

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 297**

51 Int. Cl.:

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/677 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2013 PCT/IB2013/050416**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2013 WO13118004**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2013 E 13709539 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 2812916**

54 Título: **Módulo de proceso**

30 Prioridad:

06.02.2012 DE 102012100927

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

17.06.2020

73 Titular/es:

**MEYER BURGER (GERMANY) GMBH (100.0%)
An der Baumschule 6-8
09337 Hohenstein-Ernstthal, DE**

72 Inventor/es:

**MAI, JOACHIM;
MUELLER, DANNY;
RASCHKE, SEBASTIAN y
HEINZE, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 767 297 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

Módulo de proceso

5 La presente invención se refiere a un módulo de proceso con al menos una cámara de proceso apta para someterse a vacío, situada en el módulo de proceso, y con al menos un dispositivo portador móvil horizontalmente a través del módulo de proceso en al menos una dirección de transporte de sustrato y destinado a recibir al menos un respectivo sustrato plano que se debe procesar en la cámara de proceso.

10 En la producción en masa de productos planos, como, por ejemplo, células solares, han dado buenos resultados las instalaciones de circulación de formato grande. Ejemplos de tales instalaciones de circulación son hornos de rodillos de circulación para el tratamiento térmico de sustratos e instalaciones de revestimiento por circulación como las que se conocen, por ejemplo, por el documento WO 2011/080659 A1. En una instalación de esta clase se depositan sobre un dispositivo portador varios sustratos, por ejemplo placas de células solares cuadradas, y éstos recorren entonces una instalación de construcción modular con varios módulos de proceso en cada uno de los cuales se efectúa un tratamiento de los sustratos. En instalaciones de circulación de construcción barata es problemático el cumplimiento satisfactorio de requisitos continuamente crecientes impuestos a los productos fabricados. Entre éstos se cuentan, por ejemplo, los elevados requisitos impuestos a la pureza de los gases durante tratamientos con plasma de sustratos.

15 Una alta pureza de instalaciones de tratamiento con plasma puede materializarse, por ejemplo, en instalaciones de ultraalto vacío y de alto vacío. Sin embargo, por motivos de costes, el empleo de tales instalaciones de alto precio se descarta en la fabricación de productos de bajo precio. Se conocen también por el documento WO 2011/095846 A1 reactores de placas en paralelo en los que se satisfacen altos requisitos impuestos a una deposición CVD asistida por plasma y que, no obstante, están ligados a costes de instalación relativamente pequeños. Sin embargo, sigue existiendo el deseo de aumentar la calidad de productos y reducir los costes de producción.

20 Por tanto, el problema de la presente invención consiste en proponer un módulo de proceso del género anteriormente citado que, a una gran velocidad de producción y manteniendo lo más bajos posible los costes de instalación, permita un tratamiento uniforme y muy valioso de todos los sustratos.

25 Este problema se resuelve con un módulo de proceso del género citado al principio en el que la al menos una cámara de proceso puede ser cerrada físicamente con respecto al módulo de proceso por el dispositivo portador, cuya posición es variable en al menos una dirección de cierre transversal a la dirección de transporte de sustratos, formando el al menos un dispositivo portador un fondo de la al menos una cámara de proceso. Esta instalación es conocida también, por ejemplo, por el documento US 2008/0251376.

30 Este módulo de proceso está construido según el principio de cámara en cámara. El módulo de proceso presenta aquí una cámara exterior en la que está incorporada la cámara de proceso como cámara interior. La cámara de proceso puede fijarse a la tapa de cámara del módulo de proceso y/o se transporta por el fondo con ayuda de elementos de transporte especiales. En algunos casos, la cámara de proceso puede fijarse también a un techo intermedio o un fondo intermedio y/o a paredes laterales del módulo de proceso. La modalidad de la variante de fijación es influenciada y definida predominantemente por las necesidades técnicas y tecnológicas de la cámara de proceso y/o del módulo de proceso.

35 Gracias a esta construcción se consigue una mejor separación que en el caso de una cámara individual entre la zona de proceso y la atmósfera exterior o dispositivos auxiliares que se necesiten, por ejemplo, para el transporte de sustratos dentro del módulo de proceso. De esta manera, se puede reducir también la concentración de gases impuros en la cámara de proceso y se puede mejorar la exactitud de los ajustes de temperatura de la cámara de proceso. Dado que los procesos de tratamiento con plasma, como, por ejemplo, una deposición química en fase gaseosa asistida por plasma, dependen de la temperatura, una elevada exactitud del ajuste de la temperatura produce también una elevada calidad en la homogeneidad del tratamiento de los sustratos. Otra ventaja consiste en que la zona de proceso inmediata para el tratamiento de los sustratos puede delimitarse de modo que, al incorporar el plasma, los procesos de estabilización dependientes predominantemente del intercambio de gases puedan desarrollarse de manera más definida y con mayor brevedad.

40 En el módulo de procesos según la invención la cámara de proceso está materializada de manera especialmente sencilla y correspondientemente barata debido a que el dispositivo portador forma el fondo de la cámara de proceso. El dispositivo portador existente de todos modos forma aquí al mismo tiempo el fondo y el cierre de la cámara de proceso. En la cámara de proceso está solamente el lado del dispositivo portador en el que está previsto el al menos un sustrato. Los demás elementos del dispositivo portador se encuentran fuera de la cámara de proceso. Se puede minimizar así el volumen interior de la cámara de proceso, con lo que se reducen los tiempos de bombeo, lavado y ventilación y, en consecuencia, se pueden economizar costes.

En el módulo de proceso pueden estar dispuestas también varias cámaras de proceso. Por ejemplo, como se explicará seguidamente con más detalle, pueden estar presentes dos cámaras de proceso cuyos fondos estén formados por dos dispositivos portadores.

5 El dispositivo portador se puede mover horizontalmente según la invención dentro del módulo de proceso. El módulo de proceso puede estar configurado, por ejemplo, como un módulo de una instalación de circulación. En este caso, existe solamente una dirección de transporte de sustratos, es decir, la dirección de circulación por la instalación de circulación. Sin embargo, el módulo de proceso puede ser también en otra ejecución un módulo final que presente solamente una abertura para el transporte de entrada y de salida de al menos un dispositivo portador. En este caso, existen dos direcciones de transporte de sustratos, una dirección de introducción y una dirección de extracción opuesta a la anterior.

10 Según el sistema de transporte empleado, la dirección de transporte de sustratos puede ser una dirección de movimiento unidimensional o bien una dirección de movimiento curvada. El movimiento del dispositivo portador en la dirección de transporte de sustratos no conduce todavía al cierre de la cámara de proceso. Para cerrar la cámara de proceso se mueve el dispositivo portador en la dirección de cierre hacia las partes inmóviles de la cámara de proceso. La dirección de cierre es en general un movimiento vertical dirigido hacia arriba, pero puede ser también un movimiento en ángulo con la vertical. En cualquier caso, la dirección de cierre no es idéntica a la dirección de transporte de sustratos, sino que la dirección de cierre está orientada en sentido transversal a la dirección de transporte de sustratos, es decir, formando un ángulo grande con ésta. Gracias al movimiento del dispositivo portador en la dirección de cierre se puede cerrar la cámara de proceso. Gracias al movimiento del dispositivo portador en sentido contrario a la dirección de cierre se puede reabrir correspondientemente la cámara de proceso o se puede agrandar la distancia entre el dispositivo portador y la cámara de proceso. El procesamiento en la cámara de proceso se efectúa aquí en general con la cámara de proceso cerrada, pero pueden estar previstos también procesamientos con la cámara de proceso abierta.

25 En una ejecución preferida del módulo de proceso según la invención el al menos un dispositivo portador es eléctricamente conductivo o posee al menos una superficie eléctricamente conductiva. El dispositivo portador puede formar así un electrodo que está acoplado eléctricamente con el plasma y produce un movimiento de portadores de carga del plasma en dirección al dispositivo portador. Para formar un circuito eléctrico que contenga el plasma y el dispositivo portador, este dispositivo portador tiene que ser eléctricamente conductivo.

30 La superficie del dispositivo portador en el interior de la cámara de proceso tiene que consistir, además, en un material compatible con el proceso. Esto quiere decir que el dispositivo portador no deberá ser dañado por los procesos realizados en la cámara de proceso y no se deberán dispensar impurezas desde el dispositivo portador hacia la cámara de proceso. Cuando, por ejemplo, en la cámara de proceso se realizan alternativamente una deposición CVD de nitruro de silicio y una limpieza de la cámara con un gas de limpieza clorado y/o fluorado, entra en consideración el aluminio como material compatible con el proceso. Entre el aluminio y el nitruro de silicio existe una buena adherencia, por lo que no es de tener una formación prematura de partículas por estallidos. Asimismo, el aluminio es estable en los más diferentes gases corrosivos, con lo que en los procesos de limpieza no se presenta una corrosión indefinida en el dispositivo portador. En otros procesos son necesarias otras propiedades del material para conseguir la compatibilidad con el proceso. Por ejemplo, para un proceso de tratamiento de plasma con oxígeno puede requerirse una capacidad de oxidación o para un proceso de tratamiento a alta temperatura puede requerirse una alta estabilidad frente a la temperatura.

40 Según una ejecución ventajosa del módulo de proceso de la invención, en un techo y/o en al menos una pared lateral de la cámara de proceso están dispuestas acometidas de la cámara de proceso para medios gaseosos, líquidos y/o eléctricos. Para el procesamiento en la cámara de proceso se necesita en general una atmósfera definida. Para establecer esta atmósfera definida se tienen que alimentar determinados gases. Desde la cámara de proceso se tienen que bombear otros gases, por ejemplo los productos de reacción de una reacción química en fase gaseosa. Además, se tienen que introducir a veces medios líquidos en la cámara de proceso, por ejemplo agua refrigerante. Para la generación de un plasma se tiene que introducir, además, energía eléctrica en la cámara de proceso. Las diferentes acometidas para los distintos medios se materializan preferiblemente en las partes no movidas de la cámara de proceso, es decir, en el techo o en al menos una pared lateral de la cámara de proceso. Las acometidas no movidas son en general más sencillas y más fiables que las acometidas movidas. Las acometidas pueden estar dispuestas en una pared de la cámara de proceso o bien distribuidas en varias paredes.

55 El procesamiento de los sustratos está previsto principalmente en la cámara de proceso. Por tanto, únicamente la cámara de proceso apta para someterse a vacío puede estar provista de una acometida de bombeo. El espacio interior alrededor de la cámara de proceso se barre en este caso en el módulo de proceso por medio de la acometida de bombeo de la cámara de proceso o por medio de la acometida de bombeo de un módulo vecino del módulo de proceso. Sin embargo, en un perfeccionamiento más favorable del módulo de proceso, éste presenta una acometida de bombeo propia, con lo que se pueden bombear gases del módulo de proceso con independencia de la cámara de proceso, por ejemplo para reducir impurezas. Además, es ventajoso que el módulo de proceso posea también una entrada de gas propia.

En un ejemplo ventajoso del módulo de proceso según la invención el módulo de proceso presenta al menos un elemento de atemperado para atemperar el techo y/o al menos una pared lateral de la cámara de proceso, siendo el elemento de atemperado un dispositivo de calentamiento y/o un dispositivo de refrigeración. Las temperaturas pueden ajustarse de manera especialmente fiable durante el procesamiento cuando no solo se atemperen los sustratos, sino también la cámara de proceso completa. Según las temperaturas de proceso empleadas, se pueden utilizar diferentes elementos de atemperado. A las altas temperaturas necesarias, el elemento de atemperado está configurado regularmente como un dispositivo de calentamiento. El dispositivo de calentamiento puede ser un calefactor de resistencia o un calefactor de lámpara. Sin embargo, por ejemplo, a bajas temperaturas del proceso puede ser también necesario que se refrigere la cámara de proceso o que se regule la temperatura entre refrigeración y calentamiento. Para tales tareas se pueden utilizar elementos de atemperado que consistan en una combinación de dispositivo de refrigeración y dispositivo de calentamiento o que presenten una temperatura regulable. Es posible una regulación de la temperatura, por ejemplo, por medio de un líquido regulado en temperatura.

En otra forma de realización del módulo de proceso según la invención la al menos una cámara de proceso posee al menos una conexión o contacto compatible con alta frecuencia (HF) para el dispositivo portador. Cuando el dispositivo portador se emplea como electrodo para un plasma de alta frecuencia (HF), el dispositivo portador tiene que integrarse en un circuito eléctrico de alta frecuencia. En conductores eléctricos para corrientes de alta frecuencia existen requisitos distintos a los imperantes en conductores para corrientes continuas. Por este motivo, para la unión eléctrica del dispositivo portador está prevista una conexión o un contacto para el dispositivo portador. En caso de un contacto, la unión eléctrica se establece únicamente presionando el dispositivo portador, mientras que en caso de una conexión se establece la unión eléctrica con ayuda de un mecanismo. Esta conexión o contacto es preferiblemente un componente de la cámara de proceso. Sin embargo, en ejecuciones alternativas la conexión o el contacto puede ser también al menos parcialmente parte del dispositivo portador y/o del módulo de proceso.

La conexión o contacto compatible con alta frecuencia es generalmente una conexión a masa. Esto quiere decir que el dispositivo portador se une con masa a través de la conexión o contacto de modo que pueda circular la corriente de alta frecuencia (HF) en dirección a masa. Sin embargo, como alternativa, la conexión o contacto puede estar también aislado de la masa de modo que se pueda aplicar al dispositivo portador un potencial distinto del potencial de masa o una tensión alterna. Con la aplicación de una tensión alterna se pueden perseguir diferentes objetivos. En un ejemplo se puede acoplar una potencia de alta frecuencia (HF) para generar un plasma en la cámara de proceso. En otro ejemplo de realización se puede solicitar el dispositivo portador con un potencial para extraer iones de un plasma generado de otra manera. Sin embargo, la solicitud del dispositivo portador con un potencial distinto del potencial de masa es muy costosa, ya que se tiene que evitar constructivamente por medio de aisladores adecuados una inflamación del plasma fuera de la cámara de proceso y en zonas de los bordes de la cámara de proceso. El contacto de alta frecuencia (HF) puede estar configurado como un contacto mecánico físico y también como un contacto capacitivo. Se puede formar un contacto capacitivo, por ejemplo, mediante una placa de electrodo dispuesta en paralelo con el dispositivo portador.

Según la configuración constructiva de la invención, el módulo de proceso según la invención presenta un sistema de transporte para realizar un transporte de entrada del dispositivo portador hacia dentro de la cámara de proceso y/o para un transporte de salida del dispositivo portador hacia fuera de la cámara de proceso, estando previstos el transporte de entrada y/o el transporte de salida en un plano de transporte paralelo a una extensión horizontal de la cámara de proceso. El módulo de proceso según la invención puede ajustarse, entre otras cosas, para el tratamiento de dispositivos portadores mecánicamente grandes. Para mover sustratos y dispositivos portadores grandes y pesados son poco adecuados los dispositivos de transporte, como, por ejemplo, brazos de robot, que se utilizan en sustratos pequeños y ligeros. Por el contrario, para transportar el dispositivo portador son ventajosos sistemas de transporte que garanticen también un apuntalamiento del dispositivo portador dentro del módulo de proceso. El sistema de transporte empleado materializa un movimiento horizontal del dispositivo portador que está cargado con sustratos hacia la cámara de proceso y hacia fuera de la cámara de proceso después del tratamiento. En una instalación de circulación la dirección de movimiento del dispositivo portador es la dirección de circulación; en otras instalaciones la dirección de transporte de salida puede ser la contraria a la dirección de transporte de entrada.

En ejecuciones especialmente adecuadas del módulo de proceso según la invención el sistema de transporte presenta rodillos de transporte y/o un accionamiento por motor lineal. Con rodillos de transporte y accionamientos por motor lineal se consigue un apuntalamiento regular o continuo del dispositivo portador de modo que no se presente ningún curvado o combado del dispositivo portador. De este modo, el módulo de proceso puede ser de construcción compacta y no tiene que proporcionarse espacio alguno para dispositivos de transporte combados. Sin embargo, el sistema de transporte no tiene que presentar forzosamente rodillos de transporte o un accionamiento por motor lineal; son posibles también otras ejecuciones de sistemas de transporte, tal como, por ejemplo, un brazo de transporte apuntalado.

Es especialmente ventajoso que todos los componentes de accionamiento del sistema de transporte del módulo de proceso según la invención se encuentren fuera de la cámara de proceso. En esta ejecución la cámara de proceso puede ser de construcción especialmente plana y los componentes de accionamiento del sistema de transporte no se exponen a carga alguna por efecto del proceso desarrollado en la cámara de proceso.

5 En una ejecución preferida del módulo de proceso según la invención el módulo de proceso presenta un sistema elevador para elevar el dispositivo portador hasta un plano de procesamiento y para bajar el dispositivo portador hasta un plano de transporte, estando previsto el dispositivo portador en el plano de procesamiento como fondo de la cámara de proceso. En esta ejecución el mecanismo de transporte para el dispositivo portador está separado del mecanismo de cierre para la cámara de proceso. En el plano de transporte es posible un transporte sencillo del dispositivo portador, no siendo necesario, a causa de distancias suficientemente grandes, un reglaje mecánico entre el módulo de proceso y el dispositivo portador. El cierre de la cámara de proceso se materializa con ayuda del sistema elevador, el cual presiona el dispositivo portador contra las partes no movidas de la cámara de proceso, con lo que el dispositivo portador forma el fondo de la cámara de proceso cerrada. El sistema elevador realiza un movimiento de elevación sustancialmente vertical en el que el dispositivo portador es presionado contra superficies de sellado. De esta manera, se consigue un buen sellado de la cámara de proceso. El funcionamiento de la cámara de proceso está previsto primordialmente en el estado cerrado, encontrándose el dispositivo portador en el plano de procesamiento. Sin embargo, el sistema elevador permite también la bajada del dispositivo portador hasta planos que estén por debajo del plano de procesamiento. En estos planos pueden estar también previstos procesamientos, por ejemplo procesos de limpieza. Sin embargo, como alternativa, el módulo de proceso puede materializarse también sin un sistema elevador, materializándose el cierre de la cámara de proceso por medio de otro mecanismo, tal como, por ejemplo, un plano inclinado.

En un perfeccionamiento ventajoso de un módulo de proceso de esta clase según la invención el sistema elevador presenta al menos una placa de calentamiento o un calentador radiante. Los sustratos deben poseer en la cámara de proceso una temperatura definida. El sistema elevador está dispuesto en proximidad espacial a los sustratos que descansan sobre el dispositivo portador y tiene así una ubicación adecuada para realizar un calentamiento de los sustratos. Para ajustar o mantener constante la temperatura de los sustratos es adecuada una placa de calentamiento dispuesta en las proximidades de los sustratos o un calentador radiante que suministre a los sustratos el calor necesario para mantener constante la temperatura de los mismos. Preferiblemente, los sustratos se transportan ya preatemperados con una temperatura elevada, con lo que la placa de calentamiento o el calentador radiante solo tienen que aportar adicionalmente el calor disipado e irradiado por los sustratos.

En un módulo de proceso sometido a vacío se puede materializar un buen contacto térmico entre la placa de calentamiento y el dispositivo portador, por ejemplo, por medio de un acoplamiento por choque en el que se efectúa una transmisión de calor con ayuda de partículas gaseosas. Con el acoplamiento por choque se forma una rendija entre la placa de calentamiento y el dispositivo portador gracias a la disposición de la placa de calentamiento y el dispositivo portador o bien gracias a un perfil definido o a la rugosidad de la superficie o superficies de la placa de calentamiento y/o el dispositivo portador, teniendo la distancia media entre la placa de calentamiento y el dispositivo portador el valor de aproximadamente la longitud media de recorrido libre de partículas gaseosas en esta rendija. En una rendija de esta clase las partículas gaseosas chocan poco unas con otras durante su movimiento térmico, sino que predominantemente chocan con el dispositivo portador y la placa de calentamiento, con lo que es posible una efectiva transmisión de calor a través del gas. En un ejemplo de realización puede estar prevista una distancia media entre la placa de calentamiento y el dispositivo portador o una anchura de rendija de aproximadamente 50 μm , pudiendo ser óptima en la rendija una presión de 2 ... 20 mbar dependiente de la clase de gas. Como gas para el acoplamiento por choque puede emplearse, por ejemplo, un gas existente de todos modos en el módulo de proceso, tal como, por ejemplo, helio o hidrógeno. Para minimizar el consumo de gas, la rendija está limitada por una junta. Esta buena transmisión de calor es ventajosa para un exacto atemperado del dispositivo portador y así también del sustrato. La placa de calentamiento no solo puede emplearse como fuente de calor. La placa de calentamiento puede servir también al menos parcialmente como placa de refrigeración hacia la que se puede disipar calor introducido de otra manera en el dispositivo portador con sustratos.

Un modo de abordaje comparable puede aplicarse también dentro de la cámara de proceso entre el al menos un sustrato y el dispositivo portador para poder conseguir también allí un acoplamiento térmico mejorado. Así, por ejemplo, el lado superior del dispositivo portador puede estar formado con una rugosidad definida. En una ejecución especialmente favorable del módulo de proceso según la invención se puede subir o bajar la placa de calentamiento o el calentador radiante. La placa de calentamiento o el calentador radiante aptos para ser subidos y bajados pueden estar acoplados al movimiento de subida y bajada del dispositivo portador y pueden realizar así un calentamiento constante incluso con el dispositivo portador elevado.

En otra variante de realización el sistema elevador presenta bloques termoaislantes con una pequeña conductividad calorífica, estando previsto sobre los bloques termoaislantes un apoyo del dispositivo portador. Gracias a la pequeña conductividad calorífica de los bloques termoaislantes se produce poca conducción de calor entre el dispositivo portador y el sistema elevador, y este sistema elevador puede mantenerse a una temperatura más baja del dispositivo portador que resulta favorable para la resistencia mecánica. A pesar de la falta de un apoyo sobre placas

de calentamiento, se puede garantizar una temperatura homogénea del dispositivo portador, por ejemplo mediante la utilización de un calentador radiante.

En una ejecución preferida del módulo de proceso según la invención el sistema elevador presenta un bastidor elevador que acoge lateralmente al dispositivo portador. Los sustratos descansan regularmente sobre el centro del dispositivo portador y las zonas de los bordes del dispositivo portador se utilizan como zonas de junta para cerrar la cámara de proceso. Por este motivo, en las zonas de los bordes del dispositivo portador se imponen pequeños requisitos a la constancia de la temperatura, con lo que en las zonas de los bordes del dispositivo portador se pueden transmitir de manera especialmente adecuada las fuerzas mecánicas necesarias para el sellado de la cámara de proceso. Con el bastidor elevador que acoge lateralmente al dispositivo portador se transmiten directamente las fuerzas de apriete a las superficies de junta, y la disipación de calor a través del bastidor elevador apenas tiene repercusión en la temperatura de los sustratos.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención un cuerpo de presión termoaislante con una superficie de apoyo plana forma un apoyo del bastidor elevador. Se transmite poco calor a través de termoaisladores, con lo que la temperatura del dispositivo portador es influenciada especialmente poco por el bastidor elevador termoaislado. Gracias a la configuración del bastidor elevador como un cuerpo de presión con una superficie de apoyo plana la fuerza de elevación y de cierre se transmite al dispositivo portador de una manera uniforme y sobre una gran superficie, con lo que el propio dispositivo portador puede configurarse de manera relativamente ligera y barata.

Como ya se ha insinuado más arriba, es favorable que la cámara de proceso según la invención presente al menos una junta, estando previsto que el dispositivo portador sea presionado contra esta junta para cerrar la cámara de proceso. En otras formas de realización la junta puede estar prevista también en el dispositivo portador. Gracias a la junta se consigue una buena separación entre la cámara de proceso interior y el módulo de proceso exterior, con lo que en el interior de la cámara de proceso se consigue un alto grado de pureza, y, estando cerrada la cámara de proceso, los gases provenientes de esta cámara, que, por ejemplo, son tóxicos, no llegan a las zonas del módulo de proceso que rodean a la cámara de proceso. Sin embargo, según los procesos realizados en la cámara de proceso y la construcción del módulo de proceso, puede estar previsto también un cierre de la cámara de proceso sin junta. Se puede conseguir una alta pureza en la cámara de proceso, por ejemplo, mediante un flujo de gas dirigido de dentro a fuera, en el que la velocidad de flujo del gas sea mayor que la velocidad de difusión de gases extraños de fuera a dentro.

En otra ejecución ventajosa el módulo de proceso según la invención presenta al menos un rodillo de soporte actuante como soporte del dispositivo portador. Debido a las grandes dimensiones mecánicas del dispositivo portador posibles según la invención, este dispositivo portador puede ser susceptible de torsiones mecánicas. Las fuerzas producidas pueden dividirse por medio de apuntalamientos, reduciéndose las torsiones en medida proporcional a las fuerzas divididas. El apuntalamiento está configurado ventajosamente como un rodillo de soporte que puede hacerse funcionar con poco rozamiento y poco desgaste. Sin embargo, la planaridad del dispositivo portador no solo puede garantizarse por medio de soportes; existen también otras posibilidades. Por ejemplo, el dispositivo portador puede estar bombeado en forma convexa y puede ser aplanado por la presión exterior que actúa sobre una cámara de proceso sometida a vacío.

Es especialmente ventajoso que al menos una zona del módulo de proceso circundante de la cámara de proceso o adyacente a esta cámara de proceso pueda llenarse de un gas. Gracias al llenado del módulo de proceso con un gas se puede crear una atmósfera deseada en el módulo de proceso. El gas puede ser un gas inerte o un gas de acción oxidante o de acción reductora. El gas puede estar previsto como estacionario o fluyente en el módulo de proceso. El módulo de proceso puede estar previsto como una cámara de vacío. Sin embargo, el módulo de proceso puede ser también una cámara de vacío que funcione a presión atmosférica. El módulo de proceso puede ser también una cámara que funcione a presión atmosférica y que no pueda someterse a vacío. Esta cámara no apta para someterse a vacío puede fabricarse de una manera especialmente barata.

En un perfeccionamiento el módulo de proceso según la invención presenta al menos una cámara de aislamiento que puede someterse a vacío y abraza a la cámara de proceso, presentando la cámara de aislamiento al menos una puerta. En esta ejecución de la invención tres cámaras están encajadas una dentro de otra. La cámara de proceso se encuentra en el interior, la cámara de proceso está rodeada por la cámara de aislamiento y la cámara de aislamiento está rodeada por el módulo de proceso. Debido al encaje triple es posible un aislamiento térmico y químico aún mejor de la cámara de proceso con respecto al ambiente que en el caso de un encaje doble. Estas cámaras costosas y altamente desarrolladas tienen sentido, por ejemplo, cuando, a causa del procesamiento de sustancias altamente tóxicas, existen elevados requisitos de seguridad o cuando se presentan requisitos especialmente altos en cuanto a la uniformidad de la temperatura. La cámara de aislamiento puede estar prevista también para establecer una separación entre una cámara de proceso que funciona abierta y el módulo de proceso. Un funcionamiento abierto de la cámara de proceso tiene sentido, por ejemplo, en procesos de limpieza que deben limpiar también los bordes del dispositivo portador.

Según otra ejecución, el módulo de proceso según la invención presenta al menos un espacio de aislamiento apto para someterse a vacío y adyacente a la cámara de proceso. Gracias al espacio de aislamiento se pueden

satisfacer deliberadamente los requisitos existentes. Por ejemplo, mediante un espacio de aislamiento que limite con el techo de la cámara de proceso se puede conseguir un buen aislamiento térmico del techo de la cámara de proceso y/o una distribución horizontal homogénea de la temperatura en la cámara de proceso. En este caso, a diferencia de lo que ocurre al utilizar una cámara de aislamiento, en las paredes laterales de la cámara de proceso no está presente ningún aislamiento térmico. En otro ejemplo de realización el vacío está previsto en forma de un aislador eléctrico para un distribuidor de alta frecuencia situado en el espacio de aislamiento. Sin embargo, la misión del espacio de aislamiento puede consistir también en formar una delimitación química adicional entre la cámara de proceso y el módulo de proceso. En este caso, el espacio de aislamiento es un espacio adicional que sella la cámara de proceso; por ejemplo, este espacio de aislamiento puede estar configurado como espacio intermedio diferencialmente bombeado entre dos juntas.

En una ejecución preferida del módulo de proceso según la invención la cámara de proceso está formada de aluminio o una aleación de aluminio o está revestida interiormente con aluminio o una aleación de aluminio. El aluminio tiene una serie de propiedades ventajosas. Así, el aluminio tiene, por ejemplo, una pequeña densidad, con lo que los dispositivos portadores de aluminio presentan un peso reducido. Además, el aluminio posee una buena conductividad eléctrica y térmica. La superficie del aluminio forma una capa de óxido de aluminio químicamente estable y mecánicamente delgada. En la práctica, el aluminio se manifiesta como estable en procesos de limpieza en los que, por ejemplo, se utilizan gases corrosivos como NF_3 , SF_6 o gases corrosivos colorados o bien hidrocarburos fluorados. Además, un contacto de aluminio con un semiconductor, como, por ejemplo, silicio, es menos problemático que, por ejemplo, una impurificación del semiconductor con cobre. Cuando se utilizan aleaciones de aluminio, además de aprovecharse las ventajosas propiedades del aluminio, se aprovechan también propiedades de aleación ventajosas.

Según una ejecución ampliada del módulo de proceso de la invención, están previstas al menos dos cámaras de proceso en una disposición apilada vertical. Gracias a la disposición de dos cámaras de proceso en un módulo de proceso común casi se puede duplicar el rendimiento de producción. Sin embargo, dado que ambas cámaras de proceso se reparten un módulo de proceso común, los costes de instalación y los costes de explotación aumentan en menor medida que la productividad. Así, por ejemplo, puede estar presente un dispositivo de bombeo común o se pueden utilizar también conjuntamente dispositivos para distribuir medios sobre varias cámaras de proceso.

En una variante este módulo de proceso especial según la invención presenta un elevador para transportar verticalmente el dispositivo portador hasta al menos dos planos de transporte. El elevador puede mover un dispositivo portador entre cámaras de proceso y planos de transporte superpuestos, con lo que se puede materializar un desarrollo especial de la producción en el módulo de proceso. Se pueden hacer funcionar dos o más cámaras de proceso con el mismo proceso, garantizándose con ayuda del elevador la logística para la utilización de todas las cámaras de proceso. Sin embargo, las cámaras de proceso pueden realizar también diferentes procesos que se superponen uno a otro, utilizándose entonces el elevador para materializar la secuencia de procesos deseada.

En un ejemplo de realización preferido del módulo de proceso según la invención la cámara de proceso es una cámara de plasma que presenta una ducha de gas que sirve como un primer electrodo de alta frecuencia, formando la ducha de gas con el dispositivo portador una disposición de placas en paralelo. Los reactores de placas en paralelo son máquinas ya acreditadas en las que se alcanzan resultados muy valiosos del proceso. Tales reactores de placas en paralelo se hacen funcionar preferiblemente con frecuencias de excitación entre 10 kHz y aproximadamente 100 MHz o bien con frecuencias de excitación mixtas. Dependiendo de las dimensiones concretas del electrodo de alta frecuencia se pueden prever varias conexiones para la alimentación de potencia de alta frecuencia o bien acometidas de gas. Se puede conseguir así, por ejemplo especialmente a mayores frecuencias de excitación, una distribución más homogénea de la corriente eléctrica sobre el electrodo. Las frecuencias de excitación pueden ser proporcionadas tanto en forma temporalmente pulsada como en forma continua. Ahora bien, puede ser ventajosa la excitación del plasma con una tensión continua pulsada. Gracias a la utilización del plasma son posibles también en la mayoría de los casos un tratamiento a temperaturas relativamente bajas y, no obstante, una velocidad de tratamiento elevada. Sin embargo, la cámara de proceso no tiene que ser forzosamente una disposición de placas en paralelo; en la cámara de proceso se puede utilizar también, por ejemplo, una disposición en serie de fuentes lineales de plasma de microondas. No obstante, la cámara de proceso puede estar concebida también para un proceso sin plasma. Posibles procesos exentos de plasma son, por ejemplo, una deposición catalítica, procesos "Low Pressure CVD (LPCVD)", procesos "Atomic Layer Deposition (ALD)" y tratamientos térmicos.

Según una ejecución opcional del módulo de proceso de la invención, la cámara de proceso es una cámara de plasma que presenta una disposición de varias fuentes de plasma. Existen muchas posibilidades de generación de plasma en una cámara de plasma con ventajas y desventajas específicas. En algunos tipos de cámaras de plasma está formada en la cámara de proceso una sola fuente de plasma, por ejemplo en forma de una disposición de placas en paralelo. En otros tipos de cámaras de plasma pueden utilizarse también varias fuentes de plasma para generar zonas de plasma localmente actuantes o un plasma actuante sobre una gran superficie. Éstos pueden ser, por ejemplo, plasmas de microondas que se caracterizan por altas densidades de portadores de carga y altas tasas de deposición.

Según una ejecución, el módulo de proceso de la invención presenta al menos una disposición de campos magnéticos dispuesta dentro o al lado de la cámara de proceso, estando construida la disposición de campos magnéticos como estacionaria o móvil. Gracias a disposiciones de imanes adicionales cuyos campos magnéticos atraviesan de manera definida las paredes de la cámara de proceso y/o el dispositivo portador, se puede conseguir una ventajosa influenciación sobre la formación del plasma y así, por ejemplo, sobre la homogeneidad de tratamiento, la calidad de tratamiento y/o la velocidad de tratamiento. Estas disposiciones de imanes pueden disponerse en forma fija y también pueden moverse de manera definida a lo largo de las paredes de limitación de la cámara de proceso y/o del dispositivo portador. Sin embargo, en otra variante de ejecución se pueden disponer también disposiciones de imanes definidas dentro de la cámara de proceso. Las disposiciones de imanes pueden ser tanto sistemas de imanes permanentes como sistemas de bobinas eléctricas con o sin disposiciones de zapatas polares.

En una forma de realización preferida el módulo de proceso según la invención presenta al menos una interfaz de módulo con una puerta de módulo para integrar el módulo de proceso en una instalación de tratamiento de sustratos. Una instalación de tratamiento de sustratos en un ambiente de fabricación presenta en general, además de un módulo de proceso, otros componentes como, por ejemplo, módulos de esclusa, otros módulos de proceso y módulos de medida. Por este motivo, es necesaria una interfaz de módulo para acoplar la instalación de tratamiento de sustratos y el módulo de proceso. A ser posible, la interfaz de módulo deberá ser una interfaz normalizada que permita una construcción flexible de instalaciones de tratamiento de sustratos a base de componentes diferentes. La interfaz de módulo presenta preferiblemente también una puerta de módulo que puede ser abierta y cerrada. Gracias a una puerta de módulo cerrada el módulo de proceso y la atmósfera contenida en el mismo son separados de la instalación de tratamiento de sustratos restante, con lo que las impurezas de la instalación de tratamiento de sustratos se mantienen alejadas del módulo de proceso. Estando abierta la puerta del módulo es posible un transporte del dispositivo portador entre la instalación de tratamiento de sustratos y el módulo de proceso a través de la puerta de éste.

En lo que sigue se explicarán con más detalle formas de realización preferidas de la presente invención, su constitución, su función y sus ventajas haciendo referencia a unas figuras, en las que:

La figura 1 muestra esquemáticamente una forma de realización de un módulo de proceso según la invención en un corte transversal vertical a lo largo de una dirección de transporte de sustratos;

La figura 2 muestra esquemáticamente el módulo de proceso de la figura 1 en un corte vertical transversal a la dirección de transporte de sustratos;

La figura 3 muestra esquemáticamente otra forma de realización del módulo de proceso según la invención con dos cámaras de proceso apiladas verticalmente una sobre otra;

La figura 4 muestra esquemáticamente una variante de realización siguiente del módulo de proceso según la invención con una cámara de proceso incluida en una cámara de aislamiento;

La figura 5 muestra esquemáticamente una secuencia de carga del módulo de proceso de la figura 4;

La figura 6 muestra esquemáticamente otro ejemplo de realización del módulo de proceso según la invención con dos cámaras de proceso verticalmente apiladas con acometidas de medios laterales;

La figura 7 muestra esquemáticamente el módulo de proceso de la figura 6 con dos cámaras de proceso y sistemas elevadores rodeados por cámaras de aislamiento en un corte transversal vertical en la dirección de transporte de sustratos; y

La figura 8 muestra esquemáticamente otra ejecución del módulo de proceso según la invención con espacios de aislamiento por encima y por debajo de la cámara de proceso.

La figura 1 muestra esquemáticamente una forma de realización de un módulo de proceso 1 según la invención en un corte transversal vertical a lo largo de una dirección de transporte de sustratos. Dentro del módulo de proceso 1 se encuentra una cámara de proceso 2. Como fondo de la cámara de proceso 2 sirve un dispositivo portador 3 sobre el cual descansan sustratos 4. La cámara de proceso 2 representada a modo de ejemplo en la figura 1 es un reactor de placas en paralelo para depositar capas sobre los sustratos 4 con asistencia de plasma.

Los materiales de partida gaseosos para la deposición en capas se introducen en la cámara de proceso 2 dentro de una ducha de gas 31 a través de un juego de acometidas de gas 5. La ducha de gas 31 sirve como un primer electrodo de alta frecuencia en el reactor de placas en paralelo. El dispositivo portador 3 con los sustratos 4 es el segundo electrodo del reactor de placas en paralelo que está orientado en sentido paralelo a la ducha de gas 31.

Para que pueda circular una potencia eléctrica de alta frecuencia (HF) desde la ducha de gas 31 a través del dispositivo portador 3 es necesaria una unión eléctrica del dispositivo portador 3 con el circuito eléctrico de alta potencia. Esta unión eléctrica se establece en el ejemplo de realización representado en la figura 1 por medio de un

contacto 6 compatible con alta frecuencia (HF) que es un contacto de masa en el ejemplo de realización representado. Además del contacto 6 compatible con alta frecuencia (HF) está dispuesta una junta 7 que, estando elevado el dispositivo portador 3, sella la cámara de proceso 2 con respecto al módulo de proceso 1.

5 En la representación de la figura 1 el dispositivo portador 3 se encuentra en un plano de transporte y puede moverse horizontalmente en la dirección de transporte de sustratos por medio de un sistema de transporte 8. En el ejemplo de realización representado el sistema de transporte 8 es un sistema de transporte por rodillos que presenta rodillos de transporte 9. El sistema de transporte 8 sirve aquí exclusivamente para transportar el dispositivo portador 3 hacia dentro del módulo de transporte 1 y hacia fuera del módulo de transporte 1 y no sirve para cerrar la cámara de proceso 2.

10 Para cerrar la cámara de proceso 2 con el dispositivo portador 3 se utiliza un sistema elevador 10. A este fin, el dispositivo portador 3 se dispone centralmente debajo de la cámara de proceso 2. A continuación, se eleva el dispositivo portador 3 por medio del sistema elevador 10, descansando el dispositivo portador 3 sobre un bastidor elevador 12. Dentro del bastidor elevador 12 está dispuesta una placa de calentamiento 11 que calienta el dispositivo portador 3 y los sustratos 4 colocados sobre el mismo y, por tanto, los atempera a la temperatura de
15 proceso deseada.

Unos apoyos 14 para la cámara de proceso 12 sirven para alojar la cámara de proceso 2 en el módulo de proceso 1. El módulo de proceso 1 está previsto como un módulo de una instalación de tratamiento de sustratos que está unido con esta instalación a través de interfaces de módulo. En cada interfaz de módulo está prevista una puerta de módulo 13 que puede ser cerrada para separar el módulo de proceso 1 de la instalación de tratamiento de sustratos.
20 En el ejemplo de realización representado están presentes dos puertas de sustrato 13, con lo que es posible una circulación del dispositivo portador 3 a través de la puerta de módulo 13 hacia dentro del módulo de proceso 1 y a través de la otra puerta de módulo 13 hacia fuera del módulo de proceso 1.

La figura 2 muestra esquemáticamente el módulo de proceso 1 de la figura 1 en un corte vertical transversal a la dirección de transporte de sustratos. Algunos elementos del módulo de proceso 1 se han descrito ya anteriormente con ayuda de la figura 1. En la figura 2 se puede apreciar que los rodillos de transporte 9 son rodillos escalonados en el presente caso con una guía lateral para el dispositivo portador 3. El dispositivo portador 3 está representado en la figura 2 en el plano de transporte, estando apoyado el dispositivo portador 3 en su centro sobre un rodillo o rodillos de soporte 16 o sobre varios rodillos de soporte 16 dispuestos uno tras otro. Gracias al rodillo de soporte 16 se evita un combado del dispositivo portador 3. Entre los rodillos de transporte 9 y el rodillo de soporte 16 está
30 dispuesta una respectiva placa de calentamiento 11. En otra forma de realización de la invención es posible también utilizar una placa de calentamiento escotada en la zona del rodillo o rodillos de soporte 16. En la vista de la figura 2 se pueden reconocer perfectamente también unas acometidas de bombeo laterales 15 de la cámara de proceso que en la figura 1 están representadas solamente en segundo plano como rectángulos. A través de las acometidas de bombeo 15 de la cámara de proceso se succionan gases consumidos de la cámara de proceso 2, optimizándose la
35 dirección de flujo en la forma de realización mostrada por medio de chapas deflectoras de flujo.

La figura 3 muestra un módulo de proceso perfeccionado 1A según la invención que presenta dos cámaras de proceso 2 en una disposición vertical. Las cámaras de proceso 2 se han descrito ya detalladamente más arriba con referencia a las figuras 1 y 2 y en la figura 3 están representadas tan solo en forma fuertemente esquemática. A diferencia del módulo de proceso 1 de la figura 1, el módulo de proceso 1A no está construido como un módulo de circulación, sino como un módulo final. En el módulo final se efectúan tanto el transporte de entrada del dispositivo portador 3 como su transporte de salida después del procesamiento a través de la misma puerta de módulo 13. En la cámara de proceso superior 2 el dispositivo portador 3 está representado en una posición durante el transporte. En la cámara de proceso inferior 2 de la figura 3 el dispositivo portador 3 ha sido elevado por el sistema elevador 10 hasta el plano de procesamiento y forma así el fondo de la cámara de proceso 2. El módulo de proceso 1A rodea a
40 ambas cámaras de proceso 2. El gas del módulo de proceso 1A es bombeado a través de una acometida de bombeo 17. En el lado derecho de la representación de la figura 3 el módulo de proceso 1 presenta dos aberturas de revisión 18 que están cerradas por sendos elementos de cierre de revisión 19. A través de las aberturas de revisión 18 son posibles trabajos de mantenimiento en el módulo de proceso 1A, y las cámaras de proceso 2 pueden ser introducidas en el módulo de proceso 1A y sacadas de éste a través de estas aberturas de revisión.

50 La figura 4 muestra otra variante del módulo de proceso 1B según la invención en el que la cámara de proceso 2 puede incluirse en una cámara de aislamiento 20. La cámara de aislamiento 20 puede cerrarse con unas puertas 26, con lo que la cámara de procesamiento 2A está delimitada por duplicado con respecto a la atmósfera exterior. En el ejemplo de realización representado están representados dentro de la cámara de aislamiento 20 unos elementos de atemperado 21 de la cámara de proceso y unos reflectores de calor 22. Los elementos de atemperado 21 de la
55 cámara de proceso están constituidos en el presente caso por varillas de calentamiento que transmiten su temperatura a la cámara de proceso 2A parcialmente por conducción calorífica y parcialmente por radiación. En otros ejemplos de realización no representados se pueden utilizar también otros elementos de atemperado de la cámara de proceso, como, por ejemplo, tubos por los que circula un líquido atemperado. Por debajo del dispositivo portador 3 está representado un calentador radiante 23 que está separado espacialmente del dispositivo portador 3

por medio de bloques termoaislantes 25 y que transmite calor por radiación calorífica al dispositivo portador 3. El bastidor elevador 12A presenta unos elementos de refrigeración 24 que en el presente caso están constituidos por canales en los que puede circular un líquido refrigerante. Gracias a los elementos de refrigeración 24 se puede impedir un sobrecalentamiento del bastidor elevador 12A.

5 La figura 5 muestra una representación esquemática de una secuencia de carga del módulo de proceso 1B que ya se ha descrito con relación a la figura 4. En la figura 5A están abiertas ambas puertas 26 de la cámara de aislamiento y el dispositivo portador 3 entra de izquierda a derecha en la cámara de aislamiento 20. En la figura 5B el dispositivo portador 3 se encuentra centralmente debajo de la cámara de proceso 2B. Las puertas 26 de la cámara de aislamiento están ahora cerradas y en la cámara de aislamiento 20 puede ajustarse una presión diferente de la reinante en el módulo de proceso 1B. Sin embargo, la cámara de proceso 2A está todavía abierta y, por tanto, la presión en la cámara de proceso 2A y en la cámara de aislamiento 20 es de la misma magnitud. En la figura 5C la cámara de proceso 20 está cerrada y en la cámara de proceso 20 puede ajustarse una presión distinta de la reinante en la cámara de aislamiento 20, la cual a su vez puede ser una presión distinta de la reinante en el módulo de proceso 1B. No se ha representado la secuencia de descarga, pero ésta puede ser materializada por el experto en base a sus conocimientos técnicos y sin instrucciones adicionales.

15 La figura 6 muestra esquemáticamente otro módulo de proceso 1C según la invención con dos cámaras de proceso 2B situadas en cámaras de aislamiento 20 y apiladas verticalmente. En la ejecución aquí representada del módulo de proceso 1C se ha sacado de una pared lateral del módulo de proceso 1C una línea 27 de alimentación de alta frecuencia (HF) y se ha conectado esta línea centradamente a un cabezal de ducha 31. El juego de acometidas de gas 5 se ha sacado también lateralmente del módulo de proceso 1C, y gracias a la construcción del cabezal de ducha 31 se garantiza aquí un flujo uniforme de gas hacia fuera del cabezal de ducha 31 en dirección a los sustratos 4.

20 En la figura 7 se representa esquemáticamente el módulo de proceso 1C de la figura 6 en un corte vertical transversal a lo largo de la dirección de transporte de sustratos. La cámara de proceso superior 2B está representada en estado abierto, estando bajado el sistema elevador 10. Por el contrario, la cámara de proceso inferior 2B está cerrada, estando el sistema elevador 10 extendido hacia fuera y manteniendo al dispositivo portador 3 en el plano de proceso.

25 La figura 8 muestra esquemáticamente un módulo de proceso siguiente 1D según la invención que presenta un espacio de aislamiento superior 28 y un espacio de aislamiento inferior 29. En esta ejecución no toda la cámara de proceso 2C está rodeada por una cámara de aislamiento, sino que, por el contrario, únicamente están previstos espacios de aislamiento 28, 29 sobre el lado superior de la cámara de proceso 2C y debajo del dispositivo portador 3. Gracias a los espacios de aislamiento 28 y 29 se consigue un buen aislamiento térmico de la cámara de proceso 2C. El espacio de aislamiento superior 28 puede contener ventajosamente un distribuidor de alta frecuencia (HF) para distribuir energía de alta frecuencia (HF) sobre diferentes puntos de alimentación del electrodo de alta frecuencia (HF). Según la presión ajustada y la elección del gas, se puede impedir así fiablemente un encendido del plasma en el distribuidor de alta frecuencia (HF).

30 Los espacios de aislamiento 28 y 29 presentan acometidas de bombeo separadas 17A, 17B. Estos espacios pueden someterse así a vacío con independencia del módulo de proceso 1D.

35 Además de los ejemplos de realización representados de módulos de proceso 1, 1A, 1B, 1C, 1D, se pueden materializar también otros módulos de proceso según la invención, no representados, en los que los distintos elementos representados pueden estar dispuestos o combinados de otra manera y/o en los que puede utilizarse elementos equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) con al menos una cámara de proceso (2, 2A, 2B) situada en el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) y susceptible de ser sometida a vacío, y con al menos un dispositivo portador (3) móvil horizontalmente a través del módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) en al menos una dirección de transporte de sustratos para recibir cada vez al menos un sustrato plano (4) que debe procesarse en la cámara de proceso (2, 2A, 2B),
 5 en el que la al menos una cámara de proceso (2, 2A, 2B) puede ser cerrada físicamente con respecto al módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) por el dispositivo portador (3), cuya posición puede ser variada en al menos una dirección de cierre transversal a la dirección de transporte de sustratos, formando el al menos un dispositivo portador (3) un fondo de la al menos una cámara de proceso (2, 2A, 2B),
 10 **caracterizado** por que el módulo de proceso está concebido como un módulo de una instalación de circulación y la dirección de transporte de sustratos es la dirección de circulación por la instalación de circulación, o bien el módulo de proceso es un módulo final que presenta una abertura de transporte de entrada y de transporte de salida de al menos un dispositivo portador, existiendo dos direcciones de transporte de sustratos, una dirección de introducción y una dirección de extracción opuesta a ésta, y
 15 el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) presenta un sistema de transporte (8) para realizar un transporte del dispositivo portador (3) hacia dentro de la cámara de proceso (2, 2A, 2B) y/o un transporte del dispositivo portador (3) hacia fuera de la cámara de proceso (2, 2A, 2B), estando previsto el transporte de entrada y/o el transporte de salida en un plano de transporte paralelo a una extensión horizontal de la cámara de proceso (2, 2A, 2B), y la dirección de movimiento del dispositivo portador (3) hacia la cámara de proceso (2, 2A, 2B) y hacia fuera de la cámara de proceso (2, 2A, 2B) después del tratamiento en una instalación de circulación es la dirección de circulación.
 20 2. Módulo de proceso según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el al menos un dispositivo portador (3) es eléctricamente conductivo o posee al menos una superficie eléctricamente conductiva.
 25 3. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la cámara de proceso (2, 2A, 2B) presenta al menos una conexión o contacto (6) compatible con alta frecuencia (HF) para el dispositivo portador (3).
 4. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que todos los componentes de accionamiento del sistema de transporte (8) se encuentran fuera de la cámara de proceso (2, 2A, 2B).
 30 5. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) presenta un sistema elevador (10) para elevar el dispositivo portador (3) hasta un plano de procesamiento y para bajar el dispositivo portador (3) hasta un plano de transporte, estando previsto el dispositivo portador (3) en el plano de procesamiento como fondo de la cámara de proceso (2, 2A, 2B).
 35 6. Módulo de proceso según la reivindicación 5, **caracterizado** por que el sistema elevador (10) presenta al menos una placa de calentamiento (11) o un calentador radiante (23).
 7. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado** por que el sistema elevador (10) presenta bloques termoaislantes (25), estando previsto sobre los bloques termoaislantes (25) un apoyo del dispositivo portador (3).
 40 8. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado** por que el sistema elevador (10) presenta un bastidor elevador (12) que acoge lateralmente al dispositivo portador (3), estando previsto un cuerpo de presión termoaislante con una superficie de apoyo plana como apoyo para el bastidor elevador (12).
 9. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) presenta al menos un rodillo de soporte (16) para soportar el dispositivo portador (3).
 45 10. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) presenta al menos una cámara de aislamiento (20, 20A) que puede ser sometida a vacío y que abraza a la cámara de proceso (2, 2A, 2B), presentando la cámara de aislamiento (20, 20A) al menos una puerta (26).
 11. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) presenta al menos un espacio de aislamiento (28, 29) que puede someterse a vacío y que limita con la cámara de proceso (2, 2A, 2B).
 50 12. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que en el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) están previstas al menos dos cámaras de proceso (2, 2A, 2B) en una disposición

apilada vertical y el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) presenta un elevador para transportar verticalmente el dispositivo portador (3) hasta al menos dos planos de transporte.

- 5 13. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la cámara de proceso (2, 2A, 2B) es una cámara de plasma que presenta una ducha de gas que sirve como un primer electrodo de alta frecuencia (HF), formando la ducha de gas con el dispositivo portador (3) una disposición de placas en paralelo.
14. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** por que la cámara de proceso (2, 2A, 2B) es una cámara de plasma que presenta una disposición de varias fuentes de plasma.
- 10 15. Módulo de proceso según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el módulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) presenta al menos una interfaz con una puerta de módulo (13) para integrar el modulo de proceso (1, 1A, 1B, 1C, 1D) en una instalación de tratamiento de sustratos.

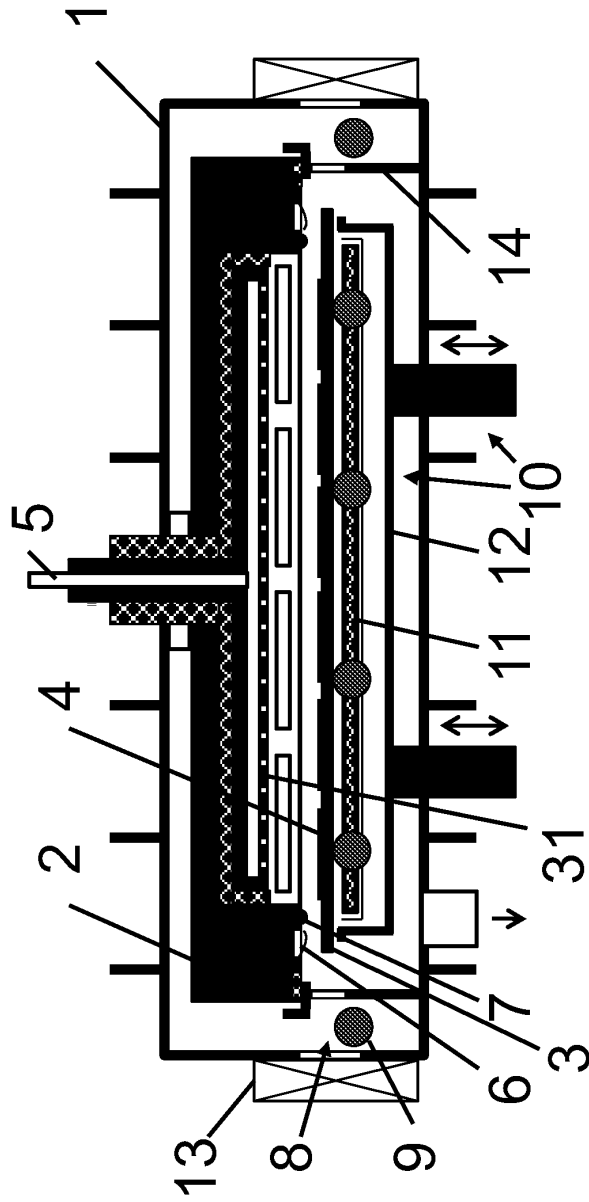


Fig. 1

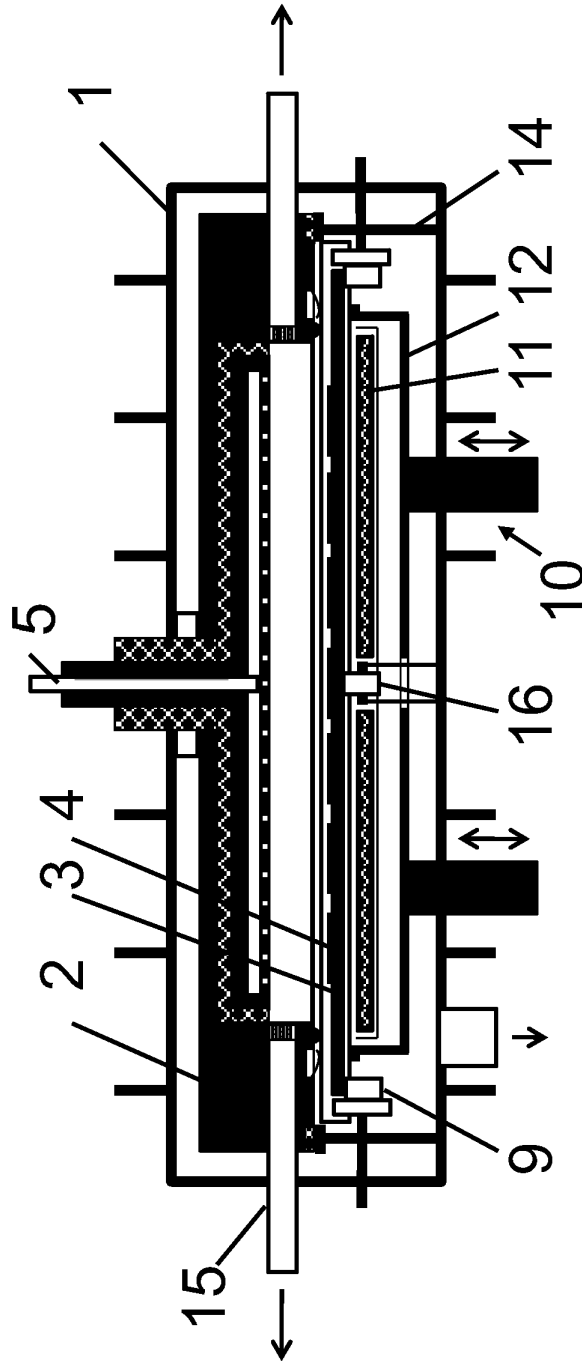


Fig. 2

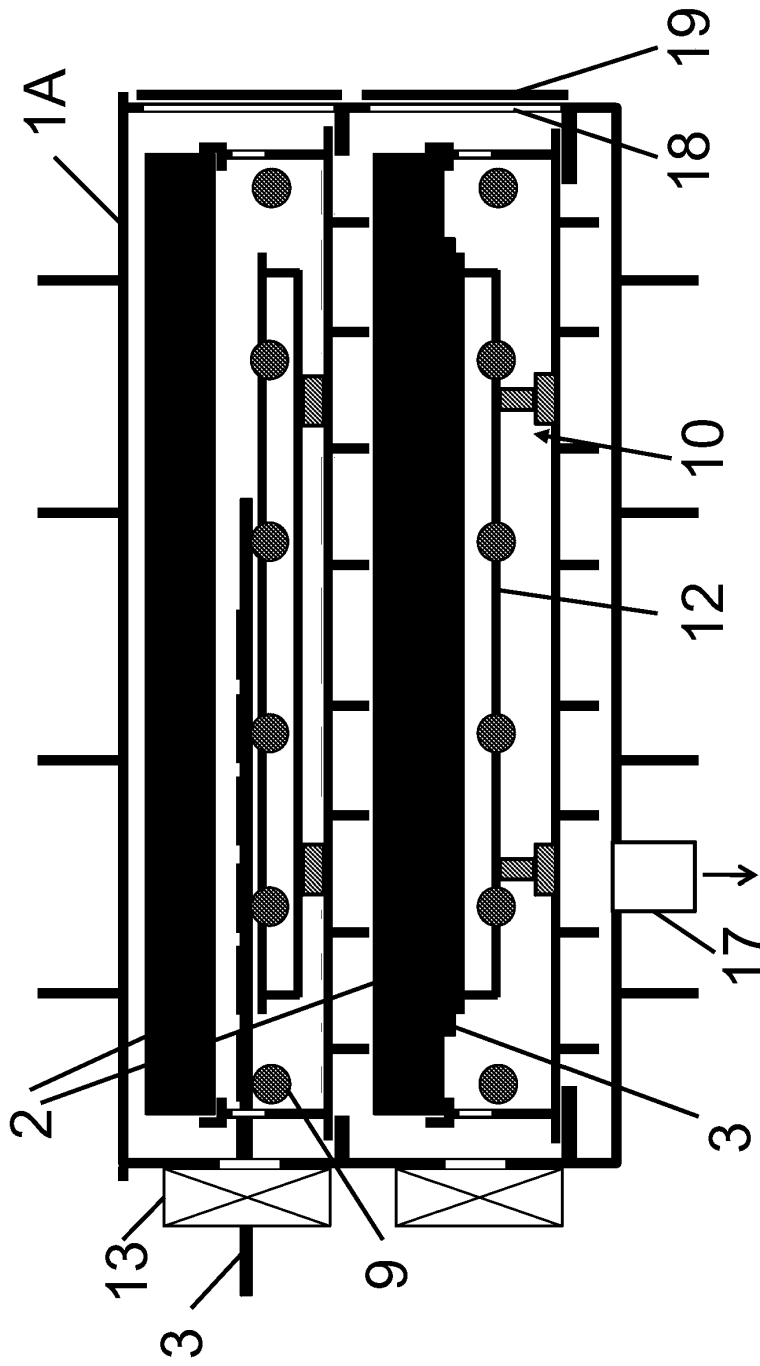


Fig. 3

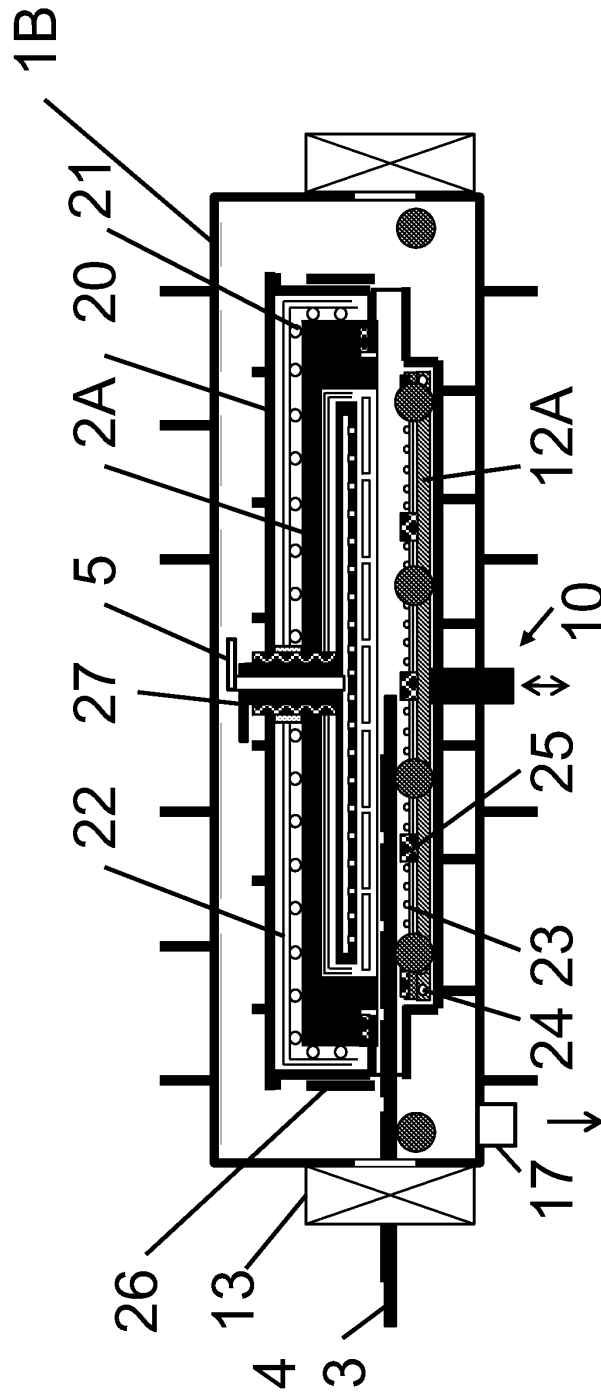


Fig. 4

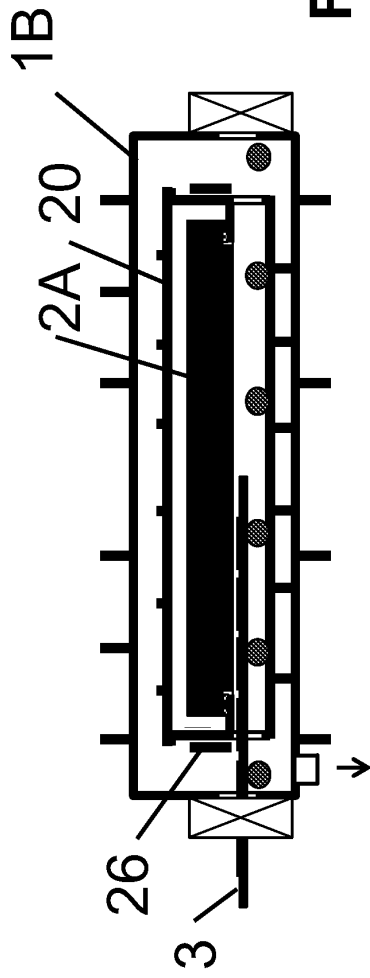


Fig. 5a

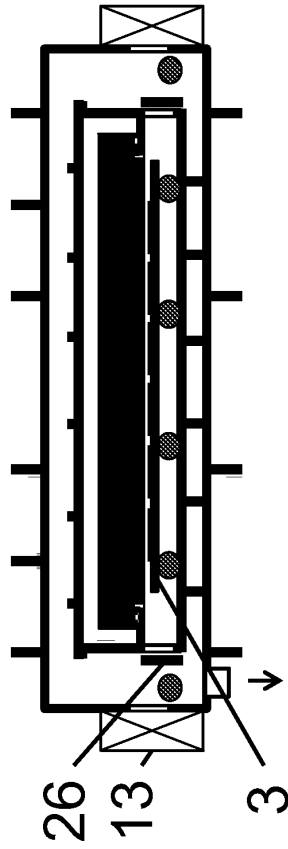


Fig. 5b

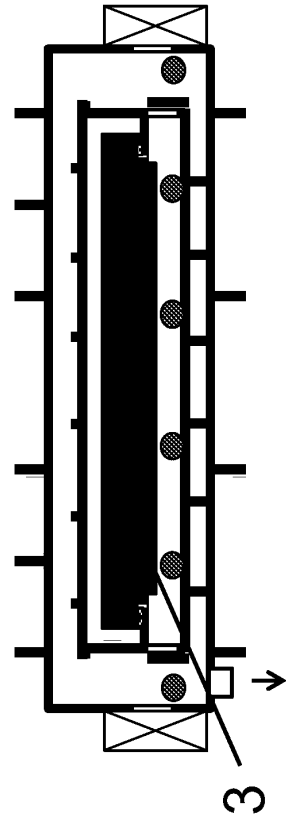


Fig. 5c

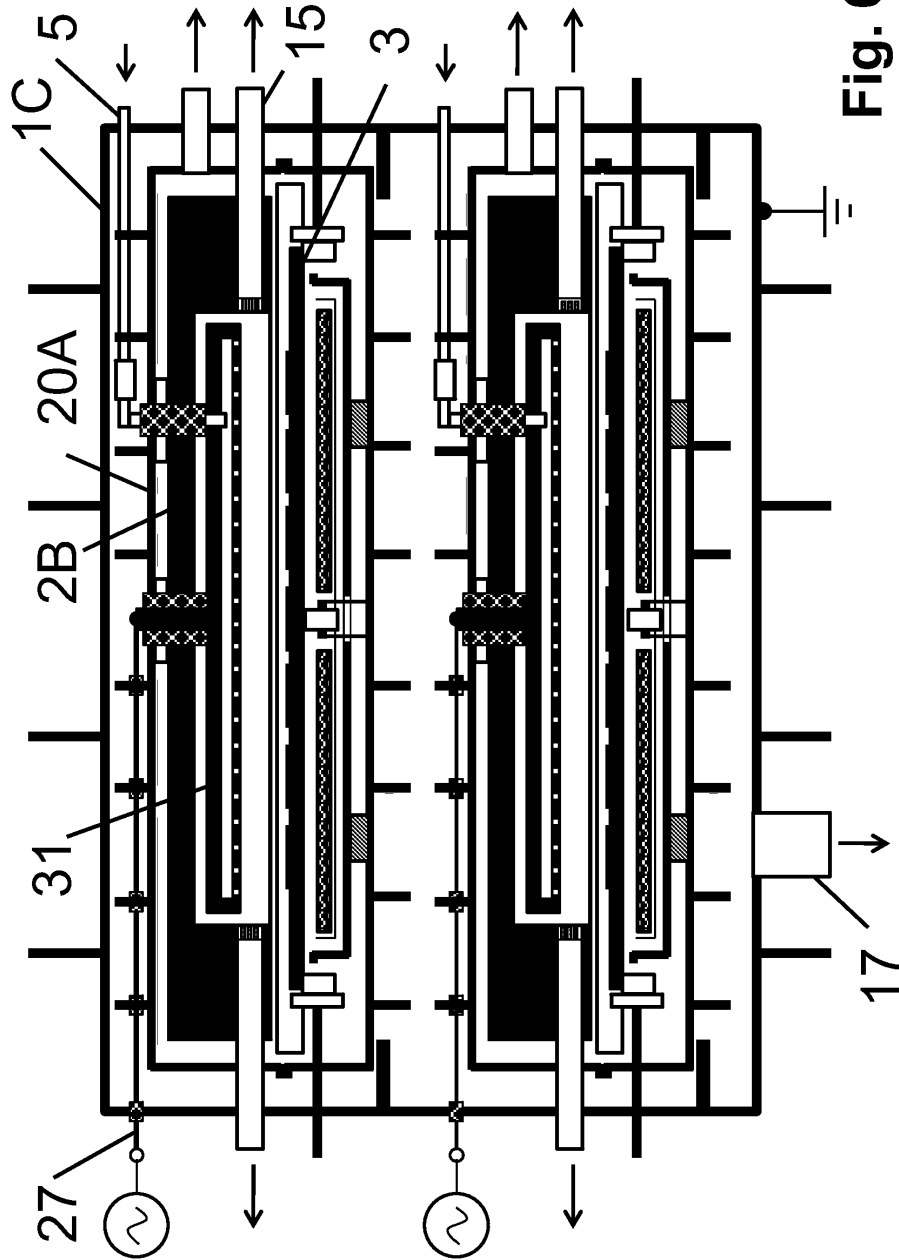


Fig. 6

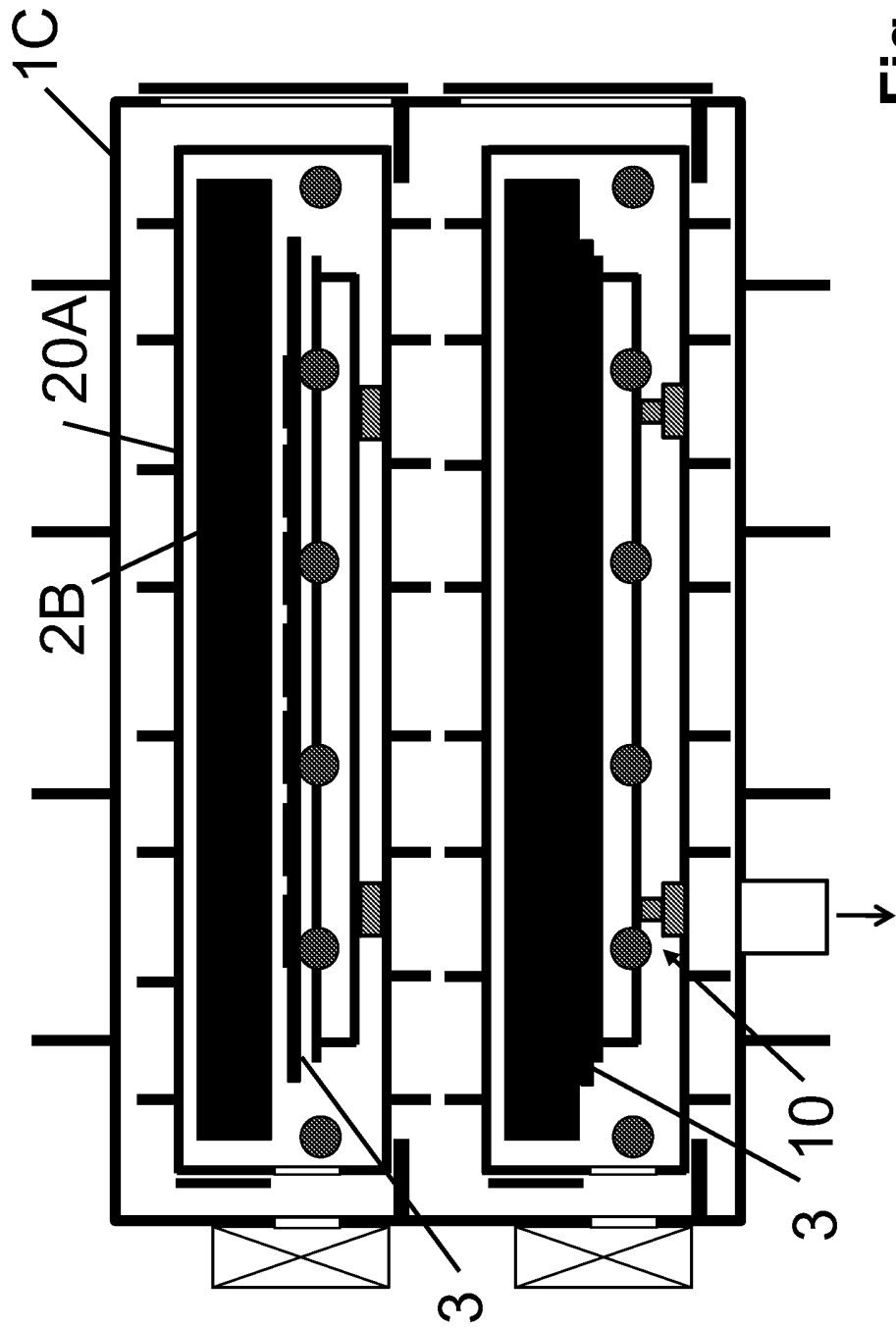


Fig. 7

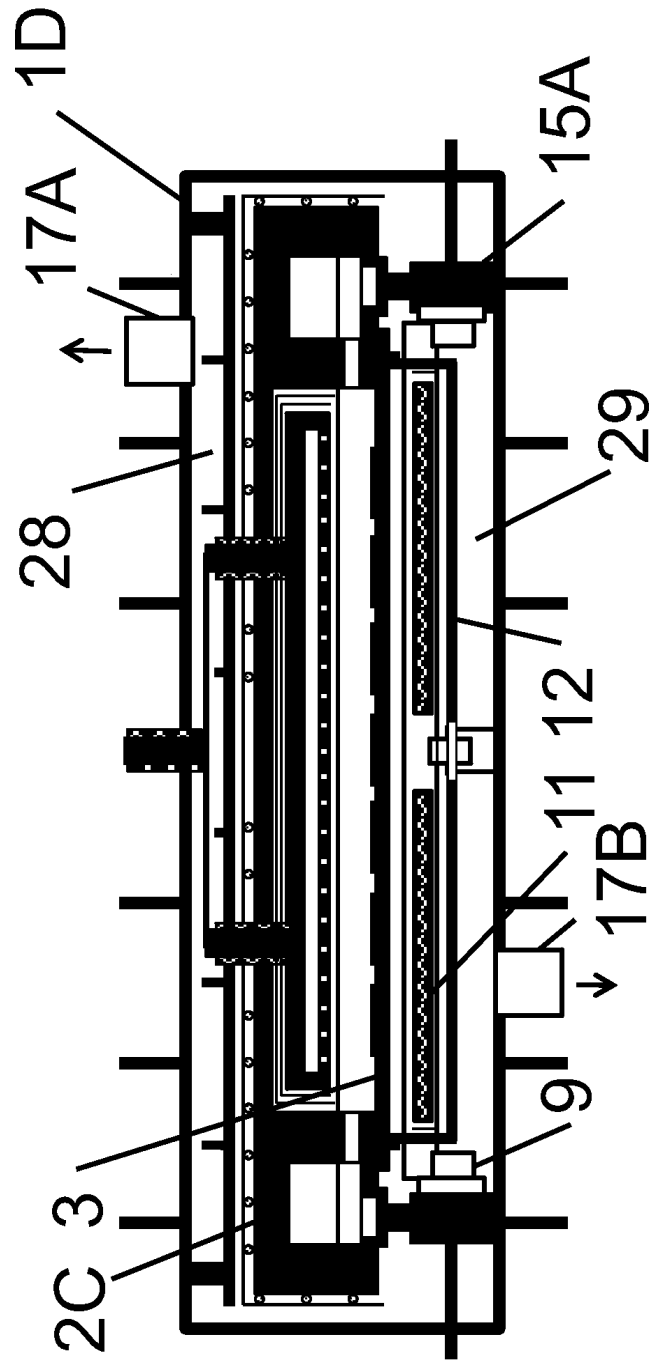


Fig. 8