



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 323 751**

51 Int. Cl.:
H01J 37/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00990762 .7**

96 Fecha de presentación : **15.12.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1240659**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.09.2002**

54 Título: **Disposición para el acoplamiento de energía de microondas en una cámara de tratamiento.**

30 Prioridad: **24.12.1999 DE 199 63 122**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.07.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.07.2009

73 Titular/es: **Tetra Laval Holdings & Finance S.A.**
avenue Général-Guisan 70, P.O. Box 430
1009 Pully, CH

72 Inventor/es: **Moore, Rodney y**
Essers, Wolf

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 323 751 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).

ES 2 323 751 T3

DESCRIPCIÓN

Disposición para el acoplamiento de energía de microondas en una cámara de tratamiento.

5 La invención se refiere a una disposición para el acoplamiento de energía de microondas en una cámara de tratamiento que se encuentra en un resonador de cavidad, especialmente una cámara de recubrimiento CVD de plasma, con una alimentación de microondas y con un conductor hueco de microondas, Tal disposición se conoce a partir del documento WO99/17334.

10 Se conocen dispositivos para la generación de un plasma, que sirve, por ejemplo, para el recubrimiento, la purificación, la modificación o el decapado de sustratos, pero también para el tratamiento de implantes médicos. Se recubren piezas de trabajo de las más diferentes formas. Los dispositivos conocidos para la generación de plasma poseen un resonador de forma anular, al que se alimentan microondas a través de conductores huecos y cables coaxiales.

15 Se conoce también el recubrimiento de depósitos de automóviles, en el que en la pared exterior del resonador de cavidad están dispuestos cuatro o más fuentes de microondas en forma de magnetrones, para activar un gas introducido previamente en el depósito con la ayuda de la energía de microondas acoplada en el estado de plasma. Para un depósito se necesitan al menos cuatro magnetrones, y cuando varios depósitos deben proveer al mismo tiempo con el recubrimiento interior crece el número de los magnetrones con sus unidades de alimentación de corriente hasta un número alto no tolerable desde el punto de vista económico. Además, se ha comprobado que las pérdidas y reflexiones de la energía de microondas acoplada son diferentes según el tamaño y la forma del depósito a recubrir en tal medida que para una forma determinada debe realizarse una adaptación, que no proporciona ya resultados satisfactorios para la otra forma siguiente. Se establecen también otras cargas, pérdidas y reflexiones, de manera que para cada tipo de depósito se requiere una adaptación y sintonización de duración más o menos larga. También se ha investigado ya el factor de reflexión de la potencia de microondas en función de la longitud de la línea de alimentación hacia una cámara de reacción de microondas, para conseguir una sintonización óptima para determinadas frecuencias. Se ha conseguido una modificación de la curva de la reflexión en función de la longitud de una línea de alimentación a través de la incorporación de diferentes dispositivos de absorción en el conductor hueco de microondas, en el que, sin embargo, se puede observar siempre una sensibilidad frente a la adaptación errónea de modificaciones de la geometría.

30 El problema de la invención es configurar una disposición para el acoplamiento de energía de microondas del tipo mencionado al principio, de tal manera que se pueden recubrir efectivamente en el interior depósitos de plástico con forma y tamaño en cierto grado diferentes. Con otras palabras, para desviaciones reducidas del tamaño y para cada forma diferente de depósito no debe preverse otra disposición de acoplamiento o al menos una adaptación, que requiera trabajos de transformación.

35 Para un magnetrón, que genera energía de microondas a frecuencia fija, el factor de reflexión de la potencia en función de la posición efectiva del conductor hueco, que es una función de las dimensiones del depósito, no debe caer demasiado bruscamente, para elevarse de nuevo junto al valor mínimo de una manera correspondientemente fuerte, sino que el comportamiento de esta curva debe mostrar un efecto uniforme.

40 De una manera sorprendente, el problema se ha solucionado de acuerdo con la invención porque la disposición tiene una estructura esencialmente cilíndrica, de tal manera que en el extremo trasero está previsto un primer conductor hueco coaxial con conductor interior configurado como antena, en el centro de la disposición se conecta un conductor hueco aproximadamente cilíndrico y en el extremo delantero está previsto un segundo conductor hueco coaxial con conductor interior, en el que en el segundo conductor hueco coaxial, a través del tubo de alimentación de gas se puede introducir gas, que se puede activar a través de la energía de microondas acoplada en el estado de plasma, y en el que a través de la antena en la zona de plasma se genera un modo TM. A través de estas medidas se obtiene una caída un poco más moderada del factor de reflexión de la potencia en función de la geometría del depósito con la consecuencia de que también depósitos de volúmenes desiguales y de configuración desigual pueden ser tratados, sin embargo, siempre todavía de una manera efectiva, porque está disponible potencia de microondas suficiente para el encendido y mantenimiento del plasma, es decir, que la potencia reflejada es reducida. Solamente existe necesidad de una nueva adaptación completa cuando el volumen de los depósitos tratados se modifica en el factor dos o más y de una manera correspondiente también la forma de un depósito se ha modificado drásticamente frente a otro depósito. A través de las medidas de acuerdo con la invención se pueden tratar sin trabajos de transformación diferentes depósitos de forma y tamaño similares con rendimiento suficiente.

55 A los buenos resultados de tratamiento no sólo contribuye la forma esencialmente cilíndrica del resonador de cavidad, sino que se consigue también la prevención de adaptaciones erróneas y el acoplamiento de la potencia de microondas con buen rendimiento a través de la yuxtaposición de las tres secciones de conductor hueco eléctricamente diferentes, de manera que el primer conductor hueco es un conductor coaxial, el segundo es un conductor hueco cilíndrico (en el centro) y el conductor delantero es de nuevo un segundo conductor hueco coaxial. La gran ventaja de la disposición de estas tres secciones es también la posibilidad de una separación o bien obturación de una de las secciones frente a la otra. Además, a través de la separación de estas secciones funcionalmente diferentes, se ha conseguido una efectividad especial para el acoplamiento de la potencia de microondas.

65 Además, de acuerdo con la invención es especialmente ventajoso que la antena del primer conductor hueco coaxial tenga forma de barra y la longitud de la antena de barra esté entre 40 mm y 100 mm. Con este tipo de antena de

ES 2 323 751 T3

5 barra (de la misma manera que con las otras formas de realización de las antenas descritas a continuación) se puede conseguir un modo-TM, es decir, líneas de campo magnéticas transversales en las tres secciones de la disposición, de manera que especialmente en la zona de plasma es posible la generación del modo-TM. La disposición de acuerdo con la invención trabaja también bien con una antena de barra, cuya longitud está entre 50 y 60 mm. La antena de barra puede estar fabricada de cobre y puede tener un diámetro exterior de aproximadamente 8 mm. Pero también funcionan bien diámetros exteriores del intervalo de magnitud de 2 mm a 10 mm.

10 Además, de acuerdo con la invención es favorable que, de acuerdo con una forma de realización alternativa, la antena del primer conductor hueco coaxial tenga la forma de una espiral cónica y la longitud de la antena en espiral esté entre 50 y 70 mm. La llamada espiral arquidéctica es conocida. Se representa en coordenadas polares a través de la ecuación $r = \alpha \times \varphi$. A esta espiral arquidéctica corresponde en el espacio la espiral cónica. Es la curva de la trayectoria de un punto que se mueve con velocidad constante sobre una línea envolvente que gira con velocidad angular constante alrededor de un eje cónico. También la antena en espiral debería fabricarse de una manera más conveniente de cobre con un diámetro especialmente preferido de 3,5 mm. Se han revelado como muy favorables antenas en espiral con seis 15 espiras. Éstas tenían una longitud de aproximadamente 60 mm. Pero también ensayos con antenas en espiral con una longitud entre 50 y 70 mm y con 5 a 7 espiras trabajaban de forma satisfactoria. Como intervalo de diámetro se puede indicar entre 2 y 5 mm. Si se considera la forma de tronco de cono de la antena en espiral, entonces el diámetro grande se encuentra en el llamado extremo trasero, es decir, alejado del tubo de alimentación de gas, mientras que el extremo con el diámetro pequeño está dirigido hacia el extremo del tubo de alimentación de gas. El diámetro trasero mayor 20 está en la zona de tamaños entre 35 y 50 mm y tiene con preferencia 42 mm. El diámetro menor delante de la espiral se encuentra en el intervalo de 15 a 30 mm y tiene aproximadamente 22 mm en la forma de realización preferida.

25 Pero en lugar de una antena en espiral en forma de un tronco de cono hueco, vista desde fuera, se puede concebir una forma escalonada con un diámetro de las tres espiras traseras entre 35 y 50 mm y tiene con preferencia 42 mm. El diámetro de las tres espiras delanteras está entonces de una manera más preferida en el intervalo de magnitud entre 15 y 30 mm y tiene con preferencia 22 mm.

30 En lugar de una espiral cónica se puede seleccionar también una “espiral cilíndrica”, en la que, por ejemplo, todas las seis espiras de la antena se extienden sobre una circunferencia circular con un diámetro de aproximadamente 35 a 50 mm y con preferencia de 42 mm. En concreto, tanto en la forma escalonada como tampoco en la forma de envolvente cilíndrica se trata de una espiral cónica en el sentido geométrico auténtico, sino que la antena en espiral funciona también fuera de las formas con las definiciones geométricas exactas.

35 Además, de una manera conveniente, la invención está configurada de tal forma que el conductor interior del segundo conductor hueco coaxial está configurado como tubo de alimentación de gas y está fabricado de metal, que está rodeado por el depósito de plástico a recubrir, y porque el depósito retenido en la placa de soporte del depósito forma la cámara de tratamiento. Esta forma de realización de disposiciones de acoplamiento es especialmente útil en el recubrimiento interior de depósitos de plástico por medio de plasma. El plasma se forma (entre otras cosas) por un gas introducido, que llega de una manera rápida y efectiva a través del tubo de alimentación de gas descrito hasta el interior del depósito. Este tubo de alimentación de gas de metal representa el conductor interior del segundo conductor hueco coaxial en el extremo delantero de la disposición. El tubo de alimentación de gas penetra en el interior del depósito a recubrir, por ejemplo una botella de plástico de PET, por la que está rodeado el tubo de alimentación de gas. De esta manera, el depósito forma la cámara de tratamiento propiamente dicha. Conductos correspondientes permiten el ajuste de una presión negativa deseada en la cámara de tratamiento, es decir, en los depósitos a recubrir. Fuera de la 45 cámara de tratamiento, pero todavía dentro del resonador de cavidad pueden estar previstas otras presiones.

50 Cuando en las otras presiones se trata de nuevo de presiones más reducidas frente a la presión atmosférica, a saber, presiones negativas. Es conveniente que, en otra configuración de acuerdo con la invención, en el conductor hueco cilíndrico que se encuentra en el centro de la disposición, está realizada una ventana de cuarzo, que se extiende transversalmente al eje longitudinal de la disposición. Este eje longitudinal se extiende aproximadamente en línea desde el tubo de alimentación de gas hacia la antena o viceversa, y la ventana de cuarzo es una placa, que puede ser atravesada por microondas como una ventana. El disco de cuarzo permite una separación hermética al gas entre uno de los conductores huecos y el otro conductor hueco y permite a separación de una sección de conductor hueco en dos zonas diferentes. De esta manera es posible evacuar una zona, por ejemplo la zona del segundo conductor hueco coaxial, y mantener la zona con la antena bajo presión atmosférica. 55

60 Además, se ha revelado conveniente que la antena en espiral está fijada por medio de aplicación de fricción de forma desprendible en un alojamiento en forma de casquillo. Los ensayos han mostrado que una unión soldada considerada normalmente buena no es adecuada para el acoplamiento óptimo de la energía de microondas. Además, es conveniente que el extremo trasero de la antena en espiral, que se extiende en la dirección del eje longitudinal de la disposición, se inserte ligeramente doblada en un alojamiento en forma de casquillo y se fije allí, el cual se extiende de la misma manera en la dirección del eje longitudinal de la disposición.

65 Otras ventajas, aplicaciones y características de la invención se deducen a partir de las siguientes formas de realización en la descripción siguiente en colaboración con los dibujos adjuntos. En éstos:

La figura 1 muestra una vista de la sección transversal parcialmente fragmentaria y esquemática a través de una disposición de acoplamiento según una primera forma de realización de la invención.

ES 2 323 751 T3

La figura 2 muestra una forma de realización concreta, parcialmente fragmentaria con antena de barra y varios depósitos que deben recubrirse en el interior, dispuestos adyacentes entre sí.

La figura 3 muestra una vista similar a la figura 1, en la que, sin embargo, se utiliza una antena en espiral, y

La figura 4 muestra ampliada la antena en espiral con el alojamiento en forma de casquillo sobre la misma.

En la figura 1 y de una manera similar en la figura 3, en un resonador de cavidad 1 se encuentra un depósito 2 configurado como botella de plástico. A través de este depósito se forma la cámara de tratamiento 3, que se encuentra, por lo tanto, en el interior del depósito 2. El depósito 2 solamente está abierto en su extremo inferior delantero a través del cuello de botella 4. Está cerrado por arriba y por detrás de la misma manera que por los lados. El depósito 2 es retenido sobre su cuello de botella 4 por la placa de soporte del depósito 5. Cuando están previstas varias unidades, como se muestran en las representaciones esquemáticas en las figuras 1 y 3, como por ejemplo en la forma de realización de la figura 2, entonces están previstos de una manera correspondiente muchos taladros 6 en la placa de soporte del depósito 5 adyacentes entre sí para el alojamiento de los cuellos de botella 4.

Hacia la parte superior trasera, a distancia del fondo del depósito está fijada aproximadamente horizontal una pared de separación 7 en el resonador de cavidad 1. En la dirección del eje longitudinal de la disposición, que no se muestra ni designa aquí en las figuras, pero que se extiende desde el centro del taladro 6 en la placa de soporte del depósito 5 verticalmente hacia arriba perpendicularmente a la superficie de la placa de soporte del depósito 5, se encuentra en la pared de separación 7 sobre cada depósito 2 un taladro 8 para el alojamiento de una carcasa 9 en forma de envolvente cilíndrica, que está cerrada herméticamente hacia la parte superior trasera a través de un fondo de carcasa 10.

Aproximadamente en el centro del fondo de carcasa 10 está fijada una alimentación de microondas 11, que sobresale hacia arriba y hacia atrás así como hacia fuera de la carcasa 9. Esta alimentación de microondas 11 es típicamente un cable coaxial o una guía de ondas coaxial y alimenta a una antena designada con 12, que tiene forma de barra en las formas de realización según las figuras 1 y 2 y, por lo tanto, se designa como antena de barra. En la forma de realización de las figuras 3 y 4, la antena 12 tiene la forma de una espiral cónica, pero se designa de la misma manera con 12. A través de esta antena se acopla la energía de microondas en la carcasa 9, el resonador de cavidad 1 y en la cámara de tratamiento 3 configurada en estas formas de realización aquí como cámara de recubrimiento 3. En general, el espacio con los conductores huecos se extiende desde delante hacia atrás (en las figuras desde abajo hacia arriba) desde la superficie interior de la placa de soporte del depósito 5 hasta la superficie interior del fondo de la carcasa 10. Este espacio impulsado con microondas tiene la longitud total L. La disposición de esta estructura esencialmente cilíndrica es tal que, desde el punto de vista eléctrico, en el extremo trasero, por lo tanto en los dibujos 1 a 3 en la parte superior, en la zona 'a' tiene un primer conductor hueco coaxial, que posee un conductor interior configurado como antena 12. éste termina en el extremo delantero de la zona a. En el centro se conecta un conductor hueco aproximadamente cilíndrico en la zona b, que no tiene ningún conductor interior, y en el extremo delantero (dirigido hacia abajo en las figuras) en la zona c está previsto un segundo conductor coaxial. Este último tiene un conductor interior configurado como tubo de alimentación de gas 13.

En el extremo delantero inferior de la carcasa 9 en forma de envolvente cilíndrica está fijada -dispuesta todavía en la pared de separación 7- una ventana de cuarzo 14, a través de la cual se puede separar de una manera hermética al gas el espacio en el resonador de cavidad 1 del espacio en la carcasa 9, de tal manera que en la carcasa 9 la presión de los gases contenidos puede ser diferente que en el resonador de cavidad 1.

Por último, se puede introducir una mezcla de gas a través del tubo de alimentación de gas 13 desde delante y desde debajo de acuerdo con las flechas curvadas mostradas en la parte inferior de la figura 2.

Sin el depósito 2 se puede generar el plasma en el resonador de cavidad 1 a través de la actuación de la energía de microondas sobre la mezcla de gas y se puede activar y a continuación se puede soplar, dado el caso, a otros espacios.

Sin embargo, en la forma de realización mostrada aquí, el depósito 2 está insertado sobre el cuello de su abertura en la placa de soporte del depósito de una manera hermética, de tal forma que el gas para la formación del plasma permanece después de la salida desde los taladros 15 totalmente dentro del volumen del depósito 2, como se representa gráficamente en la figura 2. La llamada zona de plasma se encuentra entonces esencialmente dentro de la zona delantera inferior c en el resonador de cavidad 1.

Independientemente de la configuración corporal de la carcasa 9 de forma cilíndrica, por una parte, a la que se conecta, por otra parte, hacia la parte delantera inferior el resonador de cavidad 1, se define la longitud del primer conductor hueco coaxial, que se encuentra en el extremo trasero (en la zona a) a través de la longitud de la antena 12. En la zona b, en la que el conductor hueco cilíndrico no tiene ningún conductor interior, el espacio esencialmente cilíndrico, aunque está formado por diferentes partes de la carcasa, que pueden tener, dado el caso, diámetros diferentes, está determinado por la distancia de la antena 12, por una parte, y del extremo interior libre del tubo de alimentación de gas 13, por otra parte. Por último, en el extremo delantero en la zona c el segundo conductor hueco coaxial está determinado por la longitud de su conductor interior, es decir, por la longitud del tubo de alimentación de gas 13. Su longitud se mide desde la superficie interior de la placa de soporte del depósito 5 hasta el extremo interior trasero superior del tubo de alimentación de gas 13.

ES 2 323 751 T3

La antena de barra según las figuras 1 y 2 tiene una longitud de 55 mm y está constituida por un alambre de cobre con un diámetro exterior de 8 mm.

En la forma de realización de la figura 2, se muestran disposiciones de acoplamiento para el tratamiento de una pluralidad de botellas de plástico. La disposición de la derecha solamente se puede ver desde el exterior, mientras que la disposición de la izquierda está en sección. En cada unidad las microondas se acoplan a través de la antena 12 pasando por la carcasa 9 hasta el resonador de cavidad 1. La antena 12 se extiende a lo largo del eje medio longitudinal, que se extiende a través de toda la disposición desde delante hacia atrás, por lo tanto en la figura 2 desde abajo hacia arriba. La antena 12 se encuentra en la carcasa 9 fuera de la cámara de vacío, que se puede disponer alrededor del cilindro del resonador de cavidad 1. La ventana de cuarzo 14 cierra el resonador de cavidad 1 hacia arriba, mientras que la placa de soporte del depósito 5 forma el cierre hacia la parte delantera inferior.

Para la alimentación de las botellas de plástico a recubrir con gas de proceso y para su evacuación existen dos espacios superpuestos, que se extiende sobre toda la superficie de una matriz o de una serie de dispositivos de botella, de los cuales solamente uno en la figura 2. Para el posicionamiento del tubo de alimentación de gas 13, para la conexión de los depósitos en forma de botella 2 en el gas de proceso y vacío y para el cierre del resonador de cavidad 1 se mueven los depósitos, que están posicionados sobre la placa común de soporte de depósitos 5, con relación a un espacio doble 16/17. El tubo de alimentación de gas 13 de cada unidad está conectado con la cámara de sobrepresión inferior y el espacio 16. En este espacio se alimenta gas de proceso a través de al menos un conducto de alimentación 18. En el lado de entrada, cada tubo de alimentación de gas 13 presenta una válvula de estrangulamiento 19 configurada como trampilla de ajuste o pantalla, a través de la cual se puede ajustar el flujo del gas de proceso en el interior del depósito 2.

El cuello de cada botella 2 a tratar (depósito 2) está conectado con la cámara de sobrepresión superior 17, un espacio de vacío. Éste es evacuado a través de un conducto de vacío 20, para generar y también mantener en el depósito 2 respectivo una presión reducida.

Después del tratamiento con plasma, se separan la placa de soporte del depósito 5 con los depósitos 2 y el espacio doble 16/17 (cámara de sobrepresión inferior 16 y cámara de sobrepresión superior 17) uno del otro y luego se pueden retirar los depósitos 2 en forma de botella.

La segunda forma de realización según la figura 3, es idéntica, a excepción de una escotadura, a todas las partes y estructuras de la forma de realización de la figura 1. La escotadura tiene la forma de la antena 12. Ésta tiene, según las figuras 3 y 4, la forma de una espiral cónica. En el fondo del depósito 10 está fijado un alojamiento 21 en forma de casquillo que sobresale en el espacio de la carcasa 9, en cuyo alojamiento está fijado el extremo superior trasero 22 de la antena de espiral 12 a través de aplicación de fricción. Se ve en la figura 4 cómo este extremo superior 22 de la antena en espiral 12 está curvado, de manera que se posibilita una aplicación de fricción en el alojamiento 21, aunque el diámetro exterior del extremo superior 22 de la antena en espiral 12 es menor que el diámetro interior del taladro ciego en el alojamiento 21.

En una forma de realización especialmente preferida de la invención de la antena en espiral 12, la distancia entre la superficie delantera inferior del fondo de la carcasa 10, por una parte, y la primera espira más alta de la antena en espiral 12, por otra parte, tiene 50 mm. El diámetro de la espira mayor trasera más alta tiene igualmente 50 mm, mientras que la longitud de la antena en espiral 12 en la dirección del eje longitudinal de toda la disposición tiene 60 mm. El diámetro de la espira más pequeña en el extremo más bajo más delantero de la antena en espiral 12 tiene 22 mm.

Lista de signos de referencia

- | | | |
|----|---|---------------------------------------------|
| 50 | 1 | Resonador de cavidad |
| | 2 | Depósito |
| 55 | 3 | Cámara de tratamiento |
| | 4 | Cuello del depósito |
| | 5 | Placa de soporte del depósito |
| 60 | 6 | Taladro en la placa de soporte del depósito |
| | 7 | Pared de separación |
| 65 | 8 | Taladro en la pared de separación |
| | 9 | Carcasa en forma de envolvente cilíndrica |

ES 2 323 751 T3

10	Fondo de la carcasa
11	Alimentación de microondas
5 12	Antena
13	Tubo de alimentación de gas
14	Ventana de cuarzo
10 15	Taladros en el tubo de alimentación de gas
16/17	Espacio doble
15 16	Cámara de sobrepresión inferior
17	Cámara de sobrepresión superior
18	Conducto de alimentación de gas
20 19	Válvula de estrangulamiento
20	Conducto de vacío
25 21	Alojamiento
22	Extremo superior de la antena en espiral

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Disposición para el acoplamiento de energía de microondas en una cámara de tratamiento (3) que se encuentra en un resonador de cavidad (1), especialmente una cámara de recubrimiento CVD de plasma (3), con una alimentación de microondas (11) y con un conductor hueco de microondas (9, 1), **caracterizada** porque la disposición tiene una estructura esencialmente cilíndrica, de tal manera que en el extremo trasero está previsto un primer conductor hueco coaxial (en la zona a) con conductor interior configurado como antena (12), en el centro se conecta un conductor hueco aproximadamente cilíndrico (en la zona b) y en el extremo delantero (en la zona c) está previsto un segundo conductor hueco coaxial (1) con conductor interior (13), en la que en el segundo conductor hueco coaxial (en la zona c) se puede introducir un gas a través de un tubo de alimentación de gas (13), que se puede activar a través de la energía de microondas acoplada en el estado de plasma, y en la que a través de la antena (12) se genera un modo TM en la zona de plasma (1, c).

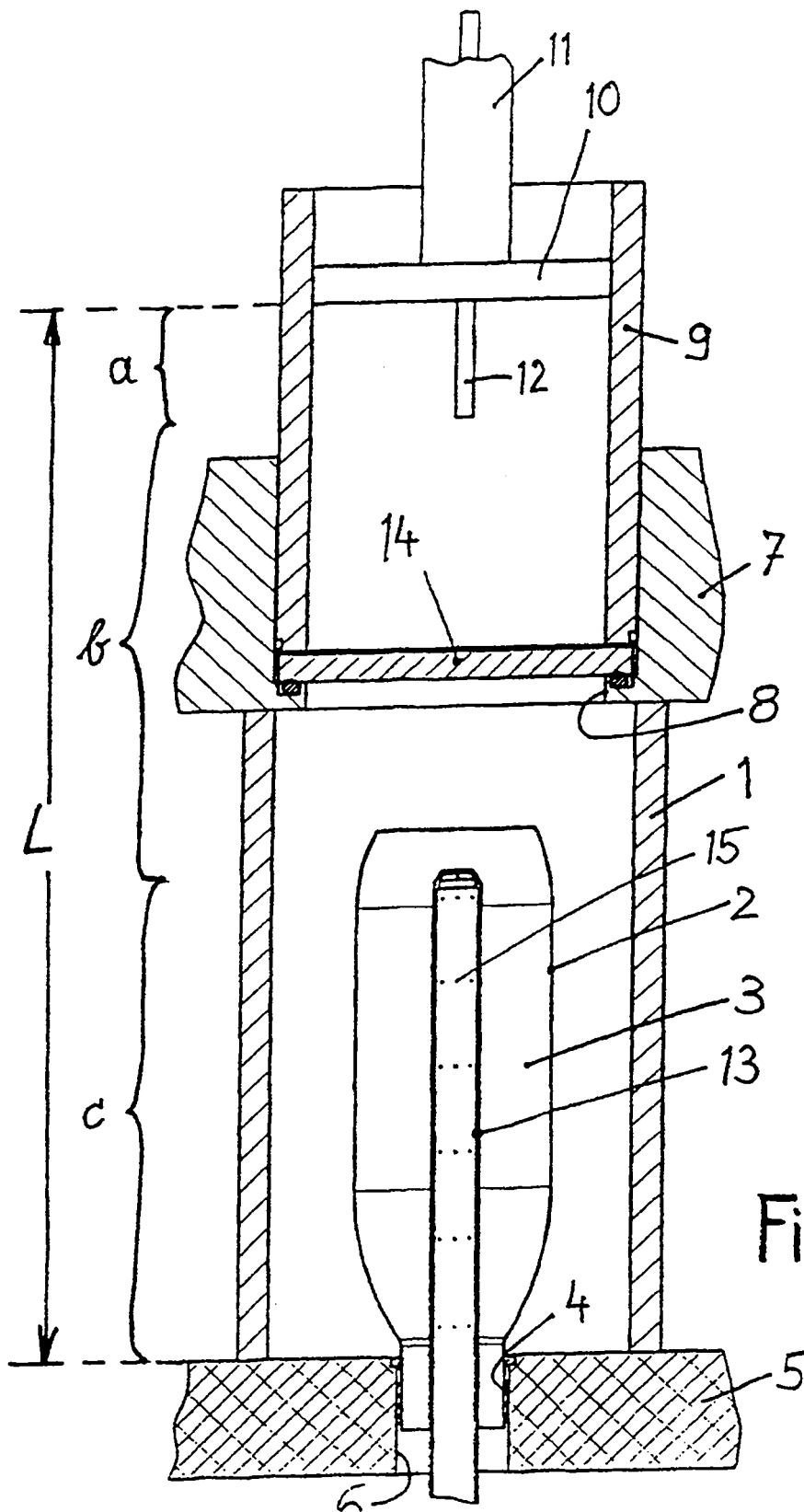
15 2. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la antena (12) del primer conductor hueco coaxial (en la zona a) tiene forma de barra y la longitud de la antena de barra (12) está entre 40 mm y 100 mm.

20 3. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la antena (12) del primer conductor hueco coaxial (en la zona a) tiene la forma de una espiral cónica (figura 4) y la longitud de la antena en espiral (12) está entre 50 mm y 70 mm.

25 4. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque el conductor interior (13) del segundo conductor coaxial (en la zona c) está configurado como tubo de alimentación de gas y está fabricado de metal, que está rodeado por el depósito de plástico (2) a recubrir, y porque el depósito (2) retenido en la placa de soporte del depósito (5) forma la cámara de tratamiento (2).

30 5. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque en el conductor hueco cilíndrico que se encuentra en el centro de la disposición (en la zona b) está practicada una ventana de cuarzo (14), que se extiende transversalmente al eje longitudinal de la disposición.

35 40 45 50 55 60 65 6. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque la antena en espiral (12) está fijada por medio de aplicación de fricción de forma desprendible en un alojamiento (21) en forma de casquillo.



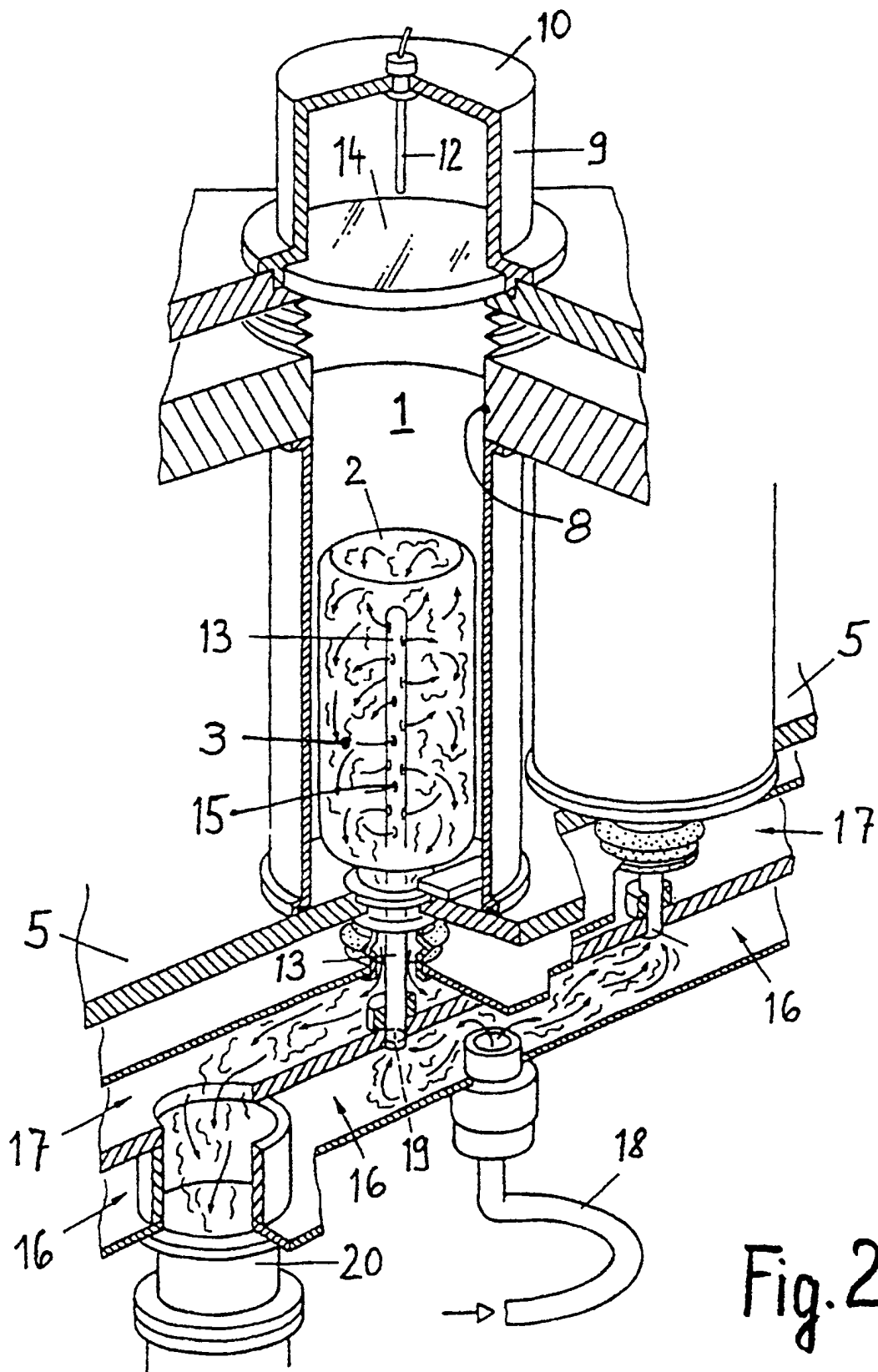


Fig. 2

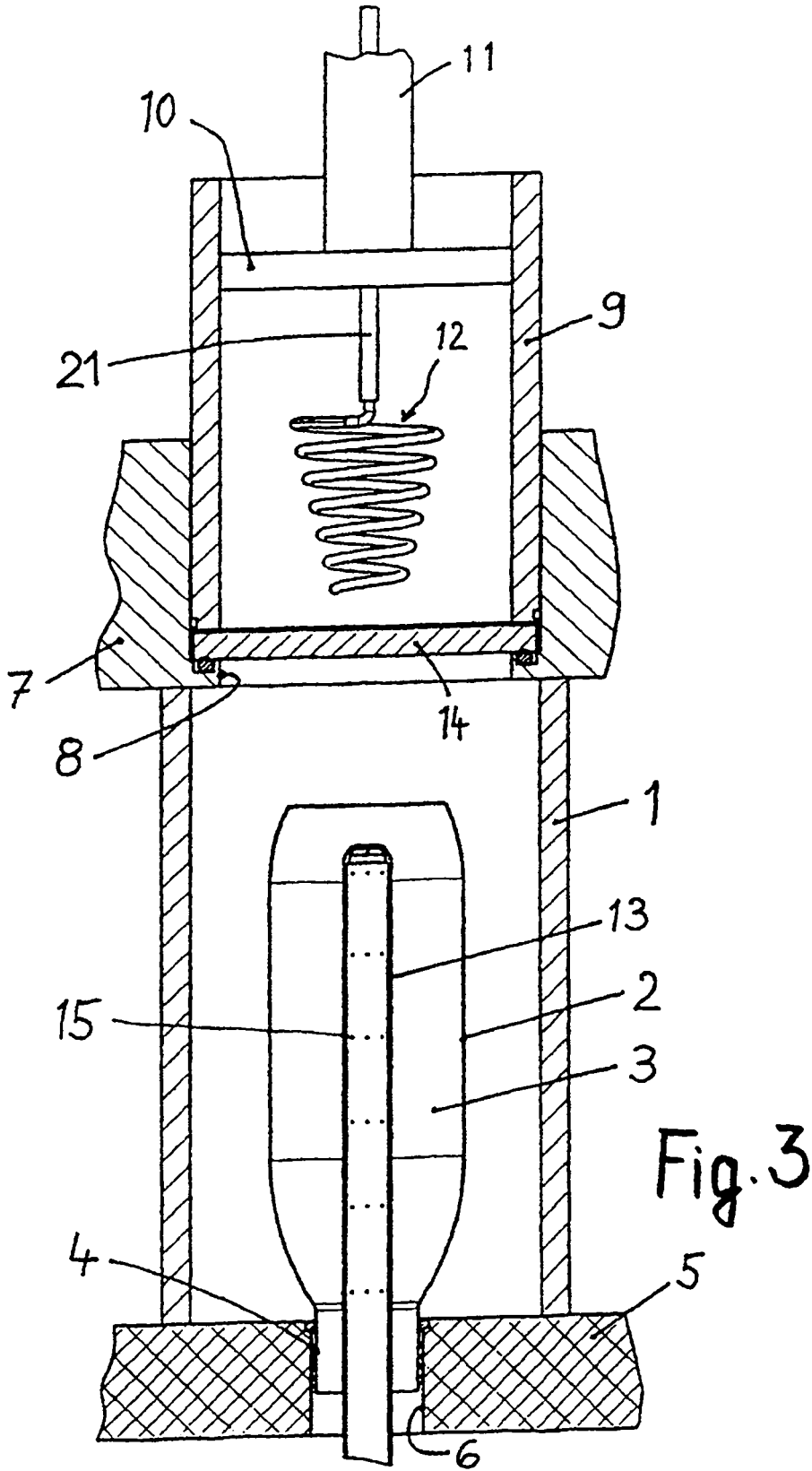


Fig. 3

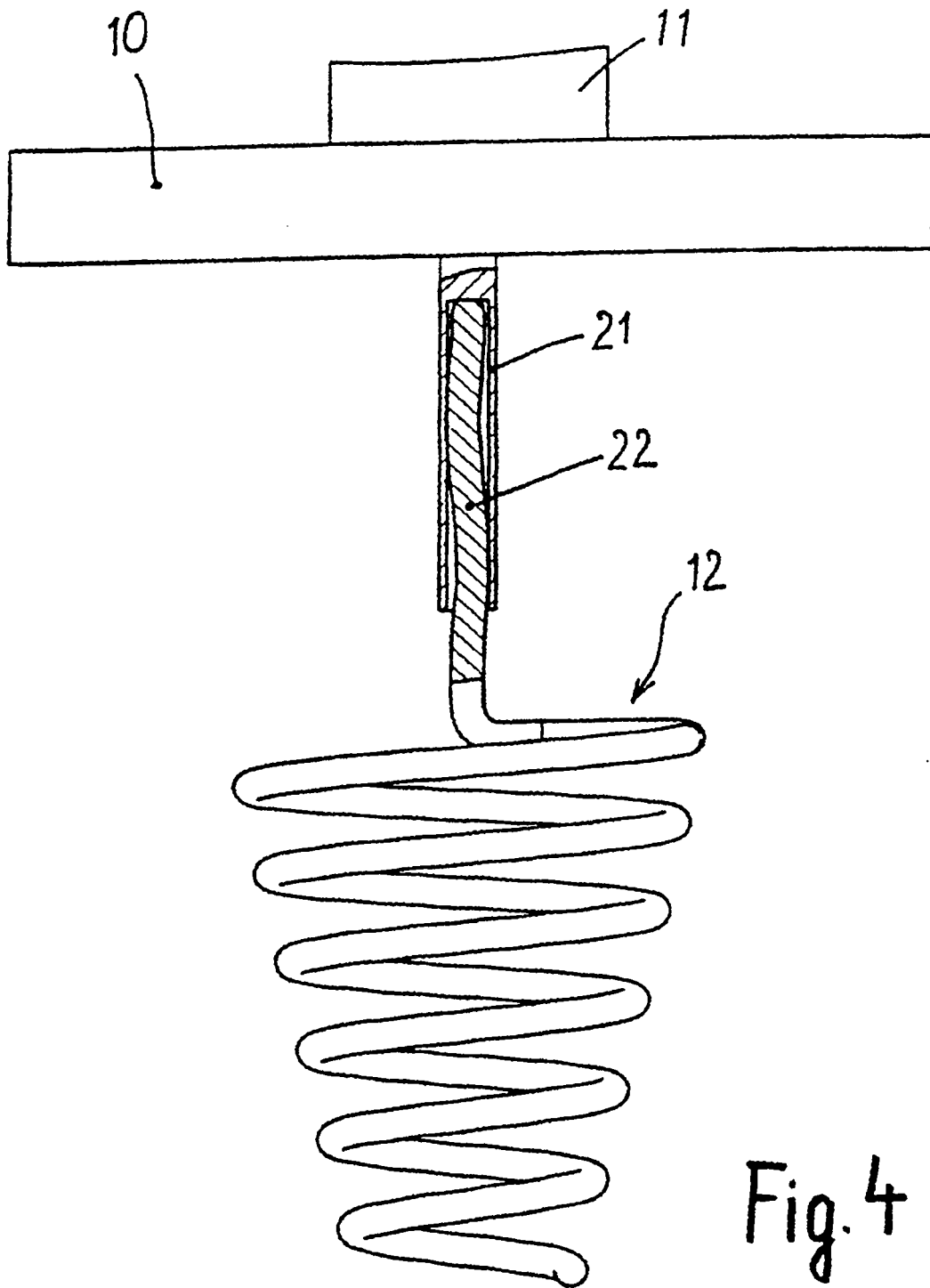


Fig. 4