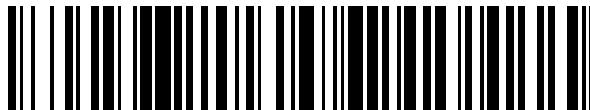


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 883**

51 Int. Cl.:

H05B 6/70

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2009 PCT/FR2009/050458**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2009 WO09122102**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2009 E 09727244 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2258144**

54 Título: **Aparato de tratamiento por radiación electromagnética de un medio reactivo**

30 Prioridad:

20.03.2008 FR 0801540

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

04.07.2018

73 Titular/es:

**SAIREM SOCIETE POUR L'APPLICATION
INDUSTRIELLE DE LA RECHERCHE EN
ELECTRONIQUE ET MICRO ONDES (100.0%)
12 porte du Grand Lyon, Miribel
01700 Neyron, FR**

72 Inventor/es:

**GRANGE, ANDRÉ;
JACOMINO, JEAN-MARIE y
GRANDEMENGE, ADRIEN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 674 883 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

Aparato de tratamiento por radiación electromagnética de un medio reactivo

5 La invención está relacionada con un aparato de tratamiento por radiación electromagnética de un medio reactivo que comprende un dispositivo de transmisión de una radiación electromagnética.

10 Está relacionada más particularmente con un aparato de tratamiento que comprende un generador de radiación electromagnética, un reactor que contiene el medio reactivo y un dispositivo de transmisión de la radiación electromagnética generada por el generador al medio reactivo contenido en dicho reactor, comprendiendo dicho dispositivo una guía de ondas destinada a transmitir la radiación electromagnética del generador y unos medios de acoplamiento dispuestos para permitir la transferencia en el medio reactivo de la energía electromagnética transmitida por la guía de ondas.

15 Estos aparatos de tratamiento se conocen, en concreto, como aparato de tratamiento térmico de un medio reactivo, donde por "tratamiento térmico" se entienden diversos tratamientos efectuados por calentamiento tales como evaporación, secado, calcinación, extracción de productos naturales en suspensión en un disolvente transparente a la radiación, reacción o síntesis química con calentamiento por pérdidas dieléctricas (con vistas a análisis o a producción de compuestos químicos), deshidratación, cocción, decoloración, polimerización, reticulación, tratamientos por fluidos supercríticos, desolidarización, eliminación de compuestos volátiles etc., así como diversos tratamientos operados simultáneamente al calentamiento, tales como mezcla o trituración.

20 Para unos tratamientos térmicos de este tipo, se conoce, en concreto, la utilización de unas radiaciones electromagnéticas del tipo microondas o de alta frecuencia. La radiación electromagnética de microondas se refiere a las ondas cuya frecuencia está comprendida entre aproximadamente 300 MHz y aproximadamente 30 GHz, preferentemente entre 400 MHz y 10 GHz y preferentemente entre 915 MHz y 2,45 GHz. La radiación electromagnética de alta frecuencia se refiere a las ondas cuya frecuencia está comprendida entre aproximadamente 100 KHz y aproximadamente 300 MHz, preferentemente entre 13 MHz y 28 GHz.

30 Unos aparatos de tratamiento de este tipo encuentran unas aplicaciones para numerosos tipos de medio reactivo, que hacen intervenir un solo reactivo o una mezcla de reactivos en proporciones variables, en el estado sólido, líquido, gaseoso, con o sin catalizadores, comprendiendo dicho medio al menos un componente sensible a la radiación. El medio reactivo puede ser del tipo sólido (por ejemplo, del tipo granuloso o pulverulento), gaseoso, plasma, líquido (con un disolvente y/o unos solutos que absorben la radiación electromagnética).

35 La invención está particularmente adaptada para una radiación electromagnética de microondas, por unas razones relacionadas con la geometría de las guías de ondas y para numerosas aplicaciones consideradas para este tipo de radiación.

40 Como se ilustra en la figura 1, un aparato de tratamiento de este tipo por radiación electromagnética de un medio reactivo comprende:

- un generador 100 de radiación electromagnética de microondas, como, por ejemplo, y de forma no limitativa, un generador de magnetrón o un generador de semiconductores;
- 45 - un reactor 200 que contiene dicho medio reactivo, donde el reactor puede tomar la forma de un recipiente o de una línea continua de circulación de dicho medio reactivo; y
- un dispositivo de transmisión 300 de la radiación electromagnética generada por el generador al medio reactivo contenido en dicho reactor 200.

50 El dispositivo de transmisión 300 comprende:

- unos medios de transmisión 400 de la radiación electromagnética dispuestos a la salida del generador 100 y acoplados a dicho reactor 200, con el fin de transmitir la energía electromagnética al reactor, estando, por supuesto, estos medios de transmisión adaptados a la radiación electromagnética y pudiendo, por ejemplo, estar
- 55 - constituidos por una guía de ondas convencionalmente utilizada en el campo de las microondas;
- unos medios de acoplamiento 500 dispuestos para permitir la transferencia en el medio reactivo de la energía electromagnética procedente de la guía de ondas 400; y
- unos medios de adaptación 800 diseñados para permitir la optimización de la transferencia de la energía electromagnética al medio reactivo en función de algunos parámetros físico-químicos del medio reactivo, incluso
- 60 - de sus evoluciones en el tiempo, tales como las características dieléctricas, la conductividad o la polaridad de los compuestos como, por ejemplo, el disolvente, los reactivos químicos, los catalizadores etc.

65 En funcionamiento, el generador 100 genera una radiación electromagnética de una frecuencia dada, por ejemplo, 2.450 MHz, la guía de ondas 400 guía la radiación electromagnética generada, los medios de acoplamiento 500, que el experto en la materia conoce, aseguran la transferencia de energía en el reactor 200 y, por lo tanto, al medio

reactivo y, finalmente, los medios de adaptación 800 aseguran la optimización de la transferencia de energía a dicho medio reactivo, en concreto, en cuanto a potencia transmitida.

5 Los medios de acoplamiento comprenden, generalmente, un dispositivo de aplicación de la energía al medio reactivo, habitualmente llamado aplicador de energía, cuya elección depende de la radiación utilizada (de altas frecuencias y de microondas), de las características dimensionales del medio que hay que tratar y de su modo de tratamiento.

10 Para los aplicadores de altas frecuencias, se conocen, en concreto, los siguientes aplicadores:

- aplicadores capacitivos formados por dos armazones de condensador entre los cuales está aplicada la tensión de alta frecuencia;
- aplicadores inductivos para el tratamiento de materiales lo suficientemente conductores, estos aplicadores están constituidos por un solenoide alimentado de corriente de alta frecuencia;
- 15 - aplicadores de barrotos alternados para materiales relativamente planos, constituidos por electrodos tubulares o en barras;
- aplicadores de anillos o de bucles alternos para unos materiales filiformes que forman los electrodos.

20 El inconveniente mayor de estos aplicadores es que están poco o no están adaptados para asegurar una transferencia de energía en una masa líquida y de una forma homogénea.

Para los aplicadores de microondas, se conocen, en concreto, los siguientes aplicadores:

- aplicadores de campo localizado de tipo cavidad monomodo;
- 25 - aplicadores de campo difuso de tipo cavidad multimodal;
- aplicadores de campo cercano de tipo guía de antenas radiantes.

30 En lo que se refiere a los aplicadores de campo localizado y de campo difuso, necesitan un reactor constituido al menos en parte por un material transparente a las ondas, es decir, que no absorben las ondas, como, por ejemplo, politetrafluoretileno o cuarzo, que se dispone en el interior de la cavidad del aplicador. El reactor que contiene el medio reactivo se somete, de este modo, a una radiación electromagnética que viene del exterior.

35 El aplicador de campo localizado, de tipo monomodo, está formado por una cavidad monomodo, de dimensión predeterminada, resonante a la frecuencia de emisión según una radiación en el sentido de la guía de ondas. Esta cavidad monomodo permite una distribución del campo electromagnético relativamente homogénea en el interior de la cavidad. No obstante, con este tipo de aplicador monomodo, la cantidad de materia que hay que tratar está limitada por las dimensiones de la cavidad y, por lo tanto, de la guía de ondas. Para una aplicación industrial, es necesario prever un aparataje complejo y costoso que comprende varios aplicadores monomodos puestos en paralelo, con el fin de tener un caudal suficiente, así como un sistema de circulación complejo del medio reactivo. Además, la energía electromagnética transferible está limitada por el volumen en la interfaz entre el producto que hay que tratar y la radiación.

45 El aplicador de campo difuso, de tipo multimodo, asegura, en cambio, una distribución no homogénea del campo electromagnético en el interior de la cavidad, con la presencia de puntos calientes. Una distribución de este tipo limita el volumen de las muestras que hay que tratar en los aplicadores de tipos multimodos y necesita, por añadidura, una puesta en movimiento o una agitación de la muestra para asegurar una homogeneidad del calentamiento por microondas.

50 Un inconveniente común a estos dos aplicadores, de tipo monomodo o de tipo multimodo, es que necesitan unos reactores de material adaptado para no absorber las ondas. Además de ser particularmente complejos y costosos de producir, estos reactores transparentes a las ondas están limitados de tamaño y de forma, limitando, de este modo, el tratamiento por ondas a algunas reacciones y a algunos medios reactivos y excluyendo otras reacciones donde la forma y la longitud del reactor pueden tener un papel preponderante. Se observa, igualmente, que para unas reacciones que deben ser llevadas a cabo a una presión elevada, independientemente o no del calentamiento inducido por la radiación electromagnética, estos reactores transparentes a las ondas resisten a menudo difícilmente a unas altas presiones.

60 Los otros inconvenientes comunes a estos dos aplicadores, de tipo monomodo o de tipo multimodo son el resultado de la dificultad de obtener un campo eléctrico constante en el reactor y, finalmente, del hecho de que la geometría de la cavidad es dependiente de la frecuencia de la radiación, de modo que un aplicador de campo localizado solo puede trabajar a una sola frecuencia dada.

65 En lo que se refiere a los aplicadores de campo cercano, se conocen por la técnica anterior, en concreto, por la solicitud de patente europea n.º EP 0 329 338 que divulga un aparato de tratamiento por microondas de polvos cerámicos en un entorno a alta presión, donde el aplicador de campo cercano está realizado en forma de una

antena radiante. Este aparato incluye un reactor que forma una cavidad de resonancia a alta presión, en el interior de la cual se introduce la radiación de microondas por una antena rectilínea que se extiende en parte en la cavidad.

5 La solicitud de patente francesa FR 08/01541 depositada por el solicitante describe, igualmente, un aplicador del tipo de campo cercano que se extiende al menos en parte en el interior del reactor, formando el reactor una cavidad de resonancia en el interior de la cual se introduce la radiación electromagnética por el aplicador. En este documento, el aplicador comprende al menos una línea de transmisiones de pérdidas que presenta una interfaz de transferencia de la energía electromagnética hacia el medio reactivo.

10 Los aplicadores del tipo de campo cercano resuelven en parte los inconvenientes de los aplicadores de tipo monomodo o multimodo, en concreto, porque permiten transmitir la radiación directamente en el interior de un reactor, evitando, de este modo, el empleo de un reactor transparente a las ondas con todas las restricciones mencionados más arriba.

15 Los medios de adaptación 800 comprenden de forma conocida:

- un pistón de cortocircuito 810 que comprende una placa metálica, de cobre o de aluminio, por ejemplo, colocada perpendicularmente al eje de la guía de ondas 400, dicho pistón de cortocircuito 810 está posicionado en el extremo 490 de la guía de ondas 400 opuesto al generador 100 y, por lo tanto, aguas abajo del reactor 200, con el fin de imponer una condición a los límites para que una onda estacionaria esté presente en la guía de ondas 400;
- un iris de acoplamiento 820 variable, dispuesto en la guía de ondas 400 entre el generador 100 y el pistón de cortocircuito 810 y más particularmente aguas arriba del reactor 200.

25 De manera conocida, el pistón de cortocircuito 810 y el iris de acoplamiento 820 son ambos dos móviles en traslación en el interior de la guía de ondas 400, con el fin de obtener una cavidad resonante de longitud ajustable en la guía de ondas 400 y, de este modo, de adaptar y optimizar la transmisión de la energía electromagnética al medio reactivo. Además, el pistón de cortocircuito 810 y el iris de acoplamiento 820 están dispuestos con respecto al reactor 200, con el fin de permitir un centrado de la onda estacionaria sobre el reactor 200, es decir, el posicionamiento de un antinodo de la onda estacionaria, correspondiente a una amplitud máxima, al nivel del reactor 200.

35 Del modo en que se ilustra en la figura 1, los aparatos de tratamiento del estado de la técnica están constituidos por elementos alineados los unos a continuación de los otros, es decir, que el generador de ondas 100, el iris de acoplamiento 820, el reactor químico 200, los medios de acoplamiento 500 y el pistón de cortocircuito 810 están situados en la misma alineación, a lo largo de una guía de ondas 400 lineal. En una configuración de este tipo, el dispositivo de transmisión 300 se denomina en línea, con una guía de ondas 400 lineal y unos medios de adaptación 800 alineados: el iris de acoplamiento 820 y el pistón de cortocircuito 810 están dispuestos a ambos lados de los medios de acoplamiento 500 en dicho reactor 2.

40 Una disposición en línea de este tipo presenta algunos inconvenientes, en concreto, para implantar los medios de arrastre del pistón de cortocircuito 810 y del iris de acoplamiento 820 a lo largo de la guía de ondas 400. De hecho, esta disposición en línea impone la utilización de dos motores de servomecanismo distintos, respectivamente un primero M1 y un segundo M2 motores, para arrastrar en traslación respectivamente el pistón de cortocircuito 810 y el iris de acoplamiento 820; estando estos dos motores M1, M2 sincronizados por medio de un dispositivo de mando (no ilustrado) de los motores M1, M2. El empleo de dos motores M1, M2 aumenta, de este modo, el coste de un dispositivo de transmisión de este tipo, a causa de los dos motores M1, M2 y del dispositivo de mando para sincronizar estos motores. Además, estos motores aumentan el espacio necesario alrededor de la guía de ondas y pueden, por añadidura, limitar el acceso al reactor 200 o a los medios de acoplamiento 500, lo que es particularmente inadmisibles con un reactor que funciona en modo continuo. De este modo, estos motores pueden ejercer una molestia para los operarios que trabajan sobre el aparato, en concreto, para unos operarios que desean acceder al reactor para sustituirlo, introducir unos productos o extraer unos productos con unos fines de análisis.

55 La utilización de un solo motor no se puede considerar para unos dispositivos de transmisión en línea de este tipo. De hecho, esto necesitaría el empleo de medios mecánicos de acoplamiento en traslación entre dicho motor único y los dos órganos móviles de los medios de adaptación 800 (pistón de cortocircuito 810 e iris de acoplamiento 820), tomando, por ejemplo, dichos medios mecánicos de acoplamiento en traslación la forma de bieletas que circularían a lo largo de la guía de ondas 400 a ambos lados del reactor 200. Unos medios de acoplamiento en traslación de este tipo son, por supuesto, inaceptables para un dispositivo de este tipo, ya que constituyen unas piezas externas a la guía de ondas, que circulan a lo largo de esta guía de ondas y que pueden molestar a los operarios que trabajan a lo largo de la guía de ondas y más particularmente sobre el reactor 200. Además, el pistón de cortocircuito 810 y el iris de acoplamiento 820 pueden estar muy espaciados, a veces en varios metros, de modo que los medios de acoplamiento deben extenderse sobre una distancia larga, lo que puede perjudicar la precisión del acoplamiento entre el pistón de cortocircuito 810 y el iris de acoplamiento 820.

65

Otro inconveniente de estos dispositivos de transmisión en línea es que, para responder a las normas de seguridad, en vigor, en concreto, en unos laboratorios de química, se conoce que se prevé una larga línea de transmisión, con el fin de alejar el generador de ondas 100 del reactor 200 y, de este modo, de aislarlo a una cierta distancia, con interposición eventual de una pared de hormigón. Esta separación o alejamiento del generador 100 tiene como finalidad precaverse de cualquier riesgo de incendio o de explosión, en particular, cuando el reactor 200 contiene unos disolventes u otro material volátiles y susceptibles de inflamarse, incluso de provocar una exposición cuando están en contacto con una chispa generada al nivel del generador 100 y más particularmente al nivel de la alimentación del generador. Por ejemplo, se señala que un magnetrón necesita una alimentación de alta tensión, del orden de 12 a 15 kV. Para evitar que estos fenómenos de flashes eléctricos se produzcan en las guías de ondas, se conoce, igualmente, que se prevé una inertización de las guías de ondas llenándolas con un gas neutro como el nitrógeno.

Además, debe señalarse que un alejamiento de este tipo está adaptado para evitar que el generador y su alimentación estén sometidos a unas agresiones químicas por los productos contenidos en el reactor 200, en concreto, durante su introducción en el reactor 200.

Sin embargo, un alejamiento de este tipo tiene como consecuencia que el dispositivo de transmisión, de longitud adaptada, es particularmente costoso y necesita un espacio necesario, ya que necesita una gran longitud en el interior de la pieza que recibe a este último, incluso que necesita dos piezas adyacentes. Este espacio necesario lineal puede causar, igualmente, una molestia para un operario que trabaja sobre este aparato, ya que puede ser difícil sortear el aparato para efectuar unas regulaciones sobre sus diversos elementos.

El estado de la técnica puede ilustrarse, igualmente, por la enseñanza de los documentos EP 183 97 41 A, DE 28 22370 A1, WO 01/11925 A y US 2007/131678. El documento DE 28 22 370 A1 describe un aparato de tratamiento por microondas que comprende una guía de ondas que transmite la radiación de microondas de un generador a unas gotitas de material que se introducen directamente en la guía de ondas por medio de un distribuidor de gotitas, donde la guía de ondas incluye un tramo curvado en forma general de "U". Los documentos WO 01/11925 A y US 2007/131678 describen unos aparatos de tratamiento que comprenden un dispositivo de transmisión de una radiación electromagnética que comprende una guía de ondas que transmite la radiación de un generador a un medio reactivo que circula sobre un trayecto de traslado que se extiende directamente en el interior de la guía de ondas, donde la guía de ondas incluye un tramo curvado en forma general de "U". Los aparatos descritos en estos tres documentos son del tipo de aplicador de campo localizado, de tipo monomodo, donde el interior de la guía de ondas forma la cavidad monomodo con todos los inconvenientes mencionados más arriba.

La presente invención tiene como finalidad, en concreto, resolver todo o parte de estos inconvenientes mencionados más arriba y consiste, para esto, en un aparato de tratamiento por radiación electromagnética de un medio reactivo que comprende un generador de radiación electromagnética, un reactor que contiene dicho medio reactivo y un dispositivo de transmisión de la radiación electromagnética generada por el generador al medio reactivo contenido en dicho reactor, comprendiendo dicho dispositivo una guía de ondas destinada a transmitir la radiación electromagnética del generador y unos medios de acoplamiento dispuestos para permitir la transferencia en el medio reactivo de la energía electromagnética transmitida por la guía de ondas, donde la guía de ondas presenta una configuración en bucle de retorno, caracterizado por que la guía de ondas incluye un tramo curvado en forma general de "U" y que forma un bucle de retorno de dicha guía de ondas y la guía de ondas incluye un primero y un segundo tramos rectilíneos en frente el uno del otro y respectivamente conectados a un primero y a un segundo extremos de dicho tramo curvado y por que comprende una pared de separación que permite aislar el generador del reactor, estando dicho reactor acoplado al tramo curvado de la guía de ondas y extendiéndose dicho tramo curvado al menos parcialmente de un lado de la pared de separación opuesto a dicho generador, donde la guía de ondas atraviesa la pared de separación dos veces, de modo que el tramo curvado está dispuesto del lado del reactor opuesto a dicho generador y los tramos rectilíneos están situados del lado del generador opuesto a dicho reactor. De este modo, la guía de ondas presenta una conformación más compacta y ya no una conformación puramente lineal. Esta conformación puede, por lo tanto, proporcionar un aparato de tratamiento térmico más compacto, que necesita menos espacio en una pieza y cuya manipulación es más fácil.

Con una conformación de este tipo, como se describe más abajo, es posible, igualmente, implantar unos órganos de adaptación móviles, del tipo iris de acoplamiento variable y pistón de cortocircuito, sobre cada rama de dicho bucle de retorno, permitiendo, de este modo, posicionarlos el uno en frente del otro espacialmente sin interposición física del reactor.

Una conformación de este tipo está, además, particularmente adaptada para aislar el generador del reactor sin por ello necesitar un gran espaciado entre estos dos elementos y, de este modo, responder a las normas de seguridad contra los riesgos de incendio y de explosión.

Un aparato de este tipo es, por lo tanto, particularmente compacto y, de este modo, se puede considerar, en una misma pieza, alinear varios aparatos.

En un laboratorio de química, por ejemplo, de análisis químicos, los usuarios del aparato de tratamiento pueden manipular unos productos volátiles susceptibles de inflamarse, incluso de explotar. Una pared de separación de este tipo está adaptada para evitar este riesgo aislando el reactor de los aparatos eléctricos, como el generador y su alimentación, sin que por ello el aparato completo ocupe un gran espacio.

5 De este modo, la invención permite que un usuario pueda manipular el reactor, en concreto, para sustituirlo e introducir o extraer unos productos químicos, estando al mismo tiempo protegido de manera eficaz de cualquier riesgo de incendio y/o de explosión.

10 Además, un usuario de este tipo no se ocupa de la parte eléctrica del dispositivo, es decir, del generador y de su alimentación eléctrica y desea, sobre todo, acceder fácilmente al reactor. Con una configuración convencional en línea, el usuario debe pasar a veces por la proximidad del dispositivo de transmisión de la energía electromagnética, con riesgo de choque, de este dispositivo y de sus componentes. Por lo tanto, la invención permite resolver este problema de facilidad de acceso al reactor, sin poner en riesgo alterar la parte eléctrica, con una separación
15 marcada entre la parte eléctrica y el reactor.

Por supuesto, se entiende que el reactor está acoplado al tramo curvado de la guía de ondas mediante los medios de acoplamiento.

20 De este modo, la guía de ondas, después de haber atravesado una primera vez la pared de separación para que se la pueda acoplar al reactor, puede volver a pasar del otro lado de la pared, por el hecho de su configuración en bucle de retorno y, por lo tanto, presentar una parte del mismo lado que el generador, ocupando, de este modo, un espacio más compacto.

25 Esta configuración permite, de este modo, aislar del reactor a la vez unos elementos situados al inicio de la guía de ondas, aguas arriba del reactor y unos elementos situados al final de la guía de ondas, aguas abajo del reactor, como se describe esto más abajo.

30 Según una característica, los medios de acoplamiento comprenden un dispositivo de aplicación de la energía al medio reactivo y este dispositivo de aplicación es preferentemente un aplicador del tipo de campo cercano que se extiende al menos en parte en el interior del reactor, formando dicho reactor una cavidad de resonancia en el interior de la cual se introduce la radiación electromagnética por el aplicador.

35 De este modo, toda la parte de acoplamiento/aplicación está dispuesta del lado de la pared de separación opuesto al generador, permitiendo unas manipulaciones fáciles sobre los medios de acoplamiento, sobre el dispositivo de aplicación que permite, en concreto, inmersión directa en el reactor, con el fin de transmitir la radiación electromagnética al medio reactivo.

40 En una realización particular, el aplicador comprende al menos una línea de transmisiones de pérdidas que presenta una interfaz de transferencia de la energía electromagnética hacia el medio reactivo.

45 Este aplicador con línea de transmisiones de pérdidas presenta numerosas ventajas, como se describe en la solicitud de patente francesa n.º FR 08/01541 a la cual se podrá hacer referencia de manera útil para unos detalles más amplios. La guía de ondas incluye un primero y un segundo tramos rectilíneos en frente el uno del otro y respectivamente conectados a un primero y a un segundo extremos de dicho tramo curvado.

50 De este modo, los tramos rectilíneos pueden ser sustancialmente paralelos o estar inclinados el uno con respecto al otro, siendo lo esencial que estén en frente el uno del otro, con el fin, en concreto, de poder interponer entre estos tramos unos medios de arrastre de órganos móviles de adaptación, así como se describe ulteriormente. Se entiende por ahí que, los tramos rectilíneos que se extienden cada uno según una dirección principal y que están cada uno delimitados por al menos una pared denominada rectilínea que se extiende según la dirección principal correspondiente, la pared rectilínea de uno de los tramos rectilíneos está en frente de la pared rectilínea del otro de los tramos rectilíneos.

55 De este modo, la parte de guía de ondas aguas abajo del reactor, al nivel de la cual está generalmente montada móvil un pistón de cortocircuito, se sitúa en frente de la parte de guía de ondas aguas arriba del reactor, permitiendo considerar unos acoplamientos mecánicos sencillos y poco molestos entre estas partes que eran hasta entonces imposibles en el caso de una configuración puramente lineal, donde estas dos partes de guías de ondas estaban alineadas con interposición física del reactor.

60 Ventajosamente, los tramos rectilíneos son paralelos, es decir, que las direcciones principales de estos tramos son paralelas, para, en concreto, facilitar el acoplamiento con unas piezas sencillas y poco costosas.

65 Según un modo de realización, el dispositivo de transmisión comprende unos medios de adaptación diseñados para asegurar la adaptación de la radiación electromagnética a dicho medio reactivo, comprendiendo dichos medios de

adaptación dos órganos móviles de adaptación, convencionalmente un iris de acoplamiento variable y un pistón de cortocircuito, dispuestos en la guía de onda a ambos lados de dicho tramo curvado.

5 De este modo, esta configuración particular (es decir, con un bucle de retorno) de la guía de ondas permite disponer frente por frente los dos órganos móviles de adaptación y ya no de forma alineada, como en el caso de una configuración puramente lineal.

De este modo, un primer órgano móvil de adaptación, tal como un pistón de cortocircuito, puede ser móvil en traslación en el primer tramo rectilíneo y un segundo órgano móvil de adaptación, tal como un iris de acoplamiento variable, puede ser móvil en traslación en el segundo tramo rectilíneo.

10 Siendo los tramos paralelos y estando frente por frente, los dos órganos móviles de adaptación pueden desplazarse en sincronización por unos medios sencillos, con un solo motor y sin dispositivo complejo de sincronización.

15 Según una característica, los medios de adaptación incluyen unos medios de arrastre en traslación de los dos órganos móviles, estando dichos medios de arrastre acoplados directamente a los dos órganos móvil de adaptación, con el fin de hacerlos trasladarse en la guía de ondas.

20 Ventajosamente, los medios de arrastre comprenden un motor y una pieza de acoplamiento que une mecánicamente los dos órganos móvil de adaptación, siendo dicha pieza de acoplamiento desplazable en traslación por dicho motor.

Unos medios de arrastre de este tipo son posibles solo con un tramo curvado que forma un bucle de retorno según la invención, para esto es suficiente con disponer la pieza de acoplamiento y eventualmente el motor entre los dos tramos rectilíneos, sin perjudicar el espacio necesario alrededor del reactor y, por lo tanto, sin molestar a un operario que interviene solo sobre el reactor.

25 En una realización particular, el segundo tramo rectilíneo está conectado a un tercer tramo rectilíneo inclinado con respecto a dicho segundo tramo y destinado a estar conectado a dicho generador, de modo que la guía de ondas comprende sucesivamente, a la salida del generador, el tercer tramo rectilíneo, el segundo tramo rectilíneo, el tramo curvado y el primer tramo rectilíneo.

30 Para mejorar la compacidad del dispositivo de transmisión y, por lo tanto, del aparato, es ventajoso que los segundo y tercer tramos rectilíneos se extiendan en un primer plano y que el tramo curvado y el primer tramo rectilíneo se extiendan en un segundo plano inclinado con respecto a dicho primer plano según un ángulo no nulo, en concreto, un ángulo de sustancialmente 90 °.

35 De este modo, el dispositivo de transmisión presenta unas dimensiones equilibradas en la anchura, la longitud y la altura y ya no principalmente en una sola dirección, permitiendo, de este modo, ganar en compacidad y adaptar las dimensiones a las restricciones del espacio en el cual se implantará dicho dispositivo.

40 De conformidad con otras características ventajosas de la invención:

- los dos órganos móviles de adaptación están dispuestos del lado de la pared de separación opuesto a dicho reactor;
 - los medios de arrastre en traslación de los dos órganos móviles de adaptación están dispuestos del lado de la
- 45 pared de separación opuesto a dicho reactor.

Según un modo de realización particular, el aparato comprende un compartimento en el interior del cual está dispuesto al menos dicho generador, incluyendo dicho compartimento dicha pared de separación.

50 Según una característica, el compartimento está inertizado por llenado de un gas neutro, como, por ejemplo, argón, dióxido de carbono o nitrógeno y, a continuación, aislado de forma estanca para evitar las fugas de gas neutro. Se entiende por inertización la técnica que consiste en sustituir una atmósfera, por ejemplo, explosiva, por un gas o una mezcla gaseosa incombustible y no comburente.

55 Esta técnica de inertización puede emplearse, igualmente, para la puesta en atmósfera de todo o parte de la guía de ondas y/o de los medios de acoplamiento y/o del reactor en el caso del tratamiento de un medio reactivo que comprende unas sustancias inflamables, explosivas o susceptible de producir en el transcurso de tratamiento unas sustancias de este tipo. Para la inertización de la guía de ondas, se pueden posicionar unas ventanas en la guía de ondas; estando dichas ventanas constituidas por un material aislante y transparente a las ondas, como, por ejemplo, el cuarzo.

60 Según otra característica, el compartimento comprende un blindaje, en concreto, sobre la pared de separación, diseñado para proteger a las personas y/o instrumentos exteriores a dicho compartimento de cualquier riesgo de explosión y/o de incendio que se produzca en el interior de dicho compartimento.

65

En una realización particular, el aparato comprende al menos unos medios de control y/o de mando de todo o parte de los componentes de dicho aparato.

Los medios de control y/o de mando pueden estar adaptados para controlar y/o mandar los medios de acoplamiento.

5 De este modo, el aparato de tratamiento se presenta en forma de una caja de donde rebasa la parte de la guía de ondas destinada a recibir el reactor, en este caso concreto, el tramo curvado, de modo que un usuario puede trabajar fácilmente y de modo seguro sobre el reactor sin ser molestado por el generador, sin actuar desafortunadamente sobre el generador o muy sencillamente sin ver el generador. De este modo, el usuario
10 distingue del aparato, además de la parte de guía de ondas que rebasa del compartimento, solo este compartimento y los medios de control y/o mando (en forma de una pantalla o de un cuadro) de los componentes del aparato de tratamiento, que están dispuestos en su mayoría en el interior del compartimento.

15 Un aspecto de la invención de este tipo es particularmente ventajoso, ya que el fabricante del aparato puede suministrar a un laboratorio uno o varios aparatos en forma de compartimento compacto y modular, pudiendo estar alineados los unos a continuación de los otros, sin tener que transportar los elementos de manera separada para montarlos a continuación en el laboratorio. Un diseño del aparato de calentamiento de este tipo permite, de este modo, durante su instalación en un laboratorio, librarse de algunas etapas complejas.

20 Además, y como se ha descrito más arriba, un usuario puede mandar sencillamente la adaptación de la radiación electromagnética mandando el desplazamiento sincrónico de los órganos móviles de adaptación; estando dichos órganos móviles de adaptación dispuestos en el interior del compartimento con sus medios de arrastre, de modo que el usuario ni ve sus funcionamientos, ni corre el riesgo de molestarlos.

25 Otras características y ventajas de la presente invención se mostrarán con la lectura de la descripción detallada a continuación, de un ejemplo de implementación no limitativo, hecha con referencia a las figuras adjuntas en las cuales:

- 30 - la figura 1 es una vista esquemática de frente de un aparato de tratamiento por radiación electromagnética del tipo conocido;
- la figura 2 es una vista esquemática de frente de un aparato de tratamiento por radiación electromagnética según la invención;
- la figura 3 es una vista en perspectiva de un aparato de tratamiento por radiación electromagnética según la invención
- 35 - la figura 4 es una vista en perspectiva de un dispositivo de transmisión según la invención que equipa el aparato de la figura 2;
- la figura 5 es una vista en perspectiva de un tramo curvado de guía de ondas del dispositivo de la figura 4, estando dicho tramo acoplado a un reactor;
- 40 - la figura 6 es una vista en perspectiva del dispositivo de transmisión de la figura 4 que ilustra el tramo curvado y los dos tramos rectilíneos en el interior de cada uno de los cuales está montado móvil un órgano móvil de adaptación, estando dichos tramos rectilíneos representados con unas paredes transparentes, con el fin de mostrar dichos órganos móviles de adaptación;
- la figura 7 es una vista en corte longitudinal parcial de un reactor y de una guía de ondas que ilustra más particularmente el acoplamiento entre un dispositivo de aplicación y la guía de ondas.

45 Un aparato de tratamiento por radiación electromagnética de un medio reactivo según la invención comprende:

- un generador 1 de radiación u ondas electromagnéticas, ventajosamente un generador de microondas;
- un reactor 2 que contiene dicho medio reactivo; y
- 50 - un dispositivo de transmisión 3 de la radiación electromagnética generada por el generador al medio reactivo contenido en dicho reactor 2.

El dispositivo de transmisión 3 comprende:

- 55 - una guía de ondas 4 dispuesta a la salida del generador 1 y acoplada a dicho reactor 2, con el fin de transmitir la energía electromagnética al medio reactivo;
- unos medios de acoplamiento 5 dispuestos para permitir la transferencia en el medio reactivo de la energía electromagnética generada y transmitida por la guía de ondas 4; y
- unos medios de adaptación 8 diseñados para asegurar la adaptación de la energía electromagnética al medio
60 reactivo y permitir la optimización de la transferencia de energía en función del medio.

Los medios de adaptación 8 comprenden:

- 65 - un primer órgano móvil de adaptación 81 constituido por un pistón de cortocircuito que comprende una placa metálica, de cobre o de aluminio, por ejemplo, colocada perpendicularmente a la dirección de propagación de las

ondas, estando dicho pistón de cortocircuito 81 posicionado en el extremo libre 49 de la guía de ondas 4 opuesto al generador 1 y, por lo tanto, aguas abajo del reactor 2;

- un segundo órgano móvil de adaptación 82 constituido por un iris de acoplamiento variable, dispuesto en la guía de ondas 4 entre el generador 1 y el pistón de cortocircuito 81 y más particularmente aguas arriba del reactor 2.

El reactor 2 contiene generalmente una mezcla reactiva que se calienta por pérdidas dieléctricas, en concreto, con la finalidad de realizar unas reacciones químicas o físico-químicas de productos, con el fin de efectuar unos análisis, unas síntesis, unas extracciones etc. Además, la longitud del reactor 2, de forma general tubular, está ajustada en función de la energía que hay que transmitir y de las propiedades dieléctricas del producto, esto para limitar el campo dieléctrico a un valor inferior a la tensión de ruptura. Este reactor 2 puede estar provisto de un aislamiento térmico, con el fin de limitar las pérdidas térmicas. Este reactor químico puede estar provisto, igualmente, de una o varias entradas 20 y salidas 21 que permiten inyectar diferentes reactivos y/o productos y extraer diferente fracción del medio de reacción. El reactor 2 puede comprender, igualmente, un sistema de enfriamiento por circulación de un líquido de enfriamiento, con el fin de controlar la temperatura del medio reactivo.

El reactor 2 se extiende según una dirección perpendicular o bien paralela al sentido de propagación de las ondas. En el modo de realización ilustrado en las figuras 2, 3 y 5, el reactor 2 se extiende transversalmente con respecto a la guía de ondas 4, de modo que sea perpendicular al sentido de propagación de las ondas.

La guía de ondas 4, por ejemplo, de sección rectangular, comprende una sucesión de tramos de misma sección entre su extremo libre 49 y su extremo 46 conectado al generador 1, en este caso concreto:

- un primer tramo rectilíneo 41 en el cual está montado móvil el pistón de cortocircuito 81;
- un tramo curvado 40 sobre el cual está acoplado el reactor 2, siendo dicho tramo curvado 40 en forma general de "U" y formando un bucle de retorno a 180 ° de la guía de ondas 4;
- un segundo tramo rectilíneo 42 en el cual está montado el iris de acoplamiento variable 82; y, finalmente
- un tercer tramo rectilíneo 43 de ángulo recto con respecto al segundo tramo rectilíneo 42 y acoplado a la salida del generador 1 y sobre el cual puede estar montado un aislador 11 destinado a proteger el generador 1 de un retorno de ondas.

Se señala que el reactor 2 y, por lo tanto, los medios de acoplamiento 5, están dispuestos a equidistancia del iris de acoplamiento variable 82 y del pistón de cortocircuito 81, por unas razones de simetría. De este modo, el reactor 2 está acoplado a la cúspide del tramo curvado 40 en "U" y los dos órganos móviles de adaptación 81, 82 están a equidistancia de esta cúspide. En esta configuración, el pistón de cortocircuito 81 y el iris de acoplamiento 82 están dispuestos con respecto al reactor 2, con el fin de permitir un centrado de la onda estacionaria sobre el reactor 2, es decir, el posicionamiento de un antinodo de la onda estacionaria, correspondiente a una amplitud máxima, al nivel del reactor 2.

Las ondas están guiadas sucesivamente, a la salida del generador 1, según la dirección Z en el tercer tramo rectilíneo 43, según la dirección X en el segundo tramo rectilíneo 42 y, finalmente, según la dirección X en el primer tramo rectilíneo, pero en un sentido opuesto al sentido de propagación en el segundo tramo rectilíneo 42 después de paso por el tramo curvado 40 que forma justamente el bucle de retorno de las ondas.

Según un modo particular de realización de la invención y por unas razones de facilidad de fabricación, estos tramos 40 a 43 son unas piezas distintas que están fijadas solidariamente entre sí, las unas a continuación de las otras. Para sujetar los tramos 40 a 43 entre sí, se ha previsto en este modo de realización dotar cada uno de ellos de una brida 45; estando estas bridas 45 destinadas, por ejemplo, a estar empernadas la una a la otra. Además, para asegurar la conexión entre el segundo 42 y el tercer 43 tramos rectilíneos, está previsto interponer entre estos dos tramos 42, 43 un tramo curvado 430 de ángulo recto, ventajosamente en forma de arco de círculo.

Como se ilustra en la figura 4, el segundo tramo rectilíneo 42 y el tercer tramo rectilíneo 43 se extienden en un primer plano P1, paralelo al plano (XZ) del sistema de referencia (XYZ) ilustrado en las figuras 3 y 4. Además, el tramo curvado 40 y el primer tramo rectilíneo 41 se extienden en un segundo plano P2 paralelo al plano (XY) y, por lo tanto, perpendicular a dicho primer plano P1. Se observa, igualmente, que el tramo curvado 40, el primer tramo rectilíneo 41 y el segundo tramo rectilíneo 42 se extienden los tres en el mismo plano P2,

Del modo en que se ilustra en la figura 3, el reactor 2 se extiende según una dirección principal AA' paralela al eje Z y, por lo tanto, perpendicular al plano P2, de modo que el reactor 2 no se extiende entre el primer tramo rectilíneo 41 y el segundo tramo rectilíneo 42.

Como se ilustra en la figura 2 de forma esquemática, los medios de adaptación 8 incluyen unos medios de arrastre 80 en traslación del pistón de cortocircuito 81 y del iris de acoplamiento variable 82, estando dichos medios de arrastre 80 acoplados directamente a estos dos órganos móvil de adaptación 81, 82, con el fin de hacerlos trasladarse en la guía de ondas 4. El acoplamiento directo entre el pistón de cortocircuito 81 y el iris de acoplamiento variable 82 está realizado por medio de una pieza de acoplamiento 84 que une mecánicamente estos dos órganos

móviles 81, 82, siendo esta pieza de acoplamiento 84 desplazable en traslación por un motor 83 al cual está unida directamente.

5 Como se ilustra en la figura 6, la pieza de acoplamiento 84 está constituida por una pieza plana alargada de escaso espesor, que presenta dos extremos opuestos, respectivamente 841 y 842, en apoyo cada uno contra una pared 410, 420 del respectivamente primero 41 y segundo 42 tramos rectilíneos.

10 El primer extremo 841 de la pieza de acoplamiento 84 está fijado sobre el pistón de cortocircuito 81 por unos medios de fijación no ilustrados, como, por ejemplo, del tipo conjunto tornillo/perno o remaches, que atraviesan una hendidura 85 habilitada para ello en dicha pared 410 del primer tramo rectilíneo 41. Esta hendidura 85, de forma oblonga, se extiende paralelamente a la dirección X correspondiente a la dirección de propagación de las ondas en este primer tramo rectilíneo 41.

15 El segundo extremo 842 de la pieza de acoplamiento 84 está fijado sobre el iris de acoplamiento variable 82 por otros medios de fijación que atraviesan una hendidura 85 habilitada para ello en dicha pared 420 del segundo tramo rectilíneo 42. Esta hendidura 85, igualmente de forma oblonga, se extiende paralelamente a la dirección X correspondiente a la dirección de propagación de las ondas en este segundo tramo rectilíneo 41. La hendidura 85 es de longitud predeterminada, con el fin de limitar el desplazamiento de los órganos móviles de adaptación 81, 82 entre dos bornes correspondientes a los extremos de las hendiduras 85.

20 La pieza de acoplamiento 84 comprende una parte central 840, entre los dos extremos 841, 842, que está unida directamente a un único motor 83 que desplaza dicha pieza 84 en traslación según la dirección X.

25 Como se ilustra en la figura 3, el aparato de tratamiento según la invención puede comprender un compartimento 9 con una pared de separación 92 que separa el generador 1 del reactor 2; esta pared 92 se extiende en un plano (YZ) perpendicular a los dos planos P1 y P2 mencionados más arriba.

La guía de ondas 4 atraviesa la pared de separación 92 dos veces, de modo que:

30 - el tramo curvado 40 está dispuesto del lado 90 del reactor 2, es decir, en el exterior del compartimento 9; y los tramos rectilíneos 41, 42, 43 están situados del lado 91 del generador 1, es decir, en el interior del compartimento 9.

35 La confluencia entre el tramo curvado 40 y los tramos rectilíneos 41 y 42 se efectúa al nivel de la pared de separación 92, situándose las bridas 45 correspondientes sustancialmente en el plano de esta pared 92. De este modo, los extremos respectivamente 403 y 404 del tramo curvado 40, al nivel de los cuales están conectados respectivamente el primero 41 y el segundo 42 tramos rectilíneos, están situados en el plano de la pared 92.

40 Con referencia a la figura 3, el compartimento 9 incluye una base 93 que descansa sobre el suelo y la pared de separación 92 constituye una pared lateral de dicho compartimento 9 interpuesto entre el reactor 2 y el generador 1. El reactor 2, de forma tubular según la dirección vertical Z, se extiende al menos parcialmente al lado del generador 1. Una disposición de este tipo, permitida, en concreto, por la forma adaptada de la guía de ondas 4, permite un espacio necesario en el suelo reducido, ya que el generador 1 y el reactor 2 se posicionan uno al lado del otro.

45 Además, el compartimento 9 puede incluir unos carriles 94 fijados sobre la base 93 y destinados a mantener sobreelevado una parte de los componentes del aparato, como el generador 1.

50 El compartimento 9 incluye una pared superior 95 sobre la cual están dispuestos unos medios de control y/o de mando 10 de todo o parte de los componentes del aparato de tratamiento, tales como el generador 1, los medios de adaptación 8 y más particularmente sus medios de arrastre 8, como el motor 83 y los medios de acoplamiento 5. Estos medios de control y/o de mando 10 pueden, por ejemplo, tomar la forma de una pantalla de control y de mando.

55 El compartimento 9 puede incluir, igualmente, otras paredes laterales, no ilustradas, de modo que se clausure el compartimento de forma estanca respecto al exterior. El compartimento 9 podrá, de este modo, estar inertizado por llenado de un gas neutro, como, por ejemplo, argón, dióxido de carbono o nitrógeno y aislado de forma estanca. Además, una parte de la guía de ondas 4 podría, igualmente, estar inertizada por llenado de un gas neutro, pudiendo unas ventanas de aislamiento (no ilustradas) estar colocada en el interior de la guía de ondas 4, por ejemplo, al nivel de cada uno de los extremos 403 y 404 del tramo curvado 40; estando dichas ventanas constituidas por un material aislante y transparente a las ondas, como, por ejemplo, el cuarzo.

60 Además, el compartimento 9 podrá estar provisto de un blindaje suplementario, en particular, sobre su pared de separación 92, con el fin de proteger a las personas e instrumentos exteriores de cualquier riesgo de explosión del generador y/o de incendio respecto a un fuego que se produzca en el interior de dicho compartimento 9. Un blindaje de este tipo estará particularmente adaptado para evitar que unas chispas que se produzcan al nivel del generador corran el riesgo de transmitirse al nivel del reactor 2 y de los productos que puede contener.

65

5 Con un aparato conforme con la invención, un usuario del aparato más particularmente interesado por el reactor 2 que por el sistema de generación y de transmisión de la energía electromagnética, como, por ejemplo, un analista de química, tiene delante de sí, solo un compartimento clausurado (al menos parcialmente) 5 del cual rebasa el reactor 2 y la pantalla de control y de mando 10. Las operaciones de análisis están, por lo tanto, facilitadas para este usuario, que no tiene que tomar o tiene que tomar pocas precauciones particulares con los productos químicos y que puede sustituir o trabajar más fácilmente sobre el reactor 2 sin riesgo de daño de la línea de generación y de transmisión de la energía electromagnética.

10 Se observa que el aparato de tratamiento según la invención presenta un espacio necesario optimizado y equilibrado en las direcciones longitudinal X, transversal Y y vertical Z. La dimensión longitudinal del aparato está, de este modo, reducida con respecto a los que están dispuestos principalmente en línea.

15 En lo que se refiere a los medios de acoplamiento 5, comprenden un dispositivo de aplicación 7 de la energía al medio reactivo, habitualmente llamado aplicador de energía, cuya elección depende de la radiación utilizada (de altas frecuencias y de microondas), de las características dimensionales del medio que hay que tratar y de su modo de tratamiento.

20 Como se ilustra en la figura 7, el dispositivo de aplicación 7 comprende un aplicador 70 del tipo de campo cercano que se extiende al menos en parte en el interior del reactor 2, formando, de este modo, el reactor 2 una cavidad de resonancia en el interior de la cual se introduce la radiación electromagnética por el aplicador 70 de campo cercano.

25 Este aplicador de campo cercano está realizado en forma de al menos una línea de transmisión de pérdidas 70 que presenta una interfaz de transferencia de la energía electromagnética hacia el medio reactivo. La solicitud de patente francesa n.º FR 08/01541 describe una línea de transmisión de pérdidas de este tipo y se podrá hacer referencia de manera útil a ella para unos detalles más amplios que se refieren a la línea de transmisión de pérdidas.

30 La línea de transmisión de pérdidas 70 comprende al menos un primero 71 y un segundo 72 conductores eléctricos aislados al menos parcialmente el uno del otro por medio de un aislante 73 que presenta unas características dieléctricas adaptadas, estando el primer conductor 71 destinado a estar acoplado, por una parte, al generador 1 y, por otra parte, al medio reactivo, con el fin de permitir la aplicación de la energía electromagnética generada a dicho medio reactivo. El segundo conductor 72 forma, en este documento, una pared externa 23 del reactor 2 en el interior del cual está dispuesto dicho medio reactivo, que puede, por ejemplo, circular en un canal de circulación 78 delimitado por una ranura habilitada en un cuerpo hueco de material transparente a las ondas y el aislante dieléctrico 73 está compuesto al menos en parte por el medio reactivo.

35 La línea de transmisión de pérdidas 70 está acoplada con la guía de ondas 4. Para esto, la guía de ondas 4 incluye un tramo de acoplamiento que es, en este documento, el tramo curvado 40; extendiéndose dicho tramo curvado 40 de acoplamiento de manera normal a la línea de transmisión de pérdidas 70. El tramo curvado 40 de la guía de ondas 4 delimita interiormente una cavidad de acoplamiento 401 en el interior de la cual se extiende el primer conductor 71 de la línea de transmisión de pérdidas 70; estando dicho primer conductor 71 desnudo en dicha cavidad de acoplamiento 401, es decir, sin estar rodeado por un aislante. De este modo, el primer conductor 71 está acoplado a la guía de ondas 4 al nivel de esta cavidad de acoplamiento 401 en la cual dicho primer conductor 71 recibe la radiación electromagnética vehiculada por la guía de ondas 4.

45 Por supuesto, el ejemplo de implementación mencionado más arriba no presenta ningún carácter limitativo y pueden aportarse al aparato según la invención otros detalles y mejoras, sin por ello salirse del marco de la invención donde pueden realizarse otras formas de guía de ondas.

50 Por ejemplo, el tramo curvado puede tomar la forma de un tramo central rectilíneo sobre el cual está acoplado el reactor, que está provisto en cada uno de sus extremos de un tramo curvado de ángulo recto, ventajosamente en forma de arco de círculo, como el tramo curvado de ángulo recto 730 descrito más arriba. Los dos tramos curvados de ángulo recto están orientados según la misma dirección y el mismo sentido, con el fin de que el tramo curvado, formado por la asociación del tramo rectilíneo y de los dos tramos curvados de ángulo recto, tenga una forma general de "U".

55

REIVINDICACIONES

1. Aparato de tratamiento por radiación electromagnética de un medio reactivo que comprende un generador (1) de radiación electromagnética, un reactor (2) que contiene dicho medio reactivo y un dispositivo de transmisión (3) de la radiación electromagnética generada por el generador (1) al medio reactivo contenido en dicho reactor (2), comprendiendo dicho dispositivo (3) una guía de ondas (4) destinada a transmitir la radiación electromagnética del generador (1) y unos medios de acoplamiento (5) dispuestos para permitir la transferencia en el medio reactivo de la energía electromagnética transmitida por la guía de ondas (4), donde la guía de ondas (4) presenta una configuración en bucle de retorno, caracterizado por que la guía de ondas (4) incluye un tramo curvado (40) en forma general de "U" y que forma un bucle de retorno de dicha guía de ondas (4) y la guía de ondas (4) incluye un primero (41) y un segundo (42) tramos rectilíneos en frente el uno del otro y respectivamente conectados a un primero (403) y a un segundo (404) extremos de dicho tramo curvado (40) y por que comprende una pared de separación (92) que permite aislar el generador (1) del reactor (2), estando dicho reactor (2) acoplado al tramo curvado (40) de la guía de ondas (4) y extendiéndose dicho tramo curvado (40) al menos parcialmente de un lado (90) de la pared de separación (92) opuesto a dicho generador (1), donde la guía de ondas (4) atraviesa la pared de separación (92) dos veces, de modo que el tramo curvado (40) está dispuesto del lado (90) del reactor (2) opuesto a dicho generador (1) y los tramos rectilíneos (41, 42) están situados del lado (91) del generador (1) opuesto a dicho reactor (2).
2. Aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de acoplamiento (5) comprenden un dispositivo de aplicación (7) de la energía al medio reactivo.
3. Aparato según la reivindicación 2, caracterizado por que el dispositivo de aplicación (7) es un aplicador (70) del tipo de campo cercano que se extiende al menos en parte en el interior del reactor (2), formando dicho reactor (2) una cavidad de resonancia en el interior de la cual se introduce la radiación electromagnética por el aplicador (70).
4. Aparato según la reivindicación 3, caracterizado por que el aplicador comprende al menos una línea de transmisiones de pérdidas (70) que presenta una interfaz de transferencia de la energía electromagnética hacia el medio reactivo.
5. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los primero (41) y segundo (42) tramos rectilíneos son sustancialmente paralelos o están inclinados el uno con respecto al otro.
6. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende unos medios de adaptación (8) diseñados para asegurar la adaptación de la radiación electromagnética a dicho medio reactivo, comprendiendo dichos medios de adaptación (8) dos órganos móviles de adaptación (81, 82) dispuestos en la guía de onda (4) a ambos lados de dicho tramo curvado (40).
7. Aparato según la reivindicación 6, caracterizado por que un primer órgano móvil de adaptación (81), tal como un pistón de cortocircuito, es móvil en traslación en el primer tramo rectilíneo (41) y por que un segundo órgano móvil de adaptación (82), tal como un iris de acoplamiento variable, es móvil en traslación en el segundo tramo rectilíneo (42).
8. Aparato según la reivindicación 7, caracterizado por que los medios de adaptación (8) incluyen unos medios de arrastre (80) en traslación de los dos órganos móviles de adaptación (81, 82), estando dichos medios de arrastre (80) acoplados directamente a los dos órganos móvil de adaptación (81, 82), con el fin de hacerlos trasladarse en la guía de ondas (4).
9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el segundo tramo rectilíneo (42) está conectado a un tercer tramo rectilíneo (43) inclinado con respecto a dicho segundo tramo (42) y destinado a estar conectado a dicho generador (1), de modo que la guía de ondas (4) comprende sucesivamente, a la salida del generador (1), el tercer tramo rectilíneo (43), el segundo tramo rectilíneo (42), el tramo curvado (40) y el primer tramo rectilíneo (41).
10. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado por que los segundo (42) y tercer (43) tramos rectilíneos se extienden en un primer plano (P1) y por que el tramo curvado (40) y el primer tramo rectilíneo (41) se extienden en un segundo plano (P2) inclinado con respecto a dicho primer plano (P1) según un ángulo no nulo, en concreto, un ángulo de sustancialmente 90 °.
11. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en combinación con la reivindicación 6, caracterizado por que los dos órganos móviles de adaptación (81, 82) están dispuestos de un lado (91) de la pared de separación (92) opuesto a dicho reactor (2), extendiéndose los primero (41) y segundo (42) tramos rectilíneos al menos parcialmente de este lado (91) de la pared de separación (92).
12. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en combinación con la reivindicación 8, caracterizado por que los medios de arrastre (80) en traslación de los dos órganos móviles de adaptación (81, 82) están dispuestos del lado (91) de la pared de separación (92) opuesto a dicho reactor (2).

13. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un compartimento (9) en el interior del cual está dispuesto al menos dicho generador (1), incluyendo dicho compartimento (9) dicha pared de separación (92).
- 5 14. Aparato según la reivindicación 13, caracterizado por que el compartimento (9) está inertizado por llenado de un gas neutro, como, por ejemplo, argón, dióxido de carbono o nitrógeno.
- 10 15. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, caracterizado por que el compartimento (9) comprende un blindaje, en concreto, sobre la pared de separación (92), diseñado para proteger a las personas y/o instrumentos exteriores a dicho compartimento (9) de cualquier riesgo de explosión y/o de incendio que se produzca en el interior de dicho compartimento (9).

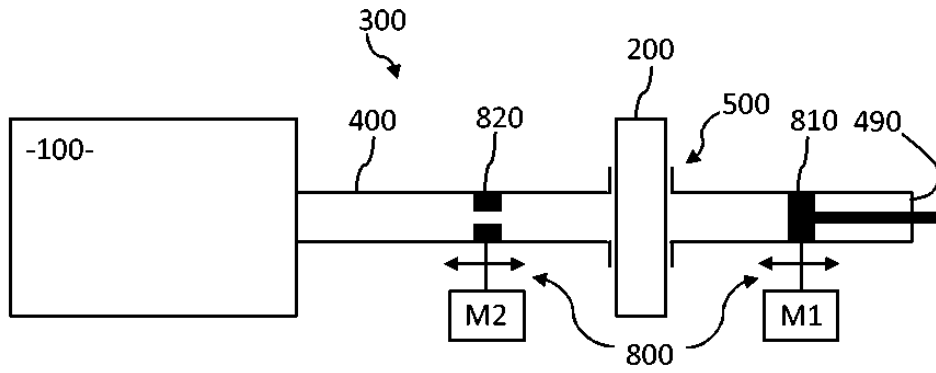


FIG.1

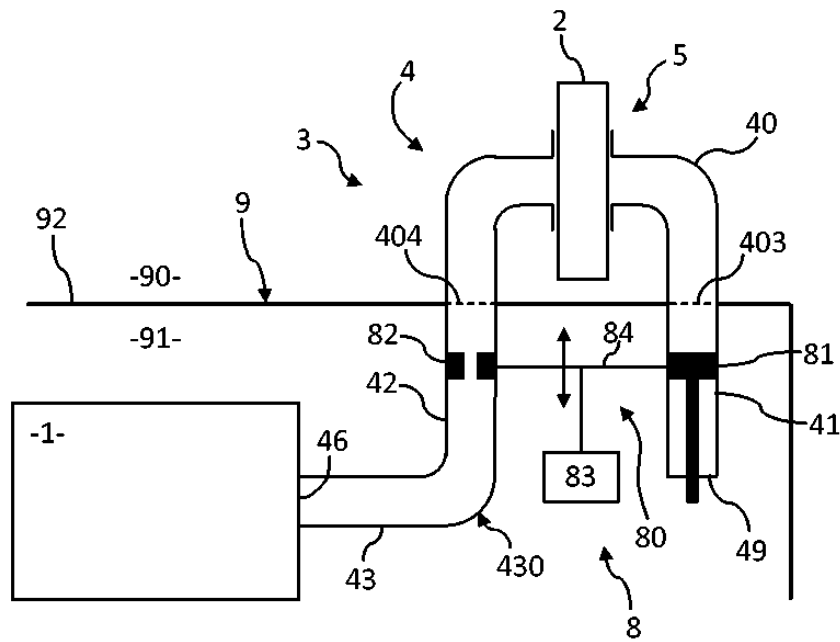


FIG.2

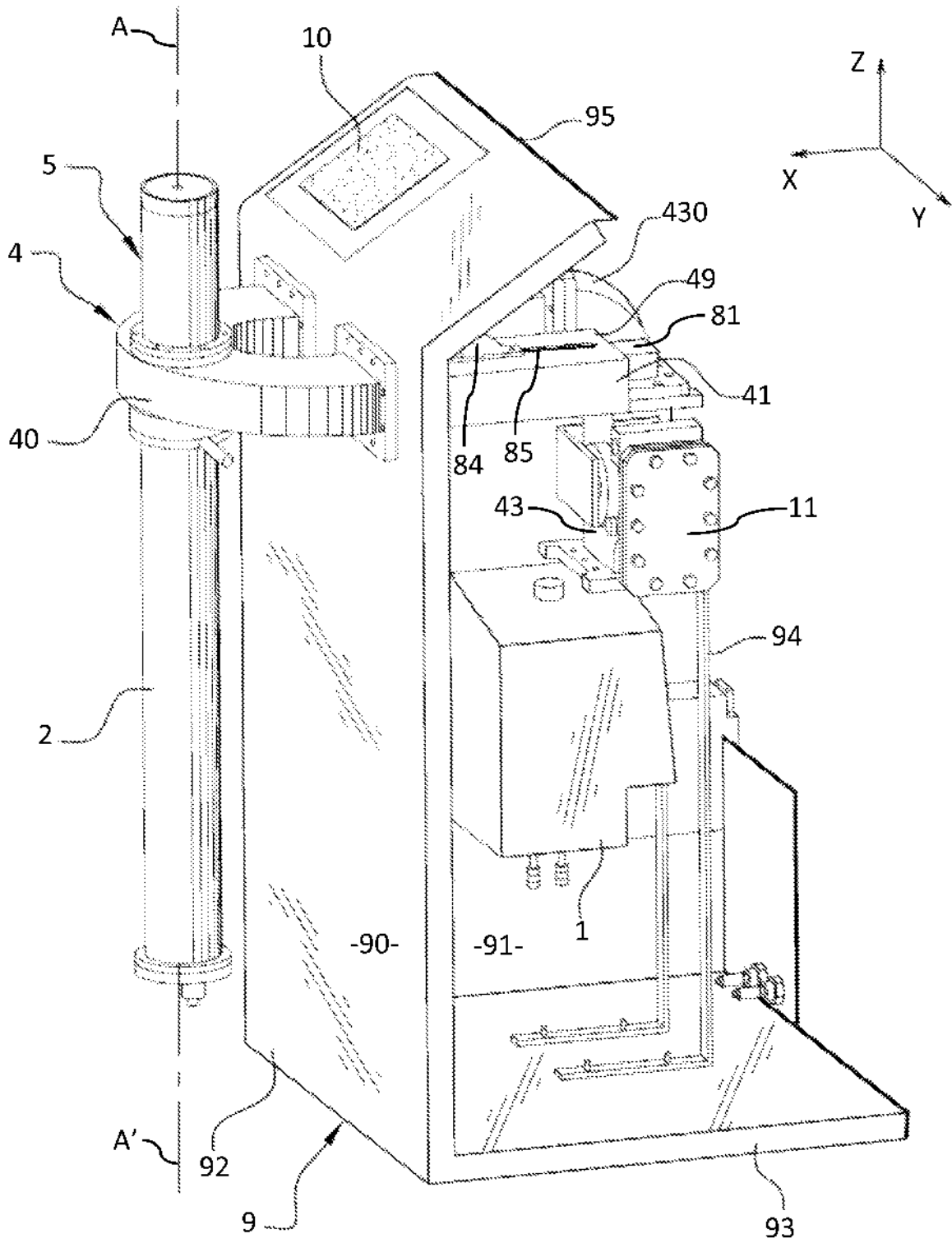


FIG. 3

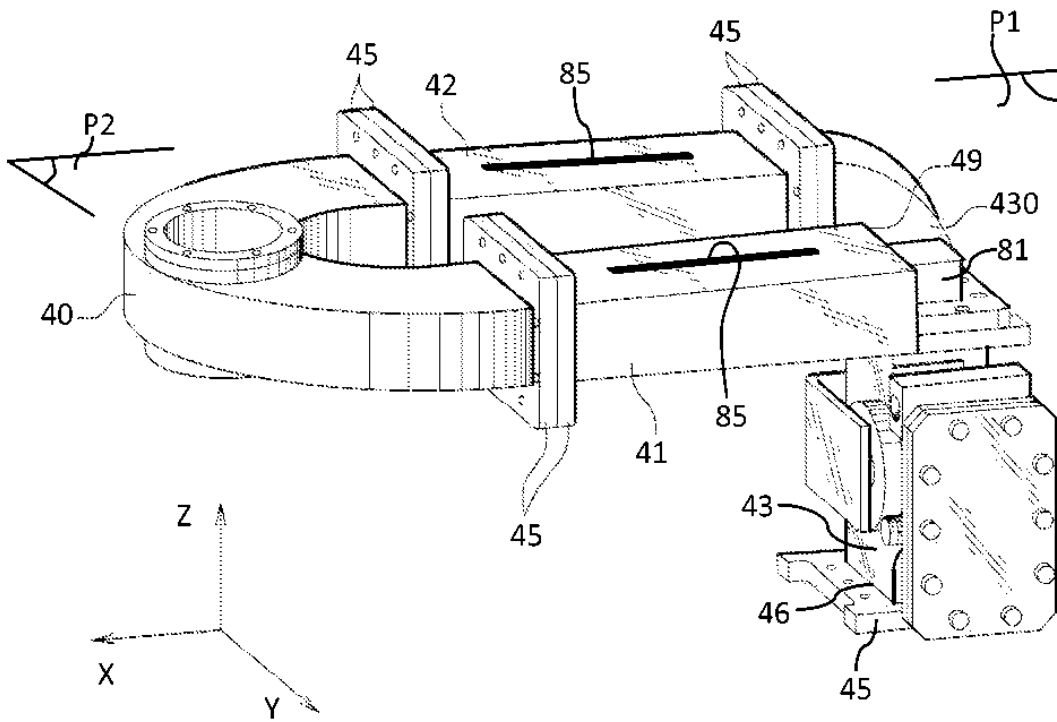


FIG. 4

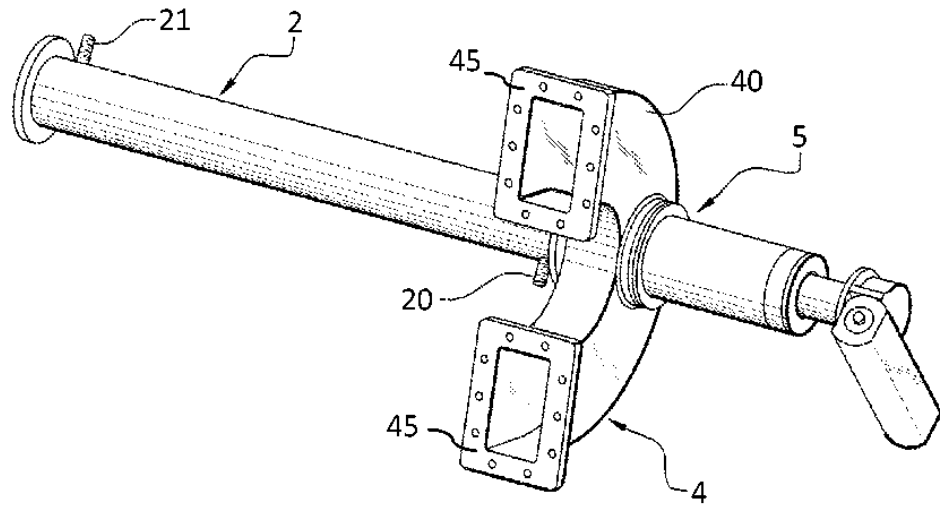


FIG. 5

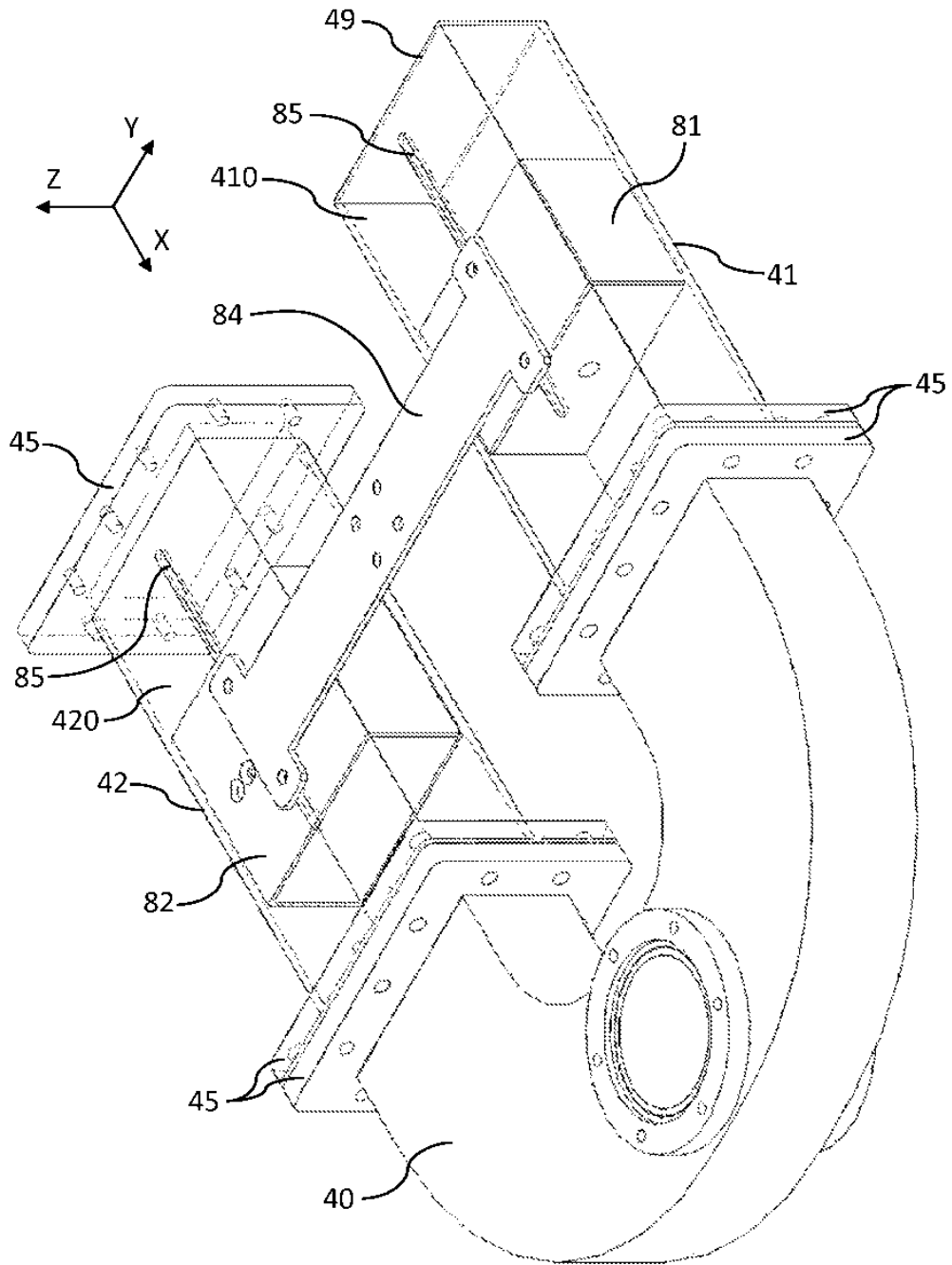


FIG.6

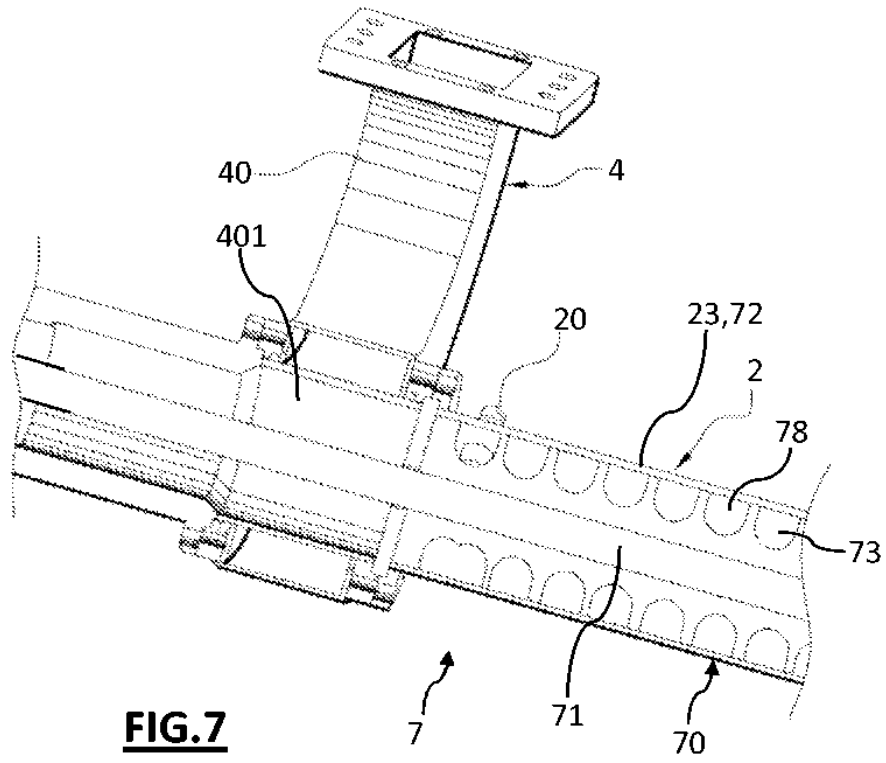


FIG. 7