de marco
- 73 Elemento de tira de marco
- 5 74 Elemento de conexión transversal
- 75 Elemento de conexión transversal
- 76 Elemento de conexión transversal
- 77 Región de apoyo
- 80a Segundo elemento de separación
- 10 80b Segundo elemento de separación
- 81 Elemento de conexión transversal
- 82 Región de apoyo
- 90 Elemento(s) de soporte
- 15 100a Dispositivo de suministro y/o evacuación de gas de proceso, elemento(s) de suministro de gas y/o elemento(s) de evacuación de gas
- 100b Dispositivo de suministro y/o evacuación de gas de proceso, elemento(s) de suministro de gas y/o elemento(s) de evacuación de gas
- 101 Elemento(s) de conexión
- G Dirección del flujo de gas
- 20 P Dirección del proceso
- B Dirección del movimiento puerta de entrada, puerta de salida

REIVINDICACIONES

1. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e), que comprende

- al menos dos cuerpos multicapa (40, 50), cada uno de los cuales tiene al menos una superficie (44, 54) a procesar,
- al menos un dispositivo (30a a 30g) para el posicionamiento de los cuerpos multicapa (40, 50), donde el dispositivo (30a a 30g) está diseñado de tal manera que las superficies (44, 54) a procesar en cada caso se encuentren opuestas entre sí, caracterizada por que forman así un espacio de procesamiento casi cerrado (21') dispuesto entre las superficies (44, 54), en el que tiene lugar el procesamiento, donde casi cerrado describe un espacio de procesamiento que está abierto en el borde y en el que, durante el período del procesamiento de los cuerpos multicapa no se produce prácticamente ningún intercambio de gases entre el espacio de procesamiento y sus alrededores, de modo que no se produce ningún cambio significativo en las condiciones del proceso en el espacio de procesamiento.

2. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según la reivindicación 1, que está dispuesto

- en una cámara de procesamiento, o
- en un túnel de procesamiento (11) de un sistema de procesamiento (10) con un espacio de cámara (12), y/o
- en un dispositivo (20) para formar un espacio de cámara reducido, por ejemplo, en una caja de procesamiento (20) o dentro de una campana de procesamiento, que está diseñado en particular para permanecer estacionario en un sistema de procesamiento (10), y/o
- en o sobre un elemento portador para su transporte por medio de un dispositivo de transporte hacia y desde un sistema de procesamiento (10).

3. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según la reivindicación 2, en la que el dispositivo (30a a 30g) está diseñado para disponer los dos cuerpos multicapa (40, 50) de manera que formen, al menos parcialmente, el dispositivo (20) para formar un espacio de cámara reducido.

4. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el dispositivo (30a a 30g) está formado de tal manera que, en uso, los cuerpos multicapa (40, 50) están dispuestos uno sobre otro en forma de sándwich para formar un cuerpo multicapa inferior (40) y un cuerpo multicapa superior (50).

5. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según la reivindicación 4, en la que el dispositivo (30a a 30g) presenta al menos un primer elemento de separación (70a, 70b, 70c, 70d, 70e) que está diseñado para alojar el cuerpo multicapa superior (50) y/o el cuerpo multicapa inferior (40), donde el elemento de separación (70a a 70e) está dispuesto al menos parcialmente entre los dos cuerpos multicapa (40, 50) de tal manera que se disponen a una distancia entre sí.

6. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según la reivindicación 5, en la que el dispositivo (30a a 30g) presenta al menos un segundo elemento de separación (80a, 80b) que está diseñado para alojar el cuerpo multicapa superior (50) y/o el cuerpo multicapa inferior (40) y para alojar el primer elemento de separación (70a a 70e) de tal manera que el segundo elemento de separación (80a, 80b), el cuerpo multicapa inferior (40), el primer elemento de separación (70a a 70e) y el cuerpo multicapa superior (50) estén dispuestos en forma de sándwich.

7. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en la que el primer elemento de separación (70a a 70e) y/o el segundo elemento de separación (80a, 80b) presentan cada uno al menos un elemento de marco (71) y/o un elemento de tira de marco (72, 73), de modo que los cuerpos multicapa (40, 50) se apoyan al menos parcialmente sobre o contra el elemento de marco y/o el elemento de tira de marco (71, 72, 73), en particular en sus regiones de borde (41, 51).

8. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en la que el primer elemento de separación y/o el segundo elemento de separación (80a, 80b) presentan dos elementos de tira de marco (72, 73) que, en uso, se encuentran opuestos entre sí en un plano de extensión de los cuerpos multicapa (40, 50), de modo que los cuerpos multicapa (40, 50) se apoyan al menos parcialmente sobre o contra los elementos de tira de marco (72, 73), en particular en sus regiones de borde (41, 51), en particular en sus lados longitudinales, de tal manera que al menos una región de abertura (60, 61) para suministrar y/o evacuar un gas de proceso hacia y/o desde el espacio de procesamiento (21') se forma en la disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e), en particular en cada caso en los lados transversales (68, 69).

9. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en la que el primer elemento de separación (70a a 70e) y/o el segundo elemento de separación (80a, 80b) presentan un elemento de suministro de gas y/o elemento de evacuación de gas (100a, 100b) para suministrar y/o evacuar el gas de proceso hacia y/o desde el espacio de procesamiento (21, 21'), donde el elemento de suministro de gas y/o elemento de evacuación de gas (100a, 100b) están diseñados, por ejemplo, como un peine distribuidor de gas integrado en el primer elemento de separación (70a a 70e) y/o el segundo elemento de separación (80a, 80b) y que tiene al menos

un elemento de conexión (101) para conectar una línea de suministro de gas y/o línea de evacuación de gas.

- 5 10. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en la que el primer elemento de separación (70a a 70e) y/o el segundo elemento de separación (80a, 80b) presentan, cada uno, al menos un elemento de conexión transversal (74, 75, 76, 81) para conectar, en el plano de extensión de los cuerpos multicapa (40, 50), regiones opuestas del respectivo elemento de marco (71) o de los elementos de tira de marco (72, 73) que se encuentran opuestos entre sí en uso, de modo que el cuerpo o los cuerpos multicapa (40, 50) pueden estar soportados adicionalmente para evitar la desviación.
- 10 11. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según la reivindicación 10, en la que el elemento de conexión transversal (74, 75, 76, 81) presenta al menos un elemento de soporte (90), en particular un elemento de soporte puntual, por ejemplo un elemento esférico, de modo que los cuerpos multicapa (40, 50) se apoyan sobre o contra el elemento de conexión transversal (74, 75, 76, 81) a través del elemento de soporte (90), donde el elemento de soporte (90) está diseñado de tal manera que presente la misma altura que el respectivo al menos un elemento de marco o elemento de tira de marco (71, 72, 73).
- 15 12. Disposición de cuerpos multicapa (28a a 28e) según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en la que el al menos un elemento de marco o elemento de tira de marco (71, 72, 73) presenta al menos dos elementos de soporte (90) de tal manera que los cuerpos multicapa (40, 50) se apoyan sobre o contra los elementos de soporte (90), de tal manera que se forme al menos una región de apertura (60, 61, 62, 63, 64, 65) en cada uno de los lados transversales (68, 69) y/o longitudinales (66, 67) de la disposición de cuerpos multicapa (40, 50) para suministrar y/o evacuar el gas de proceso hacia y/o desde el espacio de procesamiento (21').
- 20 13. Sistema (10) para el procesamiento, en particular para la selenización, de al menos dos cuerpos multicapa (40, 50) que tienen cada uno al menos una superficie (44, 54) a procesar, que comprende al menos una cámara de procesamiento (11) con un espacio de cámara (12) y una disposición de cuerpos multicapa dispuesta en ella según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 25 14. Procedimiento para el procesamiento de al menos dos cuerpos multicapa (40, 50) que tienen cada uno al menos una superficie (44, 54) a procesar, en el que los dos cuerpos multicapa (40, 50) están dispuestos de tal manera que las respectivas superficies (44, 54) a procesar se encuentran opuestas entre sí, **caracterizado por que** forman así un espacio de procesamiento casi cerrado (21') dispuesto entre las superficies (44, 54), en el que tiene lugar el procesamiento, donde casi cerrado describe un espacio de procesamiento que está abierto en el borde y en el que, durante el período del procesamiento de los cuerpos multicapa no se produce prácticamente ningún intercambio de gases entre el espacio de procesamiento y sus alrededores, de modo que no se produce ningún cambio significativo en las condiciones del proceso en el espacio de procesamiento.
- 30 15. Uso de una disposición de cuerpos multicapa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, así como un procedimiento según la reivindicación 14 para la producción de una célula solar de capa fina o un módulo solar de capa fina, en particular una célula solar de capa fina CIS(CIGSSe), o un módulo solar de capa fina CIS(CIGSSe), donde, en particular cada cuerpo multicapa se forma en forma de un panel de vidrio y está recubierto al menos con los elementos Cu, In o Cu, In, Ga o Cu, In, Ga, selenio para la selenización y/o sulfuración de un semiconductor de capa fina de calcopirita.
- 35

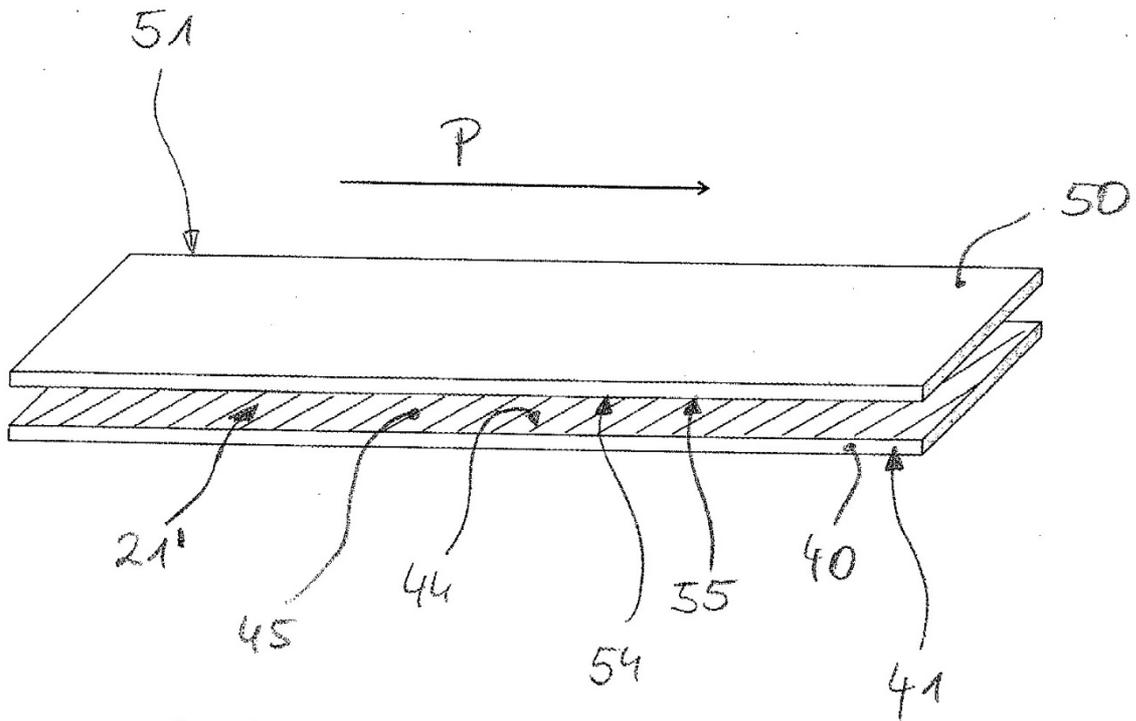


FIG. 1

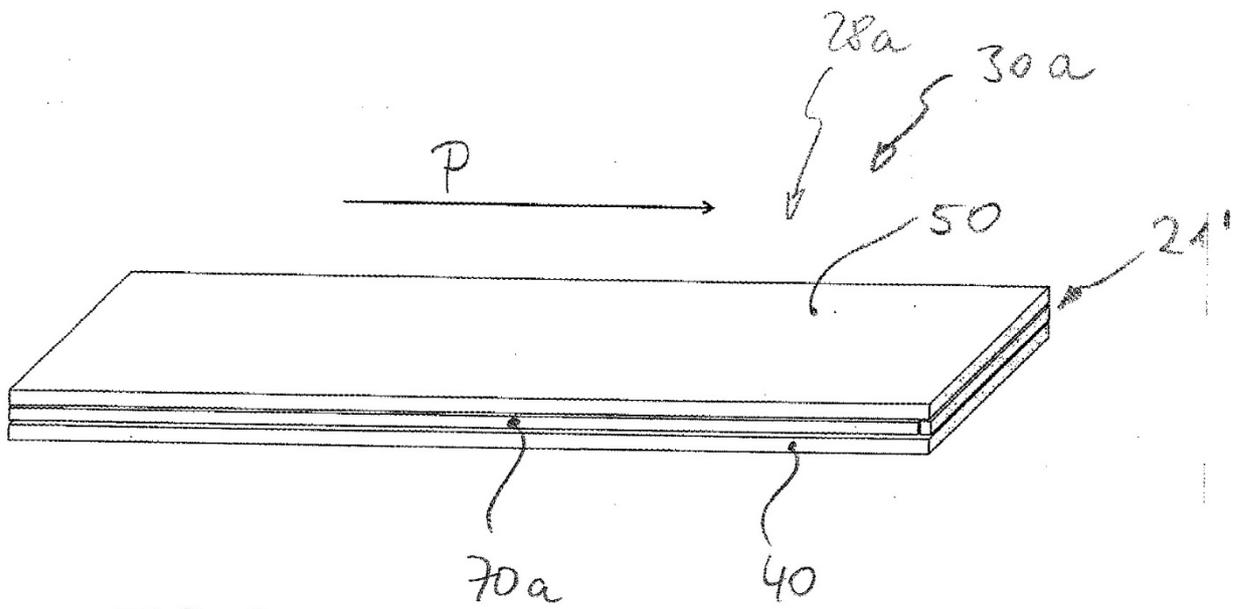


FIG. 2

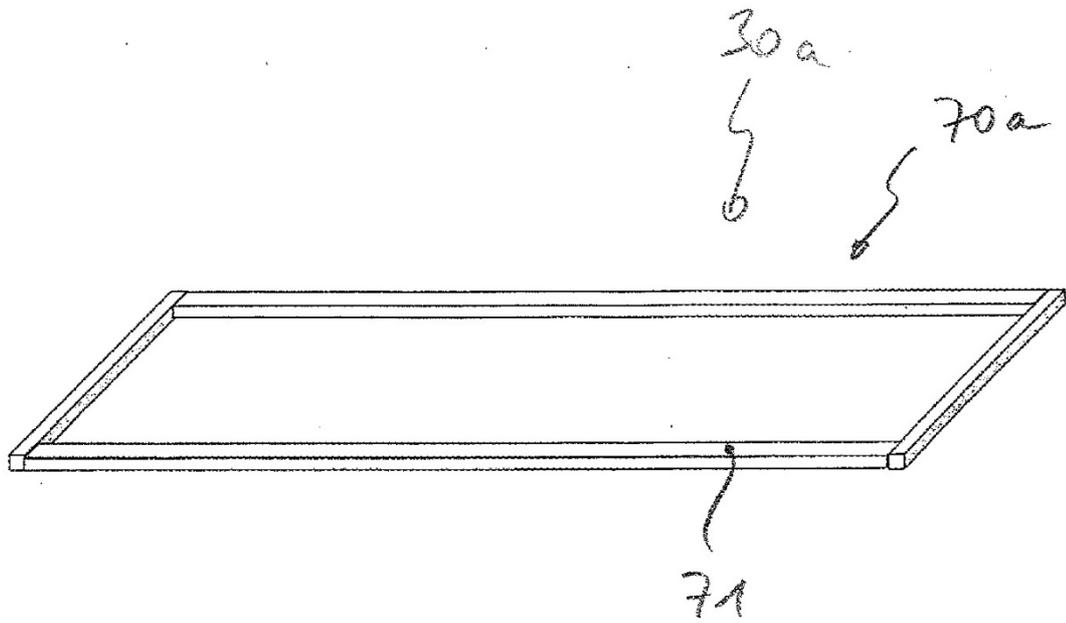


FIG. 3

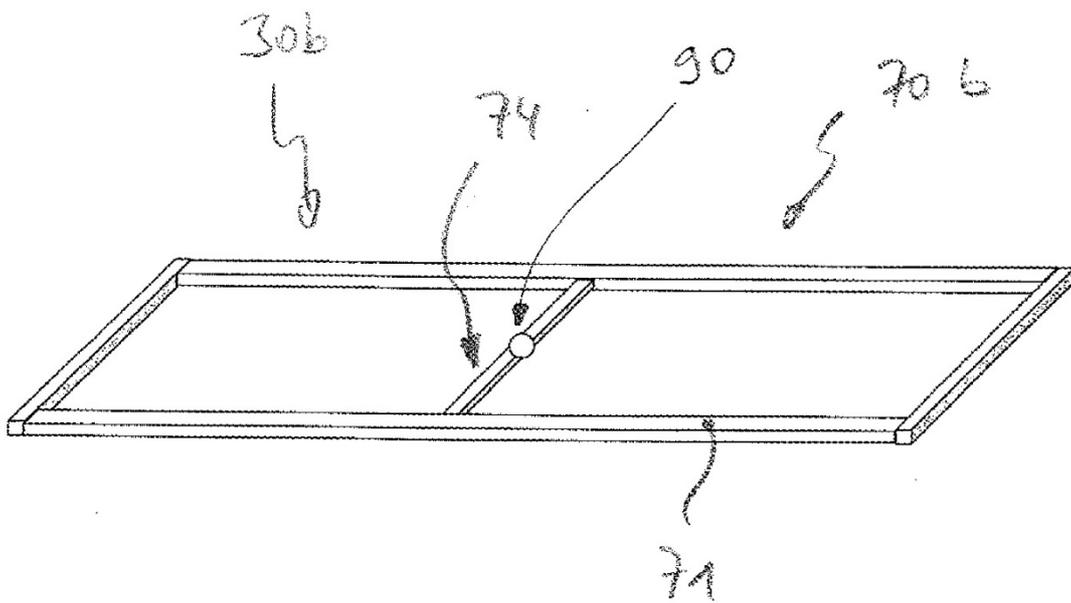


FIG. 4

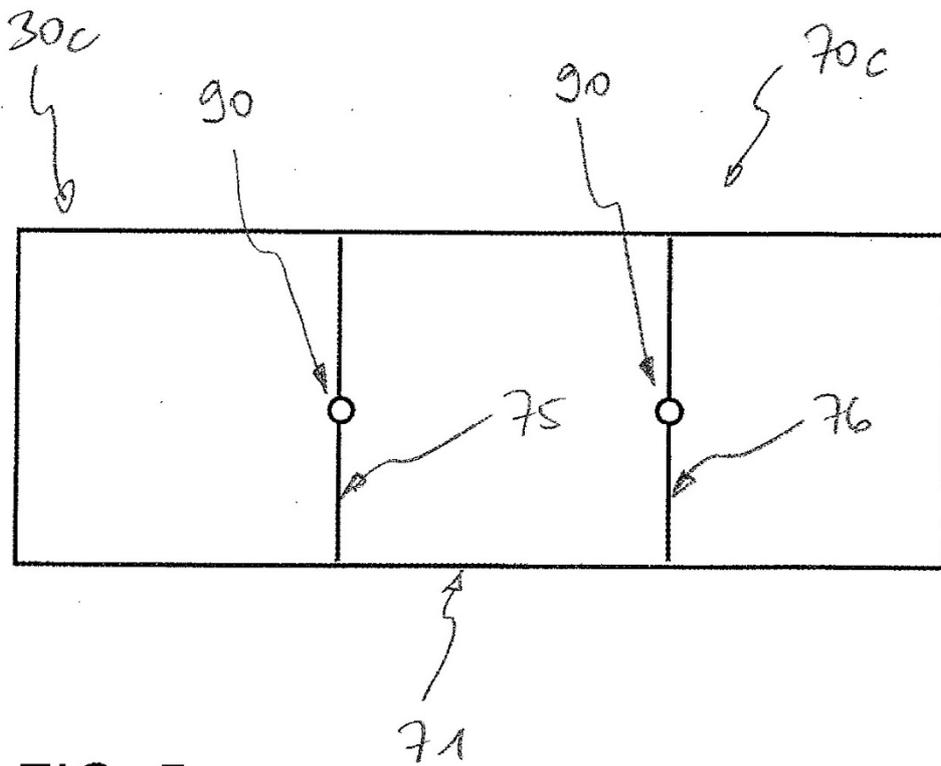


FIG. 5

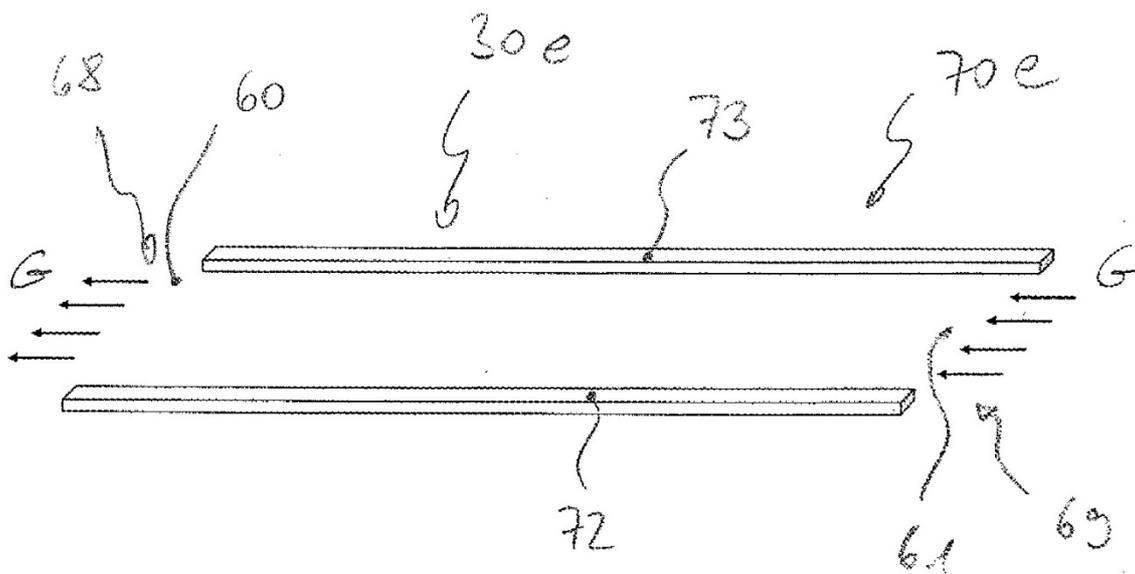


FIG. 6

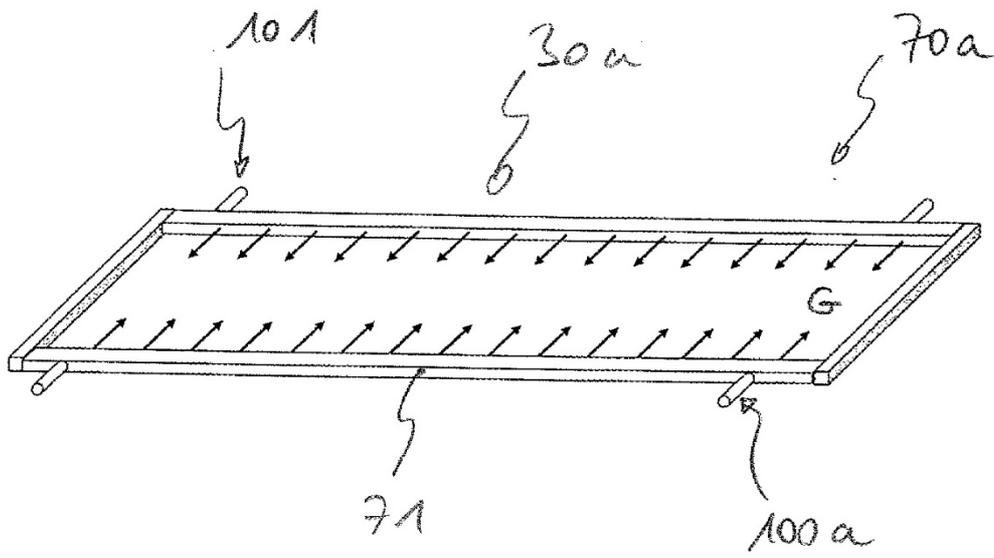


FIG. 7

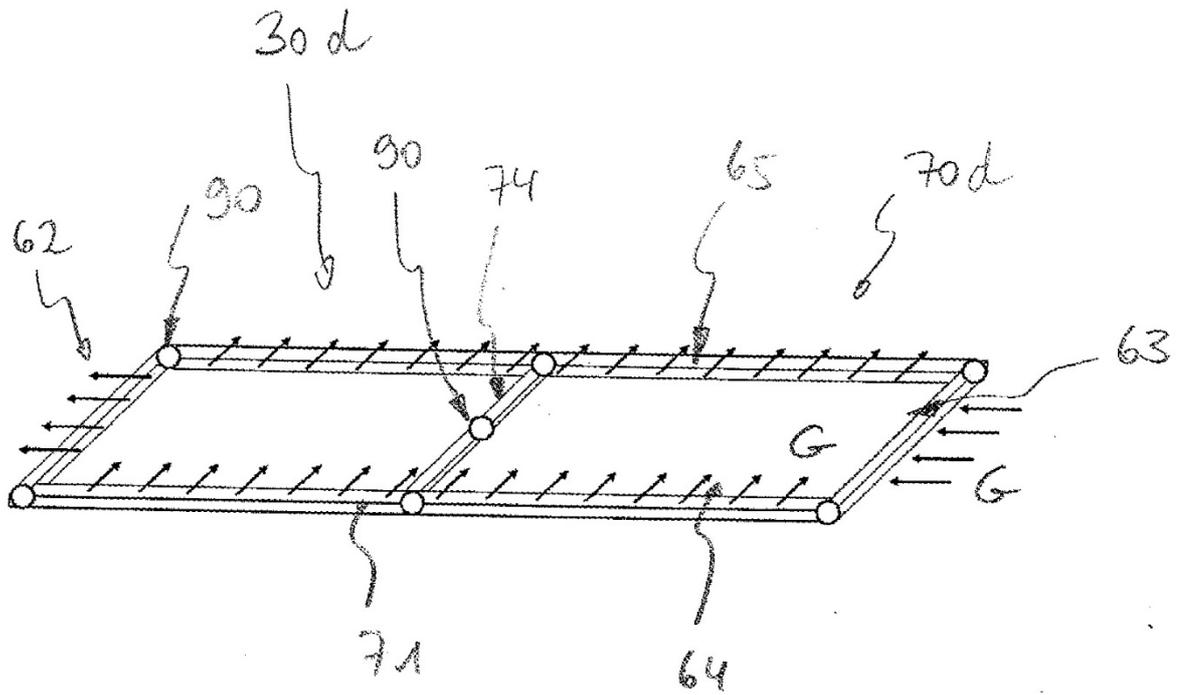


FIG. 8

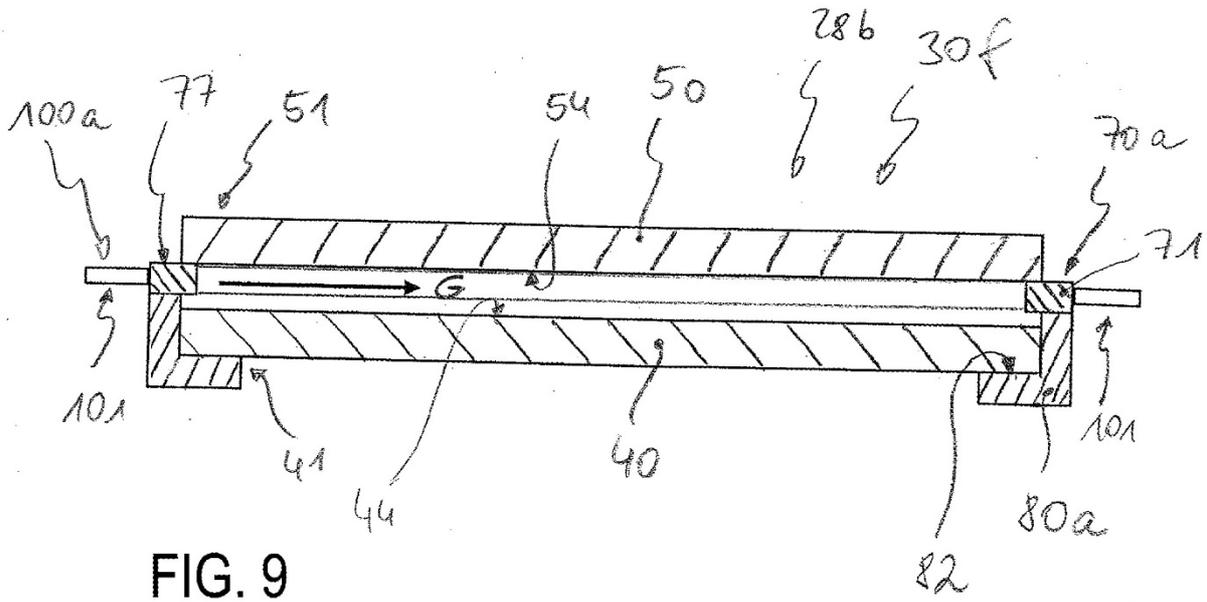


FIG. 9

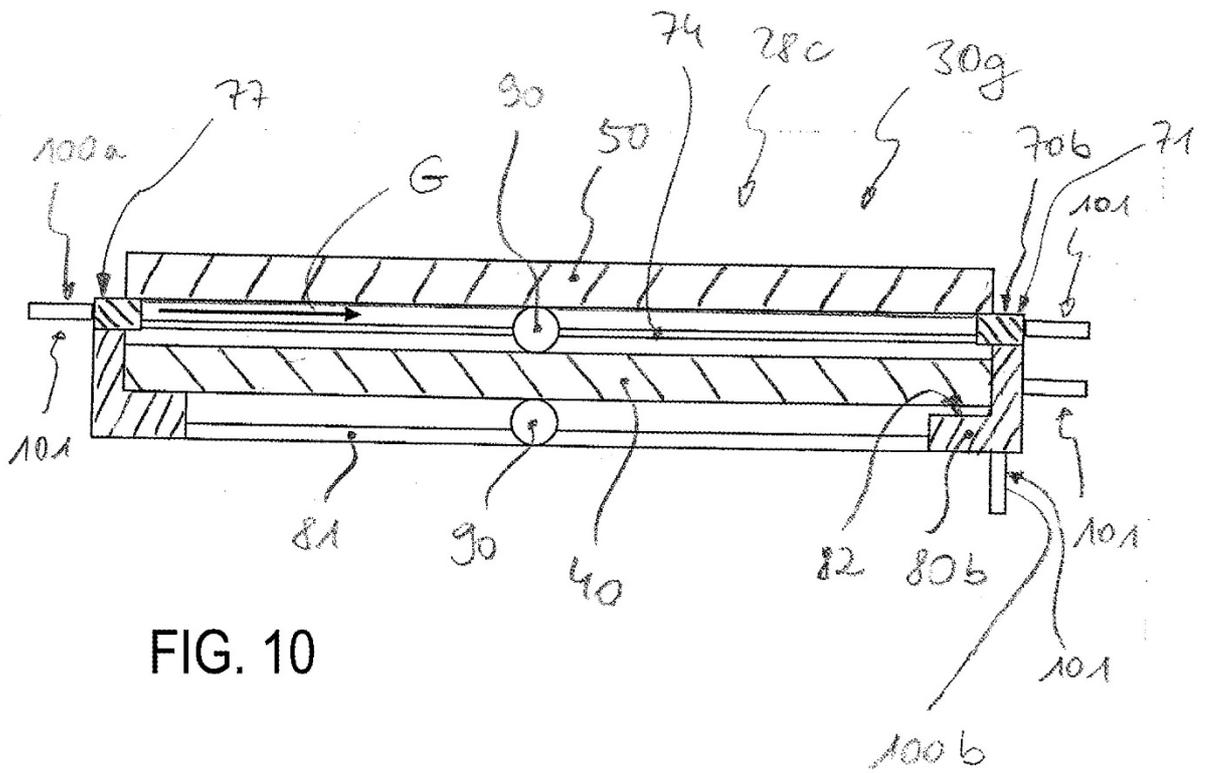


FIG. 10

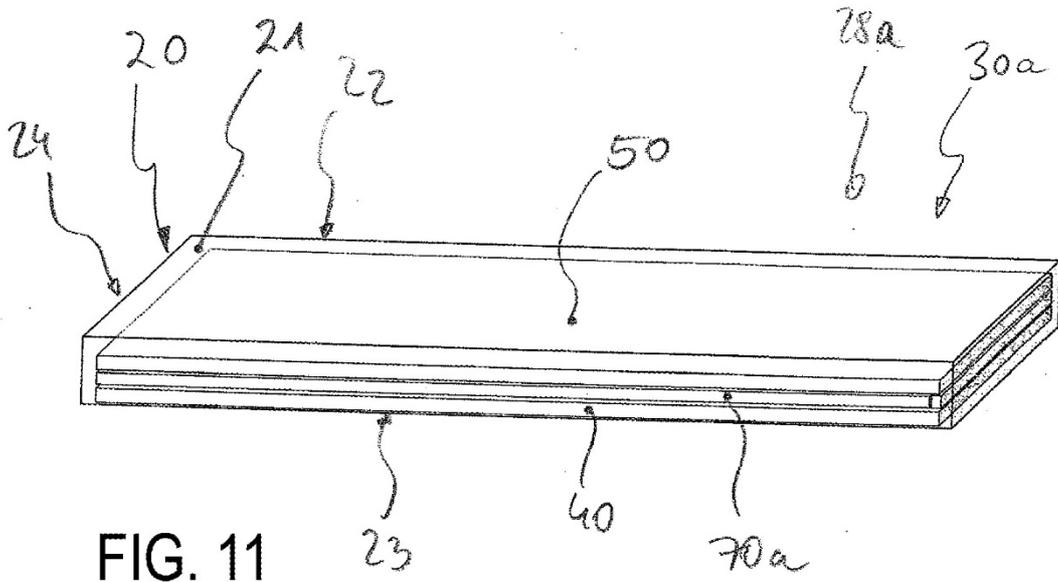


FIG. 11

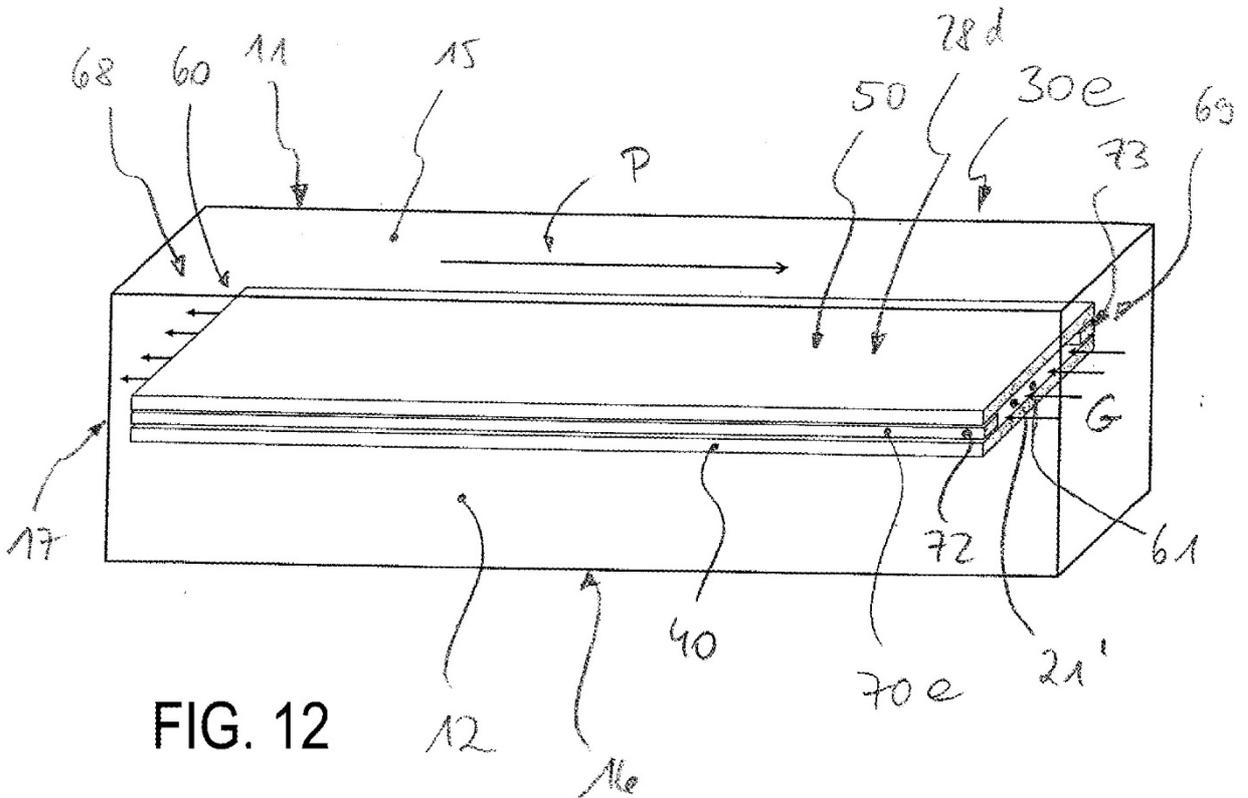


FIG. 12

