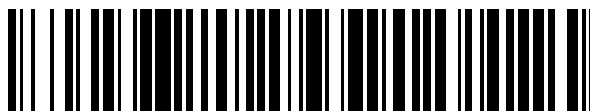


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 951**

51 Int. Cl.:

**C23C 16/04** (2006.01)

**H01J 37/32** (2006.01)

**C23C 16/50** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2008 PCT/EP2008/001967**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2009 WO09112053**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2008 E 08716471 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 2253008**

54 Título: **Sistema de plasma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.07.2017**

73 Titular/es:  
**ALYTUS CORPORATION, S.A. (100.0%)**  
**25 de Mayo 467 Oficina 501**  
**11.000 Montevideo, UY**

72 Inventor/es:  
**BIANA, LUIS SANTIAGO y**  
**BIANA, RICARDO ENRIQUE**

74 Agente/Representante:  
**CAPITAN GARCÍA, Nuria**

ES 2 621 951 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**

Sistema de plasma

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de las deposiciones de película mediante el uso de plasma y más particularmente se refiere a una nueva técnica y un sistema para la deposición química asistida por plasma (PECVD) en la que superficies selectivas de sustratos tubulares pueden ser tratadas para depositar películas delgadas de una materia deseada con un sistema inventivo simple y directo en el que uno de los electrodos empleados en el sistema de plasma está conformado por el mismo sustrato o pieza de trabajo sin la necesidad de reactores de plasma voluminosos.

**DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

La Deposición Química de Vapor asistida por plasma (PECVD) (de sus siglas en inglés Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) es un proceso basado en el uso de un gas ionizado generalmente denominado plasma. El plasma es cualquier gas en el que se ioniza un porcentaje significativo de los átomos o moléculas. El plasma es un estado de la materia distinta de gases comunes y tiene propiedades únicas. El término "ionizado" se refiere a la presencia de uno o más electrones libres, que no están unidos a un átomo o molécula. Las cargas eléctricas libres hacen que el plasma sea un conductor eléctrico de forma que responde con fuerza a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.

Los diferentes tipos de plasma pueden formarse mediante el calentamiento e ionización de un gas, con la extracción de los electrones de los átomos, permitiendo así que las cargas positivas y negativas se muevan con más libertad. Las propiedades del plasma permiten realizar un proceso, a saber, la PECVD, para depositar películas delgadas de un estado de gas (vapor) a un estado sólido en algún sustrato tal como una pieza de trabajo. La deposición de plasma se lleva a cabo en general bajo RF (radio frecuencia), frecuencia CA (corriente alterna) o descarga CC (corriente continua) entre dos electrodos en donde el espacio intermedio está lleno de los gases reactivos. El sustrato se expone a estos gases reactivos y la deposición genera una película adherida químicamente o integrada a la superficie del sustrato. El plasma es normalmente más positivo que cualquier objeto con el que esté en contacto, pues de lo contrario un gran flujo de electrones fluiría desde el plasma al objeto. El voltaje a través del plasma y los objetos en contacto con el mismo normalmente cae a lo largo de una zona de vaina delgada. Los átomos o moléculas ionizados que se difunden hacia el borde de la zona de vaina experimentan una fuerza electrostática y son acelerados hacia la superficie colindante. Por lo tanto todas las superficies expuestas al plasma reciben un bombardeo energético de iones.

Se conocen varios tipos de reactores de plasma en la técnica y todos ellos básicamente se componen de una cámara voluminosa de vacío cerrada con dos electrodos instalados en la misma. Los electrodos están conectados, respectivamente, a cargas eléctricas opuestas a través de conexiones correspondientes desde fuera de la cámara de vacío cerrada. Un reactor puede operarse por una descarga de corriente continua (CC) que puede crearse entre los dos electrodos conductores, y puede ser adecuada para la deposición de materiales conductores. También es posible excitar una descarga capacitiva mediante la aplicación de una señal de radio-frecuencia (RF) o corriente alterna (CA) entre un electrodo y las paredes conductoras de una cámara de reactor, o entre dos electrodos conductores cilíndricos enfrentados entre sí. El tipo de reactor dependerá del tipo de piezas objeto de tratamiento.

La cámara tiene varios puertos para recibir los gases de proceso y materias precursoras necesarios para la reacción química ya sea bajo un campo electromagnético, eléctrico o de RF. El plasma se genera dentro de la cámara de vacío y el sustrato se sitúa en la cámara de vacío para exponerse al plasma y para recibir la materia como una deposición para formar la cubierta o el revestimiento de película deseado. Las cámaras de vacío pueden ser pequeñas o grandes en función de las piezas que han de introducirse en las mismas, pero, en general, intervienen cámaras voluminosas para procurar capacidad suficiente para todo tipo de piezas. En todo caso, la pieza entera en el interior de la cámara se expone al plasma y la deposición se realizará en todas las superficies expuestas de la pieza de trabajo.

Un problema frecuente es que ciertas piezas voluminosas no pueden ser tratadas, porque no hay reactores de plasma disponibles y el diseño y la fabricación de un reactor especial para un determinado tipo de pieza de trabajo puede no ser económicamente viable. Otro problema es que el plasma provoca la deposición de la película por todas las superficies de la pieza de trabajo en la cámara de vacío, no obstante en algunos casos, sólo se desea la deposición en algunas partes o superficies del sustrato. Para trabajos especiales, puede que se desee la deposición solamente en superficies selectivas de la pieza tal

5 como puede ser en la superficie interna de un tubo, tubería o conducto, por ejemplo. Si una tubería se introduce en la cámara de vacío, todas sus superficies serán cubiertas por la película de deposición mientras que puede que la deposición no sea necesaria en la superficie exterior del tubo. En general, es necesario tratar la superficie interior de una tubería. Un claro ejemplo es el reciclado de tuberías usadas o la protección de nuevas tuberías en cualquier industria y en particular en el campo del petróleo. Teniendo en cuenta los tamaños de las tuberías involucradas, no hay cámaras de plasma fácilmente disponibles para ese servicio.

10 Bajo las circunstancias anteriores, sería muy conveniente disponer de una nueva técnica y un sistema para llevar a cabo una PECVD en piezas tubulares, ya sean de tamaños reducidos o grandes, así como para la obtención de una deposición en sólo partes selectivas de la pieza tratada, sin la necesidad de un sistema voluminoso e instalaciones fijas.

15 **SUMARIO DE LA INVENCION**

Por tanto, un objeto de la invención es proporcionar un nuevo equipo o sistema que sea simple, directo y económicamente conveniente para la deposición de plasma en sustratos y piezas de trabajo que puedan requerir mucho espacio y/o una deposición selectiva.

20 Las patentes JP 62 170 477 A, GB 2 030 180 A y US 2006/196419 A1 describen sistemas para la deposición química de vapor asistida por plasma que comprenden:

25 una cámara de vacío, al menos dos electrodos, un sustrato, y una materia a ionizar para depositarla sobre al menos una superficie deseada del sustrato,

30 en los que el sustrato comprende una pieza de trabajo tubular que tiene dos extremos, siendo al menos uno de los dos extremos un extremo abierto que se cierra por medio de una tapa de extremo extraíble de manera que la cámara de vacío se define por la pieza de trabajo y la tapa, y en los que la pieza de trabajo define uno de los electrodos, extendiéndose el otro electrodo a través de la tapa en el extremo y al interior de la pieza de trabajo, y siendo al menos una superficie deseada del sustrato definida por una superficie interior de la pieza de trabajo tubular,

35 en los que los al menos dos electrodos comprenden un electrodo periférico formado por la pieza de trabajo tubular y un electrodo central formado por dicho otro electrodo, en donde el electrodo central comprende un electrodo tubular que tiene una pluralidad de conductos en comunicación fluida con la cámara de vacío.

40 Aún es otro objeto de la presente invención proporcionar un nuevo sistema y una técnica para trabajos especiales, tales como cuando la deposición es únicamente para superficies selectivas de la pieza, tales como sólo la superficie interna de una tubería o conducto, para el reciclado y/o la protección de los mismos, en campos de la industria, por ejemplo el campo del petróleo.

45 Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un nuevo sistema y tecnología para el tratamiento de una superficie deseada de piezas tubulares, tales como tuberías, tubos, conductos, barriles, tambores, contenedores, tanques y similares, con al menos un extremo abierto, sin la necesidad de cámaras voluminosas e instalaciones fijas.

50 Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un nuevo sistema y tecnología para el tratamiento de grandes tubos, tales como conductos, tuberías y carcasas, en la industria del petróleo, en el que el sistema es pequeño y portátil.

55 Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un sistema y técnica para la deposición química asistida por plasma (PECVD) en el que las superficies selectivas de sustratos tubulares pueden ser tratados para depositar películas delgadas de una materia deseada, en el que la cámara de vacío y uno de los electrodos empleados en el sistema de plasma está conformado por el sustrato o pieza de trabajo sin la necesidad de reactores de plasma voluminosos.

60 Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un sistema de plasma para la deposición química de vapor asistida por plasma, comprendiendo el sistema:

una cámara de vacío, al menos dos electrodos, un sustrato o pieza de trabajo, y una materia a ionizar para ser depositada sobre al menos una superficie deseada del sustrato,

en el que el sustrato comprende una pieza de trabajo tubular que tiene dos extremos, siendo al menos

uno de los dos extremos un extremo abierto que se cierra por medio de una tapa de extremo extraíble de manera que la cámara de vacío se define por la pieza de trabajo y la tapa, y en el que la pieza de trabajo define uno de los electrodos, extendiéndose el otro electrodo a través de la tapa en el extremo y al interior de la pieza de trabajo, y siendo al menos una superficie deseada del sustrato definida por una superficie interior de la pieza de trabajo tubular.

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de esta invención se entenderán mejor cuando se ponen en relación con los dibujos y la descripción que acompañan.

#### 10 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La presente invención se ilustra a modo de ejemplo en los siguientes dibujos en los que:

15 La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un sistema de plasma de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 muestra una vista en perspectiva de un reactor de plasma y una cámara de vacío para piezas de trabajo de grandes dimensiones, también de acuerdo con la técnica anterior;

20 La Figura 3 muestra una vista esquemática del sistema de plasma según un modo de realización preferido de la invención;

La figura 4 muestra una vista en sección transversal del sistema de plasma de la figura 3;

25 La figura 5 muestra una vista en sección transversal del sistema de plasma de acuerdo con otro modo de realización de la invención;

30 La figura 6 muestra una vista en sección transversal del electrodo central que muestra con más detalle los conductos de gas y precursores con las boquillas de difusión de los mismos, así como el conducto de vacío que tiene los puertos de succión abiertos a la cámara de vacío, de acuerdo con el modo de realización de la Figura 4, y

35 La figura 7 muestra una vista en sección transversal del electrodo central que muestra con más detalle los conductos de gas y precursores con las boquillas de difusión de los mismos, así como el conducto de vacío que tiene los puertos de succión abiertos a la cámara de vacío, de acuerdo con el modo de realización de la figura 5.

#### **DESCRIPCIÓN DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN PREFERIDOS**

40 Con referencia ahora en detalle a los dibujos, se hará primero referencia a algunos sistemas de la técnica anterior como se muestra en las Figuras 1 y 2. Se ilustra esquemáticamente en la Figura 1 un sistema de plasma muy conocido para la Deposición Química de Vapor asistida por Plasma (PECVD). El sistema básicamente consiste en una cámara de vacío definida por un contenedor o recipiente adecuado, para recibir un sustrato o pieza de trabajo para someterse al tratamiento con plasma. Dos electrodos están situados en la cámara en la que los electrodos generan las condiciones de campo para la reacción de los gases de proceso inyectados en la cámara bajo el control de unas válvulas de gas, por ejemplo. Se forma un vacío en la cámara por el uso de una bomba con el fin de iniciar el proceso para alcanzar las condiciones para la reacción mencionada. La pieza de trabajo se calienta, se inyectan los gases, y se inician las condiciones de campo para lograr una región de plasma. La pieza de trabajo está ahora en condiciones de ser tratada. Con el fin de proceder con el tratamiento con plasma del sustrato o pieza de trabajo ya situados en la cámara, la cámara se evacua mediante el uso de la bomba. A continuación, el gas o los gases de proceso se inyectan en la cámara y el encendido se inicia mediante la aplicación del campo. Algunas veces, el calentamiento del recipiente se realiza mediante el uso de calentadores periféricos no ilustrados. Durante un cierto período de tiempo el plasma depositará la materia precursora sobre la pieza de trabajo y cuando ha transcurrido el tiempo de acuerdo con un programa de tratamiento diseñado se ventila la cámara y la pieza de trabajo tratada se extrae.

60 El esquema anterior se encuentra básicamente en todo tipo de sistemas de plasma que pueden ser de varios tipos dependiendo de la forma, tamaño y otros parámetros del sustrato. Por ejemplo, el receptor de la Figura 1 puede alojar un tambor giratorio (no mostrado) diseñado para contener los sustratos o piezas bajo tratamiento en forma de material voluminoso. Con la rotación del tambor las muestras se mueven hacia el interior del tambor con el fin de recibir una deposición de película uniforme y completa. En otros tipos de sistemas, el electrodo que va a la cámara puede estar diseñado para ser adaptado a la forma del sustrato e, incluso en otro tipo (no mostrado), cuando las láminas o bandas deben ser tratadas, la cámara

puede incluir un par de electrodos paralelos enfrentados a la lámina que está dispuesto en un mecanismo de bobinado, todo en la cámara de vacío. Otro tipo de sistema puede conformar un recipiente grande, como se muestra en la Figura 2, con una puerta que cierra la entrada al personal y una habitación grande con una pluralidad de bandejas dentro de la misma para disponer varios sustratos o piezas de trabajo.

5

En todos estos casos, el sistema comprende un contenedor o recipiente que define la cámara de vacío, cuya forma y tamaño dependerá de la forma y tamaño de la/s pieza/s de trabajo. Esto puede hacer que el sistema sea notablemente voluminoso, como se muestra en la Figura 2, y que requiera instalaciones y edificios fijos. Por ejemplo, si hay que tratar sustratos como tuberías para la industria petrolera, carcasas, tambores o tanques, el recipiente de la cámara de vacío debe ser grande y largo con los inconvenientes de espacio disponible y los costes que esto implicaría.

10

El inventor ha abordado el problema de la necesidad de un sistema de plasma para el tratamiento de piezas de gran tamaño como tuberías de revestimiento, tuberías y tubos para la industria petrolera y otras industrias pesadas sin cámaras de vacío fácilmente disponibles para tales sustratos. Otro problema abordado por el inventor era el de tener una deposición selectiva en piezas en las que no todas las partes o superficies de la misma debían tratarse mientras que sólo unas superficies selectivas se diseñaban para ser tratadas con plasma.

15

Aquí, en relación con la presente invención, aunque la presente descripción hará referencia específica a la aplicación del sistema de la invención a sustratos o piezas cilíndricos tubulares, tales como tubos, conductos y tuberías, resultará evidente para cualquier experto de la técnica que el sistema puede ser conformado por cualquier otra forma de la pieza de trabajo en el que, con las enseñanzas de la invención, al menos parte de la pieza define al menos parte de las paredes de la cámara de vacío y uno de los electrodos del sistema.

20

25

Como se muestra en las figuras 3-7, la invención proporciona un nuevo sistema de plasma para la deposición química de vapor asistida por plasma (PECVD), preferiblemente empleado para tratar sustratos o piezas de trabajo, tales como piezas tubulares y similares. Las piezas tubulares pueden comprender tuberías, tubos, conductos, tanques, calderas, tambores, contenedores, y similares. Aunque se prefieren los cuerpos cilíndricos o de revolución, las piezas tubulares pueden tener cualquier sección adecuada, como secciones cuadradas, secciones poligonales, secciones ovales, incluyendo cuellos de cisne y codos, y similares. Al igual que cualquier sistema de plasma convencional, el nuevo sistema se compone básicamente de una cámara de vacío, al menos dos electrodos, un sustrato o pieza de trabajo a ser tratado y una materia a ionizar para depositarse sobre al menos una superficie deseada del sustrato.

30

35

Según la invención, en el nuevo sistema el sustrato comprende una pieza de trabajo tubular que tiene dos extremos, siendo al menos uno de los dos extremos un extremo abierto que se cierra por medio de una tapa de extremo extraíble de manera que la cámara de vacío se define por la pieza de trabajo y la tapa, y en el que la pieza de trabajo define uno de los electrodos, extendiéndose el otro electrodo a través de la tapa en el extremo y al interior de la pieza de trabajo, y siendo al menos una superficie deseada del sustrato definida por una superficie interior de la pieza de trabajo tubular.

40

Más particularmente, el sistema de la invención, como se muestra en la Figura 3, comprende una cámara de vacío 1 definida o encerrada al menos parcialmente por el sustrato o pieza de trabajo que comprende una pieza tubular 2 y al menos dos electrodos, en donde un electrodo está definido por el sustrato o pieza de trabajo 2, formando un electrodo periférico, y el otro electrodo está definido por un electrodo central, preferiblemente un electrodo central tubular 3. El sustrato o pieza de trabajo tubular 2 tiene dos extremos, a saber, el extremo 4 y el extremo 5, estando ambos extremos abiertos, como se muestra en el modo de realización de la Figura 4, o estando un extremo parcial o totalmente cerrado, como se muestra en el modo de realización de la figura 5. Una tubería tendrá probablemente ambos extremos abiertos mientras que un tambor, por ejemplo, tendrá un extremo cerrado.

45

50

Ahora se hará referencia al modo de realización de la Figura 4, en donde, los dos extremos 4, 5 se conectarán a las correspondientes tapas de extremo extraíbles 6, 7 con el fin de mantener la cámara 1 correctamente cerrada para mantener el vacío en la misma y para contener de forma segura las reacciones físico-químicas. Así, según un aspecto importante de la invención, la cámara de vacío se define por el sustrato y las tapas. Las tapas 6, 7 pueden estar hechas de cualquier material adecuado que no sea conductor eléctrico y sea capaz de resistir altas temperaturas, tales como 1000°C. Las tapas 6, 7 pueden estar fijadas a los extremos 4, 5 por cualquier medio, tales como conexiones roscadas, conexiones de fricción, etc., y estarán provistas de orificios 8, 9 en donde el electrodo central puede pasar a través de los orificios para tener sus respectivos extremos fuera de la cámara de vacío. Para mayor claridad, el electrodo central del modo de realización de la Figura 4 se indicará mediante el número de referencia 3a y el electrodo central del modo de realización de la figura 5 se indicará mediante 3b y

55

60

cuando se hace referencia al electrodo 3, esto significará que la referencia es aplicable al electrodo 3a y/o 3b. También pueden estar dispuestos medios de sellado, tales como juntas tóricas 10, 11, entre los orificios 8, 9 y el electrodo central 3. El montaje de las tapas y el sustrato pueden rotar por el uso de un motor 12 con medios de transmisión 13, tales como engranajes, correas, y similares, estando el conjunto soportado por cojinetes correspondientes, tales como cojinetes de bolas 14, 15 o similar (figuras 5, 6).

También de acuerdo con la invención, el electrodo central, compuesto por una estructura de electrodo tubular, tiene una pluralidad de conductos en comunicación fluida con la cámara de vacío con el fin de alimentar el gas de proceso y la materia precursora a la cámara de vacío para la obtención de la reacción necesaria para generar el deposición deseada únicamente sobre la superficie interior 16 del sustrato tubular. Se trata de una deposición selectiva lograda por el sistema de la invención. El gas de proceso puede proporcionarse por una fuente de gas 17, tal como una botella o tanque, a través de conductos externos 18 con dispositivos de control de flujo 19 para la administración del suministro de gas a la cámara de vacío. De la misma manera, la materia precursora puede proporcionarse por una fuente de materia precursora 20 a través de conductos externos 21 que también tienen dispositivos de control de flujo 22 para la administración del suministro a la cámara de vacío. De acuerdo con el modo de realización de las figuras 3, 4, se emplea un conducto externo 23 conectado a una bomba de succión 24 para crear vacío en la cámara 1. Como se muestra en la Figura 3, puede disponerse un manómetro 25 en al menos una de las tapas y una fuente de campo 26 estará conectada a los electrodos 3 y 2 para proporcionar ya sea, un campo de alta frecuencia, ya sea un campo de microondas, campo de energía pulsante, campo de RF, campo CC, campo CA, etc. Si el calentamiento es necesario para el proceso, también se pueden proporcionar una pluralidad de calentadores 27, de los cuales sólo dos han sido ilustrados, tal y como se conoce en la técnica.

La pluralidad de conductos del electrodo tubular comprenden al menos un conducto de gas 28 para conducir el gas de proceso a través de un conducto externo 18 desde la fuente de gas 17 al interior de la cámara de vacío, al menos un conducto de precursor 29 para conducir una materia precursora a través de un conducto externo 21 desde la fuente 20 al interior de la cámara de vacío y al menos un conducto de vacío 30 para la generación de vacío en la cámara de vacío mediante la bomba 24 a través de un conducto externo 23. En general, ya sea en el modo de realización de las figuras 3, 4 y figura 5, los conductos preferentemente están dispuestos de forma concéntrica en el electrodo tubular. Los conductos 28, 29 tienen respectivas boquillas de difusión 31, 32 abiertas a la cámara de vacío para proporcionar, como indican las flechas que salen de las boquillas en las Figuras 6, 7, gas de proceso y materia precursora, respectivamente. En cuanto al conducto de vacío, el mismo está provisto de al menos un puerto de succión 33 también abierto a la cámara de vacío con el fin de evacuar la cámara, como indican las flechas que entran en los puertos 33 en las Figuras 6, 7. El electrodo tubular tiene sus extremos situados fuera de la pieza de trabajo para proporcionar las conexiones entre los varios conductos en el electrodo con el gas y la materia fuentes y de la bomba.

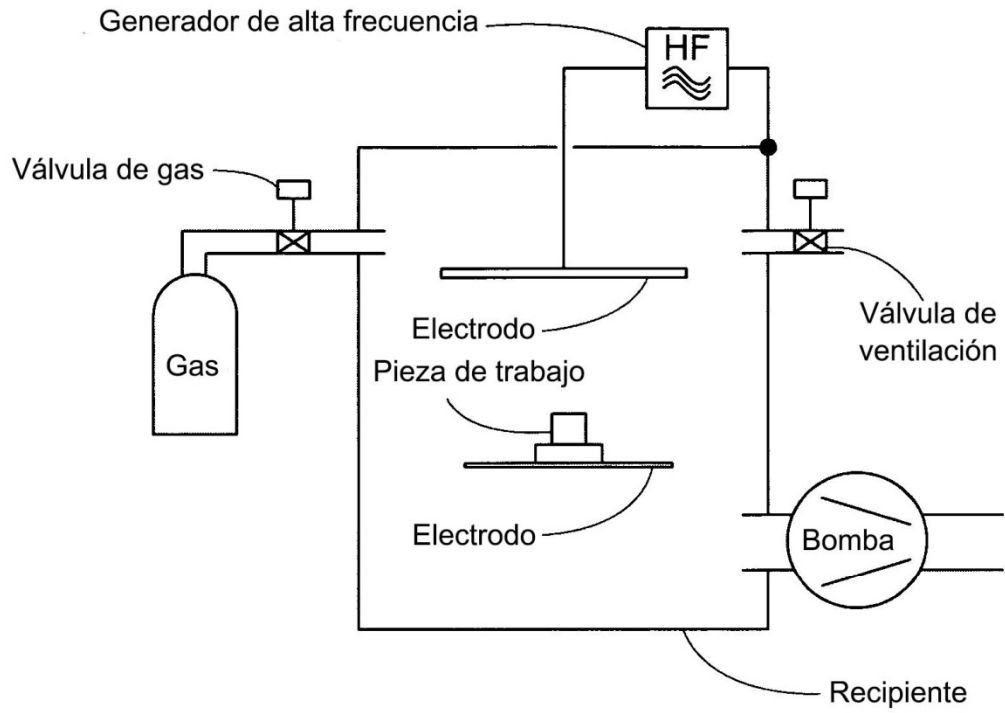
De acuerdo con otro modo de realización de la invención, ilustrada en las Figuras 5 y 7, el sustrato tubular puede tener un extremo cerrado, indicado por el número de referencia 34. En este modo de realización, sólo se emplea una tapa 6 siempre que el electrodo central 3b no atraviese el extremo 34 para salir de la cámara de vacío. El proceso y el sistema es como el modo de realización de las figuras 3, 4, excepto que los conductos de vacío 23, 30 y puertos de vacío 33 están dispuestos en el lado izquierdo junto con los conductos para los gases de proceso y precursores. En ambos modos de realización, el electrodo central 3 está diseñado de tal manera que un suministro uniforme y continuo de gases está garantizado y se logran valores de vacío suficientes.

También de acuerdo con la invención, el gas de proceso puede comprender argón, hidrógeno, nitrógeno, helio, metano, oxígeno, y mezclas de los mismos, y la materia precursora puede ser cualquier gas capaz de ser ionizado pero preferentemente diclorosilano, silano y óxido, amoníaco, nitrógeno, titanatos, cromatos, aluminatos, y mezclas de los mismos. La pieza de trabajo o sustrato 2 puede comprender cualquier material tal como metales, vidrio, plásticos, cerámicas, fibras de carbono y mezclas de los mismos. La forma y el tipo de piezas pueden ser tuberías, tubos, conductos, barriles, tambores, contenedores esféricos, etc., y combinaciones de los mismos, incluyendo cuellos de cisne y codos.

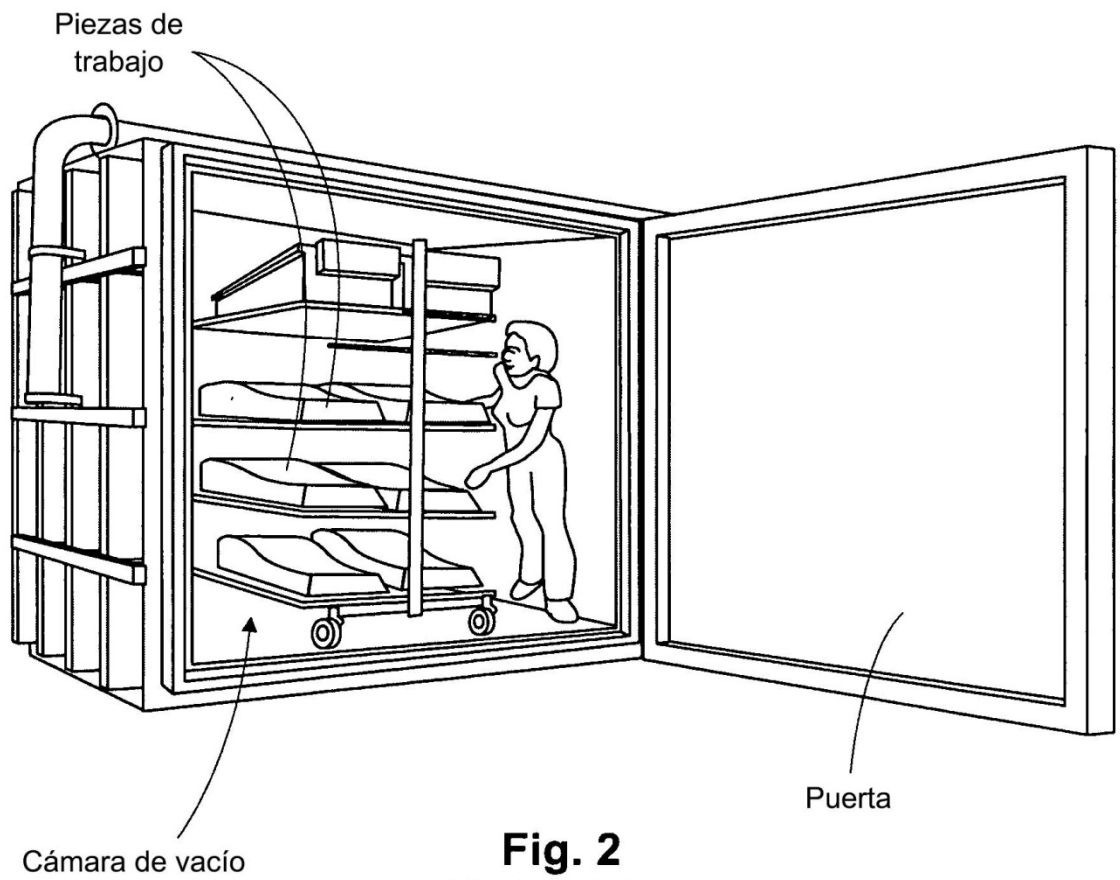
Aunque se han ilustrado y descrito los modos de realización preferidos de la invención, será evidente para los expertos en la técnica que pueden hacerse diversos cambios y modificaciones a los mismos sin apartarse del alcance de la invención tal y como se define por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de plasma para la deposición química de vapor asistida por plasma, comprendiendo el sistema:
- 5 una cámara de vacío (1), al menos dos electrodos, un sustrato, y una materia a ionizar para depositarse sobre al menos una superficie deseada del sustrato,
- 10 en el que el sustrato comprende una pieza de trabajo tubular (2) que tiene dos extremos (4, 5), siendo al menos uno de los dos extremos (4, 5) un extremo abierto que se cierra por una tapa de extremo extraíble (6, 7) de manera que la cámara de vacío (1) se define por la pieza de trabajo (2) y la tapa (6, 7), y en el que la pieza de trabajo (2) define uno de los electrodos extendiéndose el otro electrodo (3, 3a, 3b) a través de la tapa de extremo (6, 7) y al interior de la pieza de trabajo (2), y siendo al menos una superficie deseada del sustrato definida por una superficie interior de la pieza de trabajo tubular (2), en el que los al
- 15 menos dos electrodos comprenden un electrodo periférico formado por la pieza de trabajo tubular (2) y un electrodo central formado por dicho otro electrodo (3, 3a, 3b),
- en el que el electrodo central (3, 3a, 3b) comprende un electrodo tubular que tiene una pluralidad de conductos (28, 29, 30) en comunicación fluida con la cámara de vacío (1), **caracterizado en que** la pluralidad de conductos (28, 29, 30) del electrodo tubular comprenden al menos un conducto de gas (28) para conducir el gas de proceso a la cámara de vacío (1), al menos un conducto de precursor (29) para conducir una materia precursora a la cámara de vacío (1) y al menos un conducto de vacío (30) para la generación de vacío en la cámara de vacío (1), el conducto de gas (28), el conducto de precursor (29) y el conducto de vacío (30) están dispuestos de forma concéntrica en el electrodo tubular, cada uno del
- 20 conducto de gas (28) y el conducto de precursor (29) disponen de boquillas de difusión (31, 32) a la cámara de vacío (1) y el conducto de vacío (30) está provisto de al menos un puerto de succión (33) abierto a la cámara de vacío (1).
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el electrodo tubular tiene al menos un extremo exterior situado fuera de la pieza de trabajo y el extremo exterior incluye al menos un puerto de conexión de gas del conducto de gas, al menos un puerto de conexión de precursor del conducto de gas y al menos un puerto de conexión de vacío del conducto de vacío, con el al menos un puerto de conexión de gas conectado a una fuente de gas de proceso, el al menos un puerto de conexión de precursor conectado a una fuente de materia precursora y el al menos un puerto de conexión de vacío conectado a una bomba
- 30 de vacío.
3. El sistema de la reivindicación 2, en el que el gas de proceso se selecciona de entre el grupo que consiste en argón, hidrógeno, nitrógeno, helio, metano, oxígeno, y mezclas de los mismos.
- 40 4. El sistema de la reivindicación 2, en el que la materia precursora se selecciona de entre el grupo que consiste en diclorosilano, silano y óxido, amoníaco, nitrógeno, titanatos, cromatos, aluminatos, y mezclas de los mismos.
5. El sistema de la reivindicación 2, en el que el sustrato se selecciona de entre el grupo que consiste en metales, vidrio, plásticos, cerámicas, fibras de carbono, y mezclas de los mismos.
- 45 6. El sistema de la reivindicación 1, en el que la pieza de trabajo se selecciona de entre el grupo que consiste en tubos, conductos, barriles, tambores, contenedores esféricos y combinaciones de los mismos.
- 50 7. El sistema de la reivindicación 1, en el que el electrodo periférico formado por la pieza de trabajo tubular es un tubo con dos extremos abiertos y la al menos una tapa de extremo extraíble comprende una tapa de extremo extraíble que cierra cada extremo abierto, y el electrodo central se extiende de forma longitudinal a lo largo de un centro del tubo, pasando el electrodo central a través de las tapas de extremo de manera que mantiene la cámara de vacío cerrada y mantiene un aislamiento eléctrico con las tapas, teniendo el electrodo central dos extremos situados fuera de la cámara de vacío.
- 55



**Fig. 1**  
Técnica anterior



**Fig. 2**  
Técnica anterior



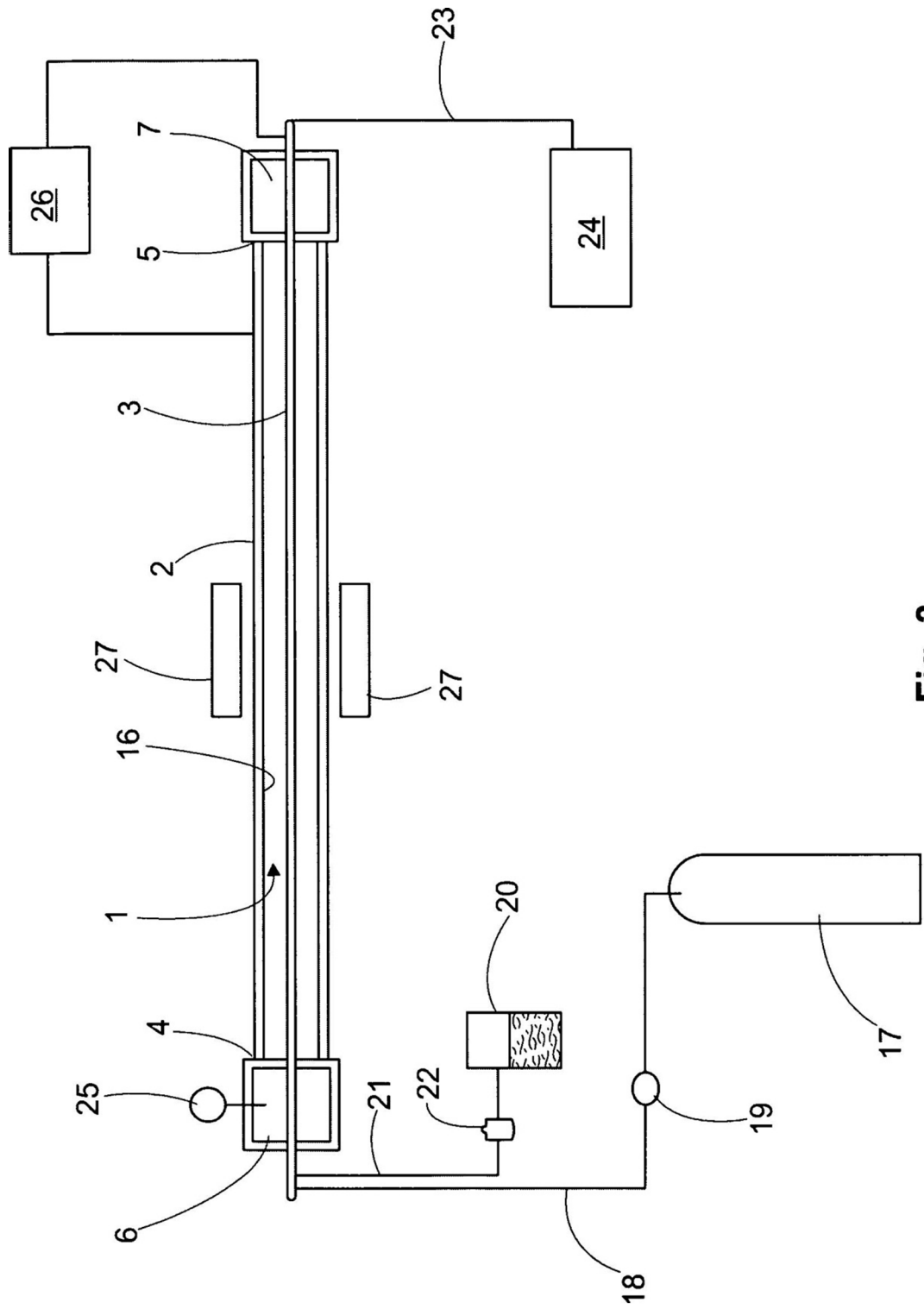


Fig. 3

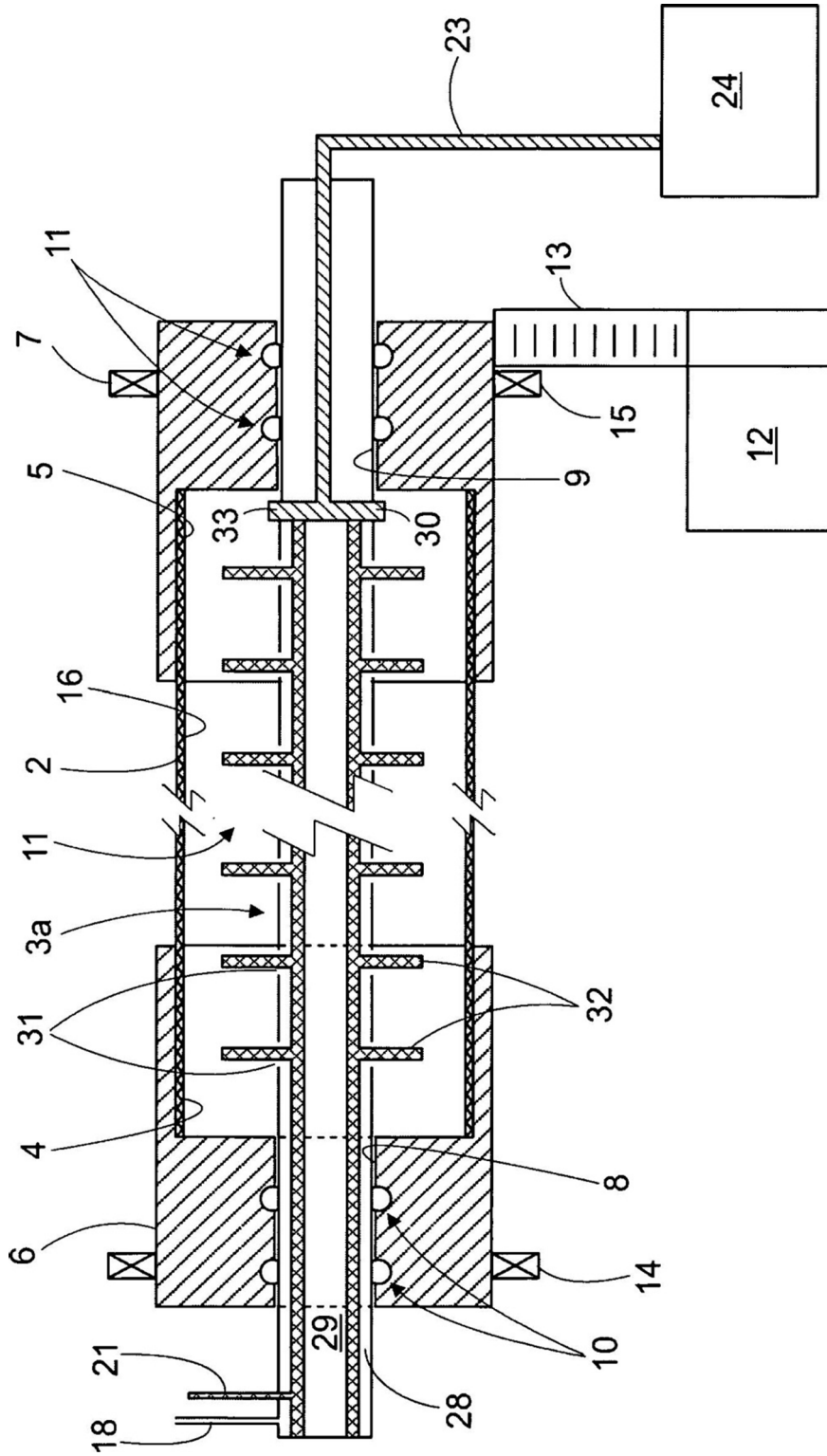


Fig. 4

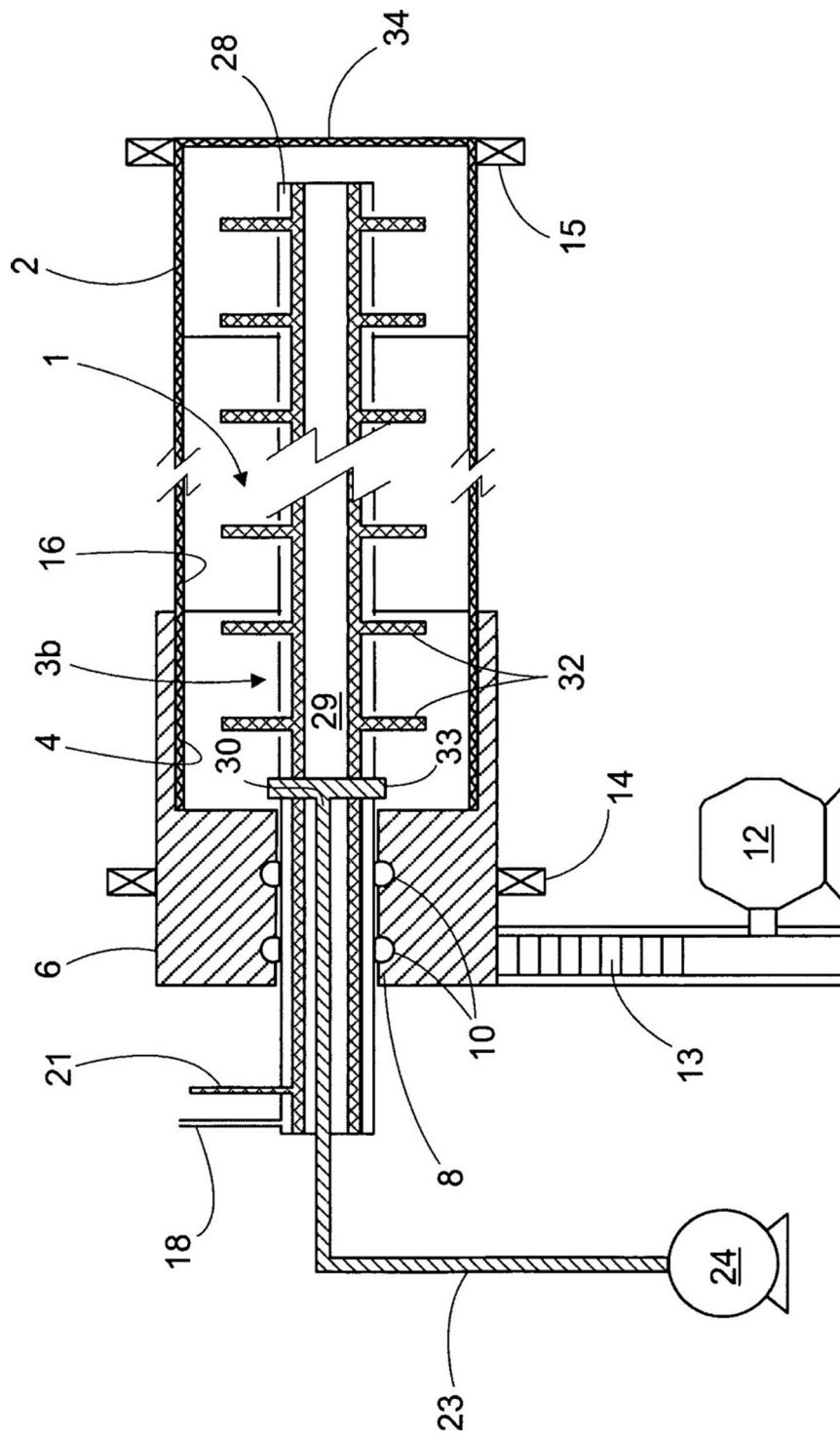


Fig. 5

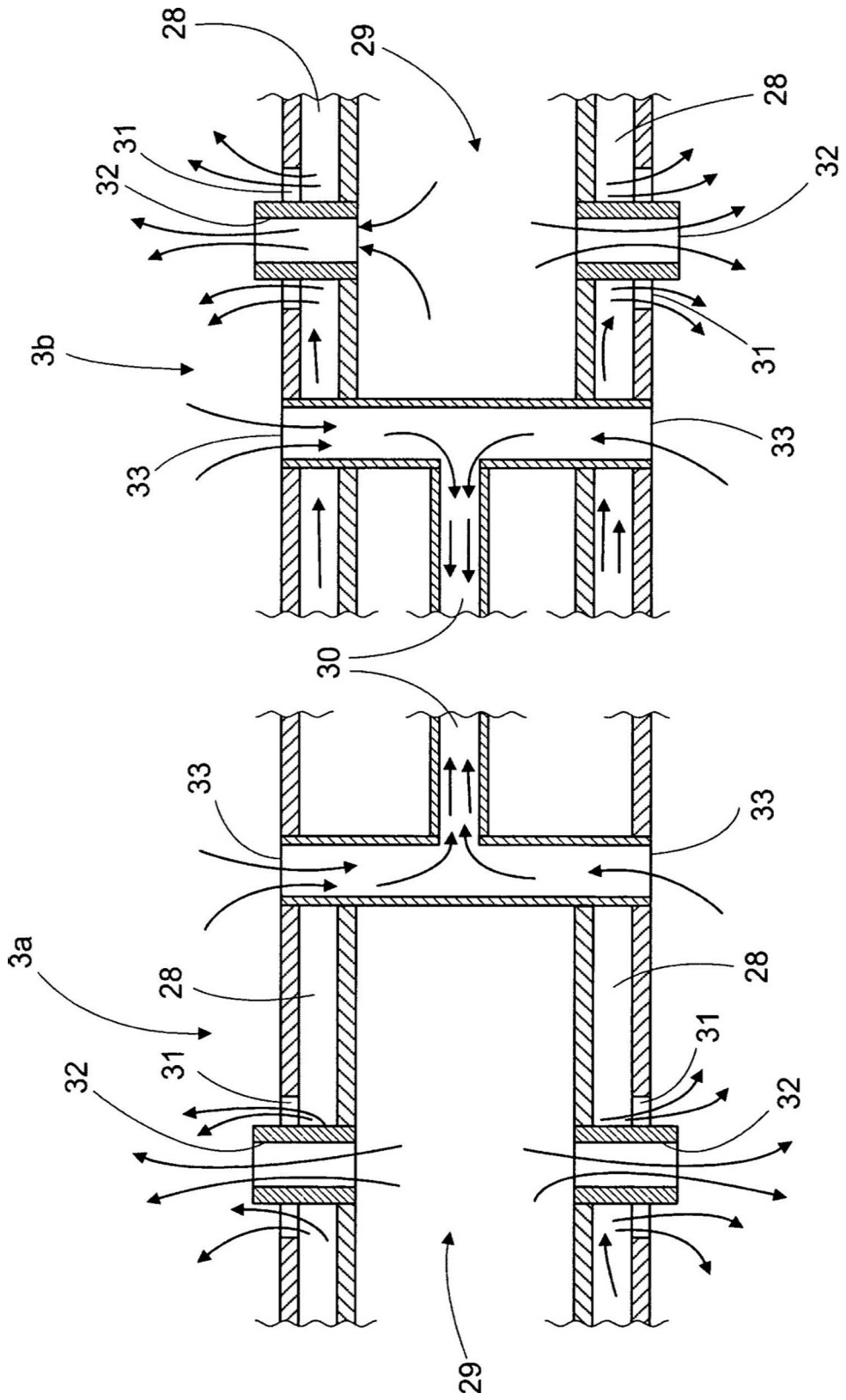


Fig. 7

Fig. 6