

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 644**

51 Int. Cl.:

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/032 (2006.01)

H01L 31/0749 (2012.01)

B32B 38/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2000 PCT/DE2000/02523**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2017 WO01009961**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2000 E 00962177 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 1258043**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para atemperar un cuerpo multicapa**

30 Prioridad:

30.07.1999 DE 19936081

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

28.11.2018

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE S.A. (100.0%)
18, Avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

PROBST, VOLKER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 691 644 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para atemperar un cuerpo multicapa

La invención se refiere a un dispositivo para atemperar un cuerpo multicapa, que presenta una primera y al menos una segunda capas, mediante absorción de una cantidad de energía por el cuerpo multicapa con una absorción de una primera cantidad parcial de la cantidad de energía por la primera capa y una absorción de una segunda cantidad parcial de la cantidad de energía por la segunda capa, que presenta al menos una fuente de energía. Un dispositivo de este tipo se conoce por ejemplo por el documento EP 0 662 247 B1. Además del dispositivo, se presentan un procedimiento para atemperar un cuerpo multicapa, y un cuerpo multicapa de este tipo. Los documentos US 5861609 A1 y EP 0399662 A2 muestran un dispositivo en el que un substrato revestido se introduce entre dos placas de grafito en un tubo de vidrio de sílice para el tratamiento térmico. Un cuerpo multicapa se produce por ejemplo aplicando sobre una capa de soporte (substrato) una capa funcional. Para que la capa funcional y/o la capa de soporte presenten una propiedad física (eléctrica, mecánica, etc.) y/o química deseada, eventualmente ha de llevarse a cabo un procesamiento del cuerpo multicapa o de la capa y/o de la capa de soporte. El procesamiento incluye por ejemplo una atemperación del cuerpo multicapa en presencia de un gas (gas de proceso).

Un cuerpo multicapa es por ejemplo una célula solar de película delgada plana, en la que una capa de electrodo de molibdeno y una capa funcional semiconductor de diseleniuro de cobre-indio (CIS) están aplicadas a una capa de soporte de vidrio. Esta célula solar de película delgada se produce según el documento EP 0 662 247 B1 en un proceso de dos etapas. En una primera etapa se aplican a la capa de soporte de vidrio uno tras otro los siguientes elementos en forma de capa: molibdeno, cobre, indio y selenio. El cuerpo multicapa así obtenido se atempera en una segunda etapa, formándose la capa semiconductor de diseleniuro de cobre-indio.

Para la atemperación, el cuerpo multicapa se dispone en un recipiente cerrado de grafito. Durante la atemperación se forma en el interior del recipiente una determinada presión parcial de selenio gaseoso, estando en contacto con el selenio gaseoso las capas aplicadas al vidrio.

Durante la atemperación, el cuerpo multicapa absorbe una cantidad de energía, alimentándose a cada capa una cantidad parcial de la cantidad de energía. La atemperación se realiza por ejemplo a una velocidad de calentamiento de 10 °C/s. Como fuente de energía de la cantidad de energía se utiliza una lámpara de halógeno. Con la lámpara de halógeno se irradia el recipiente de grafito y de este modo se calienta el recipiente. Un proceso de este tipo es muy eficaz, dado que el grafito, como casi "cuerpo negro", presenta una gran capacidad de absorción para la radiación electromagnética, en particular para la radiación en la región del espectro de la lámpara de halógeno. La cantidad de energía absorbida por el grafito se alimenta al cuerpo multicapa mediante radiación térmica y/o conducción térmica. Así pues, el recipiente actúa de fuente de energía secundaria o de transmisor de energía.

El grafito presenta una gran emisividad y una gran conductividad térmica. Al descansar el cuerpo multicapa sobre un fondo del recipiente se realiza la alimentación de la cantidad de energía a un lado inferior del cuerpo multicapa en esencia mediante conducción térmica. A un lado superior del cuerpo multicapa se le alimenta una cantidad de energía mediante radiación térmica.

Debido a una estructura asimétrica de capas del cuerpo multicapa y/o a una alimentación diferente de la cantidad de energía al lado superior y al lado inferior del cuerpo multicapa, en caso de una velocidad de calentamiento alta puede producirse una atemperación no homogénea, es decir no uniforme, de las capas del cuerpo multicapa. Puede formarse, en la dirección del espesor del cuerpo multicapa, una falta de homogeneidad térmica que, en caso de un coeficiente de dilatación térmica de un material de una capa distinto de cero, puede producir una tensión mecánica dentro de la capa y/o del cuerpo multicapa. Esta tensión mecánica puede dar lugar a una fisura o una rotura de la capa y/o del cuerpo multicapa. La tensión mecánica puede también llevar a una deformación (alabeo) del cuerpo multicapa. En el caso de una capa de soporte de vidrio, la deformación es en general transitoria, es decir que tras la atemperación la deformación desaparece. La deformación puede también ser permanente. En este caso, la deformación no desaparece. Éste es el caso cuando se sobrepasa un punto de reblandecimiento de la capa de soporte (por ejemplo de vidrio) durante la atemperación y al mismo tiempo actúa una tensión mecánica (interna) y/o una fuerza externa.

Cuanto mayor es la superficie del cuerpo multicapa y cuanto mayor es una velocidad de atemperación (velocidad de calentamiento, velocidad de enfriamiento), tanto más difícil es influir de manera encauzada durante la atemperación del cuerpo multicapa en faltas de homogeneidad térmica existentes en el cuerpo multicapa, y tanto mayor es la probabilidad de que aparezca una tensión mecánica no deseada.

El objetivo de la invención es indicar cómo puede influirse de manera encauzada en una homogeneidad térmica o falta de homogeneidad térmica durante la atemperación de un cuerpo multicapa de gran superficie a una velocidad de calentamiento alta.

Para lograr el objetivo se indica un dispositivo para atemperar un cuerpo multicapa según la reivindicación 1. La idea de la invención consiste en calentar las capas del cuerpo multicapa individualmente, es decir controlar, regular y/o preajustar de manera encauzada la cantidad parcial de la cantidad de energía absorbida por una capa. Por ejemplo, se determina una cantidad de energía por medio de un circuito de regulación durante la atemperación (véase

posteriormente). También es concebible que sea suficiente un preajuste de las fuentes de energía (por ejemplo densidad de energía, tipo de energía, etc.) sin un circuito de regulación adicional. Mediante la invención es posible un calentamiento individual de las capas del cuerpo multicapa incluso en caso de velocidades de calentamiento muy altas desde 1 °C/s hasta por ejemplo 50 °C/s y más. Gracias al calentamiento individual se consigue mantener lo más pequeñas posible durante la atemperación una tensión mecánica y una deformación del cuerpo multicapa que eventualmente aparece con la misma.

La base para ello es el cuerpo de transparencia, que es ópticamente parcialmente transparente (semitransparente). Gracias a la transmitancia, que por ejemplo se halla en una determinada longitud de onda entre 0,1 y 0,9, la radiación electromagnética anteriormente descrita llega a través del cuerpo de transparencia a una capa. La capa puede absorber una cantidad correspondiente de energía o cantidad parcial de la cantidad de energía emitida directamente por la fuente de energía.

Sin embargo, el cuerpo de transparencia presenta también cierta absorción para la radiación electromagnética. La energía absorbida con el mismo puede desprenderse a un entorno en forma de radiación térmica y/o conducción térmica. En una configuración especial, el dispositivo para atemperar un cuerpo multicapa dispone de un cuerpo de transparencia que, mediante la absorción de la radiación electromagnética, presenta una radiación térmica y/o conducción térmica en dirección al cuerpo multicapa. De este modo se consigue atemperar una capa mediante radiación térmica y/o conducción térmica.

También es concebible que una primera capa del cuerpo multicapa, que presente una transmitancia para la radiación térmica, se atempere en esencia sólo mediante conducción térmica, mientras que una segunda capa del mismo cuerpo multicapa se atempera en esencia mediante la radiación térmica del mismo cuerpo de transparencia. Una primera capa con una transmitancia correspondiente es por ejemplo una capa de vidrio. Cuando una radiación electromagnética de una fuente de energía y/o de un cuerpo de transparencia incide sobre el cuerpo de vidrio, una pequeña parte de la radiación (aproximadamente un 4 %) se refleja. La mayor parte (>90 %) pasa más o menos sin impedimento a través del vidrio e incide entonces sobre una segunda capa del cuerpo multicapa. Esta radiación puede absorberse en esta última y llevar a una absorción de una cantidad de energía por parte de esta segunda capa. La capa de vidrio no puede atemperarse suficientemente rápido mediante radiación o mediante radiación térmica en caso de una velocidad de calentamiento muy alta. En cambio, es posible una atemperación relativamente rápida mediante conducción térmica, cuando el cuerpo de transparencia puede absorber una cantidad parcial de la cantidad de energía y transmitirla a la capa de vidrio.

También es concebible el caso de que el cuerpo de transparencia mismo sea una capa del cuerpo multicapa. El cuerpo de transparencia puede absorber una cantidad parcial de la cantidad de energía absorbiendo una parte de la radiación electromagnética y, gracias a la transmitancia, dejar pasar otra cantidad parcial de la cantidad de energía para su absorción por otra capa.

En una configuración especial se utiliza en el procedimiento un cuerpo multicapa en el que una capa actúa de capa de soporte para al menos otra capa. El cuerpo multicapa presenta en particular una sucesión asimétrica de capas. Por ejemplo, el cuerpo multicapa consta de una capa de soporte revestida por un lado. También pueden estar dispuestas unas al lado de otras distintas capas del cuerpo multicapa.

En una configuración especial, una capa del cuerpo multicapa presenta un material seleccionado del grupo que consiste en vidrio, vitrocerámica, cerámica, metal y/o plástico. Como plástico entra en consideración en particular un plástico resistente a la temperatura, como el teflón. Una capa es por ejemplo una hoja metálica. La hoja metálica puede actuar también de capa de soporte.

La cantidad parcial de la cantidad de energía absorbida por una capa depende por ejemplo de una propiedad de absorción, emisión y/o reflexión de la capa. Sin embargo, depende también del tipo de la fuente de energía y de la manera en que la cantidad de energía se transmite al cuerpo multicapa o a una capa del cuerpo multicapa.

La atemperación del cuerpo multicapa o de una capa se realiza por ejemplo por medio de una fuente de energía para energía térmica. En este contexto, la energía térmica puede alimentarse directamente a la capa. Aquí entran en consideración la radiación térmica, la conducción térmica y/o la convección. En el caso de la radiación térmica, la fuente de energía misma puede ser una fuente para radiación térmica. La radiación térmica es por ejemplo radiación electromagnética en una gama de longitudes de onda entre 0,7 y 4,5 μm (luz infrarroja). La capa correspondiente está dispuesta en el campo de radiación de la fuente de energía. La radiación electromagnética de la fuente de energía incide sobre la capa, que absorbe al menos parcialmente la radiación electromagnética.

Sin embargo, también es posible alimentar a una capa una energía cualquiera, que en la capa se transforme en energía térmica. Por ejemplo, se irradia una capa con luz UV de alta energía, que la capa absorbe. Mediante una absorción de un cuanto de luz de alta energía, una molécula de la capa o toda la capa adquiere un estado electrónicamente excitado. Una energía absorbida en este proceso puede transformarse en energía térmica.

Además de mediante radiación térmica y conducción térmica, también es posible atemperar una capa o todo el cuerpo mediante convección. En este proceso se hace pasar junto a la capa un gas con una determinada energía,

cediendo el gas la energía a la capa. El gas que se hace pasar junto a la capa puede actuar al mismo tiempo de gas de proceso.

5 Por otra parte, mediante conducción térmica y/o convección también puede enfriarse una capa. En este contexto se alimenta a la capa una energía térmica negativa. De este modo es posible también controlar las cantidades de energía o las cantidades parciales de las cantidades de energía y, por ejemplo, influir adicionalmente en las tensiones mecánicas en el cuerpo multicapa.

10 En una configuración especial existe un transmisor de energía para transmitir la cantidad de energía al cuerpo multicapa. El transmisor de energía actúa de fuente de energía secundaria. El transmisor de energía absorbe por ejemplo radiación electromagnética de una fuente de energía primaria, por ejemplo una lámpara de halógeno, de una banda de energía superior y convierte esta radiación electromagnética en radiación térmica, que es absorbida por la capa.

15 Como transmisor de energía puede servir el entorno mediato y/o inmediato del cuerpo multicapa durante la atemperación. Es concebible que un transmisor de energía esté dispuesto con el cuerpo multicapa para la atemperación en un espacio interior de un recipiente. El transmisor de energía puede también estar dispuesto fuera del recipiente, por ejemplo en una pared del recipiente o a cierta distancia del recipiente. Es concebible que el transmisor de energía sea un revestimiento del recipiente. El transmisor de energía es por ejemplo una lámina de grafito. El recipiente mismo también puede asumir la función de un transmisor de energía. Tal función se da por ejemplo en el caso de un recipiente de grafito. Por último, el cuerpo de transparencia no es otra cosa que un transmisor de energía. Asimismo, un vidrio actúa de transmisor de energía en el caso de una transmisión de energía mediante convección.

20 Una cantidad de energía absorbida por el cuerpo multicapa puede ser diferente no sólo de una capa a otra, sino también dentro de una capa. Por ejemplo aparece durante la atemperación un efecto de borde en el cuerpo multicapa o en una capa de un cuerpo multicapa. Una zona marginal de la capa presenta una temperatura diferente de la de una zona interior de la capa. Durante la atemperación se establece un gradiente térmico lateral. Esto sucede por ejemplo cuando un campo de radiación de la fuente de energía no es homogéneo. En este caso, una densidad de energía del campo de radiación no es igual en todas las partes de una superficie irradiada por la radiación. Una falta de homogeneidad térmica lateral puede establecerse también en el caso de un campo de radiación homogéneo cuando, debido a la mayor superficie absorbente por unidad de volumen, en el borde de una capa se absorbe una mayor cantidad de energía por unidad de volumen. Para compensar el gradiente térmico puede utilizarse por ejemplo una fuente de energía compuesta de una pluralidad de subunidades. Cada subunidad puede controlarse por separado y de este modo es posible ajustar por separado cada cantidad de energía alimentada por una subunidad a una capa. Una fuente de energía de este tipo es por ejemplo un conjunto ordenado o una matriz de elementos calentadores individuales. Un elemento calentador es por ejemplo una lámpara de halógeno. El conjunto ordenado o la matriz puede utilizarse también para producir un gradiente térmico lateral en la capa. De este modo sería posible por ejemplo producir de forma encauzada una deformación permanente o transitoria del cuerpo estratificado. En particular para atemperar un cuerpo multicapa en el que las capas estén situadas unas al lado de otras, un conjunto ordenado o una matriz resulta muy ventajoso o ventajosa.

35 En relación con la fuente de energía, resulta ventajoso que la fuente de energía o las fuentes de energía funcionen en un régimen continuo. Sin embargo, también es concebible que las fuentes de energía suministren a las capas la cantidad de energía o las cantidades parciales de la cantidad de energía en un funcionamiento por ciclos y/o pulsado. Una fuente de energía de este tipo es por ejemplo una fuente de energía con radiación electromagnética pulsada. De este modo es posible alimentar a las capas una cantidad de energía a la vez o en una sucesión en el tiempo (por ejemplo de forma alternante).

40 Las siguientes características de la fuente de energía para radiación electromagnética son particularmente ventajosas:

- 45 • La fuente de energía presenta un campo de radiación homogéneo.
- Una distribución de intensidad espectral de la fuente de energía está solapada parcialmente a una absorción espectral de la capa, del cuerpo de transparencia y de un recipiente eventualmente presente (véase posteriormente).
- 50 • En presencia de un gas de proceso, la fuente de energía es resistente a la corrosión y/o está protegida contra la corrosión.
- La fuente de energía presenta una gran densidad de energía, que es suficiente para poder calentar una masa del cuerpo multicapa (y eventualmente la de un recipiente) a una velocidad de calentamiento de más de 1 °C/s.

55 En una configuración especial, el cuerpo de transparencia del dispositivo presenta al menos un distanciador, en el que puede apoyarse el cuerpo multicapa para la absorción de una cantidad de energía homogénea lateral por parte del cuerpo multicapa. Por ejemplo, la capa mediante la cual el cuerpo multicapa se apoya en el cuerpo de

transparencia o en el distanciador se atempera principalmente mediante una radiación térmica homogénea. En esta forma, el distanciador presenta preferiblemente un material que presente una absorción baja para la radiación electromagnética. Un distanciador sobresale por ejemplo de una superficie del cuerpo de transparencia en una medida de unos μm a mm .

- 5 La capa apoyada en los distanciadores puede atemperarse también principalmente mediante conducción térmica. Con este fin, los distanciadores disponen por ejemplo de una conductividad térmica necesaria para una velocidad de atemperación correspondiente. También es concebible que el distanciador para la transmisión de energía por conducción térmica presente una absorción alta para una radiación electromagnética de una fuente de energía, transformándose la radiación electromagnética eficazmente en energía térmica.
- 10 El cuerpo de transparencia presenta en particular una pluralidad de tales distanciadores. En caso de una pluralidad de distanciadores dispuestos uniformemente bajo contacto entre la capa del cuerpo multicapa y el cuerpo de transparencia puede lograrse adicionalmente una homogeneización de la distribución de temperatura lateral.

En una configuración especial, el cuerpo de transparencia y/o el distanciador presentan un material seleccionado del grupo que consiste en vidrio y/o vitrocerámica. La vitrocerámica presenta distintas ventajas:

- 15
- Puede emplearse para la atemperación en un amplio intervalo de temperaturas de por ejemplo $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a por ejemplo $700\text{ }^{\circ}\text{C}$. La vitrocerámica presenta por ejemplo un punto de reblandecimiento superior al intervalo de temperaturas.
 - Tiene un coeficiente de dilatación muy bajo. Es resistente a los choques térmicos y está libre de alabeo en el intervalo de temperaturas de la atemperación antes mencionado.
- 20
- Es químicamente inerte en relación con un gran número de sustancias químicas y presenta poca permeabilidad para estas sustancias químicas. Una sustancia química tal es por ejemplo el gas de proceso, al que una capa y/o todo el cuerpo multicapa están expuestos durante la atemperación.
 - Es ópticamente parcialmente transparente en la región del espectro de muchas fuentes de energía para radiación electromagnética, en particular en una gama de longitudes de onda en la que una densidad de radiación de las fuentes de energía es alta. Una fuente de radiación de este tipo es por ejemplo una lámpara de halógeno con una densidad de radiación alta entre $0,1$ y $4,5\ \mu\text{m}$.
- 25

El vidrio, en particular el vidrio de sílice también es concebible como material para el cuerpo de transparencia. La ventaja en este caso es una temperatura de empleo alta de hasta $1.200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estos materiales muestran, en la región del espectro de una fuente de energía en forma de una lámpara de halógeno, una transmitancia alta y una absorción baja. La luz pasa en esencia sin impedimento a través de este cuerpo de transparencia y llega a una capa con una absorción correspondiente para la radiación electromagnética, con lo que la capa absorbe una cantidad de energía y se calienta. La radiación casi no calienta el cuerpo de transparencia.

- 30
- En una aplicación del proceso es posible que el material de la capa calentada se evapore y se precipite en una superficie relativamente fría del cuerpo de transparencia. Para impedir esto, puede procurarse que el cuerpo de transparencia se caliente hasta una temperatura necesaria durante la atemperación. Esto se consigue mediante la transmisión de una cantidad de energía al cuerpo de transparencia por medio de conducción térmica y/o convección. También es concebible una radiación electromagnética que el cuerpo de transparencia absorba. Es concebible que el cuerpo de transparencia presente un revestimiento que absorba una determinada parte de la radiación electromagnética. La energía así absorbida puede transmitirse al cuerpo de transparencia de vidrio o de vidrio de sílice. En esta forma, el cuerpo de transparencia, consistente en el cuerpo de vidrio con el revestimiento, es ópticamente parcialmente transparente y puede emplearse para la transmisión de energía tanto mediante radiación térmica como mediante conducción térmica al cuerpo multicapa.
- 35
- 40

En una configuración especial de la invención puede ponerse al menos una capa en contacto con un gas de proceso. También es concebible que todo el cuerpo multicapa esté expuesto al gas de proceso. El gas de proceso actúa durante la atemperación sobre la capa o sobre distintas capas o sobre todo el cuerpo multicapa y participa en la modificación de las propiedades físicas y químicas del cuerpo multicapa. Como gas de proceso entra en consideración por ejemplo un gas inerte (nitrógeno molecular o gas noble). El gas de proceso no reacciona con un material de la capa. Sin embargo, también es concebible un gas de proceso que reaccione con un material de la capa. Bajo la acción del gas de proceso se forma la capa funcional. Por ejemplo, el gas de proceso actúa de manera oxidante o reductora en relación con un material de la capa. Como posibles gases de proceso para este fin pueden mencionarse oxígeno, cloro, hidrógeno, selenio elemental, azufre o un hidruro. También puede ser un gas de proceso corrosivo, como HCl o similar. Otros ejemplos del gas de proceso son H_2S y H_2Se , que se emplean en la producción de una célula solar de película delgada (véase posteriormente). Por último son imaginables todos los gases o también mezclas de gases que reaccionen de una manera correspondiente con un material de una capa.

- 45
- 50
- 55 Resulta ventajoso que la capa esté expuesta a una atmósfera de gas de proceso definida. La atmósfera de gas de proceso definida comprende por ejemplo una presión parcial del o de los gases de proceso durante la atemperación.

También es concebible por ejemplo que una capa o el cuerpo multicapa esté en contacto con vacío para la atemperación.

5 Una atmósfera de gas de proceso definida puede lograrse por ejemplo haciendo pasar el gas de proceso junto a la capa a una determinada velocidad. En este contexto, un gas de proceso puede actuar sobre la capa con distintas presiones parciales en el transcurso de la atemperación. También es concebible que estén en contacto con la capa del cuerpo estratificado sucesivamente distintos gases de proceso.

10 Preferiblemente está encerrada al menos la capa que está en contacto con el gas de proceso. Esto se consigue por ejemplo mediante una envoltura de la capa, pudiendo la envoltura estar fijada a la capa de soporte. La envoltura se llena con el gas de proceso antes de la atemperación o durante la misma. Con ello, el gas de proceso se concentra sobre una superficie de la capa en cuyas propiedades ha de influirse mediante el gas de proceso. De este modo, puede impedirse que un entorno se contamine con el gas de proceso. Esto es importante especialmente en el caso de un gas de proceso corrosivo y/o venenoso. Además, puede trabajarse con una cantidad estequiométrica de gas de proceso necesaria para una transformación de la capa. No se consume gas de proceso innecesariamente.

15 En una configuración especial de la invención está presente un recipiente para soportar el cuerpo multicapa durante la atemperación. En este contexto, en particular el cuerpo de transparencia es una pared del recipiente. El recipiente tiene la ventaja de que constituye automáticamente la envoltura de la capa o de todo el cuerpo multicapa. No es necesario que la envoltura esté fijada al cuerpo multicapa. En el caso de un recipiente cerradizo, la atmósfera de gas de proceso puede ajustarse fácilmente y de manera encauzada. Con este fin, el recipiente presenta en particular al menos una abertura para gas destinada a evacuar el recipiente y/o llenar el recipiente con el gas de proceso. En una forma de realización especial, la abertura para gas está realizada mediante una válvula de cierre automático. La atmósfera de gas de proceso puede ajustarse activamente. La abertura para gas puede utilizarse también para llenar el recipiente con un gas cualquiera, por ejemplo un gas de lavado. La atmósfera de gas de proceso puede también ajustarse o reajustarse durante la atemperación.

25 Sin embargo, para ajustar de forma encauzada la atmósfera de gas de proceso, el recipiente puede presentar también un volumen suficientemente grande para el gas de proceso necesario durante la atemperación. Cuando la atemperación requiere una distribución homogénea y reproducible del gas de proceso a lo largo de una capa, también es posible ajustar de manera encauzada una salida de gas del recipiente. Esto puede ser necesario por ejemplo cuando se realiza una atemperación a una velocidad de calentamiento muy alta. En este contexto, el gas de proceso se expande. Si el recipiente no resiste la presión de gas que entonces se presenta, se produce una deformación del recipiente o incluso la destrucción del recipiente. Sin embargo, una deformación debería impedirse por ejemplo cuando el cuerpo multicapa descansa en el fondo del recipiente. Una deformación del recipiente lleva, como se ha descrito anteriormente, a una falta de homogeneidad térmica lateral en el cuerpo multicapa con las consecuencias correspondientes.

30 El recipiente puede además ser un medio de transporte del cuerpo multicapa durante la atemperación. El recipiente tiene la ventaja de que durante la atemperación no es posible por ejemplo excluir una rotura de una capa (capa de soporte o substrato) de vidrio. En caso de una rotura de tal substrato, el material roto puede retirarse fácilmente de un equipo para atemperar el cuerpo multicapa. Esto contribuye a estabilizar el proceso del equipo para atemperar.

35 En una configuración especial, la pared del recipiente que presenta el cuerpo de transparencia es una tapa y/o un fondo del recipiente. Por ejemplo, el cuerpo multicapa descansa con una capa directamente sobre el cuerpo de transparencia del fondo. El cuerpo de transparencia puede, como se ha descrito anteriormente, presentar distanciadores. La tapa presenta también el cuerpo de transparencia, que por ejemplo no está en contacto con el cuerpo multicapa o con una capa del cuerpo multicapa. De este modo es posible calentar la capa del cuerpo multicapa que descansa sobre el fondo mediante conducción térmica, y la capa que mira hacia la tapa mediante radiación térmica. La capa que mira hacia la tapa puede estar expuesta fácilmente a un gas de proceso.

40 Sin embargo, la tapa del recipiente puede también estar caracterizada por una absorción alta de la radiación electromagnética emitida por una fuente de energía. En otra configuración, el fondo y/o la tapa del recipiente están formados respectivamente por al menos un cuerpo multicapa. En este contexto, la capa del cuerpo multicapa que por ejemplo ha de entrar en contacto con un gas de proceso está orientada hacia un espacio interior del recipiente. Esta solución es posible cuando el cuerpo multicapa o las capas del cuerpo multicapa presenta o presentan un coeficiente de dilatación térmica bajo y/o la velocidad de atemperación es baja. Para una velocidad de atemperación alta, el cuerpo multicapa dispone ventajosamente de una capa de soporte con un coeficiente de conductividad térmica alto. La capa de soporte está orientada hacia fuera. La capa de soporte es aquí por ejemplo un cuerpo de transparencia descrito anteriormente.

45 Con el recipiente, el dispositivo es adecuado especialmente para llevar a cabo la atemperación en un procedimiento continuo con diferentes etapas de procedimiento, que se llevan a cabo en distintas zonas de proceso (procedimiento en línea).

50 En el procedimiento continuo, el transporte del recipiente puede realizarse bien de manera continua, bien de manera discontinua. En el caso del procedimiento continuo con transporte continuo, el material de procesamiento o el

recipiente de procesamiento se mueve durante todo el paso a través del equipo de procesamiento. El régimen discontinuo o también, así llamado, “régimen de indexación” del procedimiento continuo está caracterizado por que la caja de procesamiento o el material de procesamiento se mueve sólo durante la transferencia de una zona de proceso a otra y entonces permanece en la etapa de procedimiento hasta que concluye el proceso parcial. En este contexto, resulta ventajoso que el tiempo de transferencia sea lo más corto posible en relación con el tiempo de permanencia. A continuación se sigue transportando hasta la siguiente zona de proceso y de nuevo tiene lugar una permanencia, etc. Para los equipos continuos diseñados para el régimen de indexación, resulta ventajoso que cada zona de proceso tenga el tamaño de al menos un recipiente de procesamiento, para que sea posible transmitir la homogeneidad de una zona de proceso (como por ejemplo la temperatura) al material de procesamiento. En otra configuración, todas las zonas de procesamiento alimentadas en el régimen de indexación tienen las mismas dimensiones en la dirección de transporte. De este modo es posible, con medios de transporte sencillos como una cadena transportadora, una cinta transportadora o un transporte por empuje, cargar y descargar en el régimen de indexación no sólo una zona de proceso, sino también todas las zonas de proceso adyacentes simultáneamente.

El cuerpo multicapa se coloca por ejemplo en el recipiente. Con el recipiente, el cuerpo multicapa es transportado de una etapa de procedimiento a otra etapa de procedimiento o de una zona de proceso a otra zona de proceso. Cada etapa de procedimiento, por ejemplo un calentamiento, un enfriamiento, una evacuación o un llenado del recipiente, puede llevarse a cabo en una zona de proceso propia. En una primera etapa de procedimiento, por ejemplo se llena el recipiente con un gas de proceso. En este contexto, el recipiente puede introducirse en una cámara existente expresamente con este fin y, en ésta, evacuarse, llenarse con un gas de proceso correspondiente y cerrarse. En este contexto es concebible una entrada y salida separada (abertura para gas) del recipiente para lavar o llenar el recipiente con el gas de proceso. Esta abertura para gas puede conectarse a una unidad de acoplamiento y una unidad de posicionamiento para el llenado con gas o para la evacuación de la caja de procesamiento. La unidad de acoplamiento sirve por ejemplo para conectar el recipiente en un procedimiento continuo, por ejemplo en el régimen de indexación, para llevar a cabo una etapa de procedimiento en un determinado lugar (zona de proceso), a una unidad correspondiente (por ejemplo bomba de vacío, botella de gas) de tal manera que el recipiente pueda llenarse con el gas correspondiente o vaciarse.

En una configuración especial, el recipiente presenta una unidad de acoplamiento para disponer el recipiente en una zona de proceso. Por medio de la unidad de acoplamiento es posible sujetar o posicionar el recipiente en una zona de proceso. Con este fin, por ejemplo, la zona de proceso dispone también de una unidad de acoplamiento. La unidad de acoplamiento sirve por ejemplo para, en un procedimiento continuo, sujetar el recipiente en un determinado lugar (zona de proceso) para la realización de una etapa de procedimiento y conectarlo a una unidad correspondiente (por ejemplo bomba de vacío, botella de gas) de tal manera que pueda llenarse el recipiente con el gas correspondiente o que pueda vaciarse el recipiente. La unidad de acoplamiento del recipiente y la unidad de acoplamiento de la zona de proceso funcionan por ejemplo según el principio llave-ojo de cerradura.

También es concebible un transporte del recipiente de una zona de proceso a otra por medio de la unidad de acoplamiento.

Es concebible el siguiente desarrollo del procedimiento: En una primera etapa de procedimiento se llena el recipiente por ejemplo con un gas de proceso. En este contexto, el recipiente puede introducirse en una cámara prevista expresamente con este fin y, en ésta, evacuarse, llenarse con un gas de proceso correspondiente y cerrarse. En este contexto es concebible una entrada y salida separada (abertura para gas) del recipiente para lavar o llenar el recipiente con el gas de proceso. En particular, la abertura para gas del recipiente presenta una unidad de acoplamiento para acoplar el recipiente a una unidad de acoplamiento de una zona de proceso.

Esta abertura para gas puede servir en este contexto de unidad de acoplamiento y/o unidad de posicionamiento. En una segunda etapa de procedimiento tiene lugar la atemperación. Para ello se transporta el recipiente fuera de la cámara, a una zona de calentamiento. Una vez concluida la atemperación se transporta el cuerpo multicapa fuera de las zonas de calentamiento, a las zonas de enfriamiento, para llevar a cabo otra etapa de procedimiento.

El transporte en el procedimiento continuo o el, así llamado, procedimiento en línea se realiza por ejemplo llevando una pluralidad de recipientes con cuerpos multicapa en forma de un tren a través del equipo en línea. Empujando un recipiente se pone en marcha todo el tren. Los recipientes se mueven simultáneamente. Este tipo de transporte se denomina “accionamiento por empuje”. El transporte se realiza aquí ventajosamente en el “régimen de indexación”.

En una configuración especial, el dispositivo está dispuesto en una cámara de procesamiento seleccionada del grupo que consiste en cámara de vacío, cámara atmosférica y/o cámara de alta presión. Dentro de la cámara de procesamiento puede estar integrado todo un equipo en línea. Por ejemplo, una zona de calentamiento o de enfriamiento es accesible para el recipiente con el cuerpo multicapa o está separada de otra zona de proceso en la cámara de procesamiento a través de una esclusa. Es concebible en particular que existan varias cámaras de procesamiento, por ejemplo una zona de calentamiento con una cámara de procesamiento de una sola pared, una zona de enfriamiento con una cámara de doble pared, refrigerada por agua. Con el recipiente tiene lugar un transporte de una cámara de procesamiento a otra cámara de procesamiento.

En una configuración especial, el cuerpo de transparencia y/o el transmisor de energía y/o el recipiente y/o la cámara de procesamiento presentan un material inerte en relación con un gas de proceso. Además, resulta ventajoso que todo el entorno de proceso de la atemperación sea inerte en relación con el gas de proceso utilizado. En el entorno de proceso se incluye por ejemplo también la fuente de energía (fuente de energía primaria).

5 El material se elige en función del gas de proceso. Son concebibles por ejemplo el vidrio, la vitrocerámica y la cerámica. También puede utilizarse un material reforzado con fibras, como grafito reforzado con fibras de carbono. También es concebible un material como el SiC, que presenta un coeficiente de conductividad térmica alto. El recipiente y/o la cámara de procesamiento pueden componerse totalmente o parcialmente de un metal o una aleación. También es posible un plástico resistente hasta una determinada temperatura.

10 Además de un carácter químicamente inerte en relación con el gas de proceso, resultan ventajosas para el material del recipiente las siguientes propiedades:

- El material del recipiente está libre de alabeo en las condiciones de la atemperación. Además, es resistente a los choques térmicos. Éste es el caso especialmente cuando presenta un coeficiente de dilatación térmica bajo.

15 • El punto de reblandecimiento térmico del material de recipiente es superior a una temperatura máxima de la atemperación.

- El recipiente muestra una permeabilidad baja o definida en relación con un gas de proceso.

20 En una configuración especial existe una instalación para detectar una medida de al menos un parámetro físico del dispositivo dependiente de la atemperación para regular la primera y la segunda cantidades parciales de la cantidad de energía.

Un parámetro imaginable es una propiedad de absorción, transmisión y/o reflexión de una capa. La medida del parámetro es el valor del parámetro. Por ejemplo, una longitud de onda de un máximo de absorción puede depender de la temperatura. La medida del parámetro sería en este caso la longitud de onda correspondiente.

25 El parámetro es en particular una temperatura del cuerpo multicapa. En este contexto, la medida es un valor de la temperatura. También es concebible la detección de la temperatura de una capa del cuerpo multicapa, del cuerpo de transparencia y/o del recipiente o de una pared del recipiente. Durante la atemperación puede detectarse continuamente al menos un parámetro del cuerpo multicapa y/o de una capa. Por ejemplo, en virtud de la temperatura detectada de una capa puede aumentarse o disminuirse la cantidad parcial de la cantidad de energía absorbida por la capa. De este modo puede evitarse una falta de homogeneidad térmica o un gradiente térmico en la dirección del espesor del cuerpo multicapa. Sin embargo, si es necesario, esta falta de homogeneidad térmica puede también aumentarse. La instalación para la detección de la temperatura puede ser por ejemplo un pirómetro orientado hacia la capa. El pirómetro detecta por ejemplo la radiación térmica emitida por la capa. En virtud de la radiación térmica puede deducirse la temperatura de la capa. También es concebible un detector de temperatura que esté unido a la capa y se atempere mediante conducción térmica.

35 También es imaginable que la temperatura de la capa o del cuerpo multicapa no se mida directamente, sino indirectamente. Por ejemplo, se orienta un pirómetro hacia el recipiente en el que se atempera el cuerpo multicapa. La temperatura del recipiente puede estar influida por la temperatura del cuerpo multicapa. En virtud de la temperatura del recipiente se deduce la temperatura de la capa del cuerpo multicapa. Se regula la cantidad de energía o la cantidad parcial de la cantidad de energía en virtud de la temperatura medida del recipiente. Para ello ha de llevarse a cabo por ejemplo antes de la atemperación una especie de “medición de calibración” que reproduzca una relación entre la temperatura medida del recipiente y la temperatura real de la capa o del cuerpo estratificado. La “medición de calibración” indica un valor nominal de la temperatura. Se detecta el valor real. Una comparación entre el valor nominal y el valor real proporciona una variable controlada para la regulación de las cantidades de energía.

45 La detección (y también la regulación de las cantidades parciales de la cantidad de energía) se realiza en particular con una resolución local en la dirección del espesor del cuerpo multicapa y con una resolución temporal en el marco temporal de la atemperación. Por ejemplo, se calienta el cuerpo multicapa a una velocidad de atemperación de 25 °C/s. Entonces, tanto la detección como la regulación de las cantidades parciales de la cantidad de energía tendrían lugar tan rápidamente que una diferencia de temperatura entre las capas del cuerpo multicapa permanecería durante la atemperación por ejemplo por debajo de un máximo prescrito.

50 La falta de homogeneidad térmica en la dirección del espesor puede, en combinación con una deformación transitoria del cuerpo multicapa, llevar también a una falta de homogeneidad térmica lateral en el cuerpo multicapa. Lateral significa por ejemplo dentro de una capa del cuerpo multicapa perpendicularmente a la dirección del espesor. Como se ha descrito al principio, el cuerpo multicapa descansa durante la atemperación por ejemplo sobre un fondo de grafito. La alimentación o la absorción de la cantidad de energía por la capa del cuerpo multicapa que descansa sobre el fondo se realiza mediante conducción térmica. Debido a una falta de homogeneidad térmica en la dirección del espesor puede aparecer una deformación transitoria del cuerpo multicapa en forma de una combadura del

5 cuerpo multicapa. En este proceso se pierde parcialmente el contacto necesario para la conducción térmica entre el cuerpo multicapa y el fondo del recipiente. A consecuencia de ello se produce una falta de homogeneidad térmica lateral de la capa apoyada o del cuerpo multicapa. Por lo tanto, resulta particularmente ventajoso que, para la detección del parámetro (y la regulación de las cantidades de energía), exista una resolución local no sólo en la dirección del espesor, sino también lateralmente.

10 En una configuración especial, el parámetro es una deformación del cuerpo multicapa. A causa de la aparición de una falta de homogeneidad térmica puede producirse una deformación. Por ejemplo, el cuerpo multicapa se curva de manera cóncava. El cuerpo multicapa descansa sobre el fondo de, por ejemplo, un recipiente. Debido a una deformación cóncava se produce en la zona marginal del cuerpo multicapa una separación entre la superficie de apoyo y el cuerpo multicapa. Una medida de tal deformación puede detectarse por ejemplo con una instalación de interferometría por láser o reflexión de luz láser. En virtud de la medida tiene lugar la regulación de las cantidades de energía. Resulta ventajoso que la medida se detecte en un estadio temprano de la deformación y sea posible reaccionar rápidamente a la misma.

15 Para una instalación mencionada para la detección de una medida de un parámetro dependiente de la atemperación por medio de una instalación óptica (por ejemplo láser), es ventajoso que la capa que se ha de examinar sea accesible para la luz de la instalación óptica y que una señal de detección pueda asignarse de manera inequívoca al parámetro que se ha de detectar. La longitud de onda de un láser debería por ejemplo diferenciarse suficientemente de la radiación térmica del cuerpo multicapa. Si el dispositivo está equipado con un recipiente, sería ventajoso que el cuerpo de transparencia fuese suficientemente transparente para la luz del láser.

20 Por medio del dispositivo es también posible lograr una deformación deseada del cuerpo multicapa. Para ello puede ser también conveniente seguir la deformación durante la atemperación como se ha descrito anteriormente. Puede producirse por ejemplo una célula solar de película delgada curva. Para la deformación encauzada se coloca por ejemplo el cuerpo multicapa sobre un molde o máscara correspondiente. El molde o máscara puede ser directamente una fuente de energía. El cuerpo multicapa se calienta por encima de un punto de reblandecimiento de la capa de soporte. Como consecuencia de ello, el cuerpo multicapa adopta una forma correspondiente de la máscara o del molde. La máscara está por ejemplo integrada en un fondo del recipiente. La máscara podría ser por ejemplo el cuerpo de transparencia.

30 Según un segundo aspecto de la invención, se indica un procedimiento para atemperar un cuerpo multicapa, que presenta una primera y al menos una segunda capas, mediante absorción de una cantidad de energía por el cuerpo multicapa con una absorción de una primera cantidad parcial de la cantidad de energía por la primera capa y una absorción de una segunda cantidad parcial de la cantidad de energía por la segunda capa, en donde se utiliza al menos una fuente de energía para alimentar la cantidad de energía al cuerpo multicapa. En este contexto se utiliza en particular un dispositivo anteriormente descrito. Las etapas de procedimiento son: disponer el cuerpo multicapa entre una primera y al menos una segunda fuentes de energía, de manera que la primera capa esté dispuesta entre la primera fuente de energía y la segunda capa, y la segunda capa esté dispuesta entre la segunda fuente de energía y la primera capa, utilizándose como fuente de energía al menos una fuente de energía para una determinada radiación electromagnética con un campo de radiación y absorbiendo al menos una de las capas la radiación electromagnética y disponiéndose esta o estas capas en el campo de radiación de la fuente de energía, y disponer un cuerpo de transparencia en el campo de radiación de la fuente de energía entre la fuente de energía y la capa que está situada en el campo de radiación de la fuente de energía y que absorbe la determinada radiación electromagnética y atemperar el cuerpo multicapa.

En una configuración especial, el cuerpo de transparencia absorbe una determinada cantidad de energía y alimenta la cantidad de energía a la capa. Esto se realiza en particular mediante conducción térmica y/o radiación térmica del cuerpo de transparencia a la capa.

45 En una configuración especial, al menos una capa se pone en contacto con un gas de proceso. Esto sucede antes, durante y/o después de la atemperación. En este contexto, puede ponerse en contacto con el gas de proceso no sólo una capa, sino todo el cuerpo multicapa.

50 En otra configuración se lleva a cabo durante la atemperación una detección de una medida de un parámetro físico del cuerpo multicapa dependiente de la atemperación para regular la absorción de la cantidad de energía durante la atemperación y regular la primera y la segunda cantidades parciales de la cantidad de energía. En una configuración especial, el cuerpo de transparencia alimenta a la capa la cantidad de energía mediante conducción térmica y/o radiación térmica.

55 En una configuración especial, el procedimiento se lleva a cabo como etapa de procedimiento en un procedimiento continuo y/o casi continuo con al menos dos etapas de procedimiento. Cada una de las etapas de procedimiento se lleva a cabo en un lugar separado (zona de proceso). En particular se utiliza en este contexto el dispositivo anteriormente descrito con el recipiente, para transportar el cuerpo multicapa de una zona de proceso a otra zona de proceso. Las etapas de procedimiento pueden ser por ejemplo zonas de calentamiento o zonas de enfriamiento, que pueden estar equipadas con unidades de acoplamiento para el llenado con gas o el vaciado de los recipientes. Las etapas de procedimiento pueden estar conectadas entre sí mediante una cámara de procesamiento circundante. La

envoltura circundante puede ser por ejemplo una cámara de vacío, una cámara de presión atmosférica o una cámara de alta presión. Además, las etapas de procedimiento pueden estar provistas, en la entrada y la salida, de unas esclusas de vacío o de alta presión para el material de procesamiento.

5 Según otro aspecto de la invención, se indica un cuerpo multicapa que presenta una primera capa de al menos una sustancia seleccionada del grupo que consiste en cobre, indio, galio, azufre y/o selenio y una segunda capa de vidrio, estando un diámetro lateral del cuerpo multicapa seleccionado del intervalo entre 0,3 m y 5 m. El diámetro es preferiblemente de más 1,0 m hasta 5 m.

10 En una configuración especial, el cuerpo multicapa se produce mediante el procedimiento anteriormente descrito. En este contexto se selecciona al menos una sustancia de la primera capa del cuerpo multicapa del grupo que consiste en cobre, indio, galio, azufre y se utiliza una segunda capa de vidrio. El diámetro lateral (dimensión) del cuerpo multicapa se selecciona del intervalo entre 0,3 m y 5 m. La capa es por ejemplo una capa semiconductor de seleniuro de cobre-indio. El cuerpo multicapa indicado es por ejemplo una célula solar de película delgada o un módulo solar de película delgada, que se compone de una pluralidad de células solares de película delgada individuales conectadas en serie. El vidrio es preferiblemente vidrio sódico-cálcico. La capa correspondiente actúa de capa de soporte. Sobre la capa de soporte está aplicada una capa de molibdeno como electrodo y sobre la capa de molibdeno está aplicada una capa funcional, concretamente una capa semiconductor de sulfoseleniuro de cobre-indio-galio (CIGSSe). Un espesor del cuerpo estratificado consistente en el cuerpo de vidrio y la capa semiconductor está típicamente entre 2 y 4 mm, con una capa de molibdeno de aproximadamente 0,5 μm y una capa semiconductor de aproximadamente 3 μm . El intervalo indicado para el espesor del cuerpo multicapa no debe utilizarse de manera exclusiva. El factor limitativo es una capacidad de producir un substrato grande que sea lo más plano posible y por lo tanto pueda procesarse con el dispositivo descrito o con el procedimiento descrito para obtener un cuerpo multicapa.

Resumiendo, se consiguen con la invención las siguientes ventajas:

- 25 • Es posible atemperar un cuerpo multicapa de gran superficie con una estructura asimétrica de capas (por ejemplo cuerpo multicapa con una sola capa sobre una capa de soporte) a una alta velocidad de atemperación de más de 1 °C/s.
- Las capas del cuerpo multicapa pueden presentar en este contexto un coeficiente de conductividad térmica muy diferente.
- 30 • Mediante una resolución temporal y local de la detección y la regulación de una medida de un parámetro dependiente de la atemperación se consigue una atemperación particularmente segura.
- Es posible una atemperación hasta casi un punto de reblandecimiento de una capa de soporte.
- En el caso de una atemperación por encima del punto de reblandecimiento de la capa de soporte es posible una deformación permanente del cuerpo multicapa.
- 35 • Mediante la utilización de un recipiente puede crearse un entorno de atemperación definido con una atmósfera de gas de proceso definida. En particular, puede emplearse un gas de proceso tóxico y/o corrosivo.
- El procedimiento puede llevarse a cabo en un equipo continuo con un gran rendimiento.

40 Por medio de un ejemplo de realización y las figuras correspondientes se presenta un dispositivo para atemperar un cuerpo multicapa y un procedimiento correspondiente para este fin. Las figuras son esquemáticas y no muestran representaciones a escala.

- La figura 1 muestra una sección transversal de un dispositivo para atemperar un cuerpo multicapa desde un lado.
- La figura 2 muestra una sección transversal de un dispositivo para atemperar, con un recipiente en el que está dispuesto el cuerpo multicapa.
- 45 La figura 3 muestra una sección transversal de un dispositivo para atemperar, con un recipiente en el que están dispuestos el cuerpo multicapa y un transmisor de energía.
- La figura 4 muestra un detalle de un cuerpo de transparencia.
- Las figuras 5a y 5b muestran una instalación para la detección de la medida de una deformación del cuerpo multicapa.
- 50 La figura 6 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para atemperar un cuerpo multicapa.

La figura 7 muestra un dispositivo para atemperar un cuerpo multicapa, que está dispuesto en una cámara de procesamiento.

Las figuras 8a y 8b muestran respectivamente un procedimiento continuo.

5 Las figuras 9a y 9b muestran un recipiente con unidad de acoplamiento en el modo de procesamiento y en el modo de transporte.

En los ejemplos de realización se produce un módulo solar 1 de película delgada. El módulo solar de película delgada presenta un área de 850 x 600 mm². El espesor del módulo solar es de 3 mm, produciéndose sobre una capa de soporte de vidrio sódico-cálcico 2 una capa de molibdeno 3 de 0,5 µm de espesor y una capa semiconductor 4 de sulfoseleniuro de cobre-indio-galio (CIGSSe) de 0,5 µm de espesor.

10 Antes de la atemperación, el cuerpo multicapa 1 presenta la siguiente estructura de capas: vidrio sódico-cálcico/molibdeno/cobre(galio)/indio/selenio. El vidrio sódico-cálcico actúa de capa 2 de soporte de la capa 3 de molibdeno y de la capa múltiple 4. En la capa de cobre está incluido galio. Como gas 16 de proceso se utiliza una mezcla gaseosa de sulfuro de hidrógeno, helio e hidrógeno. En el transcurso de la atemperación se forma selenio gaseoso o seleniuro de hidrógeno.

15 Según una primera forma de realización, el cuerpo multicapa se coloca sobre un cuerpo 5 de transparencia compuesto de vitrocerámica (figura 1). El cuerpo de transparencia presenta una pluralidad de distanciadores 6 del mismo material del que se compone el cuerpo 5 de transparencia (figura 4). El cuerpo 5 de transparencia se halla entre la capa 2 de soporte del módulo solar de película delgada, o su forma inicial 1, y una fuente 7 de energía. La fuente 7 de energía se compone de varios conjuntos ordenados de lámparas de halógeno dispuestos unos al lado de otros formando una matriz. La matriz suministra un campo 8 de radiación homogéneo. El cuerpo 5 de transparencia se halla en el campo 8 de radiación de la fuente 7 de energía. Absorbe una parte de la radiación electromagnética 9 de la fuente de energía y transmite mediante conducción térmica 10 a la capa 2 de soporte la cantidad de energía absorbida. La capa 2 de vidrio se atempera principalmente mediante la conducción térmica 10.

20 Entre una segunda fuente 11 de energía y la capa de selenio (revestimiento exterior de la capa 4) está dispuesto un segundo cuerpo 12 de transparencia compuesto de vitrocerámica. La segunda fuente 11 de energía está configurada, al igual que la primera fuente 11 de energía, en forma de matriz. El segundo cuerpo 12 de transparencia absorbe una parte de la radiación electromagnética 13 de la segunda fuente 11 de energía. Una parte de la cantidad de energía absorbida en este proceso se desprende en forma de radiación térmica 14 a la capa múltiple 4. El cuerpo 12 de transparencia muestra también una transmitancia para la radiación electromagnética 13, de manera que esta radiación incide sobre la capa múltiple 4. La capa múltiple 4 se halla en el campo 15 de radiación de la fuente 13 de energía. La capa múltiple 4 se atempera principalmente mediante radiación térmica 14.

25 El cuerpo multicapa 1 se dispone en un recipiente 17 (figura 2) en la manera anteriormente descrita. La tapa 18 y el fondo 19 están formados por los cuerpos 5 y 12 de transparencia. Una pared lateral 20 del recipiente 17 se compone de carbono reforzado con fibras de carbono (CFC).

35 Después de depositar el cuerpo multicapa sobre la placa de fondo, el recipiente se llena con el gas de proceso y se cierra. Después se realiza la atemperación a una velocidad de atemperación de 5 °C/s, regulándose la fuente 7 de energía y la fuente 11 de energía por separado.

Otro ejemplo de realización se caracteriza por que en la caja está integrado un transmisor 26 de energía.

40 Para la fuente 7 de energía se emplea el siguiente circuito de regulación: Con un pirómetro en forma de un sensor infrarrojo de una longitud de onda adecuada se mide un perfil de temperatura real lateral del cuerpo 5 de transparencia. A través del apoyo del cuerpo multicapa puede determinarse mediante una calibración, a partir del perfil de temperatura del cuerpo de transparencia, el perfil de temperatura de la capa 2 de soporte. Por medio de un algoritmo regulador sobre el valor real y el valor nominal de la temperatura del cuerpo de transparencia, se determina una señal de regulación con la que se regula la potencia de radiación de la fuente 7 de energía.

45 Una variable controlada para un circuito de regulación para controlar la fuente 11 de energía es una combadura transitoria 21 de la capa 2 de soporte. La combadura 21 se mide mediante interferometría por láser en el lado 22 del sustrato o en el lado 23 de la capa. Los puntos de medición son el centro 24 del sustrato y una esquina 25 del cuerpo multicapa. En la interferometría por láser se mide la variación de la distancia provocada por una combadura y a partir de la misma se determina la señal de regulación para la fuente de energía correspondiente.

50 En otro ejemplo de realización, la variable controlada para la fuente 11 de energía es la temperatura del cuerpo 12 de transparencia.

55 En la figura 7 se indica otro ejemplo de realización. El recipiente 17 dispone de unas aberturas para gas en forma de una entrada 31 de gas y una salida 32 de gas. Estas aberturas disponen por ejemplo de una válvula de cierre, que se cierra una vez terminado el intercambio gaseoso. Durante un transporte del recipiente 17 con el cuerpo multicapa 1 hasta la siguiente zona de proceso, la válvula está cerrada. Una de las zonas de proceso es una zona de

calentamiento. La zona de calentamiento consta de dos conjuntos ordenados de lámparas de halógeno. Con el transporte del recipiente (con cuerpo de transparencia) a la zona de calentamiento entre los dos conjuntos ordenados se produce el dispositivo para atemperar.

5 En la figura 7 se indica también otro ejemplo de realización. En este contexto, todo el dispositivo se halla en una cámara 30 de procesamiento, que puede evacuarse y llenarse con un gas determinado.

10 En las figuras 8a y 8b se indica el principio de un procedimiento continuo por medio de un equipo en línea. En una primera realización, todo el equipo en línea está dispuesto en la cámara 30 de procesamiento (figura 8a). Tiene lugar un transporte 36 del cuerpo multicapa 1 dentro del recipiente 17 de la zona de proceso 33 a la zona de proceso 34. En cada una de las zonas de proceso se lleva a cabo una etapa de procedimiento diferente. En la zona de proceso 33, el recipiente 17 se llena con el gas de proceso y se calienta. En la zona de proceso 34, el recipiente 17 se evacúa y se enfría. Como alternativa a esto, cada una de las zonas 33 y 34 de proceso está dispuesta en una cámara 301 a 304 de proceso propia separada (figura 8b). El equipo en línea está repartido en varias cámaras de proceso. Las cámaras de proceso están provistas de esclusas, a través de las cuales los recipientes llegan a las cámaras de proceso.

15 En las figuras 9a y 9b se muestra cómo puede estar realizada una disposición para una atemperación o un procesamiento, incluyendo una unidad de acoplamiento. La figura 9a muestra una sección transversal del recipiente 17 en el modo de procesamiento. El recipiente 17 presenta una tapa 18 en forma de un cuerpo 12 de transparencia. El fondo 19 se compone de un material muy absorbente. En una forma de realización, el material es grafito. Una pared lateral 20 del recipiente 17 es un marco del recipiente 17 de CFC. En la pared lateral del recipiente están integradas una entrada 31 de gas y una salida 32 de gas. En la pared lateral 20 también están integradas unas válvulas 40 de cierre automático. Con estas válvulas pueden abrirse o cerrarse las aberturas 31 y 32 para gas con el fin de evacuar el recipiente o llenar el recipiente con un gas.

20 En la pared lateral también está integrada una unidad 42 de acoplamiento del recipiente de la zona 33 de proceso. La unidad 42 de acoplamiento puede estar realizada por ejemplo como una abertura cónica. Con esta abertura, el recipiente 17 se enchufa sobre una unidad 41 de acoplamiento de las zonas de proceso conformada de manera inversa a la abertura. En las unidades 41 y 42 de acoplamiento están integrados unos conductos 43 de gas. Cuando el recipiente está dispuesto de esta manera con, por ejemplo, la zona de proceso 33, es posible por ejemplo durante esta etapa de procedimiento introducir o extraer un gas de proceso cualquiera o evacuar el recipiente de procesamiento y lavarlo con gas inerte. En la forma representada, las unidades 42 de acoplamiento del recipiente 17 y de la zona 33 de proceso sirven para producir una atmósfera de gas de proceso.

25 Una vez concluido el procesamiento o concluida la atemperación, se realizan la extracción de la unidad de acoplamiento y el cierre automático de las válvulas 40. A continuación, en el modo de transporte, puede realizarse el transporte del recipiente hasta la siguiente zona 34 de proceso. La zona 34 puede estar provista por ejemplo de otra unidad de acoplamiento, que por ejemplo recargue gas de procesamiento consumido o introduzca un nuevo gas de procesamiento.

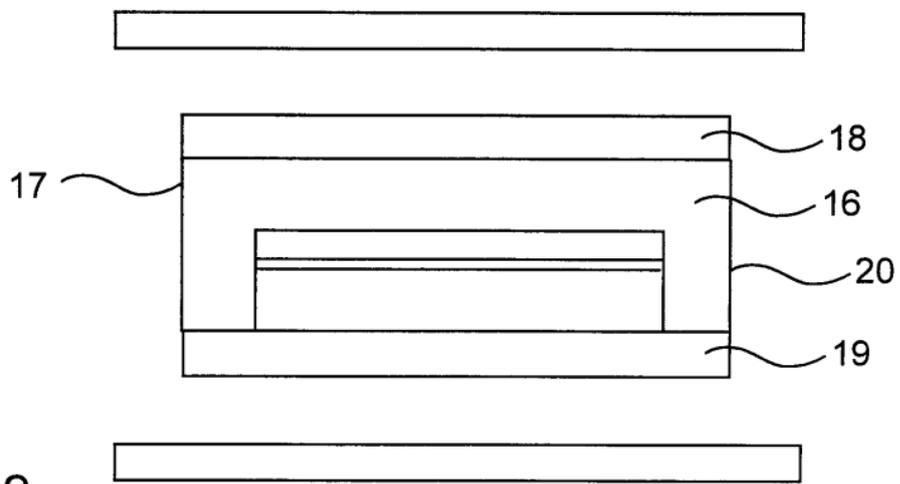
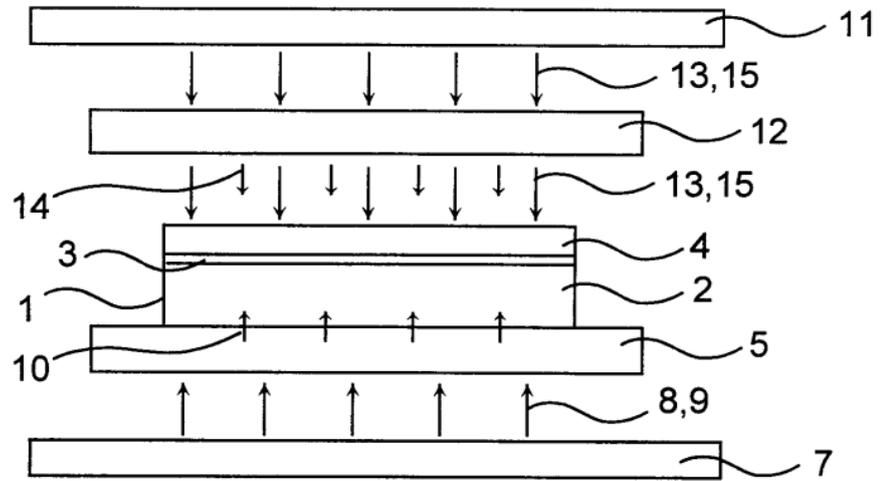
30

35

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para atemperar un cuerpo multicapa (1), que presenta una primera capa (2, 3, 4) y al menos una segunda capa (2, 3, 4), mediante absorción de una cantidad de energía por el cuerpo multicapa (1) con una absorción de una primera cantidad parcial de la cantidad de energía por la primera capa (2, 3, 4) y una absorción de una segunda cantidad parcial de la cantidad de energía por la segunda capa (2, 3, 4), que presenta
 - al menos una fuente (7, 11) de energía de la cantidad de energía, en donde
 - existen una primera y al menos una segunda fuentes de energía,
 - al menos una de las fuentes (7, 11) de energía presenta una emisión de una determinada radiación electromagnética (13) con un campo (9, 15) de radiación,
 - al menos una de las capas (2, 4) presenta una determinada absorción para la radiación electromagnética (8, 13),
 - la primera capa (2) puede disponerse entre la primera fuente (7) de energía y la segunda capa (4), y la segunda capa (4) puede disponerse entre la segunda fuente (11) de energía y la primera capa (2), de tal manera que la capa (2, 4) con la absorción para la radiación electromagnética (8, 13) se halle en el campo (9, 15) de radiación, y
 - en el campo (9, 15) de radiación entre la fuente (7, 11) de energía con el campo (9, 15) de radiación y la capa (2, 4) que presenta la absorción para la radiación electromagnética (8, 13) está dispuesto al menos un cuerpo (5, 12) de transparencia ópticamente parcialmente transparente para la radiación electromagnética (8, 13), presentando el cuerpo (5, 12) de transparencia un material de vitrocerámica, siendo el cuerpo (5, 12) de transparencia una pared (18, 19, 20) de un recipiente (17) para soportar el cuerpo multicapa (1) durante la atemperación, siendo la pared una tapa (18) y un fondo (19) del recipiente (17), apoyándose el cuerpo multicapa (1) con una capa directamente en el cuerpo de transparencia del fondo (19).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en donde existe al menos un transmisor (26) de energía para transmitir la cantidad de energía al cuerpo multicapa (1) y en donde el transmisor (26) de energía absorbe radiación electromagnética y la convierte en una radiación térmica, que es absorbida por la capa (2, 4).
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en donde el cuerpo (5, 12) de transparencia presenta una pluralidad de distanciadores (6) en los que puede colocarse el cuerpo multicapa (1) y en donde, para una homogeneización de la distribución de temperatura lateral del cuerpo multicapa (1), los distanciadores (6) están dispuestos uniformemente bajo contacto entre la capa del cuerpo multicapa y el cuerpo de transparencia.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, en donde los distanciadores (6) presentan un material seleccionado del grupo que consiste en vidrio y/o vitrocerámica.
5. Dispositivo según la reivindicación 1, en donde el recipiente (17) presenta al menos una abertura (31, 32) para gas para evacuar el recipiente y/o llenar el recipiente con un gas de proceso.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, en donde la abertura (31, 32) para gas del recipiente (17) presenta una unidad (42) de acoplamiento para acoplar el recipiente (17) a una unidad (41) de acoplamiento de una zona (33, 34) de proceso y en donde el recipiente (17) puede sujetarse mediante la unidad (42) de acoplamiento en la zona (33, 34) de proceso o puede moverse de una zona (33, 34) de proceso a otra zona (33, 34) de proceso.
7. Dispositivo según la reivindicación 6, en donde el recipiente (17) se sujeta en la zona (33, 34) de proceso mediante la unidad (42) de acoplamiento en un procedimiento continuo para llevar a cabo una etapa de procedimiento y está unido con una unidad de tal manera que el recipiente (17) puede llenarse con gas o vaciarse.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, estando el dispositivo dispuesto en una cámara (30, 301, 302, 303, 304) de procesamiento seleccionada del grupo que consiste en cámara de vacío, cámara atmosférica y/o cámara de alta presión.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el cuerpo (5, 12) de transparencia y/o el transmisor (26) de energía y/o el recipiente (17) y/o la cámara de procesamiento presentan un material inerte en relación con el gas (16) de proceso.

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde existe al menos una instalación (27) para detectar una medida (21) de al menos un parámetro físico del dispositivo dependiente de la atemperación para regular la primera y la segunda cantidades parciales de la cantidad de energía.
- 5 11. Dispositivo según la reivindicación 10, en donde el parámetro representa una deformación del cuerpo multicapa.
- 10 12. Procedimiento para atemperar un cuerpo multicapa, que presenta una primera y al menos una segunda capas, mediante absorción de una cantidad de energía por el cuerpo multicapa con una absorción de una primera cantidad parcial de la cantidad de energía por la primera capa y una absorción de una segunda cantidad parcial de la cantidad de energía por la segunda capa, en donde se utiliza al menos una fuente de energía para alimentar la cantidad de energía al cuerpo multicapa, utilizando un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, con las etapas de procedimiento:
- a) disponer el cuerpo multicapa entre una primera y al menos una segunda fuentes de energía,
- de manera que la primera capa esté dispuesta entre la primera fuente de energía y la segunda capa, y la segunda capa esté dispuesta entre la segunda fuente de energía y la primera capa,
- utilizándose como fuente de energía al menos una fuente de energía para una determinada radiación electromagnética con un campo de radiación,
- y absorbiendo al menos una de las capas la radiación electromagnética y disponiéndose esta o estas capas en el campo de radiación de la fuente de energía,
- y disponer un cuerpo de transparencia de vitrocerámica en el campo de radiación de la fuente de energía entre la fuente de energía y la capa que está situada en el campo de radiación de la fuente de energía y que absorbe la determinada radiación electromagnética, siendo el cuerpo (5, 12) de transparencia una pared (18, 19, 20) de un recipiente (17) para soportar el cuerpo multicapa (1) durante la atemperación, siendo la pared una tapa (18) y un fondo (19) del recipiente (17), apoyándose el cuerpo multicapa (1) con una capa directamente en el cuerpo de transparencia del fondo (19),
- b) atemperar el cuerpo multicapa, en donde, para la atemperación, el cuerpo de transparencia absorbe una determinada cantidad de energía y alimenta mediante conducción térmica y radiación térmica la cantidad de energía a la capa apoyada en el fondo.
- 15 13. Procedimiento según la reivindicación 12, en donde al menos un material de una de las capas del cuerpo multicapa se selecciona del grupo que consiste en vidrio, vitrocerámica, cerámica, plástico y/o metal.
- 20 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 o 13, en donde durante la atemperación se llevan a cabo una detección de una medida de un parámetro físico del dispositivo dependiente de la atemperación, para regular la absorción de la cantidad de energía durante la atemperación, y una regulación de la cantidad de energía.
- 25 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14, en donde al menos una capa (2, 3, 4) se pone en contacto con un gas (16) de proceso.
- 30 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 15, llevándose a cabo el procedimiento como etapa (33, 34) de procedimiento en un procedimiento continuo y/o casi continuo con al menos dos etapas de procedimiento.
- 35 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 16, en donde se produce un cuerpo multicapa con una primera capa de al menos una sustancia seleccionada del grupo que consiste en cobre, indio, galio, azufre y/o selenio y con una segunda capa de vidrio, seleccionándose una dimensión del cuerpo multicapa del intervalo entre 0,3 m y 5 m.
- 40



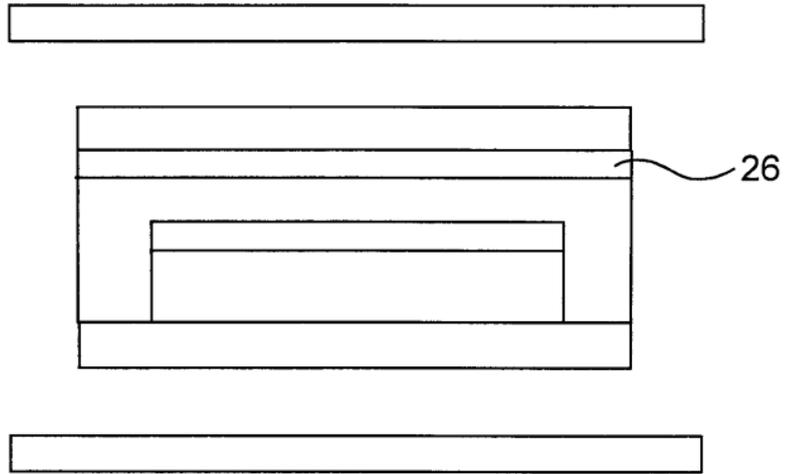


FIG 3

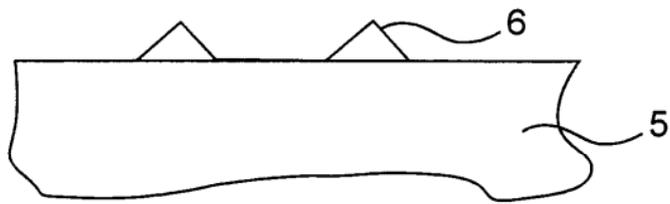


FIG 4

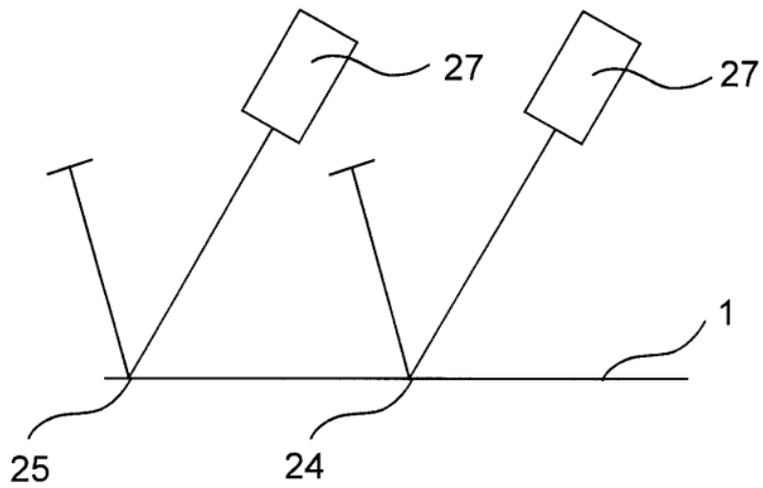


FIG 5a

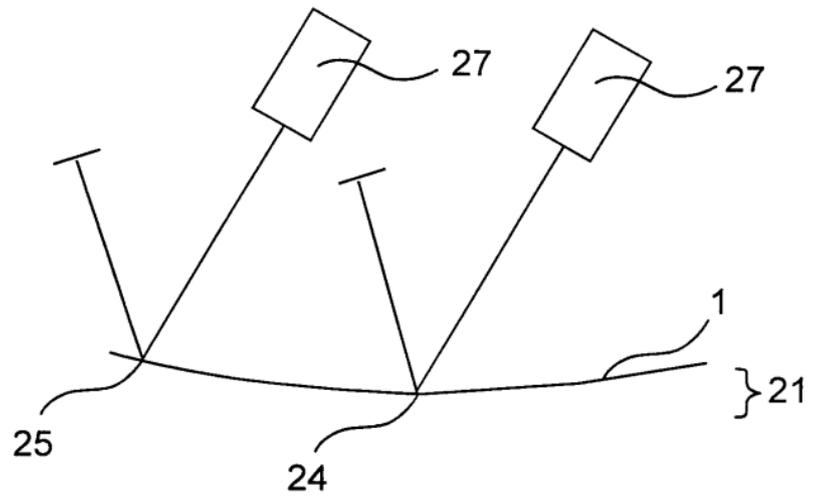


FIG 5b

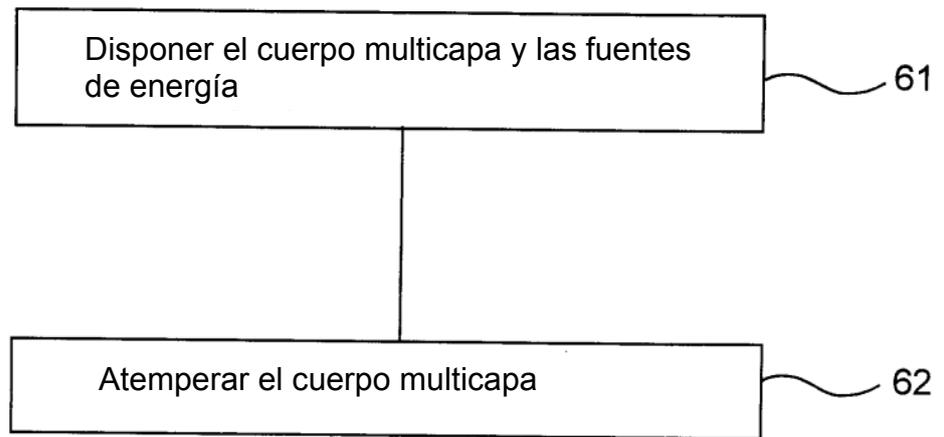


FIG 6

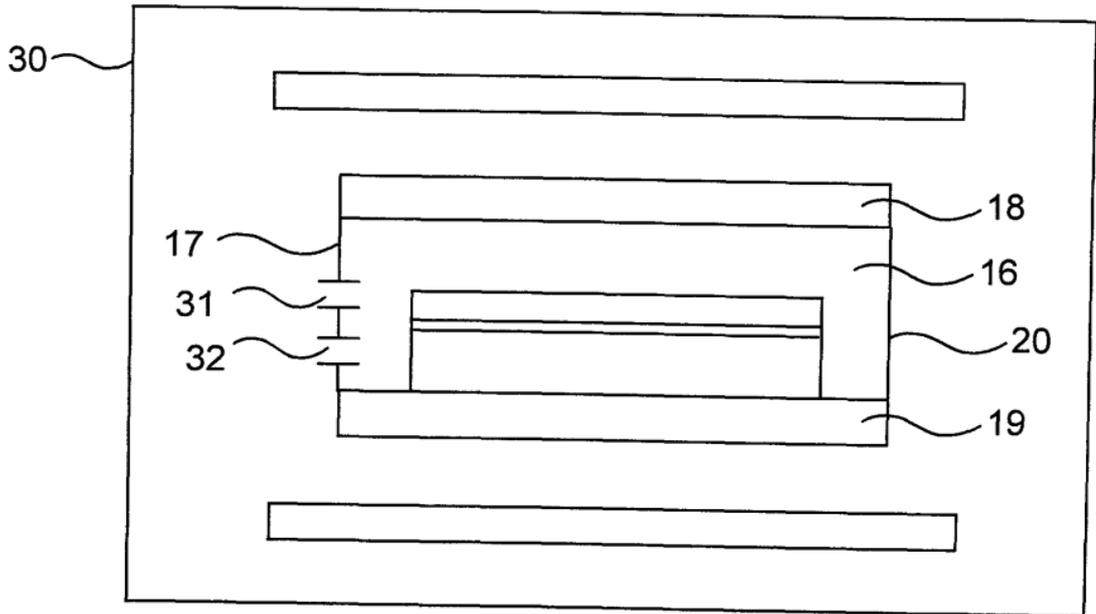


FIG 7

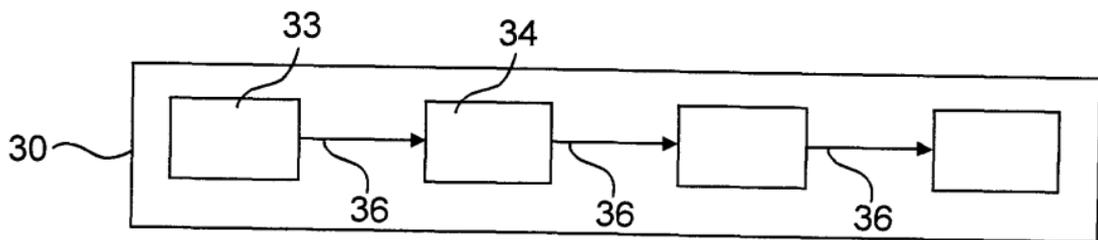


FIG 8a

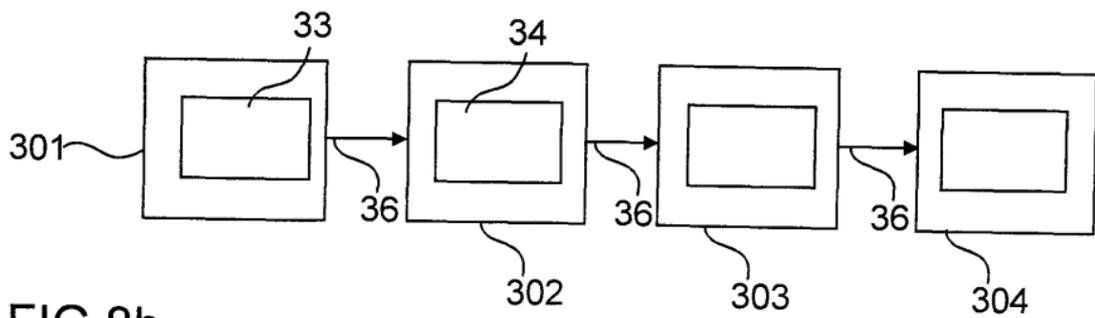


FIG 8b

