

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 239**

51 Int. Cl.:

H01J 37/32 (2006.01)

H05H 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2013 PCT/EP2013/050293**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.07.2013 WO2013107675**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2013 E 13700638 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2805345**

54 Título: **Dispositivo y método para el tratamiento superficial con plasma**

30 Prioridad:

17.01.2012 DE 102012000689
08.08.2012 DE 102012107282

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.06.2017

73 Titular/es:

MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH
(100.0%)
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg, DE

72 Inventor/es:

NETTESHEIM, STEFAN;
FORSTER, KLAUS y
KORZEC, DARIUSZ

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 617 239 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para el tratamiento superficial con plasma

5 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para el tratamiento de superficies con plasma. La presente invención es especialmente adecuada para el tratamiento moderado de superficies lábiles con plasma. El tratamiento con plasma puede consistir, por ejemplo, en una activación, limpieza, desengrase o reducción de las superficies. Para ello hay como mínimo una fuente generadora de un plasma que es conducido hacia un espacio cerrado en conexión fluida con al menos dicha fuente de plasma. Las piezas cuya superficie debe ser tratada se colocan en el espacio cerrado o también puede ser que la propia pieza forme parte del espacio cerrado. Entre el espacio cerrado y al menos una fuente de plasma hay una diferencia de presión creada por una aspiración.

10 La aplicación de un arco voltaico que se expande en el vacío para tratar grandes superficies con plasma se conoce desde hace mucho tiempo. En la patente US 3,010,009 se publicó un tratamiento térmico de componentes.

15 En la patente US 3,839,618 se publica un método para recubrir superficies de componentes mediante un plasma de baja presión.

20 En la patente US 6,872,428 B2 se estudia el problema del tratamiento con plasma de piezas de gran superficie o de doble cara y se propone como una solución del problema el empleo de una serie de chorros de plasma producidos por arco voltaico.

25 La patente US 5,853,815 es un dispositivo para recubrir un substrato de gran superficie con la ayuda de un plasma de baja presión que se expande desde un arco voltaico, hacia el cual se lleva un polvo. Un movimiento basculante de un generador de plasma permite recubrir grandes superficies.

30 En la solicitud de patente internacional WO 2010/089175 A1 se revela un dispositivo y un método de tratamiento con plasma, en el cual se prevé un tubo guía para proteger un haz de plasma de una contaminación con un polvo degenerado procedente de un proceso de recubrimiento.

35 Para proteger un haz de plasma de los remolinos de aire alrededor de un soplete de plasma, la solicitud de patente internacional WO 2011/094224 A1 prevé un apantallamiento de chapa perforada.

40 La solicitud de patente internacional no publicada PCT/EP2012/060497 revela un dispositivo y un método de tratamiento de piezas huecas con plasma. Para ello se introduce una pieza hueca en una cámara de presión, donde por medio de un dispositivo de aspiración puede crearse una diferencia de presión respecto a una fuente de plasma. La fuente de plasma se encuentra fuera de la cámara de presión. Mediante una unidad de control se regula una fuente de energía para producir un plasma pulsante. Una conducción de plasma con una salida de descarga para hacer afluir el plasma penetra en la pieza hueca sometida al tratamiento.

45 La solicitud de patente internacional no publicada PCT/EP2012/060494 revela un dispositivo y un método de tratamiento de superficies con plasma. Para ello se introduce una pieza en una cámara de presión, donde por medio de una bomba se puede crear una presión menor respecto a una fuente de plasma. La fuente de plasma se halla fuera de la cámara de presión. Mediante una unidad dosificadora de plasma se puede regular la afluencia de un haz de plasma a la cámara de presión y a la pieza. Asimismo se puede generar un plasma modulado.

50 En la patente alemana DE 102 03 543 A1 se revela un dispositivo para generar un plasma atmosférico de descarga incandescente que al emplearlo en dispositivos de tratamiento con plasma produzca un mecanizado especialmente homogéneo de un substrato por el hecho de mantener esencialmente constante una trayectoria de flujo de un gas conducido a través de varias líneas de alimentación de una fuente de plasma.

55 La patente DE 195 32 412 A1 revela un dispositivo y un método para el tratamiento de superficies de componentes. Un tratamiento de piezas con un relieve relativamente complicado es factible mediante la generación de un haz focalizado de un medio reactivo por descarga de plasma con alimentación de un gas de proceso y la exposición al haz generado de una superficie objeto del tratamiento. Un pretratamiento uniforme de piezas de superficie plana se puede llevar a cabo con varios generadores de haz alineados o dispuestos en varias filas al tresbolillo e integrados en un cabezal común de trabajo.

60 La solicitud de patente internacional WO 2005/099320 A2 revela un dispositivo y un método para generar un haz de plasma de baja presión a partir de un haz de plasma de presión superior. Éste se genera en una fuente de plasma alimentada con un gas de proceso y con energía procedente de un campo de alta tensión y elevada frecuencia. La fuente de plasma está conectada con una cámara de baja presión, donde se encuentra la pieza, y penetra, al menos parcialmente, en la cámara. En la cámara de baja presión se genera una depresión respecto a la fuente de plasma mediante una bomba. Un aumento de la homogeneidad de la deposición de plasma sobre la superficie de la pieza puede alcanzarse, según un ejemplo práctico, mediante dos fuentes de plasma instaladas en paredes laterales opuestas de la cámara de baja presión y dispuestas una tras otra.

Las patentes US 2006/219361 A1, US 6,167,835 B1, EP 1 936 656 A1, US 2009/156013 A1, US 2008/0295872 A1 revelan dispositivos y métodos para el tratamiento con plasma de superficies de al menos una pieza.

5 Con ninguno de los dispositivos y métodos conocidos es posible someter piezas de cualquier forma y material a un tratamiento con plasma, bien porque la carga térmica o mecánica es demasiado alta para las piezas o bien porque las superficies, debido a su tamaño o a su contorno, no son totalmente accesibles a dicho tratamiento, sobre todo en una sola operación. Los enfoques conocidos del estado técnico para resolver este problema van en detrimento de la simplicidad y rentabilidad de los dispositivos y métodos descritos.

10 La presente invención tiene por objeto crear un dispositivo de estructura sencilla que permita un tratamiento suave, uniforme y simultáneo con plasma de varias superficies de piezas de cualquier forma.

15 Este objetivo se resuelve mediante un dispositivo que posee las características de la reivindicación 1.

También es objeto de la presente invención el desarrollo de un método que permita un tratamiento suave, uniforme y simultáneo con plasma de varias superficies de piezas de cualquier forma.

20 Este objetivo se resuelve mediante un método que incluye las características de la reivindicación 11.

El dispositivo de la presente invención para el tratamiento con plasma de superficies de al menos una pieza incluye como mínimo una fuente de plasma con una fuente de energía para generar un plasma, un espacio cerrado que está conectado de forma fluida con al menos una fuente de plasma y por lo menos una aspiración para establecer una diferencia de presión entre al menos dicha fuente de plasma y el espacio cerrado.

25 La fuente de plasma trabaja preferiblemente a presión atmosférica o con sobrepresión; las condiciones en el espacio cerrado son por lo menos de vacío parcial y el plasma generado es un plasma atmosférico, p.ej. un arco voltaico soplado. Sin embargo la fuente de plasma no está limitada a la generación de dicho plasma y las condiciones de presión en la fuente de plasma y en el espacio cerrado se pueden ajustar libremente. El ajuste de las diferencias de presión entre el espacio cerrado y al menos una fuente de plasma se puede graduar o regular no solo mediante una aspiración, sino también a través de un orificio que comunica fluidamente el espacio cerrado con una respectiva fuente de plasma. Al menos un orificio tiene forma de boquilla o válvula, a fin de influir no solo en las condiciones de presión en la fuente de plasma y en el espacio cerrado, sino también en la formación del correspondiente haz de plasma. Otro parámetro para el ajuste de las diferencias de presión entre el espacio cerrado y al menos una fuente de plasma es la configuración de un conducto por el cual se dirige un gas hacia la fuente de plasma para generar el plasma. P.ej., si el gas se introduce por el conducto a una presión mayor que la reinante en el espacio cerrado resulta un plasma con sobrepresión. Esta sobrepresión se puede incrementar haciendo vacío en el espacio cerrado. Aunque las fuentes de plasma estén dispuestas en posición vertical según las formas de ejecución aquí descritas del dispositivo de la presente invención, al menos una fuente de plasma se puede orientar de cualquier modo respecto al espacio cerrado.

Según la presente invención, al menos una de las fuentes de plasma es un elemento distribuidor de plasma que tiene una serie de orificios de salida de plasma y está situado tras la dirección de flujo.

45 Mediante al menos un elemento distribuidor de plasma se puede fraccionar el plasma generado, de manera que a partir de una fuente de plasma se pueden producir varios haces de plasma. Por lo tanto en el entorno inmediato de un haz de plasma no se necesita ningún aporte de energía y de gas para generarlo, y varios haces de plasma se pueden dirigir simultáneamente hacia al menos una superficie de una pieza, independientemente de la situación de al menos dicha fuente de plasma. Además, el hecho de que el plasma procedente de una fuente de plasma se divida en varios haces de plasma - en cuanto a la potencia de la fuente de plasma, la fuente de energía, el aporte de gas y la aspiración - permite tratar superficies más grandes. Al menos dicho elemento distribuidor de plasma puede estar formado por varias piezas huecas, p.ej. por piezas tubulares cilíndricas análogas a canalizaciones, que se pueden usar para la constitución de sistemas de conducción de gas o de agua. En principio se pueden emplear todos los materiales adecuados para la resistencia mecánica y térmica, que influyan de manera selectivamente positiva o al menos no negativa en las propiedades del plasma.

60 Al menos dicho elemento distribuidor de plasma está constituido de manera que un vector normal de un plano de cada orificio de salida de plasma se pueda dirigir hacia una superficie de al menos una pieza sometida a tratamiento. El vector normal del plano del respectivo orificio de salida de plasma define una dirección de un haz de plasma.

65 Al menos dicho elemento distribuidor de plasma se puede adaptar a la forma de la pieza tratada y/o al tipo o a la intensidad deseada del tratamiento de las piezas. A diferencia del estado técnico conocido, la dirección de los haces de plasma no se basa exclusivamente en el principio de una expansión del plasma debida a una diferencia de presión entre el haz de plasma y el espacio donde se encuentra la pieza. Los haces de plasma se dirigen solamente hacia al menos una superficie de la pieza. Los diversos haces de plasma generados mediante una fuente de plasma se pueden regular específicamente en cuanto a intensidad, forma, volumen, dirección, ángulo de apertura y distancia

a la superficie de la pieza. Dentro de al menos dicho elemento distribuidor de plasma, los mencionados parámetros de los haces de plasma pueden ser idénticos o distintos.

5 Así es posible tanto un tratamiento homogéneo de varias superficies, como también un tratamiento específicamente diferenciado de distintas superficies de una pieza o de distintas zonas de una superficie de una pieza. Los posibles parámetros para la regulación específica de la intensidad, forma, dirección, ángulo de apertura, volumen y distancia a la superficie de la pieza de los haces de plasma son, entre otros, la longitud del camino de flujo que debe recorrer el plasma hasta el respectivo orificio de salida del plasma, la sección transversal (su forma y área) y/o el perfil de la sección transversal (variación de la forma o de la superficie de la sección transversal a lo largo del camino de flujo) de cada vía de plasma en el elemento distribuidor y/o la configuración de los orificios de salida del plasma. En los orificios de salida del plasma hay unas boquillas con las cuales se conforma el haz de plasma, p.ej. expandiéndolo. Asimismo cabe pensar en la instalación de válvulas en dichos orificios, con el fin de graduar temporalmente el flujo de volumen o la presión de los haces de plasma con independencia entre ellos. La forma de la textura superficial (rugosidad de la superficie, tratamientos superficiales, p.ej. recubrimientos) de las superficies de flujo del elemento distribuidor del plasma también puede influir en él. Al menos un elemento distribuidor de plasma es básicamente un sistema de reparto fluídico. De acuerdo con ello, para configurar al menos un elemento distribuidor de plasma y regular los haces de plasma se pueden utilizar todos los parámetros y leyes de la dinámica de fluidos aplicables al diseño de sistemas hidráulicos en general, como por ejemplo los de conducción de agua o gas.

20 En una forma de ejecución ventajosa del dispositivo de la presente invención, los orificios de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma para el tratamiento de una pieza esencialmente paralelepípedica están dispuestos de manera irregular alrededor de un contorno externo de la pieza.

25 Según una forma de ejecución del dispositivo de la presente invención, al menos un elemento distribuidor de plasma está diseñado como elemento distribuidor de plasma fractal.

30 Como fractal se designa en general una geometría con la característica de que una ampliación de un corte de la misma corresponde en principio a su estructura global. Un ejemplo de ello es la estructura multiramificada de los canales biológicos de fluidos. Como elemento distribuidor de plasma fractal de la presente invención se entiende un elemento distribuidor de plasma configurado de manera que el plasma se divide a lo largo de la dirección de flujo hacia los orificios de salida produciendo varios haces de plasma idénticos. Los flujos parciales o haces de plasma idénticos se obtienen preferiblemente haciendo que el recorrido del plasma desde la fuente de plasma hasta los orificios de salida tenga la misma longitud. Como consecuencia se pueden generar varios haces de plasma idénticos a partir de una fuente de plasma y dirigirlos al menos hacia una superficie de al menos una pieza, lo cual permite un tratamiento especialmente homogéneo de una superficie de una pieza. Sin embargo puede ser que la igualdad de los recorridos de flujo entre la fuente de plasma y los orificios de salida no garantice una distribución homogénea del plasma. Otros factores, como las áreas de las secciones transversales o sus variaciones a lo largo del recorrido del flujo o la turbulencia del plasma al separarse en el conducto, también tienen un papel importante en la distribución homogénea del plasma. En este punto se remite de nuevo a todos los parámetros conocidos y leyes de la dinámica de fluidos. Estos factores se pueden tener en cuenta para diseñar al menos un elemento distribuidor de plasma, a fin de asegurar mediante el elemento distribuidor de plasma fractal una repartición homogénea y uniforme del plasma, minimizando a la vez la diferencia de presión necesaria entre la fuente de plasma y el espacio cerrado. El elemento distribuidor de plasma fractal también permite, entre otras cosas, generar matrices rectangulares o hexagonales de haces de plasma.

45 Para el tratamiento con plasma de una pieza plana, el dispositivo de la presente invención puede tener un elemento distribuidor de plasma diseñado de forma que los orificios de salida de plasma se dirijan hacia una cara superior y una cara inferior de la pieza plana.

50 Se entiende por pieza plana un cuerpo que tenga proporcionalmente mayor anchura que altura. Desde el punto de vista de la aplicación, como ejemplos de piezas planas cabe mencionar las placas de circuito impreso, sobre todo pletinas, láminas, placas, cintas textiles o chapas. La extensión longitudinal de las piezas no está limitada. Con el dispositivo de la presente invención también se pueden tratar piezas sin fin tales como rollos de láminas. Para ello puede preverse p.ej. un sistema de compuertas de presión, según el cual el espacio cerrado está conectado con una compuerta de presión anterior y otra posterior para introducir piezas en el espacio cerrado y extraerlas del mismo con un medio de traslación. En este caso es importante diseñar el sistema de compuertas de manera que se pueda mantener la diferencia de presión entre la fuente de plasma y el espacio cerrado.

60 En sus márgenes opuestos el espacio cerrado también puede ir provisto respectivamente de al menos una fuente de plasma a la que corresponde igualmente al menos un elemento distribuidor de plasma, de modo que los orificios de salida de plasma de cada uno de los elementos distribuidores de plasma están dirigidos hacia la cara superior y la cara inferior de la pieza plana.

65 Se pueden instalar fuentes de plasma y/o elementos distribuidores de plasma tanto iguales como diferentes. Cada fuente de plasma puede tener una alimentación de gas y una fuente de energía asignadas expresamente a ella. También cabe la posibilidad de suministrar a las fuentes de plasma una alimentación de gas y/o una fuente de

energía común. Entre cada fuente de plasma y el espacio cerrado se pueden ajustar diferencias de energía iguales o distintas. Así, en el tratamiento de una pieza plana, por ejemplo, un primer plasma dirigido hacia la cara superior de la pieza puede tener una presión mayor que un segundo plasma dirigido hacia la cara inferior de la pieza. Según la fuente de plasma, los orificios del espacio cerrado que lo comunican fluidamente con las fuentes de plasma pueden ser de forma igual o distinta. Análogamente a todas las demás formas de ejecución, los orificios pueden tener forma de boquillas o válvulas. La distancia entre los orificios de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma dirigido hacia la cara superior de la pieza y esta cara puede ser igual, superior o inferior a la distancia entre los orificios de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma dirigido hacia la cara inferior de la pieza y esta cara. Las distancias entre los orificios de salida del plasma y al menos una superficie de la pieza se pueden variar usando un medio de traslación, incluso en el curso del tiempo. La cara superior e inferior de la pieza plana se pueden someter a un tratamiento de plasma idéntico o se pueden exponer a haces de plasma diferentes. En este caso también es posible un tratamiento homogéneo de varias superficies o un tratamiento específicamente diferenciado de varias superficies de una pieza o de varias zonas de una superficie de una pieza. En las formas de ejecución descritas para el tratamiento de piezas planas, los elementos distribuidores de plasma también pueden ser de configuración fractal.

En otra forma de ejecución ventajosa del dispositivo de la presente invención los orificios de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma pueden estar repartidos homogéneamente alrededor de la superficie de la pieza sometida al tratamiento.

Dicha configuración es especialmente adecuada para el tratamiento de piezas redondas, cuyo contorno puede tener cualquier forma. Además de piezas circulares, ovales o elípticas también se pueden tratar piezas que tengan un contorno complejo y sean axialmente asimétricas. Los orificios de salida de plasma se pueden repartir en función de la superficie tratada, de manera que los haces de plasma abarquen el contorno de la pieza y permitan un tratamiento homogéneo de fibras, mazos de fibras, cables, tubos, barras, alambres y piezas similares. En este caso también hay que señalar que con el dispositivo de la presente invención se puede llevar a cabo un tratamiento específicamente diferenciado de varias superficies de una pieza o de varias zonas de una superficie de una pieza. En esta forma de ejecución es especialmente ventajoso el empleo de un sistema de compuertas como el arriba citado, que permite un tratamiento continuo de piezas sin limitación de su extensión longitudinal.

Según una forma de ejecución del dispositivo de la presente invención al menos un elemento distribuidor de plasma está diseñado como un cuerpo hueco y los orificios de salida del plasma están repartidos homogéneamente sobre la superficie de una envoltura de dicho elemento distribuidor de plasma.

Según esta forma de ejecución se puede lograr un tratamiento de al menos una superficie interna de al menos una pieza. Al menos un elemento distribuidor de plasma se sitúa dentro de la pieza y los orificios de salida del plasma se disponen en función de la superficie interna de la pieza.

El dispositivo de la presente invención sirve para cualquier tratamiento con plasma de superficies. Como ejemplos de aplicación cabe mencionar la activación, limpieza, p.ej. una limpieza interior de tuberías antes de un recubrimiento protector, el desengrase, la reducción, p.ej. una reducción de óxidos sobre los contactos metálicos de una placa de circuito impreso de doble cara, p.ej. con un plasma que contenga hidrógeno, partiendo de un gas formador o de una mezcla gaseosa de hidrógeno-argón, o una oxidación, p.ej. con un plasma que contenga oxígeno, partiendo de una mezcla de aire-argón.

En una forma de ejecución especialmente ventajosa del dispositivo de la presente invención el espacio cerrado está constituido por la propia pieza configurada como un cuerpo hueco, por una brida de alimentación y una brida de aspiración. Aquí se puede prever que al menos una tubería de alimentación atraviese la brida de alimentación y penetre en el espacio cerrado, con al menos una fuente de plasma y al menos un elemento distribuidor de plasma en su extremo libre, estando el espacio cerrado en conexión fluida con la aspiración por medio de otra brida. Los orificios de salida del elemento distribuidor de plasma pueden estar repartidos homogéneamente en función de una superficie interna de la pieza configurada como cuerpo hueco.

Este sistema permite prescindir de la cámara de proceso y ofrecer por tanto un dispositivo de la presente invención con una estructura especialmente sencilla, compacta y económica. Si esta forma de ejecución se considera análoga a las formas de ejecución anteriormente descritas también se tratan las superficies internas del espacio cerrado. Las bridas de alimentación y aspiración se colocan sobre la pieza tratada para mantener la diferencia de presión entre la fuente de plasma y el espacio cerrado. Los elementos selladores se pueden proporcionar como piezas separadas o pueden estar incorporadas en las bridas de alimentación y aspiración.

En todas las formas de ejecución del dispositivo de la presente invención la fuente energética puede ser una fuente de corriente continua pulsada para poder generar un plasma pulsante.

Según la presente invención la fuente de plasma es alimentada por una fuente de energía. Mediante la pulsación de la energía o de la potencia de alimentación se puede generar un plasma pulsante. En concreto los impulsos de corriente pueden ser de corriente continua, con valores fijos o variables de duración e intervalo de la pulsación y/o

de la cantidad de corriente. Con un plasma pulsante se puede reducir una entalpía media de los haces de plasma y por tanto se puede disminuir, especialmente, una emisión de calor, una carga térmica y/o electrostática del plasma sobre la pieza. Además, en comparación con el empleo de un plasma continuo o estático, tiene la ventaja de que en el espacio cerrado la presión media puede ser sustancialmente menor. Esto permite tratar térmica y mecánicamente piezas sensibles como láminas de plástico, materiales biológicos, tejidos de fibras, celulosas, láminas metálicas delgadas o botellas de plástico. Debe señalarse que en la descripción de la presente invención la fuente de corriente continua pulsada se puede entender como fuente de corriente, es decir una fuente de energía en que una corriente sirve de valor de referencia, o como fuente de voltaje, es decir una fuente de energía en que un voltaje sirve de valor de referencia. Por tanto la fuente de energía también puede ser una fuente de corriente continua pulsada. Aunque la descripción de la presente invención y las figuras adjuntas se refieren básicamente a fuentes de energía eléctrica, debe mencionarse que la energía necesaria para generar el plasma también se puede aportar bajo otras formas. Así, por ejemplo, la fuente de energía también puede ser una fuente de radiación (p.ej. de microondas) o una fuente térmica. Al usar estas fuentes de energía también cabe pensar en la generación de un plasma pulsante.

Además, en todas las formas de ejecución del dispositivo de la presente invención se puede prever un medio de traslación que produzca un movimiento relativo entre los orificios de salida del plasma y al menos una pieza.

De este modo, entre la pieza y los haces de plasma se pueden realizar movimientos uniformes o irregulares lineales, rotativos u oscilantes y otros. Los tipos de movimiento descritos se pueden efectuar separadamente o también de manera combinada. Se puede pensar en diversos patrones de movimiento durante un periodo de tiempo, a fin de someter determinadas zonas de una superficie a un tratamiento de plasma deseado. Un movimiento relativo entre la pieza y los haces de plasma puede favorecer la homogeneidad del tratamiento y ampliar la superficie máxima que se puede tratar con el plasma generado por una fuente de plasma. El movimiento relativo se puede realizar por parte del plasma y/o de la pieza. Por lo que respecta a la realización práctica del medio de traslación cabe pensar, entre otras cosas, en todos los dispositivos que en las máquinas-herramienta, p.ej., sirven para controlar o regular el movimiento de la herramienta o de la pieza.

El método de la presente invención para tratar con plasma superficies de al menos una pieza se caracteriza por el mantenimiento, mediante una aspiración, de una diferencia de presión entre al menos una fuente de plasma y un espacio cerrado. En al menos una fuente de plasma se genera un plasma que se dirige hacia el espacio cerrado y se divide en varios haces de plasma con la ayuda de un elemento distribuidor de plasma situado tras una fuente de plasma según la dirección del flujo. Los haces de plasma se dirigen específicamente hacia al menos una superficie de al menos una pieza, a través de múltiples orificios de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma.

En un ejemplo del proceso del método según la presente invención, la pieza cuyas superficies deben tratarse se introduce en el espacio cerrado o forma ella misma parcial o totalmente el espacio cerrado. Mediante la aspiración a través de un orificio formado como boquilla en el espacio cerrado y una regulación de un aporte de gas a la fuente de plasma se genera y/o se mantiene una diferencia de presión entre al menos una fuente de plasma y un espacio cerrado. En el espacio cerrado se forma p.ej. un vacío aproximado. En al menos una fuente de plasma se genera un plasma que se dirige hacia el espacio cerrado y con la ayuda de un elemento distribuidor de plasma, situado tras una fuente de plasma según la dirección del flujo, se divide en varios haces de plasma que pueden ser iguales o distintos en cuanto a intensidad, forma, dirección, ángulo de apertura, volumen, distancia a la superficie de la pieza. Los haces de plasma se dirigen directamente hacia al menos una superficie de al menos una pieza a través de una serie de orificios de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma. Con una fuente de corriente continua pulsada se genera un plasma pulsante en la fuente de plasma. Entre los orificios de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma, y por tanto los haces de plasma, y al menos una pieza tiene lugar un movimiento relativo que puede variar de forma y/o de velocidad durante el tratamiento con plasma. Todas las formas de movimiento también pueden tener lugar de manera combinada.

A continuación, mediante las figuras adjuntas, se describen con mayor detalle formas de ejecución del dispositivo y del método según la presente invención para el tratamiento de superficies con plasma. Estas formas de ejecución concretadas en ejemplos no suponen ninguna limitación del alcance de la presente invención.

Las figuras representan:

Figura 1: un corte esquemático de una forma de ejecución del dispositivo según la presente invención para el tratamiento de superficies con plasma;

Figura 2: un corte esquemático de una forma de ejecución del dispositivo para el tratamiento de superficies con plasma, utilizando un elemento distribuidor de plasma fractal;

Figura 3: un corte esquemático de una forma de ejecución del dispositivo para el tratamiento de superficies con plasma, donde hay elementos distribuidores de plasma dirigidos respectivamente hacia una cara superior e inferior de una pieza plana;

Figura 4: un corte esquemático de una forma de ejecución del dispositivo para el tratamiento de superficies con plasma, donde los orificios de salida del plasma de un elemento distribuidor de plasma están repartidos alrededor de una pieza;

Figura 5: un corte esquemático de una forma de ejecución del dispositivo para el tratamiento de superficies con

plasma, donde hay un espacio cerrado definido por la propia pieza, una tubería de alimentación y una tubería de aspiración.

5 En las figuras se usan las mismas referencias para aquellos elementos de la presente invención que son iguales o tienen idéntica función.

La **figura 1** muestra un dispositivo 1 de la presente invención para el tratamiento con plasma de superficies 5. En un espacio cerrado 30 se coloca una pieza 10 sometida al tratamiento sobre un asiento 6. El espacio cerrado 30 está limitado integralmente por una cámara de proceso 31. Por medio de una aspiración 35 se puede establecer una diferencia de presión Δp en el espacio cerrado 30 respecto a una cámara de descarga 18 de una fuente de plasma 15. La fuente de plasma 15 está situada fuera del espacio cerrado 30, pero también se puede instalar dentro de él. A través de un conducto de gas 17 tiene lugar un aporte de gas de plasma en la cámara de descarga 18 de la fuente de plasma 15. A un electrodo 16 se le puede aplicar una tensión mediante una fuente de energía 20 conectada a un potencial de masa 21. En la forma de ejecución representada la fuente de energía 20 es una fuente de corriente continua pulsada. Para evitar cargas electrostáticas y flujo de corriente parásita, la fuente de plasma 15, la cámara de proceso 31 y la fuente de energía 20 están conectadas en conjunto al potencial de masa 21. El espacio cerrado 30 tiene conexión fluida con la fuente de plasma 15 a través de un orificio 26. El orificio 26 tiene la forma de boquilla o de válvula para regular el caudal de plasma 25 en la dirección del flujo S y la diferencia de presión Δp . Tras la dirección de flujo S se encuentra la fuente de plasma 15, que es un elemento distribuidor de plasma 40 con múltiples orificios 45 de salida del plasma. El elemento distribuidor de plasma 40 está configurado de manera que un vector n perpendicular a un plano E de cada orificio 45 de salida de plasma se dirija hacia una superficie 5 de una pieza 10 sometida al tratamiento. El vector n perpendicular al plano E del respectivo orificio 45 de salida de plasma define una dirección 55 de cada haz de plasma 50. Puede verse que los orificios 45 de salida del plasma y por tanto la dirección 55 de los haces de plasma 50 están repartidos irregularmente alrededor de un contorno externo 11 de la pieza 10. En esta forma de ejecución, el elemento distribuidor de plasma 40 presenta unos orificios 45 de salida del plasma con distinta sección A, de la cual resultan haces de plasma 50 con diferente ángulo de apertura α . La intensidad I y el volumen V de cada haz de plasma 50 también se pueden regular ocasionalmente mediante la sección A de los orificios 45 de salida de plasma.

30 Con un medio de traslación 80 se mueve el asiento 6 que sostiene la pieza 10, produciendo un movimiento relativo 85 entre la pieza 10 y los haces de plasma 50.

La **figura 2** muestra un dispositivo 1 de la presente invención para el tratamiento con plasma de superficies 5, por medio de un elemento distribuidor de plasma fractal 41 formado por varios tramos de tubo 42 de igual sección Q. En un espacio cerrado 30 se coloca una pieza 10 sometida al tratamiento sobre un asiento 6. El espacio cerrado 30 está limitado integralmente por una cámara de proceso 31. Por medio de una aspiración 35 se puede establecer una diferencia de presión Δp en el espacio cerrado 30 respecto a una cámara de descarga 18 de una fuente de plasma 15. La fuente de plasma 15 está situada fuera del espacio cerrado 30, pero también se puede instalar dentro de él. A través de un conducto de gas 17 tiene lugar un aporte de gas de plasma en la cámara de descarga 18 de la fuente de plasma 15. A un electrodo 16 se le puede aplicar una tensión mediante una fuente de energía 20 conectada a un potencial de masa 21. En la forma de ejecución representada la fuente de energía 20 es una fuente de corriente continua pulsada. Para evitar cargas electrostáticas y flujo de corriente parásita, la fuente de plasma 15, la cámara de proceso 31 y la fuente de energía 20 están conectadas en conjunto al potencial de masa 21. El espacio cerrado 30 tiene conexión fluida con la fuente de plasma 15 a través de un orificio 26. El orificio 26 tiene la forma de boquilla para regular el caudal de plasma 25 en la dirección del flujo S y la diferencia de presión Δp . Tras la dirección de flujo S se encuentra la fuente de plasma 15, que es un elemento distribuidor de plasma fractal 41 con múltiples orificios 45 de salida del plasma. El elemento distribuidor de plasma fractal 41 está configurado de manera que un vector n perpendicular a un plano E de cada orificio 45 de salida de plasma se dirija hacia una superficie 5 de una pieza 10 sometida al tratamiento. El vector n perpendicular al plano E del respectivo orificio 45 de salida de plasma define una dirección 55 de un haz de plasma 50. El elemento distribuidor de plasma fractal 41 está configurado de manera que un recorrido medio 27 del plasma 25, desde la fuente de plasma 15 hasta cada orificio 45 de salida de plasma del elemento distribuidor de plasma fractal 41, donde el plasma 25 se divide en haces de plasma 50 idénticos, tenga la misma longitud. Con un medio de traslación 80 se mueve el asiento 6 que sostiene la pieza 10, produciendo un movimiento relativo 85 entre la pieza 10 y los haces de plasma 50.

La **figura 3** muestra un dispositivo 1 de la presente invención para el tratamiento con plasma de superficies 5, en el cual hay una pieza plana 10 colocada en un espacio cerrado 30 entre un elemento distribuidor de plasma 40 y un elemento distribuidor de plasma 402. El elemento distribuidor de plasma 40 está sobre una cara superior 13 de la pieza 10 y el elemento distribuidor de plasma 402 sobre una cara inferior 14 de la pieza 10. El elemento distribuidor de plasma 40 divide un plasma 25 generado por una fuente de plasma 15 en varios haces de plasma 50 que salen a través de los orificios 45 de salida del plasma y se dirigen hacia la cara superior 13 de la pieza 10. El elemento distribuidor de plasma 402 divide un plasma 252 generado por una fuente de plasma 152 en varios haces de plasma 502 que salen a través de los orificios 452 de salida del plasma y se dirigen hacia la cara inferior 14 de la pieza 10. La fuente de plasma 15 está unida con una fuente de energía 20, conectada a un potencial de masa 21, y con un conducto de gas 17. A su vez la fuente de energía 20 va unida a un electrodo 16. La fuente de plasma 152 está unida con una fuente de energía 202, también conectada a un potencial de masa 21, y con un conducto de gas 172.

A su vez la fuente de energía 202 va unida a un electrodo 16. El espacio cerrado 30 está limitado integralmente por una cámara de proceso 31. Por medio de una aspiración 35 y a través de los conductos de gas 17, 172 se pueden establecer unas diferencias de presión Δp y Δp_2 en el espacio cerrado 30 respecto a las fuentes de plasma 15, 152. Las fuentes de plasma 15, 152 están situadas fuera del espacio cerrado 30, pero también se puede instalar dentro de él. En la forma de ejecución representada las fuentes de energía 20, 202 son unas fuentes de corriente continua pulsada. Para evitar cargas electrostáticas y flujo de corriente parásita, las fuentes de plasma 15, 152, la cámara de proceso 31 y las fuentes de energía 20, 202 están conectadas en conjunto al potencial de masa 21. El espacio cerrado 30 tiene conexión fluida con las fuentes de plasma 15, 152 a través de unos orificio 26, 262. Los orificios 26, 262 tienen la forma de boquilla para regular el caudal de los plasmas 25, 252 en la dirección del flujo S o S₂ y las diferencias de presión Δp y Δp_2 . Los orificios 45 de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma 40 dirigido hacia la cara superior 13 de la pieza 10 están a una distancia d₁ de la cara superior 13 de la pieza 10. Los orificios 452 de salida del plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma 402 dirigido hacia la cara inferior 14 de la pieza 10 están a una distancia d₂ de la cara inferior 14 de la pieza 10. Con un medio de traslación 80 se mueve un asiento de la pieza 10 en forma de dispositivo rodante 6, produciendo un movimiento relativo 85 entre la pieza 10 y los haces de plasma 50, 502.

La **figura 4** muestra un dispositivo 1 de la presente invención para el tratamiento con plasma de superficies 5. En un espacio cerrado 30 se coloca sobre un asiento (no representado en la fig. 4) una pieza 10 de forma oval sometida al tratamiento. El espacio cerrado 30 está limitado integralmente por una cámara de proceso 31. Por medio de una aspiración 35 se puede establecer una diferencia de presión Δp en el espacio cerrado 30 respecto a una fuente de plasma 15. Aquí la fuente de plasma 15 está situada fuera del espacio cerrado 30. A través de un conducto de gas 17 tiene lugar un aporte de gas de plasma a la fuente de plasma 15. A un electrodo 16 se le puede aplicar una tensión por medio de una fuente de energía 20 conectada a un potencial de masa 21. En la forma de ejecución representada la fuente de energía 20 es una fuente de corriente continua pulsada. Para evitar cargas electrostáticas y flujo de corriente parásita, la fuente de plasma 15, la cámara de proceso 31 y la fuente de energía 20 están conectadas en conjunto al potencial de masa 21. El espacio cerrado 30 tiene conexión fluida con la fuente de plasma 15 a través de un orificio 26. El orificio 26 puede tener p.ej. la forma de boquilla o de válvula para regular el caudal de plasma 25 en la dirección del flujo S y la diferencia de presión Δp . Tras la dirección de flujo S se encuentra la fuente de plasma 15, que es un elemento distribuidor de plasma 40 con múltiples orificios 45 de salida del plasma. El elemento distribuidor de plasma 40 está configurado de manera que un vector n perpendicular a un plano E de cada orificio 45 de salida de plasma se dirija hacia una superficie 5 de una pieza 10 sometida al tratamiento. El vector n perpendicular al plano E del respectivo orificio 45 de salida de plasma define una dirección 55 de cada haz de plasma 50. Los orificios 45 de salida del plasma del elemento distribuidor de plasma 40 son homogéneos y están repartidos alrededor de un contorno 7 de la superficie 5 de la pieza 10 sometida al tratamiento. Los orificios 45 de salida del plasma están repartidos según la superficie 5 tratada, de manera que los haces de plasma 50 abarquen uniformemente el contorno 7 de la pieza 10. Por lo tanto tiene lugar un tratamiento especialmente uniforme de la superficie 5 de la pieza 10. Con un medio de traslación 80 se produce un movimiento relativo 85 entre la pieza 10 y los haces de plasma 50. El movimiento relativo es perpendicular a la superficie de la figura.

La **figura 5** representa un corte esquemático de otra forma de ejecución del dispositivo para tratar superficies con plasma. En esta forma de ejecución especialmente ventajosa del dispositivo 1 de la presente invención el espacio cerrado 30 está definido por la propia pieza 10 de forma tubular, por una brida de alimentación 60 y por una brida de aspiración 65. Por medio de una aspiración 35 se puede establecer una diferencia de presión Δp en el espacio cerrado 30 respecto a una fuente de plasma 15. A un electrodo 16 se le puede aplicar una tensión por medio de una fuente de energía 20 conectada a un potencial de masa 21. En la forma de ejecución representada la fuente de energía 20 es una fuente de corriente continua pulsada. La fuente de plasma 15, la pieza 10 y la fuente de energía 20 están conectadas en conjunto al potencial de masa 21. A través de la brida de alimentación 60 pasa una tubería de alimentación 70 que incluye un conducto de gas 17 y un aporte de energía 22. La tubería de alimentación 70 penetra en el espacio cerrado 30. En el extremo libre de la tubería de alimentación 70 hay una fuente de plasma 15 y un elemento distribuidor de plasma 40. Como en todas las formas de ejecución del dispositivo 1 de la presente invención el elemento distribuidor de plasma 40 está configurado de modo que un vector n perpendicular a un plano E de cada orificio 45 de salida de plasma se dirija hacia una superficie 5 de una pieza 10 sometida al tratamiento. El vector n perpendicular al plano E del respectivo orificio 45 de salida de plasma define una dirección 55 de cada haz de plasma 50. El elemento distribuidor de plasma 40 tiene forma de pieza hueca y los orificios 45 de salida del plasma están repartidos homogéneamente sobre una envoltura M del elemento distribuidor de plasma 40 respecto a una superficie interna 8 de la pieza 10, con lo cual los haces de plasma 50 se distribuyen homogéneamente sobre la superficie interna 8 de la pieza 10. Así se realiza un tratamiento especialmente homogéneo de la superficie interna 8 de la pieza 10. A través de la brida de aspiración 65, el espacio cerrado 30 está en conexión fluida con la aspiración 35. En esta forma de ejecución hay una junta 66 incorporada a la brida de aspiración 65, para mantener la diferencia de presión Δp . La función selladora por el lado de la alimentación lo ejerce una embocadura de paso 61. Como alternativa también se podría incorporar una junta 66 a la brida de alimentación 60 y prever una embocadura de paso 61 por el lado de la aspiración. Con un medio de traslación 80 se produce un movimiento relativo 85 entre la pieza 10 y los haces de plasma 50. El movimiento relativo 85 tiene lugar paralelamente al eje longitudinal L de la pieza 10 y es transmitido por una barra 81 desde el medio de traslación 80 a la fuente de plasma 15. La barra de transmisión 81 está configurada de manera que pase por ella la tubería de alimentación 70.

Lista de referencias

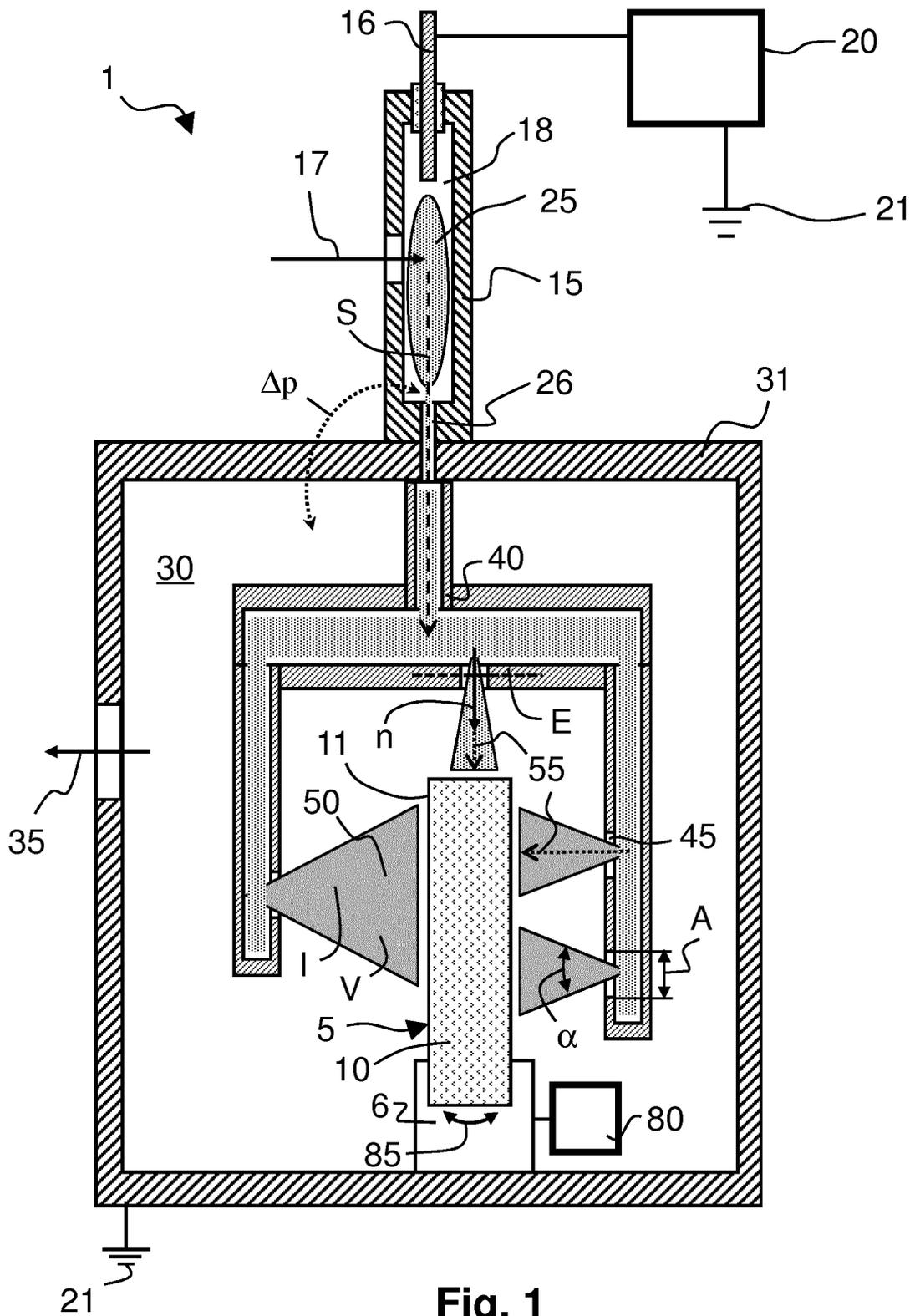
1	Dispositivo para el tratamiento con plasma
5	Superficie de la pieza
6	Asiento de la pieza
7	Contorno de una pieza
8	Superficie interna de una pieza
10	Pieza
11	Contorno externo de una pieza
13	Cara superior de una pieza plana
14	Cara inferior de una pieza plana
15	Fuente de plasma
152	Fuente de plasma
16	Electrodo
162	Electrodo
17	Conducto de gas
18	Cámara de descarga
20	Fuente de energía
202	Fuente de energía
21	Potencial de masa
22	Aporte de energía
25	Plasma
252	Plasma
26	Orificio
262	Orificio
27	Recorrido medio del plasma
30	Espacio cerrado
31	Cámara de proceso
35	Aspiración
40	Elemento distribuidor de plasma
402	Elemento distribuidor de plasma
41	Elemento distribuidor de plasma fractal
42	Tramo de tubo
45	Orificio de salida de plasma de un elemento distribuidor de plasma
452	Orificio de salida de plasma de un elemento distribuidor de plasma
50	Haz de plasma
502	Haz de plasma
55	Dirección de un haz de plasma
60	Brida de alimentación
61	Embocadura de paso
65	Brida de aspiración
66	Junta
70	Tubería de alimentación
75	Superficie interna de una pieza de forma hueca
80	Medio de traslación
81	Barra de transmisión
85	Movimiento relativo
Δp	Diferencia de presión entre la fuente de plasma y el espacio cerrado
Δp_2	Diferencia de presión entre la fuente de plasma y el espacio cerrado
S	Dirección de flujo de un plasma
S_2	Dirección de flujo de un plasma
n	Vector perpendicular a un plano de un orificio de salida de plasma
E	Plano de un orificio de salida de plasma
A	Sección de un orificio de salida de plasma
α	Ángulo de apertura de un haz de plasma
d_1	Distancia de los orificios de salida de plasma a la superficie de la pieza
d_2	Distancia de los orificios de salida de plasma a la superficie de la pieza
Q	Sección de un tramo de tubo
M	Superficie de la envoltura de un elemento distribuidor de plasma
L	Eje longitudinal de una pieza

REIVINDICACIONES

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
1. Dispositivo (1) para el tratamiento con plasma de superficies (5) de al menos una pieza (10), que comprende:
 - al menos una fuente de plasma (15) que va unida a una fuente de energía (20) para generar un plasma (25);
 - un espacio cerrado (30);
 - al menos una aspiración (35) para establecer una diferencia de presión (Δp) entre al menos una fuente de plasma (15) y el espacio cerrado (30);
donde
 - cada fuente de plasma (15) está en conexión fluida a través de un solo orificio (26) con un respectivo elemento distribuidor de plasma (40) situado dentro del espacio cerrado (30);
y
 - cada elemento distribuidor de plasma (40) presenta una serie de orificios de salida de plasma (45);
caracterizado porque
el orificio (26) de al menos una fuente de plasma (15) tiene forma de boquilla o válvula regulable.
 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual al menos un elemento distribuidor de plasma (40) está configurado de manera que un vector (n) perpendicular a un plano (E) de cada orificio (45) de salida de plasma se dirige hacia una superficie (5) de al menos una pieza (10) sometida al tratamiento y el vector (n) perpendicular a un plano (E) del respectivo orificio (45) de salida de plasma define una dirección (55) de un haz de plasma (50).
 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual al menos un elemento distribuidor de plasma (40) está configurado como elemento distribuidor de plasma fractal (41).
 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual al menos un elemento distribuidor de plasma (40) está configurado de manera que los orificios (45) de salida de plasma se dirigen hacia una cara superior (13) y una cara inferior (14) de una pieza plana (10).
 5. Dispositivo según la reivindicación 4, en el cual el espacio cerrado (30) va provisto en sus límites opuestos de al menos una fuente de plasma (15, 152) a la que corresponde respectivamente un elemento distribuidor de plasma (40, 402), de manera que los orificios (45, 452) de salida de plasma del respectivo elemento distribuidor de plasma (40, 402) se dirigen hacia la cara superior (13) y la cara inferior (14) de la pieza plana (10).
 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual los orificios (45) de salida de plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma (40) están repartidos homogéneamente alrededor de un entorno (7) de la superficie (5) de la pieza (10) sometida al tratamiento.
 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual al menos un elemento distribuidor de plasma (40) está configurado como pieza hueca y los orificios (45) de salida de plasma están repartidos homogéneamente sobre la superficie de una envoltura (M) de al menos un elemento distribuidor de plasma (40).
 8. Dispositivo según la reivindicación 7, en el cual el espacio cerrado (30) está definido por la propia pieza (10) de forma hueca, por una brida de alimentación (60) y por una brida de aspiración (65), y a través de una brida de alimentación (60) penetra en el espacio cerrado (30) al menos una tubería de alimentación (70) en cuyo extremo libre hay al menos una fuente de plasma (15) y al menos un elemento distribuidor de plasma (40), y el espacio cerrado (30) está en conexión fluida con la aspiración (35) a través de una brida de aspiración (65).
 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el cual la fuente de energía (20) es una fuente de corriente continua pulsada, que permite generar un plasma pulsante (25).
 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el cual se prevé un medio de traslación (80) que produce un movimiento relativo (85) entre los orificios (45) de salida de plasma y al menos una pieza (10).
 11. Método para tratar con plasma las superficies (5) de al menos una pieza (10), que comprende las siguientes etapas:
 - mantenimiento de una diferencia de presión (Δp) entre al menos una fuente de plasma (15) y un espacio cerrado (30) por medio de una aspiración (35);
 - generación de un plasma (25) en al menos una fuente de plasma (15);
 - envío del plasma (25) a través de un solo orificio (26) de al menos una fuente de plasma (15) en cada uno de los elementos distribuidores de plasma (40) situados en el espacio cerrado (30), de modo que la diferencia de presión (Δp) entre al menos una fuente de plasma (15) y el espacio cerrado (30) es graduada adicionalmente por el respectivo orificio (26) de al menos una fuente de plasma (15), configurado como boquilla o válvula regulable.
 - conducción específica de varios haces de plasma (50) a través de múltiples orificios (45) de salida de plasma de cada elemento distribuidor de plasma (40) hacia al menos una superficie (5) de al menos una pieza (10).
 12. Método según la reivindicación 11, en el cual el plasma (25) generado es un plasma pulsante.

13. Método según una de las reivindicaciones 11 y 12, en el cual tiene lugar un movimiento relativo (85) entre los orificios (45) de salida de plasma de al menos un elemento distribuidor de plasma (40) y al menos una pieza (10).

5



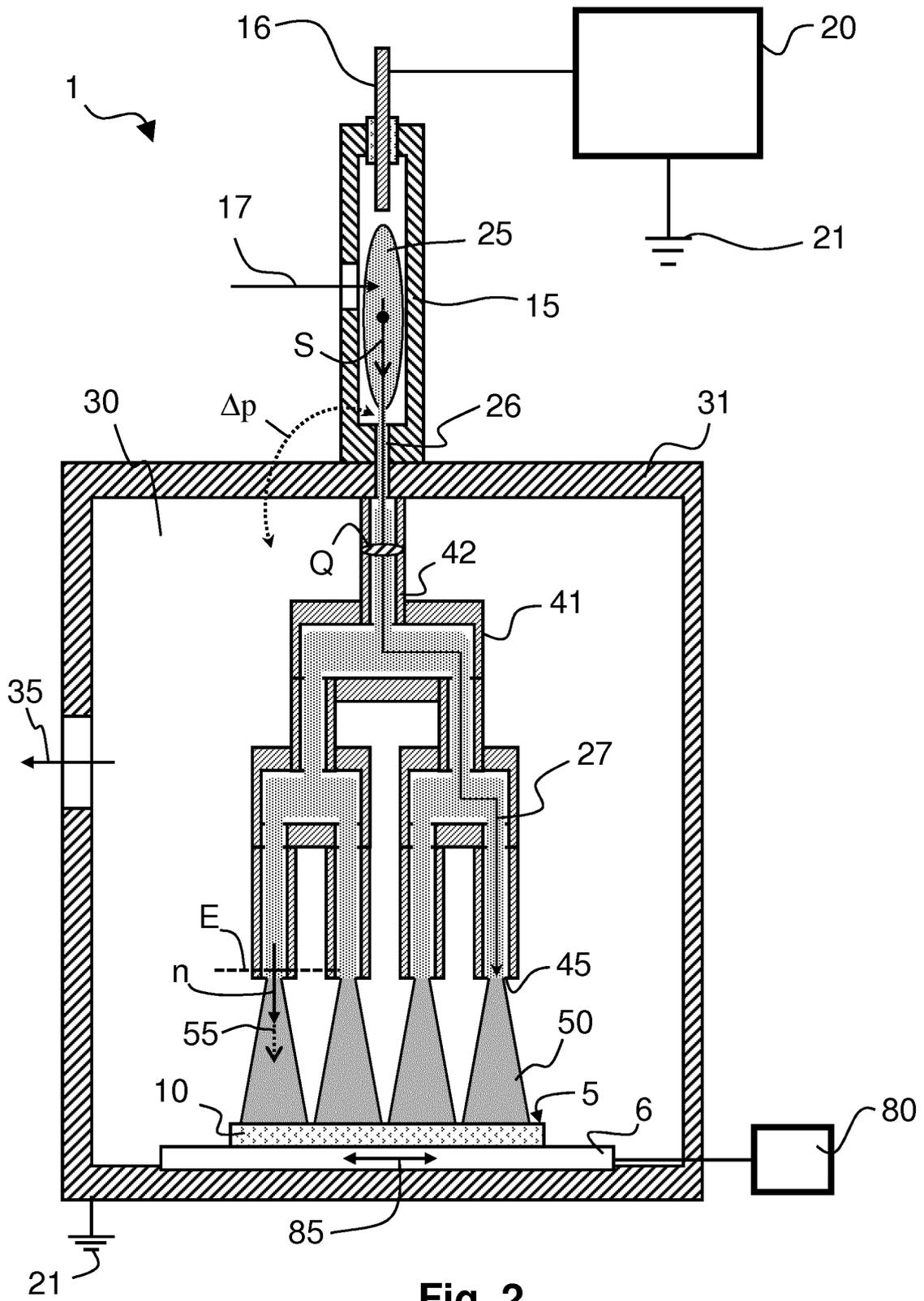


Fig. 2

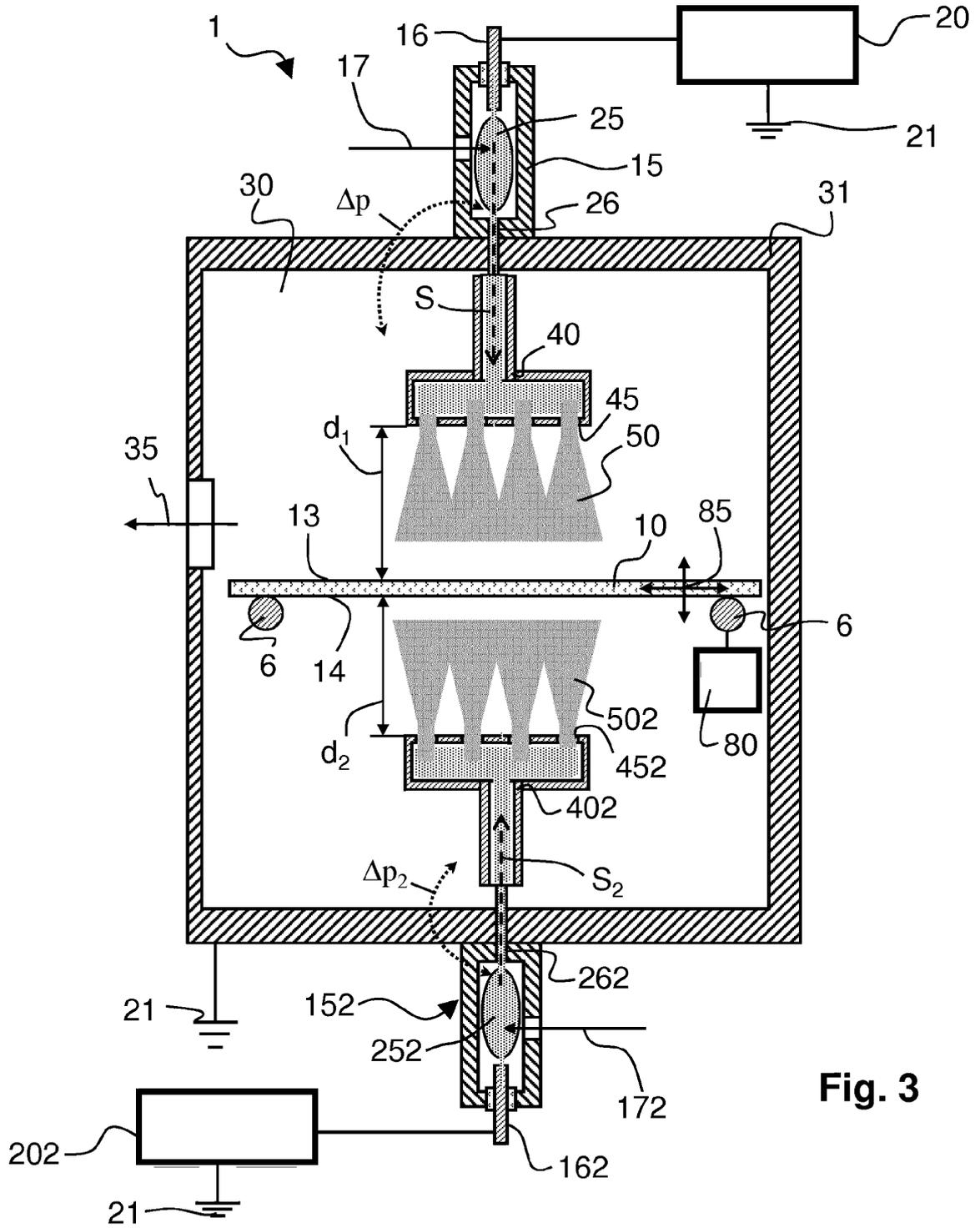


Fig. 3

