

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 670**

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/FR2009/050457**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2009** **WO09122101**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2009** **E 09726610 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018** **EP 2266370**

54 Título: **Dispositivo de aplicación de energía electromagnética a un medio reactivo**

30 Prioridad:

20.03.2008 FR 0801541

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

26.04.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 710 670 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 de aplicación de energía electromagnética a un medio reactivo.

5 La invención se refiere a un dispositivo de aplicación de energía electromagnética a un medio reactivo, estando dicho dispositivo destinado a ser acoplado a un generador de radiación electromagnética a través de medios de transmisión de dicha radiación.

10 Se refiere, asimismo, a un conjunto que comprende un dispositivo de aplicación del tipo mencionado y un reactor en cuyo interior está dispuesto el medio reactivo. La invención se refiere, también, a un aparato de tratamiento de un medio reactivo por radiación electromagnética, que comprende un conjunto del tipo mencionado.

15 Estos aparatos de tratamiento se conocen especialmente como aparato de tratamiento térmico de un medio reactivo, en donde, por "tratamiento térmico", se entienden diversos tratamientos efectuados por calentamiento tales como evaporación, desecación, tostación, extracción de productos naturales en suspensión en un disolvente, reacción o síntesis química con calentamiento por pérdidas dieléctricas (con vistas a análisis o producción de compuestos químicos), deshidratación, cocción, decoloración, disociación, polimerización, reticulación, tratamientos por fluidos supercríticos, eliminación de compuestos volátiles, etcétera, así como diversos tratamientos ejecutados simultáneamente con el calentamiento, tales como mezclado o trituración.

20 Para dichos tratamientos térmicos, se conoce especialmente la utilización de 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.

25 Dichos aparatos de tratamiento encuentran aplicación para un gran número de tipos de medios reactivos, que hacen intervenir un solo reactivo o una mezcla de reactivos en proporciones variables, en estado sólido, líquido o gaseoso, con o sin catalizadores, comprendiendo dicho medio por lo menos un componente sensible a la radiación. El medio reactivo puede ser del tipo sólido (por ejemplo, del tipo granular o pulverulento), gaseoso, plasma, líquido (con un disolvente y/o solutos que absorben la radiación electromagnética).

30 Tal como se sabe, un aparato de tratamiento de un medio reactivo por radiación electromagnética comprende:

- 35 - un generador de radiación electromagnética tal como un generador de ondas de alta frecuencia o un generador de microondas constituido, por ejemplo y de manera no limitativa, por un generador de magnetrón o un generador de semiconductores;
- 40 - un reactor que contiene dicho medio reactivo, en donde el reactor puede adoptar la forma de un depósito, eventualmente con unos medios de circulación de dicho medio reactivo; y
- 45 - un dispositivo de transmisión de la radiación electromagnética generada por el generador en el medio reactivo contenido en dicho reactor.

Este dispositivo de transmisión comprende típicamente:

- 50 - unos medios de transmisión de la radiación electromagnética dispuestos en la salida del generador y acoplados a dicho reactor con el fin de transmitir la energía electromagnética al reactor, estando adaptados, evidentemente, estos medios de transmisión a la radiación electromagnética y pudiendo estar constituidos, por ejemplo, por un cable de transmisión, tal como un cable coaxial, o una guía de ondas utilizada típicamente en el sector de las microondas;
- 55 - unos medios de acoplamiento dispuestos para permitir la transferencia, en el medio reactivo, de la energía electromagnética proveniente de los medios de transmisión.

60 En funcionamiento, el generador genera una radiación electromagnética a una frecuencia dada, y el dispositivo de transmisión transmite la radiación electromagnética generada al medio reactivo a través de los medios de transmisión y de los medios de acoplamiento.

Los medios de acoplamiento comprenden, en general, un dispositivo de aplicación de la energía al medio reactivo, denominado comúnmente aplicador de energía, cuya elección depende de la radiación utilizada (alta frecuencia y microondas), de las características dimensionales del medio a tratar y de su modo de tratamiento.

65 Como aplicadores de alta frecuencia, se conocen específicamente los siguientes aplicadores:

- aplicadores capacitivos formados por dos armaduras de condensador entre las cuales se aplica la tensión de alta frecuencia;
- aplicadores inductivos para el tratamiento de materiales suficientemente conductores, estos aplicadores están constituidos por un solenoide alimentado con corriente de alta frecuencia;
- aplicadores con barros alternos para materiales relativamente planos, constituidos por electrodos tubulares o en barras;
- aplicadores de anillos o de bucles alternos para materiales filiformes que forman los electrodos.

El inconveniente principal de estos aplicadores es que no están adaptados, o lo están muy poco, para garantizar una transferencia de energía en una masa líquida y de una manera homogénea.

Como aplicadores de microondas, se conocen especialmente los siguientes aplicadores:

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

En relación con los aplicadores de campo localizado y de campo difuso, los mismos requieren un reactor constituido, por lo menos en parte, por un material transparente a las ondas es decir, que no absorba las ondas, como, por ejemplo, politetrafluoroetileno o cuarzo, que está dispuesto en el interior de la cavidad del aplicador. Así, el reactor que contiene el medio reactivo se somete a una radiación electromagnética que viene del exterior.

El aplicador de campo localizado, tipo monomodo, está formado por una cavidad monomodo, de dimensión predeterminada, que presenta resonancia 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. Sin embargo, con este tipo de aplicador monomodo, la cantidad de materia a tratar queda limitada por las dimensiones de la cavidad y, por tanto, de la guía de ondas. Para una aplicación industrial, es necesario prever un equipo complejo y costoso, que comprende diversos aplicadores monomodo colocados en paralelo con el fin de disponer de un rendimiento suficiente, así como un sistema de circulación complejo del medio reactivo. Además, la energía electromagnética transferible queda limitada por el volumen en la interfaz entre el producto a tratar y la radiación.

Por el contrario, el aplicador de campo difuso, tipo multimodo, garantiza 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 a tratar en los aplicadores de tipo multimodo, y requiere, por añadidura, una puesta en movimiento o una agitación de la muestra con el fin de garantizar una homogeneidad del calentamiento por microondas.

Un inconveniente común a estos dos aplicadores, de tipo monomodo o de tipo multimodo, es que requieren 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 en cuanto a tamaño y forma, limitando, así, el tratamiento por ondas a ciertas reacciones y a ciertos medios reactivos, y excluyendo otras reacciones en las que la forma y la longitud del reactor pueden tener un papel preponderante. Cabe indicar, asimismo, que, para reacciones que deben ser efectuadas bajo una presión elevada, independientemente o no del calentamiento inducido por la radiación electromagnética, estos reactores transparentes a las ondas la mayoría de las veces resisten difícilmente las altas presiones.

Los otros inconvenientes comunes a estos dos aplicadores, de tipo monomodo o de tipo multimodo, surgen por la dificultad de obtener un campo eléctrico constante en el reactor, y finalmente, por el hecho de que la geometría de la cavidad depende de la frecuencia de la radiación de manera que un aplicador de campo localizado no puede trabajar más que a una sola frecuencia dada.

Un último inconveniente de estos dos aplicadores, de tipo monomodo o de tipo multimodo, es que no son compatibles con un dispositivo de regulación preciso de la temperatura de calentamiento del medio reactivo mediante la utilización de un fluido de enfriamiento exterior. En efecto, para regular de manera precisa y óptima una reacción, resulta particularmente ventajosa la circulación de un líquido de enfriamiento alrededor del reactor en la zona de calentamiento. Si así fuera, las ondas calentarían el líquido de enfriamiento, lo cual claramente no es viable. Si el líquido de enfriamiento circulase en un conductor no transparente a las ondas, en este caso el conducto formaría una pantalla entre la radiación electromagnética y el reactor, limitando claramente la exposición del medio reactivo a la radiación y, por lo tanto, el rendimiento del calentamiento. Estos aplicadores impiden, por tanto, la regulación de la temperatura en la zona de irradiación, es decir en la cavidad, de manera que la regulación de la temperatura es en ocasiones ineficaz e incluso incompatible con ciertas reacciones químicas. Esto es así, en especial, cuando es necesario mantener una baja temperatura durante el tratamiento

de materiales de origen biológico que se pueden degradar térmicamente después de una irradiación por ondas electromagnéticas.

En relación con los aplicadores de campo cercano de tipo guía de ondas radiantes, los mismos se conocen a partir de la técnica anterior, especialmente a partir de la solicitud de patente europea n.º EP 0 329 338, que da a conocer un aparato de tratamiento de polvo cerámico por microondas en un entorno bajo alta presión. Este aparato comprende un reactor que forma una cavidad de resonancia bajo alta presión, en cuyo interior la radiación microondas es introducida por medio de una antena rectilínea que se extiende, en parte, en la cavidad.

Se describe, asimismo, un aplicador de campo próximo en el documento DE 10 2004 057 851 A1, que da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1, en donde una antena rectilínea, de tipo antena recta o antena de varilla, se introduce directamente en el interior de un reactor, que contiene un medio gaseoso, líquido o sólido. Un cable coaxial, que comprende un conductor interno y un conductor externo, se acopla al reactor de la manera siguiente: el conductor externo se acopla a la pared externa del reactor, y el conductor interno va a dar al interior del reactor a nivel de la unión cable coaxial/reactor. La parte terminal del conductor interno constituye, así, una antena que radia en el medio reactivo que se calienta por pérdida dieléctrica. La longitud de la antena es superior a la longitud de ondas de la radiación.

La solicitud internacional WO 00/15008 describe un aplicador de campo cercano con una antena radiante. Este aparato comprende un cable cuyo primer extremo está conectado a un receptor para recibir las ondas generadas por un generador de ondas, y cuyo segundo extremo coopera con un transmisor para transmitir las ondas en el interior del reactor. El cable puede ser del tipo coaxial y el transmisor se corresponde con una porción expuesta de un conductor interno de dicho cable coaxial. Esta porción expuesta del conductor interno tiene una longitud de aproximadamente una cuarta parte de la longitud de onda de la radiación, y juega el papel de una antena rectilínea radiante en el interior de un reactor.

La solicitud internacional WO 2006/067579 describe un aplicador de campo cercano similar al descrito en la solicitud internacional WO 00/15008, con una antena radiante. Esta antena presenta, en su extremo libre, una o varias porciones expuestas de un conductor interno que radian hacia el interior de un reactor, quedando concentrado, así, el efecto de la radiación en el extremo de la antena. Para evitar los efectos de una radiación demasiado localizada y para densificar la distribución de la energía, se prevé, en este documento, la utilización de dos o varias antenas que emiten ondas con fases según el principio de interferencia de las ondas electromagnéticas coherentes. La puesta en práctica de este principio implica la utilización de técnicas onerosas, con diversas antenas acopladas al generador de ondas y con un dispositivo de control de la excitación en fase de las antenas a partir de un mismo generador de ondas.

La solicitud de patente US 2006/0011563 A1 describe un aparato utilizado en la separación de una mezcla, como, por ejemplo, una mezcla líquida o una suspensión coloidal, en donde el aparato comprende un conjunto de rotor dividido interiormente en una o varias cámaras. Este documento da a conocer el principio de utilización de por lo menos un generador de microondas para transmitir una energía de microondas en el interior de la cámara o cámaras. En una primera configuración, el generador o generadores de microondas se posicionan en el interior de un árbol interno tubular que se extiende en el interior del conjunto de rotor en donde por lo menos una parte del árbol interno tubular es sustancialmente transparente a la energía de microondas. Este documento no detalla la estructura del generador de microondas y no aporta, además, ninguna enseñanza para los expertos en la materia, sobre la puesta en práctica de estos medios de generación de microondas en el seno de este aparato de separación, excepto por una vaga indicación sobre la utilización de una antena sin más precisión en cuanto a la elección y a la utilización de una antena del tipo mencionado. En una segunda configuración, el generador o generadores de microondas comprenden una o varias guías de ondas formadas en el interior del árbol interno tubular para emitir una radiación de microondas en el interior de la cámara o cámaras a través de las porciones transparentes de dicho árbol; la utilización de dichas guías de ondas no funciona de manera que genere microondas en el seno de un reactor.

Las antenas radiantes ponen solución a una parte de los inconvenientes de los aplicadores de tipo monomodo o multimodo, especialmente en la medida en la que permiten transmitir la radiación directamente al interior de un reactor, evitando, así, la utilización de un reactor transparente a las ondas con todos los inconvenientes mencionados anteriormente en la presente.

Sin embargo, estos aplicadores con antenas rectilíneas radiantes presentan un cierto número de inconvenientes. En primer lugar, la energía electromagnética transmitida al medio y las frecuencias utilizables quedan limitadas por las propiedades mismas de la antena, en particular la atenuación de la onda en una antena depende de la frecuencia de la radiación y de las características dieléctricas del medio reactivo.

Uno de los principales inconvenientes de las antenas rectilíneas es la reducida longitud de la parte radiante, lo cual limita la energía transferible por un dispositivo de este tipo y conlleva riesgos mayores de rotura dieléctrica a nivel de la interfaz entre la antena y el medio reactivo, de manera que la consecuencia es la formación de arcos eléctricos completamente no deseables en el caso del tratamiento de medios inflamables o explosivos.

Además, un aparato de tratamiento térmico dotado de una antena rectilínea radiante está limitado a una sola frecuencia dada, función de las dimensiones de la antena, y está limitado a los medios reactivos dieléctricos no conductores que presentan una absorción ni demasiado significativa ni demasiado débil. Al mismo tiempo, la propia longitud de la antena está limitada por la frecuencia de la radiación y por el medio reactivo. Con una antena radiante de este tipo, si la frecuencia de la radiación aumenta, también disminuye efectivamente la longitud de la antena radiante en el medio y disminuye asimismo también la energía electromagnética transmitida al medio.

Un aparato de este tipo no puede garantizar un campo eléctrico constante en el medio.

Según se sabe, una antena es un dispositivo para radiar ondas electromagnéticas. Dichas antenas no radian nunca de manera uniforme, es decir de la misma manera sobre toda la longitud de la antena. En realidad, la energía radiada por una antena se distribuye de manera desigual en el espacio o en un medio confinado.

Así, entre la parte en la que la antena está expuesta al medio reactivo, denominada base de la antena, y su extremo libre, la radiación se atenúa, dicho de otra manera el diagrama de radiación se debilita a lo largo de la antena. Esta atenuación se ilustra en las figuras 1a y 1b en donde una antena radiante rectilínea, respectivamente A1 y A2, está sumergida en un medio reactivo M. La antena radiante A1 ilustrada en la figura 1a se extiende a lo largo de la totalidad de la misma en el reactor R, compuesto, en este caso, por un recipiente lleno del medio reactivo M, mientras que la antena radiante A2 ilustrada en la figura 1b se corresponde con una porción terminal de un conducto interno Cin de un cable coaxial C que se ha pelado; el cable coaxial comprende un conductor externo Cout, una capa de dieléctrico Cd y el conductor interno Cin, en donde el conductor externo Cout y la capa de dieléctrico Cd se han retirado para dejar expuesta una porción de longitud del conductor interno Cin que forma, así, la antena A2.

Las antenas A1 y A2 radian una energía electromagnética dentro del medio M, llevando la referencia D el diagrama de radiación en las figuras. La velocidad de propagación y la atenuación de la onda dependen de las características dieléctricas del medio. La atenuación de la onda puede variar de un factor uno a mil según los medios de reacción, por ejemplo el agua atenuará la onda aproximadamente mil veces más que un medio muy débilmente polar como, por ejemplo, el hexano.

En la práctica, las constantes dieléctricas pueden llegar a variar en el transcurso de una reacción química, a medida que los reactivos se transforman adaptando características dieléctricas en evolución constante.

Según el medio, la longitud radiante efectiva LR de la antena es más o menos larga a partir del punto en el que la antena está expuesta al medio, de manera que la radiación está muy localizada. En un medio suficientemente homogéneo, como por ejemplo, el vidrio fundido, o en un medio poco absorbente, la longitud radiante efectiva se puede corresponder sustancialmente con la longitud total de la antena. Por contraposición, en ciertos medios, la atenuación de la radiación se produce de manera relativamente rápida a lo largo de la antena, correspondiéndose, así, con una longitud radiante efectiva LR muy corta, en ciertos casos limitada a algunos centímetros.

Así, dichas antenas presentan el inconveniente de que el calentamiento por pérdidas dieléctricas es más o menos homogéneo en el medio. Además, el calentamiento se distribuye más o menos bien a lo largo de la antena en el transcurso de una reacción en donde las constantes dieléctricas evolucionan.

Además, estas antenas requieren, en general, un blindaje contra la radiación, en particular cuando el reactor es del tipo transparente a las ondas, como, por ejemplo, de vidrio o de pírex utilizado típicamente en los laboratorios de química.

La presente invención tiene como objetivo, en especial, poner solución a la totalidad o parte de estos inconvenientes, y consiste, para ello, en un dispositivo de aplicación según la reivindicación 1.

Así, la invención permite tener el control del perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética, adaptando la línea de transmisión con pérdidas en función del medio tratado, de las reacciones deseadas, y de las zonas a nivel del cual se desea aplicar o no una cantidad predeterminada de energía electromagnética. La invención permite, por ejemplo, obtener un perfil, del tipo mencionado, sustancialmente constante a lo largo de la línea, de manera que la aplicación de la energía es sustancialmente homogénea a lo largo de la totalidad de esta línea, lo cual permite en especial considerar la aplicación en reactores de tipo tubular, por ejemplo, de tipo rectilíneo o sinuoso, con una aplicación sustancialmente igual de la energía electromagnética a lo largo de la totalidad de del reactor.

Una línea de transmisión con pérdidas del tipo mencionado resulta mucho más ventajosa que una antena que radia sin ningún control sobre la atenuación, y, por tanto, sin ningún control sobre las zonas del medio de reacción que se desea someter a los efectos de una radiación electromagnética.

Además, un dispositivo de aplicación del tipo mencionado permite obtener, con una sola línea de transmisión con pérdidas, un perfil dado de distribución de la densidad de energía electromagnética, tal como un perfil uniforme correspondiente a una aplicación homogénea de la energía a lo largo de la totalidad de la línea.

El dispositivo de aplicación permite, también, disponer de un perfil dado de distribución de la densidad de energía electromagnética que se extiende entre el inicio de la línea de transmisión con pérdidas y el final de la línea de transmisión con pérdidas. Con una antena en la que solo una porción terminal radia, el perfil de distribución de la densidad de energía únicamente comienza a partir de esta porción expuesta. Con una antena completamente expuesta, el perfil de distribución de la densidad de energía comienza en el inicio de la línea para ser atenuado completamente antes del final de la misma. En los dos casos, una antena no permite disponer de un perfil de distribución de la densidad de energía a lo largo de la totalidad de la antena.

Una línea de transmisión con pérdidas se acopla al medio reactivo con el fin de aplicar la energía electromagnética al mismo, y es jugando con este acoplamiento o con esta interfaz de transferencia a lo largo de la totalidad de la línea que se puede controlar el perfil de distribución antes mencionado.

Además, al contrario de los dispositivos con antena, el dispositivo de aplicación con una línea de transmisión con pérdidas se puede utilizar con frecuencias bajas, incluso muy bajas. Esta última característica y el hecho de que la superficie de radiación puede ser muy importante, permiten que el dispositivo de aplicación con una línea de transmisión con pérdidas se adapte en el caso de radiaciones según las potencias transmitidas prácticamente sin limitaciones. La única limitación a nivel de la potencia es los rendimientos de los generadores de radiación electromagnética.

Otra ventaja del dispositivo de aplicación con una línea de transmisión con pérdidas reside en la posibilidad de transferir la energía en los medios más diversos, incluyendo en los medios iónicos, lo cual no se cumple para los dispositivos con antena.

La interfaz de transferencia de la línea de transmisión es distinta entre por lo menos una primera y una segunda sección transversal de dicha línea, suministrándose energía electromagnética al medio en cada una de estas secciones transversales.

Por sección transversal se entiende una sección de la línea de transmisión con pérdidas en un plano sustancialmente normal al eje longitudinal de dicha línea. Así, en diferentes secciones transversales de la línea de transmisión, el acoplamiento entre la línea y el medio y, por lo tanto, la interfaz de transferencia con el medio, son diferentes; siendo, evidentemente, no nulo el acoplamiento o la interfaz de transferencia a nivel de estas secciones transversales, es decir, que la línea de transmisión con pérdidas suministra energía electromagnética a nivel de estas secciones transversales.

Así, la transferencia de la energía se puede realizar a lo largo de la totalidad de la línea de manera controlada, y no de manera heterogénea y difusa como ocurre con una antena radiante en la que la interfaz de transferencia es la misma a lo largo de la totalidad de la antena, es decir, que, con independencia de la sección transversal de la antena, la interfaz de transferencia permanece idéntica.

En un modo de realización, la interfaz de transferencia de la línea de transmisión con pérdidas varía de manera continua, particularmente de manera regular, o de manera discontinua, particularmente por etapas, entre la primera y la segunda secciones transversales.

Según una característica, la interfaz de transferencia de la línea de transmisión con pérdidas aumenta entre la primera sección transversal que está situada en el inicio de la línea de transmisión con pérdidas, y la segunda sección transversal que está situada al final de la línea de transmisión con pérdidas.

Así, el acoplamiento entre la línea de transmisión con pérdidas y el medio aumenta entre el inicio y el final de línea, permitiendo, por ejemplo, disponer de un perfil de distribución de la densidad de energía suministrada al medio, que es sustancialmente uniforme a lo largo de dicha línea.

En el inicio de línea, a nivel de la primera sección transversal, el acoplamiento y, por tanto, la interfaz de transferencia están previstos para que el medio reactivo consuma un porcentaje x de un total T de energía electromagnética que entra en el inicio de línea. Por tanto, se transfiere una cantidad Q_1 de energía al medio reactivo a nivel de esta primera sección transversal, o el medio reactivo consume una cantidad Q_1 de energía a nivel de esta primera sección transversal, en donde:

$$Q_1 = x\% T$$

En el final de línea, a nivel de la segunda sección transversal, el acoplamiento y, por tanto, la interfaz de transferencia están previstos para que el medio reactivo consuma un porcentaje y de la energía electromagnética

restante R en el final de línea. Ignorando la atenuación intrínseca de la onda a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas, y suponiendo que dicha línea de transmisión con pérdidas está acoplada al medio reactivo únicamente a nivel de la primera y de la segunda secciones transversales, se tiene la siguiente relación:

$$R = T - Q1 = (100-x)\% T.$$

Así, la cantidad Q2 de energía transferida al medio reactivo a nivel de esta segunda sección transversal, o la cantidad Q2 de energía consumida por el medio reactivo a nivel de esta segunda sección transversal, es la siguiente:

$$Q2 = y\% R.$$

Para que la energía transferida entre la línea de transmisión con pérdidas y el medio sea prácticamente idéntica entre las dos secciones, en correspondencia con la relación $Q1 = Q2$, el acoplamiento entre la línea y el medio debe ser mayor a nivel de la segunda sección transversal con respecto a la primera sección transversal, es decir la interfaz de transferencia debe ser superior a nivel de la segunda sección transversal con respecto a la primera sección transversal, con el fin de que el porcentaje y sea por lo menos superior al porcentaje x; el objetivo es compensar el hecho de que se consume energía en el inicio de línea derivando en una atenuación de la señal a lo largo de la línea.

Según una realización particular, la línea de transmisión con pérdidas presenta una geometría adaptada al perfil deseado de distribución de la densidad de energía electromagnética suministrada a dicho medio, en particular una geometría transversal variable a lo largo de la totalidad de la línea.

Así, la geometría puede estar adaptada a:

- todos los tipos de reactor, tales como los reactores continuos, los reactores discontinuos o "batch", los reactores rectilíneos, los reactores sinuosos, los reactores con un volumen de reacción reducido o elevado, los reactores bajo presión negativa o bajo presión positiva, por ejemplo, de tipo autoclave; y/o
- todos los medios reactivos, con independencia de las constantes dieléctricas del medio reactivo; y/o
- todas las frecuencias, desde unos Hz a varios GHz.

Se entiende claramente, en el conjunto de la descripción, que una línea de transmisión con pérdidas comprende por lo menos un primer y un segundo conductores eléctricos aislados por lo menos parcialmente uno con respecto al otro por medio de un aislante que presenta características dieléctricas adaptadas, estando el primer conductor destinado a ser acoplado, por una parte, al generador, y, por otra parte, al medio reactivo, con el fin de permitir la aplicación de la energía electromagnética generada a dicho medio reactivo según el perfil predeterminado de distribución de la densidad de energía electromagnética.

Así, el control del acoplamiento entre el primer conductor y el medio garantiza el control del perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética. Se puede aumentar, así, el acoplamiento en el final de línea con respecto al inicio de línea, con el fin de compensar la atenuación de la onda (del campo eléctrico) a lo largo de la línea debido a consumo de energía por el medio entre el inicio y el final de línea, y aplicar, así, tanta energía en el inicio como en el final de línea.

En relación con el segundo conductor, el mismo puede estar destinado a discurrir en el interior de un reactor en el que está dispuesto dicho medio reactivo, dicho de otra manera, a hundirse en dicho reactor.

Según una característica, el medio reactivo está dispuesto en torno a dicho segundo conductor, estando constituido el aislante por un material dieléctrico adaptado, por ejemplo, sílice, alúmina, cerámicas, politetrafluoroetileno, etcétera.

Una línea de transmisión con pérdidas del tipo mencionado se obtendría a partir de una línea de transmisión típica, es decir sin pérdidas, en particular una línea no dispersiva en la que la velocidad de propagación de las ondas es independiente de la frecuencia. Esta línea de transmisión se modifica, según se describe posteriormente, creando zonas de pérdidas por acoplamiento con el medio exterior, para obtener una línea de transmisión con pérdidas de acuerdo con la invención. Con una línea de transmisión con pérdidas del tipo mencionado, es posible transferir la energía electromagnética sobre una longitud cualquiera de la línea, permitiendo, así, el aumento de la superficie de transferencia de la energía electromagnética al medio reactivo y, por tanto, la energía electromagnética transferida con un solo aplicador.

Según una variante, el medio reactivo se puede disponer por lo menos parcialmente entre el primer y el segundo conductores, estando compuesto el aislante, por lo menos en parte, por el medio reactivo.

Según otra variante, el segundo conductor forma la pared de un reactor en cuyo interior está dispuesto dicho medio reactivo, y el aislante dieléctrico está compuesto, por lo menos en parte, por el medio reactivo.

En los casos anteriores, el segundo conductor forma una pantalla entre la radiación proveniente del primer conductor y el exterior del reactor, lo cual permite, ventajosamente, una protección de toda radiación hacia el exterior del reactor. Por tanto, a diferencia de un aplicador con antena radiante del estado de la técnica, no tiene utilidad el hecho de prever una pantalla suplementaria alrededor de la antena o alrededor del reactor; lo cual surge por el hecho de que hay en juego dos fenómenos distintos: con la antena se hace frente a una radiación heterogénea a lo largo de la antena, mientras que, con una línea de transmisión con pérdidas, se hace frente a una propagación de una onda entre dos conductores, efectuándose esta propagación en un aislante que puede ser, en su totalidad o en parte, el medio reactivo, y de manera que esta línea pierde energía en el medio exterior por un acoplamiento adecuado entre el primer conducto y dicho medio reactivo.

En otro modo de realización, el segundo conductor presenta una geometría transversal variable a lo largo de la línea con el fin de obtener una interfaz de transferencia variable entre el primer conductor y el medio reactivo, y, por tanto, un acoplamiento variable entre dicho primer conductor y el medio reactivo.

Por ejemplo, el segundo conductor está constituido por dos bandas de conducción dispuestas en paralelo a uno y otro lado del primer conductor, variando la sección transversal de dichas bandas, y, en particular, su anchura, a lo largo de la línea. En este ejemplo, la línea de transmisión con pérdidas se obtiene a partir de una línea de transmisión del tipo conocido "strip-line".

En otro ejemplo, el segundo conductor está constituido por un perfil tubular que rodea el primer conductor y en el que se practica por lo menos un vaciamiento, siendo las dimensiones transversales de la parte vaciada del segundo conductor distintas entre por lo menos dos secciones transversales de la línea. En este ejemplo, la línea de transmisión con pérdidas se obtiene a partir de una línea de transmisión del tipo cable coaxial.

Ventajosamente, en el segundo conductor se practican por lo menos dos vaciamientos de forma alargada, siendo dichos vaciamientos de inclinación distinta con respecto al eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas, en particular con un primer vaciamiento en el inicio de la línea de transmisión con pérdidas sustancialmente paralelo a dicho eje longitudinal y con un segundo vaciamiento en el final de la línea de transmisión con pérdidas sustancialmente perpendicular a dicho eje longitudinal. Así, la inclinación de los vaciamientos varía a lo largo de la línea.

Más adelante, los vaciamientos se describen como presentes en forma de hendiduras, aunque los mismos no se limiten a esta forma particular. La inclinación de las hendiduras alargadas con respecto al eje longitudinal de la línea puede, por tanto, disminuir a lo largo de la línea, de manera que las hendiduras alargadas situadas en el inicio de línea son sustancialmente paralelas a dicho eje longitudinal y las hendiduras alargadas situadas en el final de línea son sustancialmente perpendiculares a dicho eje longitudinal. Así, las hendiduras perpendiculares en el final de línea presentan un acoplamiento, con el medio exterior, que es superior al acoplamiento de las hendiduras paralelas, con el fin de compensar la atenuación de la onda a lo largo de la línea, debido al consumo de energía por el medio entre el inicio y el final de línea, y con el fin de obtener finalmente una distribución homogénea de la energía electromagnética transmitida al medio reactivo.

Una sección transversal de la línea a nivel de la primera hendidura paralela al eje longitudinal presenta una interfaz de transferencia con el medio, que es de dimensión igual a la anchura de la hendidura; mientras que una sección transversal de la línea a nivel de la segunda hendidura perpendicular al eje longitudinal presenta una interfaz de transferencia con el medio, de dimensión igual a la longitud de la hendidura. Así, la interfaz de transferencia y, por tanto, el acoplamiento con el medio, son superiores a nivel de la segunda hendidura con respecto a la primera hendidura.

En un modo de realización particular, el primer conductor presenta una geometría transversal variable a lo largo de la línea con el fin de obtener una interfaz de transferencia variable entre el primer conductor y el medio reactivo, y, por tanto, un acoplamiento variable entre el primer conductor y el medio reactivo.

Ventajosamente, el primer conductor es de sección transversal creciente entre el inicio y el final de la línea de transmisión con pérdidas, en particular de manera continua, con un primer conductor de forma general troncocónica, o de manera discontinua, con un primer conductor que comprende unos pasos de sección creciente. Se entiende por sección creciente el hecho de que el contorno de la sección transversal aumenta entre el inicio y el final de línea, con el fin, una vez más, de que el final de línea presente un acoplamiento con el medio exterior que sea superior al acoplamiento del inicio de línea, para compensar el consumo de energía a lo largo de la línea y obtener finalmente una distribución homogénea de la energía electromagnética transmitida al medio reactivo. En efecto, el acoplamiento aumenta con el contorno de la sección ya que las dimensiones de la línea de transferencia entre el primer conductor y el medio exterior aumentan.

Según otro modo de realización, el aislante comprende un manguito de material dieléctrico que rodea dicho

primer conductor, siendo dicho manguito de una geometría transversal variable con el fin de obtener una interfaz de transferencia variable entre el primer conductor y el medio reactivo.

5 En este modo de realización, se juega con la geometría del manguito de material dieléctrico para controlar el acoplamiento entre el primer conductor y el medio reactivo.

10 Por ejemplo, el manguito es de sección transversal decreciente entre el inicio y el final de la línea de transmisión con pérdidas; esta sección transversal del manguito puede decrecer de manera continua, presentando, por ejemplo, una forma troncocónica, o discontinua, presentando, por ejemplo, una forma con pasos de sección creciente. Así, cuanto más pequeña sea la sección transversal del manguito de material dieléctrico, más próximo estará el medio reactivo al primer conductor, y, por tanto, mayor será el acoplamiento. Dicho de otra manera, la interfaz de transferencia entre el primer conductor y el medio reactivo aumenta con la disminución del grosor del manguito.

15 En una realización particular, el dispositivo de aplicación comprende por lo menos un canal de circulación del medio reactivo que rodea el primer conductor de dicha línea de transmisión con pérdidas por la totalidad o parte de dicha línea, siendo dicho canal de circulación por lo menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética.

20 Este canal de circulación participa en el acoplamiento entre la línea de transmisión con pérdidas y el medio reactivo que el mismo conduce.

25 Así, la distancia entre dicho canal y dicho primer conductor puede variar a lo largo de dicho primer conductor con el fin de controlar la interfaz de transferencia entre el primer conductor y el medio reactivo, y, por tanto, el acoplamiento de dicho primer conductor con el medio reactivo. En efecto, el canal puede estar más o menos próximo a la línea de transmisión con pérdidas con el fin de que el medio reactivo esté más o menos acoplado a dicha línea de transmisión con pérdidas y reciba, en consecuencia, más o menos energía electromagnética.

30 Sobre el mismo principio, aunque esta vez aplicado a la superficie de exposición del medio reactivo a la radiación de electromagnética, la sección transversal del canal de circulación puede variar a lo largo de dicho primer conductor con el fin de controlar la interfaz de transferencia entre el primer conductor y el medio reactivo, y, por tanto, el acoplamiento de dicho primer conductor con el medio reactivo.

35 Siempre sobre este principio, aunque esta vez aplicado a la disposición del canal a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas, la densidad superficial del canal de circulación puede variar a lo largo de dicho primer conductor con el fin de controlar la interfaz de transferencia entre el primer conductor y el medio reactivo, y, por tanto, el acoplamiento de dicho primer conductor con el medio reactivo. Se entiende, con ello, que, según el lugar en el que nos encontremos a lo largo de la línea, el canal presenta una superficie de contacto más o menos grande, y esto con independencia de la propia sección del canal. Por ejemplo, en el caso de un tubo en espiral de sección constante que forme dicho canal, una densidad superficial se corresponde sustancialmente con el número de espiras del tubo por unidad de longitud. Así, el número de espiras sobre una porción de longitud de la línea de transmisión con pérdidas puede ser diferente del número de espiras sobre otra porción de longitud de la línea de transmisión con pérdidas, correspondiéndose, así, con dos densidades superficiales distintas.

45 En una realización particular del canal, el canal de circulación comprende por lo menos un tubo hueco con forma general de espiral.

50 Según una característica, el paso de dicho tubo varía a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas, especialmente en el sentido de una reducción del paso en dirección al final de línea, correspondiéndose, así, con una variación de la densidad superficial según se ha descrito anteriormente en la presente.

Según otra característica, el diámetro de dicho tubo varía a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas, especialmente en el sentido de un aumento de dicho diámetro en dirección al final de línea.

55 En otra realización particular del canal, el canal de circulación está delimitado, en parte, por una ranura en espiral dispuesta en la cara externa de un cuerpo hueco que rodea el primer conductor.

60 Según una característica, el paso de dicha ranura varía a lo largo de la línea, especialmente en el sentido de una reducción del paso en dirección al final de línea.

Según otra característica, la profundidad de la ranura varía a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas, especialmente en el sentido de un aumento de dicha profundidad en dirección al final de línea.

65 La invención se refiere, asimismo, a un conjunto que comprende un dispositivo de aplicación de energía electromagnética a un medio reactivo y un reactor en cuyo interior está dispuesto dicho medio reactivo, en donde dicho dispositivo de aplicación que se extiende por lo menos parcialmente en el interior de dicho reactor es tal

como se ha descrito anteriormente en la presente.

De manera general, el reactor comprende una cavidad que contiene dicho medio reactivo, extendiéndose dicha línea de transmisión con pérdidas en el interior de dicha cavidad.

5 Esta cavidad puede alojar directamente el medio reactivo, que está en forma sólida, líquida o gaseosa, y formar, por ejemplo, un reactor discontinuo o de tipo "batch".

10 El reactor puede comprender unos medios de circulación de dicho medio entre una entrada y una salida de dicho reactor, con el fin de formar un reactor continuo. Los medios de circulación pueden comprender por lo menos un canal de circulación tal como se ha descrito anteriormente en la presente, como, por ejemplo, el tubo en espiral o el cuerpo hueco con ranuras, extendiéndose dicho canal en el interior de dicho reactor. En el caso del cuerpo hueco con ranuras, el canal de circulación está delimitado asimismo por una cara interna del reactor, montándose el cuerpo hueco con un juego muy pequeño en dicho reactor.

15 Según una característica, el conjunto comprende unos medios de agitación de dicho medio reactivo en el interior de dicho reactor.

20 En una realización de los medios de agitación, estos comprenden por lo menos una hélice dispuesta en dicho reactor y móvil en rotación. El eje de simetría de la hélice es ventajosamente paralelo, incluso se fusiona, con el eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas; la hélice se extiende alrededor del primer conductor de la línea de transmisión con pérdidas. La hélice se acciona en rotación en particular por medio de un motor rotativo dispuesto en uno de los extremos del reactor, en el exterior de este último.

25 En otra realización de los medios de agitación, estos comprenden un agitador en rotación móvil hundido en el medio reactivo y que se extiende al lado o en paralelo con respecto a la línea de transmisión con pérdidas.

Según otra característica, el conjunto comprende unos medios de regulación de la temperatura de dicho medio. Estos medios de regulación pueden estar formados por una envuelta doble que rodea, por lo menos

30 parcialmente, dicho reactor, y en cuyo interior circula un fluido de enfriamiento o de calentamiento. Así, el reactor presenta una envuelta doble en cuyo interior puede circular un fluido caloportador con el fin de mantener el medio reactivo a una temperatura dada y, más ampliamente, con el fin de controlar la temperatura de dicho medio. Los medios de regulación pueden limitar la temperatura del medio, especialmente en caso de inestabilidad térmica en el interior del reactor o de reacciones que consten de una fase exotérmica, haciendo circular un fluido de enfriamiento dentro de la envuelta doble, tal como, por ejemplo, fluidos de refrigeración o fluidos criogénicos.

40 La envuelta doble permite, asimismo, la utilización de un fluido criogénico para tratar moléculas frágiles durante el tratamiento de materiales de origen biológico. Se sabe, en especial, que ciertas proteínas pueden experimentar degradaciones a temperaturas inferiores a 50°C, mientras que la irradiación de matrices biológicas por una radiación electromagnética puede favorecer la extracción de proteínas a partir de materiales de origen biológico.

45 Además, las dimensiones de la envuelta doble pueden estar adaptadas para tener una superficie de intercambio térmico más o menos grande con respecto al volumen del medio reactivo tratado y según los efectos que se busquen.

50 Según otra característica, el conjunto comprende unos medios de presurización de dicha cavidad, con el fin de que las reacciones se puedan efectuar bajo una presión dada.

En un modo de realización del reactor, este último tiene forma general rectilínea, por ejemplo, forma general de tubo recto de sección cilíndrica, y, por tanto, la línea de transmisión con pérdidas tiene también forma general rectilínea.

55 En otro modo de realización del reactor, este último tiene forma general sinuosa, por ejemplo, con por lo menos dos tramos rectilíneos paralelos entre sí y unidos por un codo a 180°, y, por tanto, la línea de transmisión con pérdidas tiene, también, forma general sinuosa.

60 La ventaja de un reactor sinuoso es la de disponer de un trayecto de circulación largo del medio reactivo, sin que por ello se tenga un reactor de longitud demasiado grande, adaptado particularmente para reacciones en un medio poco absorbente a las ondas.

65 En los diferentes modos de realización del reactor, lo más importante es que la línea de transmisión con pérdidas se adapte a la forma del reactor, y de su cavidad, con el fin de permitir una distribución controlada, por ejemplo, homogénea, de la energía electromagnética transmitida al medio reactivo. Evidentemente, una adaptación de

forma de este tipo no es viable con las antenas radiantes del estado de la técnica.

La invención se refiere, asimismo, a un aparato de tratamiento de un medio reactivo por radiación electromagnética, que comprende un generador de radiación electromagnética, unos medios de transmisión de dicha radiación electromagnética, y un conjunto tal como se ha descrito anteriormente en la presente, en donde el dispositivo de aplicación está acoplado a dicho generador a través de dichos medios de transmisión.

Según una característica ventajosa, el aparato comprende unos medios de adaptación de las impedancias entre el generador, los medios de transmisión y el dispositivo de aplicación, con el fin de optimizar la transferencia de energía generada por el generador al medio reactivo.

La adaptación ideal se corresponde con el caso en el que la potencia emitida por el generador es igual a la potencia transferida al medio reactivo a nivel de la interfaz con la línea de transmisión con pérdidas, que es, a su vez, igual a la potencia consumida por el medio reactivo. Para evitar retornos de ondas no deseables y disponer de una adaptación de las impedancias en continuo, la línea de transmisión con pérdidas deberá tener, preferentemente, una impedancia definida que se ajustará constantemente gracias a un sistema automático situado a nivel de los medios de transmisión y que se describe posteriormente en la presente. De manera ventajosa, la impedancia de la línea de transmisión con pérdidas será de aproximadamente 50 Ohmios.

En un primer modo de realización, la radiación electromagnética es del tipo microondas.

En este caso, los medios de transmisión comprenden una guía de ondas.

Según una característica, la guía de ondas está en comunicación con una cavidad de acoplamiento en cuyo interior se extiende el primer conductor de la línea de transmisión con pérdidas, con el fin de permitir el acoplamiento entre dicho primer conductor y dicha guía de ondas. Así, el acoplamiento se efectúa simplemente por irradiación del primer conductor a través de la radiación guiada directamente hasta él por la guía de ondas.

Según otra característica, el aparato comprende un manguito hueco que delimita un espacio en cuyo interior, por un lado, se extiende el primer conductor y, por otro lado, es móvil en traslación un pistón de cortocircuito, siendo dicho espacio contiguo a dicha cavidad de acoplamiento. El pistón de cortocircuito se desliza alrededor del extremo del primer conductor opuesto al reactor. El manguito hueco y el primer conductor definen, así, un tramo de línea de transmisión coaxial.

Este pistón de cortocircuito permite ajustar la impedancia de la línea de transmisión con pérdidas, tal como se ha descrito anteriormente en la presente, y participa, así, en la adaptación de impedancia deseada para una optimización de la transferencia de energía. El ajuste se realiza simplemente con la ayuda de un vástago solidario al pistón y que atraviesa el manguito a través de una hendidura, con lo que basta con desplazar el vástago en la hendidura, ajustar la posición del pistón y garantizar la adaptación. Este desplazamiento del pistón puede estar motorizado, con el fin de permitir una adaptación automática y en continuo.

En este primer modo de realización, los medios de adaptación comprenden un primer órgano de adaptación, tal como un pistón de cortocircuito, móvil en traslación en la guía de ondas, y un segundo órgano de adaptación, tal como un iris de acoplamiento variable, también móvil en traslación en la guía de ondas. El primer y el segundo órganos de adaptación están dispuestos en la guía de ondas a uno y otro lado del reactor, y, por tanto, a uno y otro lado del dispositivo de aplicación.

Estos dos órganos móviles de adaptación permiten optimizar la transferencia de energía entre la guía de ondas y la línea de transmisión con pérdidas. El desplazamiento de estos dos órganos móviles de adaptación también puede estar motorizado, con el fin de permitir una adaptación automática y en continuo.

En un segundo modo de realización, la radiación electromagnética es del tipo alta frecuencia.

En este caso, los medios de transmisión pueden comprender un cable de transmisión, especialmente del tipo cable coaxial, enchufado en la salida del generador de radiación de alta frecuencia.

Según una característica, los medios de adaptación comprenden un sistema de adaptación eléctrico colocado en serie en dicho cable de transmisión.

Este sistema de adaptación eléctrico puede ser del tipo conocido, con, por ejemplo, una bobina de autoinducción y una primera capacidad variable en serie en el cable de transmisión, y una segunda capacidad variable dispuesta en paralelo entre el cable de transmisión y un potencial de referencia.

Así, el aparato según la invención puede constituir un aparato de tratamiento térmico de un medio reactivo para llevar a cabo reacciones químicas dadas por aplicación de una energía electromagnética según un perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética suministrada a lo largo de la línea de transmisión con

pérdidas, seleccionándose dicho perfil en función de las reacciones químicas deseadas.

El aparato según la invención se puede utilizar en calidad de aparato de extracción de sustancias de origen biológico, especialmente sustancias de origen vegetal o animal o microorganismos, por aplicación de una energía electromagnética a un medio reactivo que contiene materiales de origen biológico, especialmente materiales de origen vegetal o animal o microorganismos, en suspensión en por lo menos un disolvente; el disolvente puede ser del tipo acuoso tal como agua, y el disolvente puede ser transparente o no a la radiación electromagnética.

Por ejemplo, el aparato se puede utilizar para extraer cualquier sustancia de origen biológico, como, por ejemplo, de origen vegetal, animal o proveniente de los recursos de las biotecnologías.

Para la extracción de moléculas de origen biológico, es particularmente importante poder utilizar unos medios de regulación precisos de la temperatura, y, más particularmente, delimitación de la temperatura, durante una irradiación por ondas electromagnéticas de los materiales biológicos en fase acuosa o en suspensión en disolventes. Según una realización particular de la invención, la envuelta doble puede presentar una superficie de intercambio térmico más o menos importante con respecto al volumen irradiado con el fin de evitar la degradación térmica de las sustancias sensibles, inmediatamente tras la extracción de sus matrices biológicas. La envuelta doble permite, por ejemplo, la utilización de fluidos criogénicos con el fin de llevar a cabo reacciones o extracciones a baja temperatura aplicando densidades de energía electromagnética elevadas.

Así, el aparato según la invención está particularmente adaptado a dichas aplicaciones de extracción de sustancias de origen biológico, ya que la invención permite transferir energía electromagnética al interior de un cerramiento metálico de envuelta doble ofreciendo una gran superficie de intercambio térmico con respecto a los volúmenes tratados.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto al leer la descripción detallada que se ofrece a continuación en la presente, correspondiente a un ejemplo de implementación no limitativo, y que se realiza en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- las figuras 1a y 1b son unas vistas esquemáticas de aplicadores de campo cercano con una antena radiante del tipo conocido;
- la figura 2 es una vista esquemática de una línea de transmisión;
- las figuras 3a y 3b son diagramas que ilustran la propagación de una onda dentro de, respectivamente, una línea de transmisión ideal sin pérdidas y una línea de transmisión con pérdidas;
- las figuras 4a a 4e son unas vistas en sección transversal de líneas de transmisión del tipo conocido;
- las figuras 5a y 5b son unas vistas esquemáticas de una línea de transmisión con pérdidas según la invención, que se extienden, respectivamente, dentro de un reactor continuo y de un reactor discontinuo;
- las figuras 6a a 6d son unas vistas en sección transversal de, respectivamente, una línea de transmisión de tipo "strip line" (figura 6a) y de varias secciones de una línea de transmisión con pérdidas (figuras 6b a 6d) obtenidas por modificación de la línea de transmisión ilustrada en la figura 6a;
- la figura 6e es una vista en perspectiva de una línea de transmisión con pérdidas, de sección continua, correspondiente a la sección ilustrada en la figura 6c;
- las figuras 7a y 7b son unas vistas de una línea de transmisión de tipo cable coaxial, respectivamente en sección transversal y en perspectiva;
- las figuras 8a, 8b y 8c son unas vistas de una línea de transmisión con pérdidas, respectivamente en una primera y una segunda sección transversal y en perspectiva, obtenida por modificación de la línea de transmisión ilustrada en las figuras 7a y 7b;
- la figura 9a es una vista en perspectiva de un conjunto de reactor discontinuo y dispositivo de aplicación según la invención, en donde se ilustra también una parte de una guía de ondas acoplada al dispositivo de aplicación;
- las figuras 9b y 9c son unas vistas en sección media del conjunto ilustrado en la figura 9a y que comprenden, respectivamente, un primer y un segundo modo de realización de un dispositivo de aplicación según la invención;
- la figura 10 es una vista esquemática de otro reactor discontinuo con un dispositivo de aplicación según la

invención;

- las figuras 11a y 11b son unas vistas esquemáticas que ilustran un aparato de tratamiento según la invención, respectivamente por aplicación de una radiación de tipo microondas (figura 11a) y de alta frecuencia (figura 11b);
- la figura 12 es una vista esquemática de un reactor continuo sinuoso con una línea de transmisión con pérdidas sinuosa;
- las figuras 13a y 13b son unas vistas, respectivamente, en sección longitudinal y transversal, de un reactor continuo plano con una línea de transmisión con pérdidas que separa el interior de dicho reactor en un canal superior e inferior de circulación del medio reactivo;
- la figura 14 es una vista en perspectiva de un aparato de tratamiento por radiación de microondas de acuerdo con la invención;
- las figuras 15b a 15c son unas vistas en perspectiva, diferentes, de reactores continuos acoplados con una guía de ondas, adaptados para un aparato de acuerdo con la invención;
- la figura 16 es una vista en sección longitudinal, parcial, de un reactor continuo y de una guía de ondas, que ilustra más particularmente el acoplamiento entre la línea de transmisión con pérdidas según la invención y la guía de ondas;
- las figuras 17 a 19 son unas vistas en sección longitudinal de reactores con dispositivos de aplicación de acuerdo con la invención;
- las figuras 20a y 20b son unas vistas, respectivamente, en perspectiva y en sección longitudinal, de un reactor continuo con un dispositivo de aplicación según la invención;
- la figura 20c es una vista idéntica a la de la figura 20a con una variante de realización de la línea de transmisión con pérdidas.

La figura 2 ilustra una línea de transmisión LT que transmite una señal de un emisor EM a un receptor RE en forma de una radiación electromagnética que se propaga en el interior de dicha línea de transmisión LT. La línea de transmisión LT comprende dos conductores eléctricos paralelos, separados por un aislante dieléctrico ID (por ejemplo, aire o un material adecuado del tipo conocido): un primer conductor C1, que garantiza la transmisión de la señal, y un segundo conductor C2, denominado conductor de retorno, y que, por ejemplo, está unido a masa. Para transferir un máximo de potencia entre el emisor EM y el receptor ER, es esencial minimizar las pérdidas a lo largo de la línea, especialmente las pérdidas por efecto Joule debido a la resistencia intrínseca de los conductores C1, C2.

La figura 3a ilustra el comportamiento de una línea de transmisión ideal, sin pérdidas a lo largo de la línea, en donde la amplitud de la onda, correspondiente a la energía transportada por la onda, permanece constante a lo largo de la línea (es decir, según la dirección z) y, por tanto, la energía electromagnética transmitida es óptima.

La figura 3b ilustra el comportamiento de una línea de transmisión con pérdidas, en donde se observa que la amplitud de la onda disminuye a lo largo de la línea, es decir, disminuye entre el inicio de la línea, lado del emisor, y el fin de la línea, lado del receptor. Tal como se describe posteriormente, el objetivo de la invención es provocar dichas pérdidas, e incluso controlar estas pérdidas, con el fin de utilizar una línea de transmisión con pérdidas como dispositivo de aplicación de la energía electromagnética en un medio reactivo. Con la invención, las pérdidas de la línea de transmisión con pérdidas constituyen la fuente de transmisión de la energía electromagnética al medio reactivo.

Las figuras 4a a 4e ilustran diferentes modos de realización de una línea de transmisión, que se presenta en forma de un perfil de sección constante.

La figura 4a ilustra una línea de transmisión de tipo cable coaxial que comprende un primer conductor C1 central de sección circular, rodeado por un aislante dieléctrico ID, y a continuación por un segundo conductor C2 tubular.

La figura 4b ilustra una línea de transmisión que comprende dos conductores C1 y C3 paralelos, rodeados por un aislante dieléctrico ID de sección circular.

La figura 4c ilustra una línea de transmisión idéntica a la de la figura 4a, excepto que la misma comprende, además, un tercer conductor C3 paralelo al primer conductor C1 y también rodeado por el aislante dieléctrico ID.

La figura 4d ilustra una línea de transmisión idéntica a la de la figura 4b excepto en que el aislante dieléctrico ID

presenta una sección en forma general de "8", quedando rodeado cada conductor C1 y C3 por uno de los anillos del "8".

5 La figura 4e ilustra una línea de transmisión de tipo "strip-line" que comprende un primer conductor C1 de sección rectangular rodeado por un aislante dieléctrico ID también de sección rectangular, y un segundo conductor C2 constituido por dos bandas conductoras C21 y C22 paralelas y dispuestas a lo largo del aislante dieléctrico ID.

10 La figura 5a ilustra de manera esquemática un reactor 2 del tipo continuo que comprende una pared exterior tubular 23, denominado cuerpo de reactor, y que presenta una entrada 20 aguas arriba del reactor 2 y una salida 21 aguas abajo del reactor 2. En el interior del reactor 2 está dispuesto un dispositivo de aplicación de energía electromagnética 7 que comprende una línea de transmisión con pérdidas 70 adaptada para transferir energía electromagnética al medio reactivo que circula dentro del reactor 2. La ilustración de la línea de transmisión con pérdidas 70 en la figura 5a es puramente simbólica y nos referiremos a las figuras siguientes para comprender los diferentes modos de realización de dicha línea 70.

De manera general, y en la totalidad de la descripción que sigue, la línea de transmisión con pérdidas 70 comprende:

- 20 - un primer conductor 71 acoplado, por un lado, al generador y, por otro lado, al medio reactivo con el fin de permitir la aplicación de la energía electromagnética,
- un segundo conductor 72 dispuesto alrededor del primer conductor 71; y
- 25 - un aislante 73 que presenta características dieléctricas adaptadas y que rodea, por lo menos parcialmente, el primer conductor 71 y dispuesto entre los dos conductores 71 y 72.

En el modo de realización ilustrado en la figura 5a, el primer conductor 71 constituye un conductor interno rectilíneo, y el segundo conductor 72 constituye un conductor externo, también rectilíneo; en este caso, el aislante 73 está constituido por un manguito 730 de material dieléctrico que está interpuesto entre el primer conductor 71 y el segundo conductor 72.

Además, la línea de transmisión con pérdidas 70 es del tipo rectilíneo con:

- 35 - una parte entrante 74 al nivel de la cual va a dar dicha línea de transmisión con pérdidas 70 dentro de dicho reactor 2, correspondiéndose dicha parte entrante 74, en la descripción que sigue, con el inicio de línea, y
- un extremo libre 75 situado aguas abajo del reactor, correspondiéndose dicho extremo libre 75, en la descripción que sigue, con el final de línea.

La línea de transmisión con pérdidas 70, y más particularmente su primer conductor 71, están acoplados al medio reactivo a través de una línea de transmisión con pérdidas en la que el segundo conductor presenta una geometría variable y adaptada tal como se describe posteriormente, por ejemplo, en referencia a las figuras 6 y 8. La geometría de la línea de transmisión con pérdidas 70 está prevista para obtener un perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética suministrada al medio reactivo, que permanece sustancialmente constante o uniforme a lo largo de la totalidad de la línea, tal como se ilustra en la figura 5a por medio del halo 700 continuo que representa el campo eléctrico alrededor de la línea de transmisión con pérdidas 70, correspondiéndose, así, con una aplicación sustancialmente homogénea de la energía electromagnética a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas 70. Para obtener un resultado de este tipo, el principio consiste en que la interfaz de transferencia de energía aumenta a lo largo de la línea, con el fin de compensar el consumo de la energía electromagnética a lo largo de la línea; dicho de otra manera, la invención prevé en particular que la superficie de transferencia por unidad de longitud sea superior en el inicio de línea con respecto al final de línea, con el objeto de que, en el inicio de línea, la energía aplicada sea sustancialmente igual a la energía aplicada en el fin de línea en donde la onda transporta una energía menor que en el inicio de línea debido al consumo de la energía por el medio aguas abajo del final de línea.

Para obtener dicha variación de la interfaz de transferencia entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo, resulta, en especial, posible jugar de manera individual o en combinación con los parámetros siguientes:

- geometría de la línea de transmisión con pérdidas 70, tal como las geometrías del primer conductor 71, del aislante 73 (y, por tanto, del manguito 730) y del segundo conductor 72;
- 65 - superficie de contacto ofrecida por el medio reactivo alrededor de la línea de transmisión con pérdidas 70, siendo constante esta superficie en el caso de una línea de transmisión con pérdidas 70 hundida

directamente en el medio reactivo, aunque pudiéndose controlar esta superficie en el caso de un medio que circule dentro de un conductor de circulación en donde es, entonces, posible jugar con la geometría del conducto entre el inicio y el final de línea, en especial para que el medio reactivo ofrezca una superficie más grande expuesta a la radiación por unidad de longitud en el final de línea con respecto al inicio de línea.

Evidentemente, la interfaz de transferencia entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo se podría adaptar para obtener otros perfiles de distribución de la densidad de energía electromagnética suministrada al medio reactivo, diferentes a un perfil uniforme, como, por ejemplo, un perfil correspondiente a una aplicación superior de energía electromagnética en medio de la línea con respecto a las aplicaciones en el inicio y el fin de línea; un control de este tipo del perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética suministrada al medio reactivo resulta particularmente ventajoso para controlar ciertas reacciones químicas con una circulación continua del medio reactivo, en donde es necesario que se apliquen cantidades predeterminadas de energía en porciones predeterminadas de la circulación del medio reactivo.

La figura 5b ilustra de manera esquemática un reactor 2 del tipo discontinuo o de tipo "batch" cuya pared externa 23 delimita una cavidad 22 que contiene el medio reactivo y en cuyo interior se extiende la línea de transmisión con pérdidas 70 de acuerdo con la invención. Se observa que la línea de transmisión con pérdidas 70 está acoplada directamente a un generador de radiación electromagnética 1, y dicha línea de transmisión con pérdidas 70 presenta una parte externa 76 que se extiende en el exterior del reactor 2, a lo largo de la cual las pérdidas deben ser mínimas con el fin de que, al medio reactivo, se le aplique el máximo de energía electromagnética generada por el generador de radiación electromagnética 1. En este modo de realización, se juega con la geometría de la línea de transmisión con pérdidas 70 para obtener un perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética predeterminado, en este caso sustancialmente uniforme. Para ello, en el segundo conductor 72 se disponen unos vaciamientos 77, teniendo estos vaciamientos 77 una geometría adaptada al perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética deseado. En la figura 5b, la línea de transmisión con pérdidas 70 presenta 6 vaciamientos 77, de los cuales dos en el inicio de línea, dos en medio de la línea y dos en el final de línea. A estos vaciamientos 77 les corresponden pérdidas por radiación en el medio reactivo ilustradas con los lóbulos de radiación 770, de manera que la aplicación de energía a nivel de los vaciamientos 77 del inicio de línea sea sustancialmente idéntica a las correspondientes en el medio y en el final de línea. Se obtiene, así, un perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética discreto, y se observa que es posible obtener un perfil que se aproxima a un perfil continuo aumentando, por ejemplo, el número de los vaciamientos 77 a lo largo de la línea.

Las figuras 6b a 6c ilustran secciones de línea de transmisión con pérdidas 70 de acuerdo con la invención, obtenidas a partir de una línea de transmisión típica cuya sección se ilustra en la figura 6a.

La figura 6a ilustra, como la figura 4e, una línea de transmisión de tipo "strip-line" que comprende un primer conductor 71 de sección rectangular rodeado por un aislante dieléctrico 73 constituido por un material adaptado y también de sección rectangular, y un segundo conductor 72 constituido por dos bandas conductoras 721 y 722 paralelas y dispuestas a lo largo del aislante dieléctrico 73. En una línea de transmisión con una sección de este tipo, las pérdidas son prácticamente nulas ya que la anchura de las bandas conductoras 721 y 722 es superior a la anchura del primer conductor 71, de manera que las mismas tienen una función de blindaje para que la onda se desplace en el aislante dieléctrico 73 sin radiar hacia el exterior.

Tal como se ilustra en las figuras 6a a 6d, para controlar la interfaz de transferencia entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo, está previsto jugar con la geometría de la línea de transmisión con pérdidas 70 y, más particularmente, con la geometría del segundo conductor 72 con respecto a la del primer conductor 71, con el fin de controlar las pérdidas a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas 70. Así, para modelar el perfil de las pérdidas a lo largo de la línea 70 se puede hacer variar la anchura de por lo menos una de las dos bandas conductoras 721 y 722. Además, es también posible disminuir la anchura del aislante dieléctrico 73 para que la misma sea igual (figuras 6b y 6c) o inferior (figura 6d) a la anchura del primer conductor 71. La primera sección transversal 711 de la línea de transmisión con pérdidas 70 ilustrada en la figura 6b presenta una interfaz de acoplamiento con el medio reactivo, que es inferior a la segunda sección transversal 712 ilustrada en la figura 6c; siendo las anchuras de las bandas conductoras 721 y 722 más grandes a nivel de la primera sección transversal 711 que a nivel de la segunda sección transversal 712. Así, controlando la anchura de las bandas conductoras 721 y 722, y eventualmente del aislante dieléctrico 73, se controla la interfaz de transferencia de energía con el medio reactivo.

La figura 6e ilustra una línea de transmisión con pérdidas 70 en la que la anchura de las bandas conductoras 721, 722 es decreciente entre el inicio de la línea 70, en la parte de arriba de la figura, y el final de la línea, en la parte baja de la figura; las anchuras aumentan en este caso de manera regular. Para controlar la interfaz de acoplamiento con el medio reactivo, la geometría de la sección de la línea de transmisión con pérdidas 70 (o geometría transversal de la línea de transmisión con pérdidas 70) varía a lo largo de la línea. Por ejemplo, la anchura de las bandas conductoras 721 y 722 puede disminuir de manera regular o por etapas a lo largo de la línea, entre el inicio y el final de línea, con el fin de compensar el debilitamiento de la onda a lo largo de la línea,

debido al consumo de la energía por el medio entre el inicio y el final de línea, y obtener, así, un perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética que sea sustancialmente uniforme.

Las figuras 8a, 8b y 8c ilustran una línea de transmisión con pérdidas 70 de acuerdo con la invención, obtenida a partir de una línea de transmisión típica ilustrada en las figuras 7a y 7b.

Las figuras 7a y 7b ilustran una línea de transmisión de tipo cable coaxial que comprende un primer conductor 71 central de sección circular, rodeado por un aislante dieléctrico 73 constituido por un material adaptado, y a continuación por un segundo conductor 72 tubular que forma el blindaje. En una línea de transmisión con una sección de este tipo, las pérdidas son prácticamente nulas ya que el segundo conductor 72 rodea completamente, y a lo largo de toda la línea, el primer conductor 71, de manera que la onda se desplaza en el aislante dieléctrico 73 sin radiar hacia el exterior.

Tal como se ilustra en las figuras 8a, 8b y 8c, para controlar la interfaz de transferencia entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo, está previsto jugar con la geometría de la línea de transmisión con pérdidas 70 y, más particularmente, con la geometría del segundo conductor 72, con el fin de controlar las pérdidas a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas 70. Así, para obtener dichas pérdidas, está previsto disponer vaciamentos 77 en el segundo conductor 72 de manera que la línea de transmisión con pérdidas 70 radie hacia el exterior a través de dichos vaciamentos 77; aunque los vaciamentos 77 se ilustran en forma de hendiduras rectangulares, es evidente que la forma de los vaciamentos 77 no se limita a esta forma particular de hendidura. Con el fin de controlar estas pérdidas, es necesario controlar las dimensiones transversales de la parte vaciada del segundo conductor 72, siendo estas dimensiones, por ejemplo, distintas entre la primera sección transversal 711 (ilustrada en la figura 8a) y la segunda sección transversal 712 (ilustrada en la figura 8b) de la línea de transmisión con pérdidas 70. El tamaño de vaciamento del segundo conductor 72 por unidad de longitud varía, por tanto, a lo largo de la línea. Se puede, así, jugar con el número de hendiduras y con las dimensiones de las hendiduras. En el ejemplo ilustrado en la figura 8c, se representan dos hendiduras alargadas de forma rectangular en donde una primera hendidura 77 es paralela al eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas 70 (en la parte de arriba de la figura 8c e ilustrada en la figura 8a, la primera sección transversal 711 pasa por esta primera hendidura) y en donde una segunda hendidura 77 es perpendicular al eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas 70 (en la parte baja de la figura 8c e ilustrada en la figura 8b, la segunda sección transversal 712 pasa por esta segunda hendidura). Así, la primera hendidura 77 ofrece una superficie de acoplamiento por unidad de longitud, con el medio reactivo, que es inferior a la ofrecida por la segunda hendidura 77. Así, para compensar el debilitamiento de la onda en la línea de transmisión con pérdidas 70, es necesario que la primera hendidura se disponga en el inicio de línea, y que la segunda hendidura se disponga en el final de línea. Es también posible prever una sola hendidura o varias hendiduras paralelas al eje longitudinal, y cuya dimensión transversal (en la dirección perpendicular al eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas 70), aumente de manera continua (por ejemplo, hendidura con forma de triángulo) o por etapas a lo largo de la línea, entre el inicio y el final de línea. Es también posible prever diversas hendiduras alargadas y cuya inclinación con respecto al eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas 70 aumente, de manera que el vaciamento del inicio de línea se corresponda, por ejemplo, con la primera hendidura ilustrada en la figura 8a y que la hendidura del final de línea se corresponda con la segunda hendidura ilustrada en la figura 8b, inclinándose cada vez más las hendiduras intermedias entre el inicio y el final de línea.

Las figuras 9a a 9c ilustran un reactor 2 del tipo discontinuo cuya pared externa (o cuerpo de reactor) 23 delimita una cavidad 22 que contiene el medio reactivo y en cuyo interior se extiende una línea de transmisión con pérdidas 70 de acuerdo con la invención. La pared externa 23 está rodeada, por lo menos parcialmente, por una envuelta doble 24 que rodea la pared externa 23 o cuerpo de reactor, en cuyo interior puede circular fluido de enfriamiento, del tipo fluido caloportador o fluido de refrigeración o fluido criogénico, o un fluido de calentamiento, entre una entrada 240 y una salida 241 previstas en la envuelta 24. El reactor 2 está cerrado de manera estanca en su extremo superior 25 atravesado por la línea de transmisión con pérdidas 70.

La línea de transmisión con pérdidas 70 está acoplada con una guía de ondas 4 que transmite una radiación electromagnética ventajosamente del tipo microondas. La guía de ondas 4 comprende un tramo de acoplamiento 40 que se extiende de manera normal a la línea de transmisión con pérdidas 70 y que está acoplado de forma transversal a dicha línea de transmisión con pérdidas 70. Este tramo 40 de la guía de ondas 4 delimita interiormente una cavidad de acoplamiento 401 en cuyo interior se extiende el primer conductor 71 de la línea de transmisión con pérdidas; extendiéndose dicho primer conductor 71 en dicha cavidad de acoplamiento 401 sin quedar rodeado por el aislante dieléctrico 73 y por el segundo conductor 72. Así, el primer conductor 71 está acoplado a la guía de ondas 4 a nivel de esta cavidad de acoplamiento 401 en la que dicho primer conductor 71 recibe la radiación electromagnética transportada por la guía de ondas 4.

El segundo conductor 72 y el aislante dieléctrico 73 se extienden alrededor del primer conductor 71 a partir de dicha cavidad de acoplamiento 401 y esto hasta el interior del reactor 2; el aislante dieléctrico 73 adopta la forma de un manguito 730 de material dieléctrico, dispuesto entre los dos conductores 71 y 72. Así, la línea de transmisión con pérdidas 70 presenta tres porciones distintas:

- una primera porción 701 de acoplamiento con la guía de ondas 4 y, de manera más general, con el generador de radiación electromagnética 1, en donde el primer conductor 71 está expuesto y, por tanto, no está rodeado por el segundo conductor 72 y por el aislante dieléctrico 73;
- una segunda porción 702 de conexión entre la guía de ondas 4 y, más particularmente, la cavidad de acoplamiento 401, y el reactor 2, en donde el primer conductor 71 está rodeado completamente por el segundo conductor 72 y por el aislante dieléctrico 73 de manera que, a lo largo de esta porción intermedia, se produce el mínimo de pérdidas; y
- una tercera porción 703 de aplicación de la energía electromagnética al medio reactivo, extendiéndose dicha porción inferior 703 en el interior del reactor 2.

La tercera porción 703 presenta la configuración de línea de transmisión con pérdidas, tal como se ilustra, por ejemplo, en las figuras 6b a 6e o en las figuras 8a a 8c.

En el modo de realización ilustrado en la figura 9b, la línea de transmisión con pérdidas 70 presenta unos vaciamientos 77 dispuestos en el segundo conductor 77 a lo largo de la tercera porción 703; dichos vaciamientos 77 tienen, por ejemplo, unas dimensiones crecientes entre el inicio y el fin de línea. Así, la primera sección transversal 711 presenta una interfaz de transferencia y, por tanto, un acoplamiento con el medio reactivo, que son inferiores a los correspondientes de la segunda sección transversal 712 de la línea de transmisión con pérdidas 70.

En el modo de realización ilustrado en la figura 9c, la línea de transmisión 70 presenta un aislante dieléctrico 73 a lo largo de la tercera porción 703, que comprende un manguito 730 de material dieléctrico que rodea dicho primer conductor 71, teniendo dicho manguito 730 una sección creciente en el inicio y el fin de línea. Así, el manguito 730 presenta un grosor creciente a partir del primer conductor 71, con una forma general troncocónica. Así, el medio reactivo está más alejado del primer conductor 71 en el inicio que en el fin de línea, de manera que la interfaz de transferencia crece entre el inicio y el fin de línea. Por ejemplo, la primera sección transversal 711 presenta una interfaz de transferencia y, por tanto, un acoplamiento con el medio reactivo, que son inferiores a los correspondientes de la segunda sección transversal 712 de la línea de transmisión con pérdidas 70.

La línea de transmisión con pérdida 70 atraviesa el extremo superior 25 del reactor 2 por medio de una junta de estanqueidad 26 adaptada.

Cuando la guía de ondas 4 está perfectamente adaptada al generador de radiación electromagnética 1 y al conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo, condición que se cumple cuando la impedancia de salida del generador de radiación electromagnética 1 y la impedancia de entrada del conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo es igual a la impedancia característica de la guía de ondas 4, la guía de ondas 4 es recorrida solamente por ondas progresivas y, entre el generador y el medio reactivo, se transmite el máximo de energía electromagnética.

Para adaptar el conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo, el dispositivo de aplicación 7 comprende unos medios de adaptación 6 de la impedancia del conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo. Estos medios de adaptación 6 comprenden un pistón de cortocircuito 60 montado de manera deslizante y regulable en cuanto a posición en un manguito 61 dispuesto en la guía de ondas 4, con el fin de desembocar en la cavidad de acoplamiento 401 en un borde opuesto al reactor 2. El manguito 61 y el pistón de cortocircuito 60 están alineados con la línea de transmisión con pérdidas 70, y, más particularmente, el pistón de cortocircuito 60 que es guiado en traslación alrededor del primer conductor 71, de manera que dicho primer conductor 71 atraviesa dicha cavidad de acoplamiento 401 con el fin de extenderse asimismo en el interior del espacio 62 delimitado por dicho manguito 61. El primer conductor 71 llega a situarse a tope contra la pared transversal del extremo 63 de dicho manguito 61, estando montado el pistón 60 de manera deslizante en este primer conductor 71. Regulando la posición del pistón 60, se adapta la impedancia del conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo, con el fin de optimizar la transferencia de energía electromagnética entre el generador de radiación electromagnética 1 y el medio reactivo. El manguito 61 presenta, así, una hendidura longitudinal 64, con el fin de dejar pasar unos medios (no representados) para accionar dicho pistón 60 en desplazamiento, tales como un vástago solidario por una parte al pistón 60 y acoplado, por otra parte, a unos medios de accionamiento del tipo manual o motorizado.

La figura 10 ilustra otro reactor 2 discontinuo que delimita una cavidad 22 cerrada y acoplada a un condensador de ventilación 27 para trabajar en reflujo en el seno de dicha cavidad 22 cerrada.

La cavidad 22 también puede estar unida a unos medios de presurización, no representados, con el fin de trabajar bajo una presión determinada dentro de dicha cavidad 22. Los medios de presurización son del tipo conocido, con circuitos adecuados que comprenden, por ejemplo, válvulas de seguridad, un disco de ruptura de seguridad, etcétera.

El reactor 2 también puede comprender una envuelta doble 24 del mismo tipo que la correspondiente descrita anteriormente en la presente.

5 El reactor 2 también puede comprender unos medios de agitación 28 del medio reactivo, en forma de un agitador mecánico que va a dar, de manera estanca, a la cavidad 22, y que está unido a unos medios de accionamiento en rotación (no representados), tales como un motor rotativo.

10 El aislante dieléctrico 73 de la línea de transmisión con pérdidas 70 en el interior del reactor 2 está constituido, por lo menos en parte, por el medio reactivo, que circula, así, entre el primer conductor 71 y el segundo conductor 72; la agitación del medio reactivo favorece esta circulación entre los dos conductores. Así, el medio reactivo, con las propiedades dieléctricas adaptadas, constituye, en parte, el aislante dieléctrico 73 de la línea de transmisión con pérdidas 70 en la cavidad 22. Así, el medio reactivo está acoplado a la línea de transmisión con pérdidas 70 quedando dispuesto entre los dos conductores de dicha línea de transmisión con pérdidas 70. Se prevé, también, un manguito 730 de material dieléctrico que rodea el primer conductor 71 de forma troncocónica tal como se ha descrito anteriormente en la presente en referencia a la figura 9b, estando adaptada la forma de dicho manguito 730 al perfil de distribución de densidad de energía deseado. En esta realización, el manguito 15 730 está dispuesto alrededor del primer conductor 71 y separado con respecto al segundo conductor 72 con el fin de que el medio reactivo pueda circular entre el manguito 730 y dicho segundo conductor 72. En una variante no ilustrada, el manguito 730 está dispuesto en el interior del segundo conductor 72, contra su cara interna, y separado con respecto al primer conductor 71 con el fin de que el medio reactivo pueda circular entre el manguito 730 y dicho primer conductor 71; la forma de manguito 730 está adaptada una vez más al acoplamiento deseado entre el primer conductor 71 y el medio reactivo, ya que cuanto más grueso sea el manguito 73 entre el primer 71 y el segundo 72 conductores, más débil será el acoplamiento.

25 El primer conductor 71 de la línea de transmisión con pérdidas 70 atraviesa la pared del reactor 2 a través de una junta de estanqueidad 26 realizada con un material aislante, para permitir la transferencia de la energía electromagnética. En el exterior del reactor 2, la línea de transmisión con pérdidas 70 se puede prolongar, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente en la presente con la primera porción y la segunda porción.

30 Se observa que el segundo conductor 72 presenta un paso 720 de circulación del medio reactivo, por ejemplo, a nivel del inicio de línea, para que el medio reactivo pueda circular entre el inicio de línea, abierto al medio reactivo, y este paso 720.

35 La figura 11a ilustra de manera esquemática un aparato de tratamiento electromagnético de un medio radioactivo por radiación de microondas según la invención, que comprende:

- un generador 1 de radiación de microondas;
- 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.

El dispositivo de transmisión 3 comprende:

- una guía de ondas 4 dispuesta en la salida del generador 1 y acoplada a la línea de transmisión con pérdidas 70 según la invención, con el fin de transmitir la energía electromagnética generada al medio reactivo;
- unos medios de acoplamiento 5 dispuestos para permitir la transferencia, en el medio reactivo, de la energía electromagnética proveniente de la guía de ondas 4; y
- unos medios de adaptación 8 concebidos para garantizar la adaptación de la energía electromagnética al medio reactivo y permitir la optimización de la transferencia de energía en función del medio.

Los medios de adaptación 8 comprenden:

- 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, situada perpendicularmente a la dirección de propagación de las ondas, estando posicionado dicho pistón de cortocircuito 81 en el extremo libre 49 de la guía de ondas 4 opuesto al generador 1, y, por tanto, aguas abajo del reactor 2;
- y, según el caso, 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.

Los medios de acoplamiento 5 comprenden dicha línea de transmisión con pérdidas 70 y los medios de adaptación 6 de la impedancia del conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo; estos medios de adaptación 6 comprenden en particular el pistón de cortocircuito 60 según se ha descrito anteriormente en la presente. El acoplamiento entre la guía de ondas 4 y la línea de transmisión con pérdidas 70 puede ser del mismo tipo que el descrito anteriormente en la presente en referencia a la figura 9b.

El aparato comprende asimismo un compartimento 9 que aísla al generador de radiación electromagnética 1 del reactor 2, con el fin, en particular, de proteger las personas y/o instrumentos exteriores a dicho compartimento 9 contra cualquier riesgo de explosión y/o de incendio que se pueda producir a nivel del generador de radiación electromagnética 1. El compartimento 9 puede, además, ser inertizado mediante llenado de un gas neutro, como, por ejemplo, argón, dióxido de carbono o nitrógeno, y, a continuación se aísla de manera estanca para evitar las fugas de gas neutro. Con inertización se entiende la técnica que consiste en sustituir una atmósfera, por ejemplo, explosiva, por un gas o una mezcla gaseosa incombustible y no comburente.

Esta técnica de inertización se puede utilizar asimismo para situar bajo una atmósfera determinada la guía de ondas 4, los medios de acoplamiento 5, y el reactor 2 en el caso del tratamiento de un medio reactivo que comprenda sustancias inflamables, explosivas o susceptible de producir dichas sustancias en el transcurso del tratamiento. Para ello, en la guía de ondas 4 se pueden colocar ventanas (no representadas); dichas ventanas están constituidas por un material aislante y transparente a las ondas, como, por ejemplo, cuarzo.

La figura 11b ilustra de manera esquemática un aparato de tratamiento electromagnético de un medio reactivo por radiación de alta frecuencia según la invención, que comprende:

- un generador 1 de radiación de alta frecuencia;
- un reactor 2 del tipo conocido con una entrada 20 y una salida 21 de 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.

El dispositivo de transmisión 3 comprende:

- un cable coaxial de transmisión 400, de tipo conexión de 50 Ohmios, dispuesto en la salida del generador 1 y acoplado a la línea de transmisión con pérdidas 70 según la invención, con el fin de transmitir la energía electromagnética generada al medio reactivo;
- unos medios de adaptación 800 concebidos para garantizar la adaptación de la energía electromagnética a la línea de transmisión con pérdidas 70 y permitir la optimización de la transferencia de energía en función del medio.

Los medios de adaptación 800 comprenden un sistema de adaptación eléctrico colocado en serie en el cable coaxial de transmisión 400, siendo dicho sistema del tipo conocido por los expertos en la materia y comprendiendo, por ejemplo:

- una bobina 810 de autoinducción (o inductancia) y una primera capacidad variable 820 en serie en el cable coaxial de transmisión 400, de manera que dicha primera capacidad variable 820 corrige la parte reactiva de la impedancia; y
- una segunda capacidad variable 830 en paralelo con el cable coaxial 400, unido, por una parte, a uno de los bornes de la bobina 810 de autoinducción, y, por otro lado, a un potencial de referencia tal como masa, de manera que dicha segunda capacidad variable 830 corrige la parte resistiva de la impedancia.

Para acoplar el cable coaxial de transmisión 400 y la línea de transmisión con pérdidas 70, basta con unir eléctricamente el primer conductor 71 de la línea de transmisión con pérdidas 70 con un conductor correspondiente del cable de transmisión 400. El sistema de adaptación eléctrico 800 garantiza la adaptación de impedancia entre el cable de transmisión 400 y el conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo.

La figura 12 ilustra un reactor 2 sinuoso, es decir, que delimita una cavidad 22 de forma general sinuosa. El reactor 2 comprende por ejemplo tres tramos rectilíneos paralelos entre sí y unidos sucesivamente por un codo a 180°. La línea de transmisión con pérdidas 70 tiene, asimismo, una forma general sinuosa, y, más particularmente, tiene una forma sustancialmente idéntica a la de la cavidad 22 con el fin de ofrecer una interfaz de acoplamiento con el medio reactivo a lo largo de la totalidad de del reactor 2, y aplicar, así, energía electromagnética. Evidentemente, se pueden prever otras formas de reactor 2, siendo esencial señalar que una línea de transmisión con pérdidas 70 se puede adaptar a todas las formas de reactor 2, y no se limita solamente a los reactores rectilíneos.

Por otra parte, el reactor 2 y la línea de transmisión con pérdidas 70 serán tanto más largos cuanto menos absorbente sea el medio reactivo, como, por ejemplo, los productos oleaginosos. La longitud de la línea de transmisión con pérdidas 70 también se podrá adaptar a la duración de la permanencia en el reactor 2. La ventaja de una configuración sinuosa para el reactor 2 es la de permitir disponer de un trayecto largo para el medio reactivo evitando tener un reactor rectilíneo demasiado largo, y por tanto demasiado voluminoso. La longitud de la línea de transmisión con pérdidas 70, y también del reactor 2, puede estar comprendida, por ejemplo, entre unos centímetros y varios metros.

En cualquier caso, las paredes metálicas del reactor pueden estar constituidas por una envuelta doble en la que pueden circular fluidos caloportadores, frigoríficos o criogénicos para obtener temperaturas de superficies adaptadas a las necesidades de los tratamientos previstos. Las formas de realización de la invención descritas a continuación en la presente ilustran la posibilidad de organizar superficies de intercambio térmicas más o menos significativas entre el medio reactivo y los fluidos que circulan dentro de la envuelta doble. Evidentemente, los fluidos de la envuelta doble pueden circular en el mismo sentido que el medio reactivo o a contracorriente.

Las figuras 13a y 13b ilustran otro modo de realización de la línea de transmisión con pérdidas 70 que se extienden en el interior de un reactor 2, en este caso, de sección paralelepípedica. El primer conductor 71 está expuesto al medio reactivo dentro del reactor 2, en el interior de la cavidad 22 interna del reactor 2. En el seno del reactor 2, el segundo conductor 72 está constituido por la pared externa 23 del reactor 2 (o cuerpo del reactor); dicha pared externa 23 está acoplada eléctricamente a la parte del segundo conductor 72 exterior al reactor 2.

El primer conductor 71, de sección rectangular, se extiende a todo lo ancho del reactor 2 y sus bordes longitudinales están rodeados, respectivamente, por bandas de aislante dieléctrico 73; dichas bandas de aislante dieléctrico 73 definen, así, paredes del reactor 2.

En esta configuración, el primer conductor 71 divide la cavidad 22 en dos canales, respectivamente el primer 221 y el segundo 222 canal, solamente en comunicación a nivel del fin de línea, que se corresponde, en este caso, con el extremo libre del primer conductor 71. El primer canal 221 está delimitado asimismo por la primera superficie interna 235 de la pared 23, mientras que el segundo canal 222 está delimitado asimismo por la segunda superficie interna 236 de la pared 23 opuesta a la primera superficie interna 235. El reactor 2 presenta, además, una entrada 20 y una salida 21 de circulación del medio reactivo, en donde la entrada 20 va a dar directamente al interior del primer canal 221 y la salida 21 va a dar directamente al interior del segundo canal 222. La entrada 20 y la salida 21 están dispuestas, ventajosamente, a nivel del inicio de línea, por ejemplo de manera simétrica con respecto al primer conductor 71. Así, el medio reactivo entra en el reactor 2 por medio de la entrada 20, circula dentro del primer canal 221 en donde se acopla con el primer conductor 71, y a continuación circula dentro del segundo canal en donde se acopla nuevamente con el primer conductor 71 antes de salir a través de la salida 21.

Se observa que los canales 221 y 222 tienen las mismas dimensiones constantes debido a que, por una parte, el primer conductor 71 tiene un grosor constante y el mismo se extiende en el plano medio Pm de la cavidad 22, y, por otra parte, las dos superficies internas 235 y 236 son simétricas con respecto al plano medio Pm y paralelas a este plano medio Pm.

En una variante y con el fin de ajustar el perfil de la distribución de los campos electromagnéticos, es posible de manera clara jugar con los volúmenes respectivos de los canales 221 y 222, pudiendo tener los dos canales 221 y 222 dimensiones distintas y variables al jugar en particular con:

- la geometría del primer conductor 71, que puede variar a lo largo de la línea 70, en especial su grosor que puede variar de manera asimétrica con respecto al plano medio Pm de la cavidad y/o su inclinación con respecto al plano medio Pm de la cavidad 22;
- la geometría de la pared externa 23, que puede variar a lo largo de la línea, y, más particularmente, la forma de las dos superficies internas 235 y 236 que pueden dejar de ser simétricas con respecto al plano medio Pm.

La figura 14 ilustra un aparato de acuerdo con la representación esquemática de la figura 11a, en donde la radiación es del tipo microondas. En este modo de realización, la guía de ondas 4 comprende un tramo de acoplamiento 40 de forma curvada, en particular con forma general de "U", formando un bucle de retorno de dicha guía de ondas 4. La guía de ondas 4 comprende además un primer 41 y un segundo 42 tramos rectilíneos, uno frente al otro, y conectados, respectivamente, a un primer y un segundo extremos de dicho tramo de acoplamiento 40 curvado.

Un primer órgano móvil de adaptación 81, tal como un pistón de cortocircuito, es móvil en traslación dentro del primer tramo rectilíneo 41, y un segundo órgano móvil de adaptación 82 (no ilustrado) tal como un iris de

acoplamiento variable, es móvil en traslación dentro del segundo tramo rectilíneo. Los tramos rectilíneos 41, 42 son paralelos y están en oposición mutua, de manera que los dos órganos móviles de adaptación 81, 82 se pueden desplazar en sincronización a través de unos medios simples, con un solo motor y sin ningún dispositivo complejo de sincronización.

Se observa que el reactor 2 está acoplado al tramo curvado 40 de la guía de ondas 4, extendiéndose dicho tramo de acoplamiento 40 curvado, por lo menos parcialmente, en el exterior de dicho compartimento 9. Ciertos elementos del aparato no se describen de nuevo, habiendo sido ya objeto de una descripción realizada en referencia a las figuras 9b (para los medios de adaptación y de acoplamiento) y 11a.

Las figuras 15 a 20 ilustran, todas ellas, un reactor 2 del tipo continuo con una entrada 20 y una salida 21 de circulación del medio reactivo. En las figuras 15 a 20 no se representa más que el reactor 2 acoplado a un tramo de acoplamiento 40 de la guía de ondas 4, pudiendo ser el tramo de acoplamiento 40 del tipo rectilíneo (figura 15b y 15c) o curvado en forma "U" (figuras 15a y 16).

Este reactor 2 comprende una pared externa 23 tubular, en particular de sección cilíndrica, que se extiende transversalmente a la guía de ondas 4, y que delimita una cavidad interna 22, también de sección cilíndrica, a la que van a dar unos orificios de entrada 20 y de salida 21 dispuestos en dicha pared externa 23 para permitir la circulación de medio reactivo en esta cavidad 22 entre estos dos orificios 20, 21.

La pared externa 23 presenta un primer extremo 231 que está aplicado solidariamente en el tramo de acoplamiento 40 de la guía de ondas 4, por ejemplo, por atornillamiento, o por medio de una corona 223 aplicada solidariamente en este primer extremo 231 de la pared externa 23. La línea de transmisión con pérdidas 70 atraviesa este primer extremo 231 por medio de una junta de estanqueidad y de aislamiento 26.

La pared externa 23 presenta un segundo extremo 232 cerrado por una tapa 234.

A excepción del modo de realización ilustrado en la figura 15a, el reactor 2 comprende una envuelta doble 24 del mismo tipo que la descrita anteriormente en la presente en referencia a la figura 9b. La envuelta doble 24 tubular, en particular de sección cilíndrica, rodea una porción del largo de la pared externa 23 del reactor 2, situada entre la entrada 20 y la salida 21.

El acoplamiento entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y la guía de ondas 4 con una cavidad de acoplamiento 401 es del mismo tipo que el descrito anteriormente en la presente en referencia a la figura 9b.

Asimismo, los medios de adaptación 6 de la impedancia del conjunto de línea de transmisión con pérdidas 70/medio reactivo, en particular con el pistón 60 y el manguito 61, son también del mismo tipo que el descrito anteriormente en la presente en referencia a la figura 9b.

La pared externa 23 del reactor 2 constituye el segundo conductor 72 de la línea de transmisión con pérdidas 70 en los modos de realización ilustrados en las figuras 16 a 20; el primer conductor 71 se extiende dentro de la cavidad 22 del reactor 2, y el aislante dieléctrico 73 está dispuesto entre el primer conductor 71 y el segundo conductor 72, en este caso la pared externa 23 del reactor 2. El aislante dieléctrico 73 puede estar constituido con un material adaptado y aplicado sobre el primer conductor 71, o puede estar constituido por la totalidad o parte del medio reactivo que comprende por lo menos un componente sensible a las ondas electromagnéticas.

Las figuras 16 a 19 ilustran varios modos de realización en los que un medio reactivo circula dentro del reactor 2 en el seno de un canal de circulación 78 que rodea el primer conductor 71 de la línea de transmisión con pérdidas 70 por la totalidad o parte de dicha línea, siendo dicho canal de circulación, por lo menos parcialmente, transparente a la radiación electromagnética. El canal de circulación 78 materializa la interfaz entre el primer conductor 71 y el medio reactivo que circula por el interior.

En el modo de realización ilustrado en las figuras 15c y 17, el canal de circulación 78 está compuesto por un tubo hueco 780 con forma general de espiral y que rodea el primer conductor 71 sobre una parte de su longitud. El tubo hueco 780 se extiende así entre el segundo conductor 72, en este caso la pared externa 23 del reactor 2, y el primer conductor 71. El tubo hueco 780 se realiza con un material transparente a la radiación electromagnética.

Un primer extremo 781 del tubo hueco 780 sale del reactor 2, a nivel del primer extremo 231 de la pared externa 23, y un segundo extremo 782 sale también del reactor 2, a nivel del segundo extremo 232 de la pared externa 23, en particular atravesando la tapa 234.

Cabe observar que, en el reactor 2, se puede introducir un medio reactivo a través del tubo hueco 780, y, a través de la entrada 20 y la salida 21, se puede introducir en dicho reactor 2 un fluido dieléctrico neutro (del tipo líquido o gaseoso). De esta manera, dicho medio reactivo circula dentro del tubo hueco 780 mientras que el fluido dieléctrico neutro circula dentro del reactor 2, entre el primer conductor 71, el segundo conductor 72 y

dicho tubo hueco 780, y así puede actuar como aislante dieléctrico entre el primer conductor 71 y el medio reactivo. Así, es posible jugar con la distribución del perfil del campo electromagnético para modificar la transferencia de energía entre el primer conductor 71 y el medio reactivo que circula dentro del tubo hueco 780. Una función importante del fluido dieléctrico neutro es la de favorecer la regulación térmica del medio reactivo evitando la formación de puntos calientes en el seno del tubo hueco 780, ya que el medio reactivo se termo-regula más difícilmente con la envuelta doble 24 debido a que el mismo circula dentro del tubo hueco 780 y, por tanto, la superficie de intercambio térmico es reducida.

Para hacer variar la interfaz de transferencia entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo que circula dentro del tubo hueco 780, es posible jugar de manera individual o combinada con los dos parámetros siguientes:

- geometría del primer conductor 71;
- geometría del tubo hueco 780, con el fin de controlar la superficie de medio reactivo expuesta a la radiación del primer conductor 71.

Para que el primer conductor 71 ofrezca una superficie radiante por unidad de longitud que sea creciente, entre el inicio y el fin de línea, dicho primer conductor 71 presenta una forma troncocónica. Así, al aumentar el diámetro a lo largo de la línea, la superficie radiante del primer conductor 71 aumenta también por unidad de longitud.

El tubo hueco 780 ilustrado en la figura 17 es de sección constante (correspondiente a las dimensiones del tubo), de diámetro constante (correspondiente al diámetro de la espira), y de paso constante; en este caso, el control de la interfaz de acoplamiento entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo se efectúa solamente por medio de la forma troncocónica del primer conductor 71.

Sin embargo, para que el medio reactivo ofrezca una superficie expuesta a la radiación por unidad de longitud, que sea creciente entre el inicio y el fin de línea, es posible jugar con la geometría del tubo hueco 780 en particular previendo las variaciones siguientes, entre el inicio y el fin de línea:

- aumento de la sección, en correspondencia con un tubo cada vez más grande; y/o
- disminución del diámetro, en correspondencia con un tubo cada vez más próximo al primer conductor 71; y/o
- disminución del paso, en correspondencia con espiras cada vez más próximas, debiendo estar separadas entre sí las espiras del inicio de línea.

En el modo de realización ilustrado en las figuras 16, 18 y 19, el canal de circulación 78 está delimitado, por un lado, por una ranura 783 en espiral dispuesta en la cara externa de un cuerpo hueco 784 que rodea el primer conductor 71, y, por otro lado, por la pared externa 23. El cuerpo hueco 784 está montado de manera estanca contra la pared externa 23, de manera que el medio reactivo circula únicamente dentro de la ranura 783. El medio reactivo se introduce en la ranura 783 a través de la entrada 20, que va a dar directamente a la ranura 783, y vuelve a salir de esta a través de la salida 21, que va a dar también directamente a la ranura 783. El cuerpo hueco 784 está realizado con un material transparente a la radiación electromagnética, y se puede considerar como parte del aislante 73, al mismo nivel que el manguito 730 de material dieléctrico descrito anteriormente en la presente en referencia en particular a las figuras 9b y 9c.

Para hacer variar la interfaz de transferencia entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo que circula dentro de la ranura 783, es posible jugar de manera individual o combinada con los dos parámetros siguientes:

- geometría del primer conductor 71;
- geometría del cuerpo hueco 784, y, más particularmente, de la ranura, con el fin de controlar la superficie de medio reactivo expuesta a la radiación del primer conductor 71, lo cual equivale sustancialmente a lo mismo que jugar con la geometría del manguito 730 tal como se ilustra en la figura 9c.

Según se ilustra en la figura 18, para que el primer conductor 71 ofrezca una superficie radiante por unidad de longitud, que sea creciente, entre el inicio y el fin de línea, dicho primer conductor 71 presenta una forma troncocónica. En este modo de realización, el cuerpo hueco 784 presenta una cavidad interna 785 de sección cilíndrica y cuyo diámetro es sustancialmente superior al diámetro del primer conductor 71 a nivel de su extremo libre. Evidentemente, se puede jugar con el aislamiento dieléctrico entre el primer conductor 71 y la ranura 783 controlando las dimensiones de la cavidad interna 785 del cuerpo hueco 784, de manera que dicho cuerpo hueco 784 se ciña más o menos sobre dicho primer conductor 71.

Según una característica particular, el cuerpo hueco 784 es móvil en rotación con el fin de poder ser accionado en rotación dentro del reactor 2 alrededor del eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas 70; dicho cuerpo hueco 784 con su ranura 783 funciona así según el principio del tornillo sin fin para poder transportar un medio reactivo entre la entrada 20 y la salida 21 del reactor 2. Un transporte de este tipo por rotación del cuerpo hueco 784 está particularmente adaptado para un medio reactivo en forma sólida, como, por ejemplo, del tipo granuloso o pulverulento.

Tal como se ilustra en la figura 19, para accionar en rotación el cuerpo hueco 784, es posible hacer que el cuerpo hueco 784 y el primer conductor 71 sean solidarios en cuanto a rotación y accionar en rotación dicho primer conductor 71, por ejemplo por medio de un motor rotativo 786 montado en el manguito 61, y, más particularmente, en su pared transversal del extremo 63. En este caso, el primer conductor 71 atraviesa dicha pared transversal del extremo 63, en la que está montado en rotación en particular por medio de un rodamiento de bolas, con el fin de cooperar con el motor rotativo 786. En el otro extremo del primer conductor 71, dicho primer conductor 71 puede ser guiado en rotación por medio de un bulón de centrado 238 que sobresale de la tapa 234 para ser acoplado en una cavidad dispuesta a este efecto en este extremo del primer conductor 71. Evidentemente, es viable que el motor rotativo 786 se disponga en este otro extremo del primer conductor 71 que atravesaría entonces la tapa 234 de la misma manera que atraviesa la pared transversal del extremo 63 en la figura 19.

Para hacer que el cuerpo hueco 784 y el primer conductor 71, por ejemplo de sección cilíndrica, sean solidarios en rotación, es viable montar sin ningún juego dicho cuerpo hueco 784 en torno a dicho primer conductor, quedando, entonces, completamente llena la cavidad interna 785 del cuerpo hueco 784 por el primer conductor 71.

La ranura 783 ilustrada en la figura 18 es de anchura constante (en correspondencia con la dimensión según el eje longitudinal del primer conductor 71), de profundidad constante (en correspondencia con la dimensión, según el eje perpendicular al primer conductor 71), y de paso constante; en este caso, el control de la interfaz de acoplamiento entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo se efectúa a través de la forma troncocónica del primer conductor 71.

Sin embargo, para que el medio reactivo ofrezca una superficie expuesta a la radiación por unidad de longitud, que sea creciente entre el inicio y el fin de línea, es posible jugar con la geometría de la ranura 783 en particular previendo las siguientes variaciones, entre el inicio y el fin de línea:

- aumento de la anchura de la ranura, en correspondencia con una ranura cada vez mayor; y/o
- aumento de la profundidad de la ranura, en correspondencia con una ranura cada vez más próxima al primer conductor 71; y/o
- disminución del paso, en correspondencia con espiras cada vez más próximas, debiendo estar separadas entre sí las espiras del inicio de las ranuras.

Las figuras 20a a 20c ilustran reactores 2 que comprenden unos medios de agitación 28 en forma de hélices 280 o piezas helicoidales accionadas con un movimiento rotativo por un órgano motorizado 281. Según una forma particular de la invención, las hélices o piezas helicoidales 280 presentan un eje de simetría paralelo, incluso que se fusiona, con el eje longitudinal de la línea de transmisión con pérdidas 70. Así, las hélices se extienden alrededor del primer conductor 71 de la línea de transmisión con pérdidas 70, y las mismas están centradas en torno a este primer conductor 71. Asimismo, las hélices 280 pueden presentar un diámetro externo sustancialmente igual al diámetro interno del cuerpo de reactor 23 (o pared externa 23) tubular, con el fin de girar dentro de dicho cuerpo 23 con un juego reducido con respecto a este último. Las hélices 280 son accionadas en rotación en particular por medio de un motor rotativo 281 dispuesto en el extremo 232 del reactor 2, en el exterior de este último.

Los reactores 2 ilustrados en las figuras 20a a 20c no comprenden ningún canal de circulación de un medio reactivo tal como se ha descrito anteriormente en la presente; dicho medio reactivo se introduce a nivel de la entrada 20 y se extrae a nivel de la salida 21, extendiéndose completamente este medio reactivo entre el primer conductor 71 y el segundo conductor 72, es decir la pared externa 23 o cuerpo de reactor.

Para hacer variar la interfaz de transferencia entre la línea de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo que circula dentro del reactor 2, es posible jugar únicamente con la geometría transversal del primer conductor 71: en las figuras 20a y 20b, el primer conductor 71 tiene forma general troncocónica, con un aumento continuo de la sección del primer conductor 71, y en la figura 20c, el primer conductor 71 tiene forma general de escalera, con un aumento de la sección del primer conductor 71 por etapas.

En cada una de las figuras 17, 18, 19, 20b o 20c, se representan una primera 711 y una segunda 712 secciones transversales de la línea de transmisión con pérdidas 70, en donde la interfaz de transferencia entre dicha línea

- 5 de transmisión con pérdidas 70 y el medio reactivo, y, por tanto, el acoplamiento entre dicha línea 70 y dicho medio reactivo, son superiores en el caso de la segunda sección transversal 712 con respecto a la primera sección transversal 711. Los diferentes medios para obtener esta diferencia de interfaz de transferencia o de acoplamiento con el medio reactivo se han descrito anteriormente en la presente, y consisten, principalmente, en jugar con la geometría del primer conductor 71 y/o del canal de circulación 78 y/o del segundo conductor 72 y/o del aislante 73.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de aplicación (7) de energía electromagnética a un medio reactivo, estando dicho dispositivo de aplicación (7) destinado a ser acoplado a un generador (1) de radiación electromagnética del tipo microondas a través de medios de transmisión de dicha radiación que comprenden una guía de ondas (4), comprendiendo dicho dispositivo de aplicación (7) por lo menos una línea de transmisión con pérdidas (70) que presenta una interfaz de transferencia de la energía electromagnética hacia el medio reactivo, estando dicha interfaz de transferencia dispuesta de manera que garantiza a lo largo de dicha línea de transmisión con pérdidas (70) un perfil predeterminado de distribución de la densidad de energía electromagnética suministrada a dicho medio por dicha línea de transmisión con pérdidas (70), presentando las características siguientes:

(a) la línea de transmisión con pérdidas (70) comprende por lo menos:

- un primer conductor (71) eléctrico destinado a ser acoplado, por un lado, a la guía de ondas (4) y, por otro lado, al medio reactivo con el fin de permitir la aplicación de la energía electromagnética generada a dicho medio reactivo según el perfil predeterminado de distribución de la densidad de energía electromagnética;
- un segundo conductor (72) eléctrico dispuesto parcialmente alrededor del primer conductor (71) y destinado a extenderse en el interior de un reactor (2) en el que está dispuesto dicho medio reactivo; y
- un aislante (73) dieléctrico que aísla por lo menos parcialmente uno con respecto al otro, el primer y el segundo conductores (71, 72) y que presenta unas características dieléctricas adaptadas, rodeando dicho aislante (73) por lo menos parcialmente el primer conductor (71) y estando dispuesto entre el primer y el segundo conductores (71, 72);

(b) la línea de transmisión con pérdidas (70) presenta:

- una primera porción (701) de acoplamiento con la guía de ondas (4), en la que el primer conductor (71) está expuesto y, por tanto, no está rodeado por el segundo conductor (72) y por el aislante (73);
- una segunda porción (702) de unión entre la guía de ondas (4) y el reactor (2), en la que el primer conductor (71) está completamente rodeado por el segundo conductor (72) y por el aislante (73);
- una tercera porción (703) para la aplicación de la energía electromagnética al medio reactivo, prevista para extenderse en el interior del reactor (2) y dispuesta de manera que el medio reactivo está dispuesto por lo menos parcialmente entre el primer (71) y el segundo (72) conductores, estando el aislante (73) compuesto por lo menos parcialmente por el medio reactivo;

estando dicho dispositivo de aplicación (7) caracterizado por que:

(c) la línea de transmisión con pérdidas (70) está conformada de manera que el primer conductor (71) presente una geometría transversal variable a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas (70) y/o el aislante (73) comprende un manguito (730) de material dieléctrico que rodea dicho primer conductor (71), siendo dicho manguito (730) de geometría transversal variable a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas (70), con el fin de obtener una interfaz de transferencia variable entre el primer conductor (71) y el medio reactivo.

2. Dispositivo de aplicación según la reivindicación 1, caracterizado por que la interfaz de transferencia de la línea de transmisión (70) es distinta entre por lo menos una primera (711) y una segunda (712) sección transversal de dicha línea (70), siendo suministrada energía electromagnética al medio en cada una de estas secciones transversales (711; 712), y por que la interfaz de transferencia de la línea de transmisión con pérdidas (70) varía de manera continua, en particular de manera regular, o de manera discontinua, en particular por etapas, entre la primera (711) y la segunda (712) sección transversal, en particular con una geometría transversal variable a lo largo de la totalidad de la línea (70).

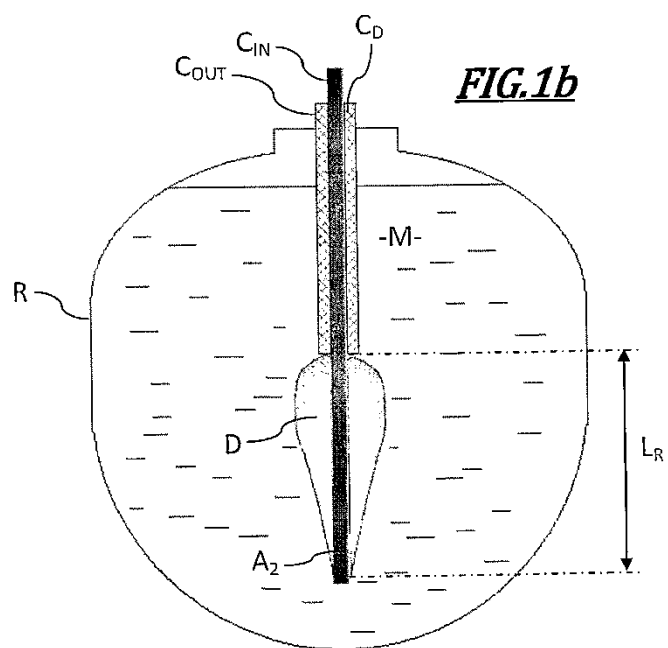
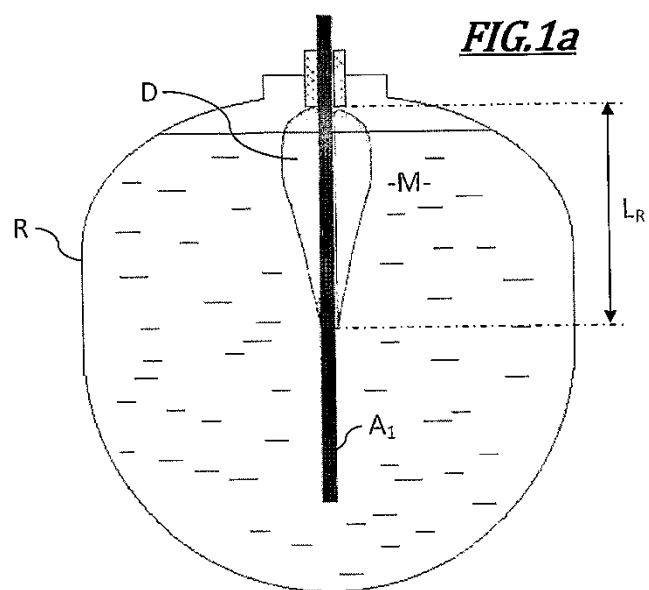
3. Dispositivo de aplicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el segundo conductor (72) forma la pared (23) del reactor (2) en cuyo interior está dispuesto dicho medio reactivo.

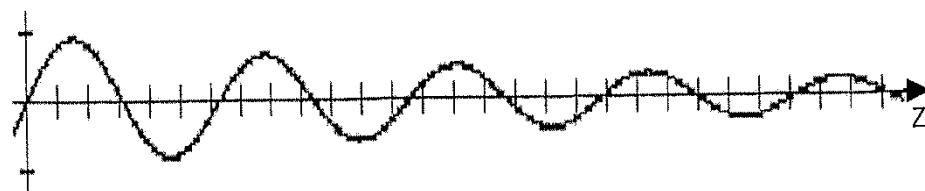
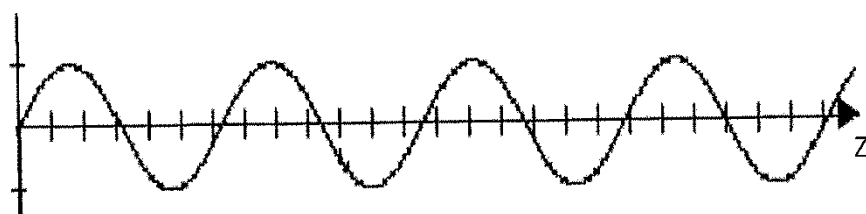
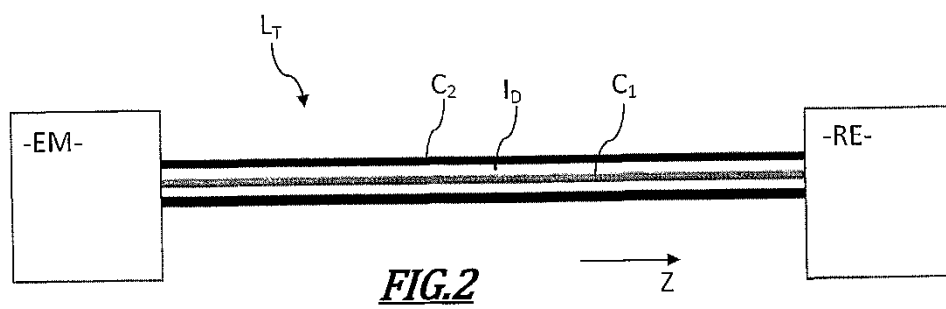
4. Dispositivo de aplicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende por lo menos un canal de circulación (78) del medio reactivo que rodea el primer conductor (71) de dicha línea de transmisión con pérdidas (70) en la totalidad o parte de dicha línea (70), siendo dicho canal de circulación (78) por lo menos parcialmente transparente a la radiación electromagnética.

5. Dispositivo de aplicación según la reivindicación 4, caracterizado por que el canal de circulación (78) o bien

comprende por lo menos un tubo hueco (780) con forma general de espiral, o bien está delimitado en parte por una ranura (783) en espiral dispuesta en la cara externa de un cuerpo hueco (784) que rodea el primer conductor (71), siendo preferentemente la geometría del canal de circulación (78) tal que:

- 5 - el paso de dicho tubo hueco (780) o de dicha ranura (783) varía a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas (70), en particular en el sentido de una reducción del paso en dirección al final de línea, y/o
 - 10 - el diámetro de dicho tubo hueco (780) o la profundidad de la ranura (783) varía a lo largo de dicha línea (70), en particular en el sentido de una reducción de dicho diámetro o de dicha profundidad en dirección al final de línea, y/o
 - 15 - la sección de dicho tubo hueco (780) o la anchura de la ranura (783) varía a lo largo de dicha línea (70), en particular en el sentido de un aumento de dicha sección en dirección al final de línea.
- 15 6. Conjunto que comprende un dispositivo de aplicación (7) de energía electromagnética a un medio reactivo y un reactor (2) en cuyo interior está dispuesto dicho medio reactivo, caracterizado por que dicho dispositivo de aplicación (7) que se extiende por lo menos parcialmente en el interior de dicho reactor (2) es según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 20 7. Conjunto según la reivindicación 6, caracterizado por que comprende unos medios de agitación (28) de dicho medio reactivo (2) en el interior de dicho reactor (2), en particular del tipo que comprende por lo menos una hélice (280) dispuesta en dicho reactor (2) y móvil en rotación.
- 25 8. Conjunto según las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado por que comprende unos medios de regulación (24) de la temperatura de dicho medio, en particular formados por una envuelta doble que rodea por lo menos parcialmente dicho reactor (2) y en cuyo interior circula un fluido de enfriamiento o de calentamiento.
- 30 9. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que comprende unos medios de presurización de dicha cavidad (22).
- 35 10. Aparato de tratamiento por radiación electromagnética de un medio reactivo que comprende:
- un generador (1) de radiación electromagnética del tipo microondas,
 - unos medios de transmisión de dicha radiación electromagnética que comprenden una guía de ondas (4),
 - un conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el dispositivo de aplicación (7) está acoplado a dicho generador (1) por medio de la guía de ondas (4), en el que la guía de ondas (4) está en comunicación con una cavidad de acoplamiento (401) en cuyo interior se extiende el primer conductor (71) de la primera porción (701) de la línea de transmisión con pérdidas (7) con el fin de permitir el acoplamiento entre dicho primer conductor (71) y dicha guía de ondas (4), y
 - unos medios de adaptación (6; 8; 800) de las impedancias entre el generador (1), los medios de transmisión (4) y el dispositivo de aplicación (7).
- 45 11. Aparato según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende un manguito hueco (61) que delimita un espacio (62) en cuyo interior es móvil en traslación un pistón de cortocircuito (60), siendo dicho espacio (62) contiguo a dicha cavidad de acoplamiento (401), deslizando dicho pistón de cortocircuito (60) alrededor del extremo del primer conductor (71) opuesto al reactor (2), por que los medios de adaptación (8) comprenden un primer órgano de adaptación (81), tal como un pistón de cortocircuito, móvil en traslación en la guía de ondas (4), y un segundo órgano de adaptación (82), tal como un iris de acoplamiento variable, también móvil en traslación en la guía de ondas (4), y por que el primer (81) y el segundo (82) órganos de adaptación están dispuestos en la guía de ondas (4) a uno y otro lado de dicho reactor (2).
- 50 12. Utilización de un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, en calidad de aparato de tratamiento térmico de un medio reactivo para realizar unas reacciones químicas dadas por aplicación de una energía electromagnética según un perfil de distribución de la densidad de energía electromagnética a lo largo de la línea de transmisión con pérdidas, siendo dicho perfil seleccionado en función de las reacciones químicas deseadas, constituyendo en particular este aparato un aparato de extracción de sustancias de orígenes biológicos, en particular unas sustancias de orígenes vegetales o animales o microorganismos, por aplicación de una energía electromagnética a un medio reactivo que contiene unos materiales de orígenes biológicos, en particular de orígenes vegetales o animales o microorganismos, en suspensión en por lo menos un disolvente.
- 60





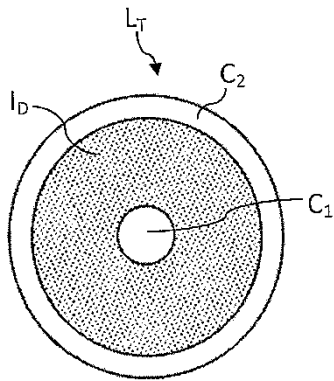


FIG. 4a

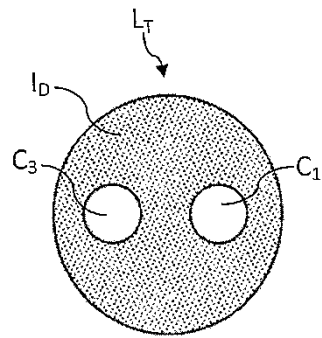


FIG. 4b

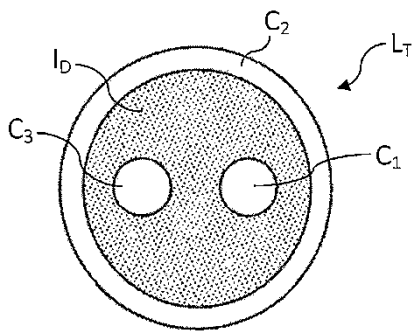


FIG. 4c

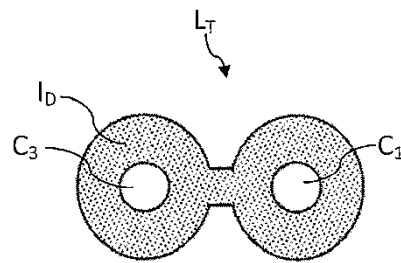


FIG. 4d

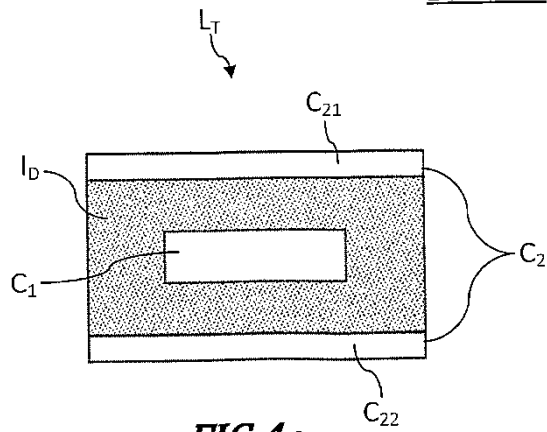
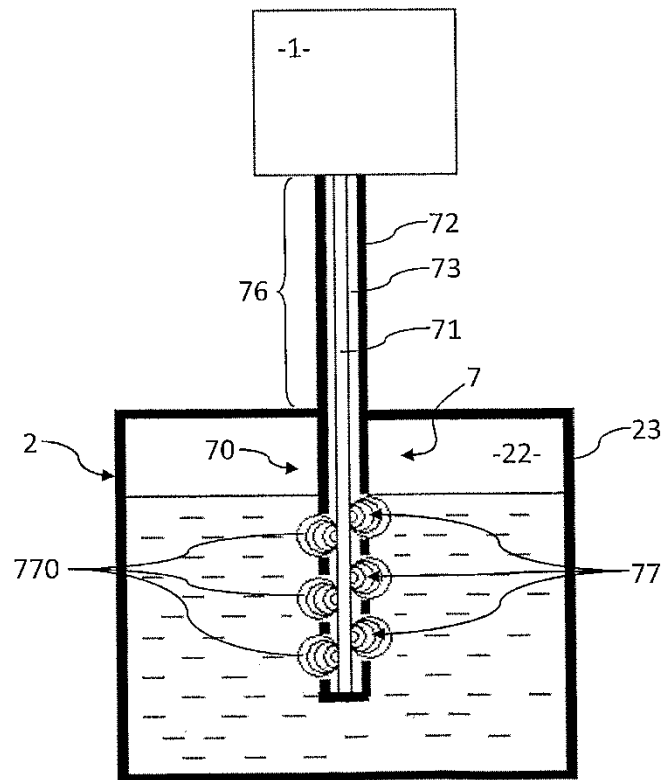
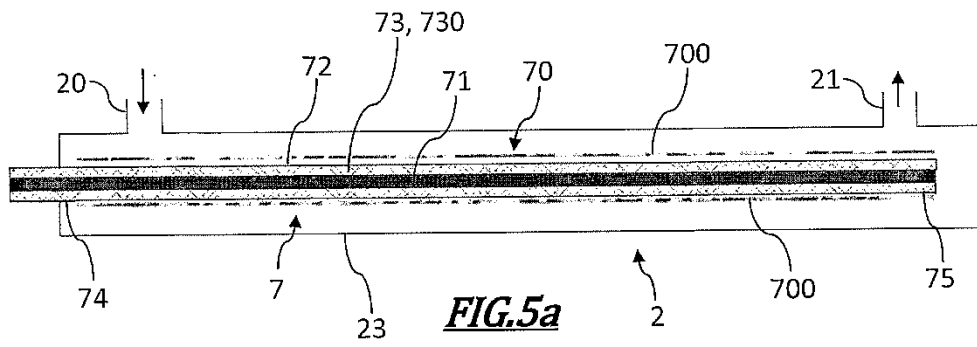
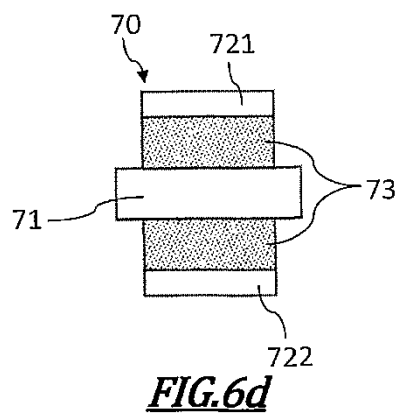
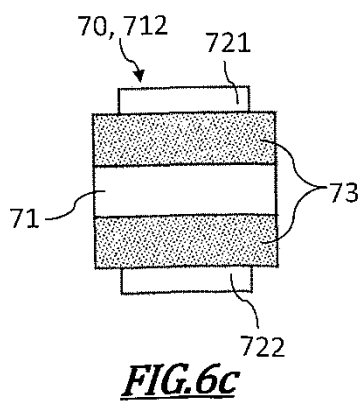
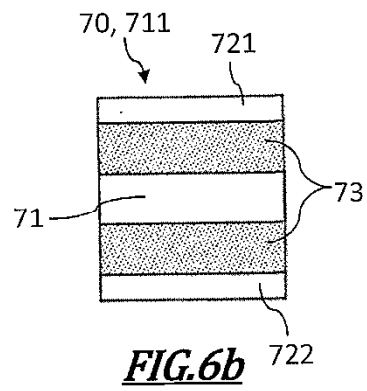
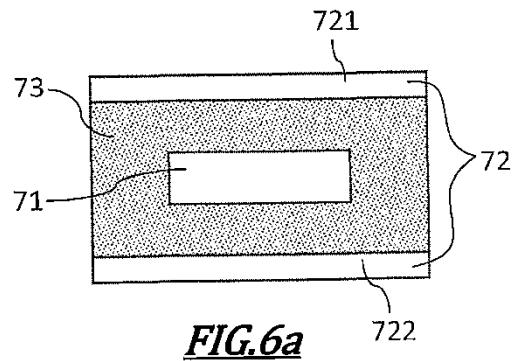
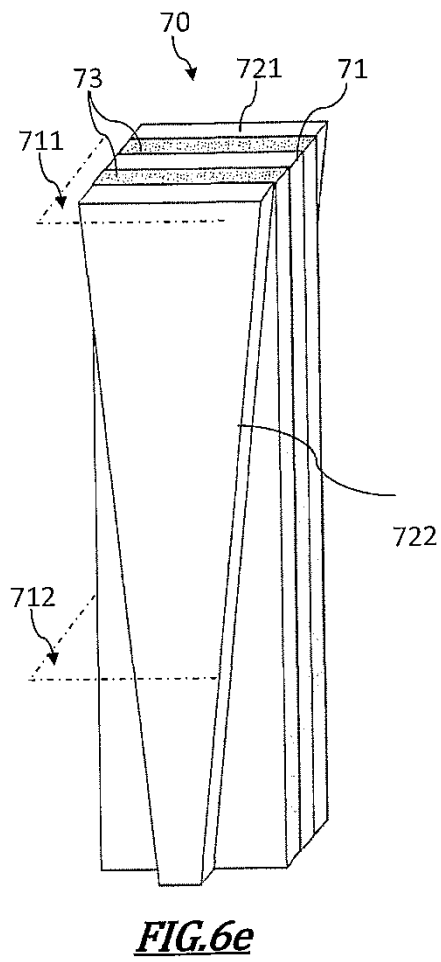
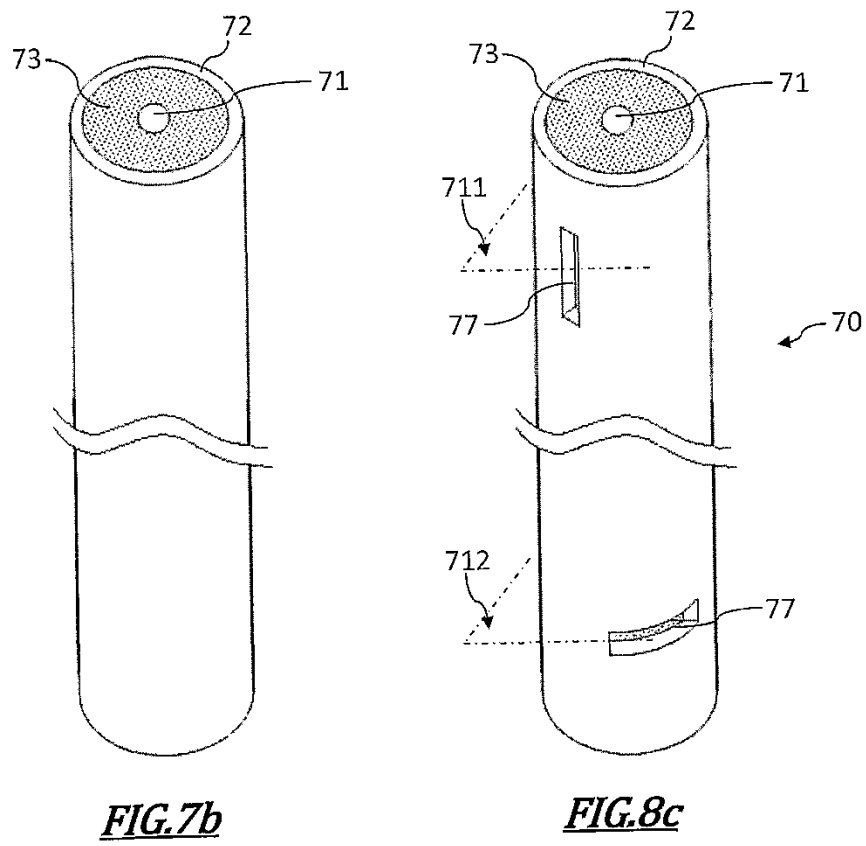
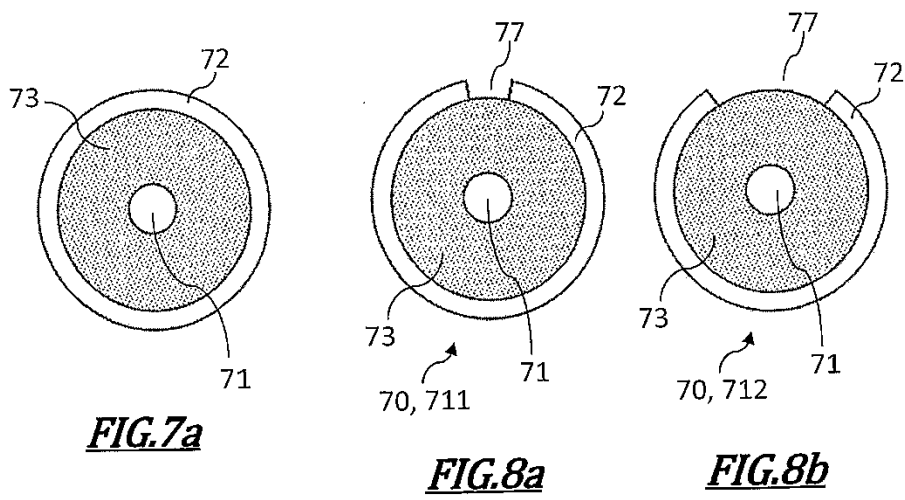


FIG. 4e







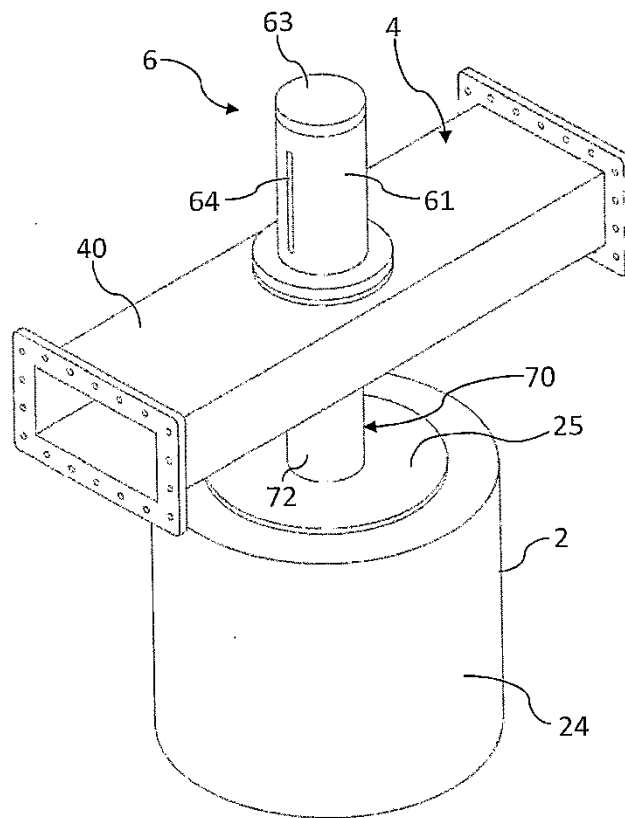
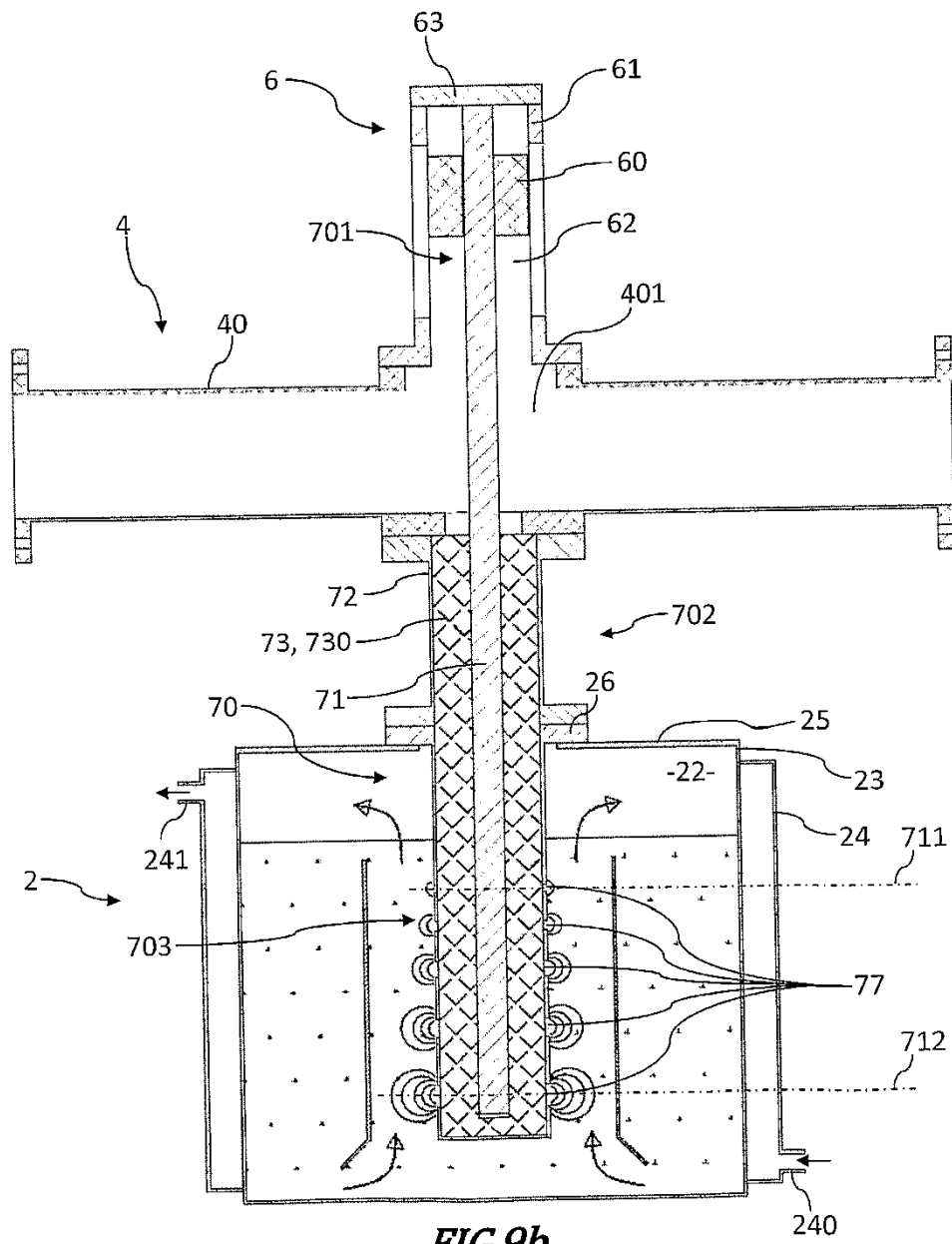
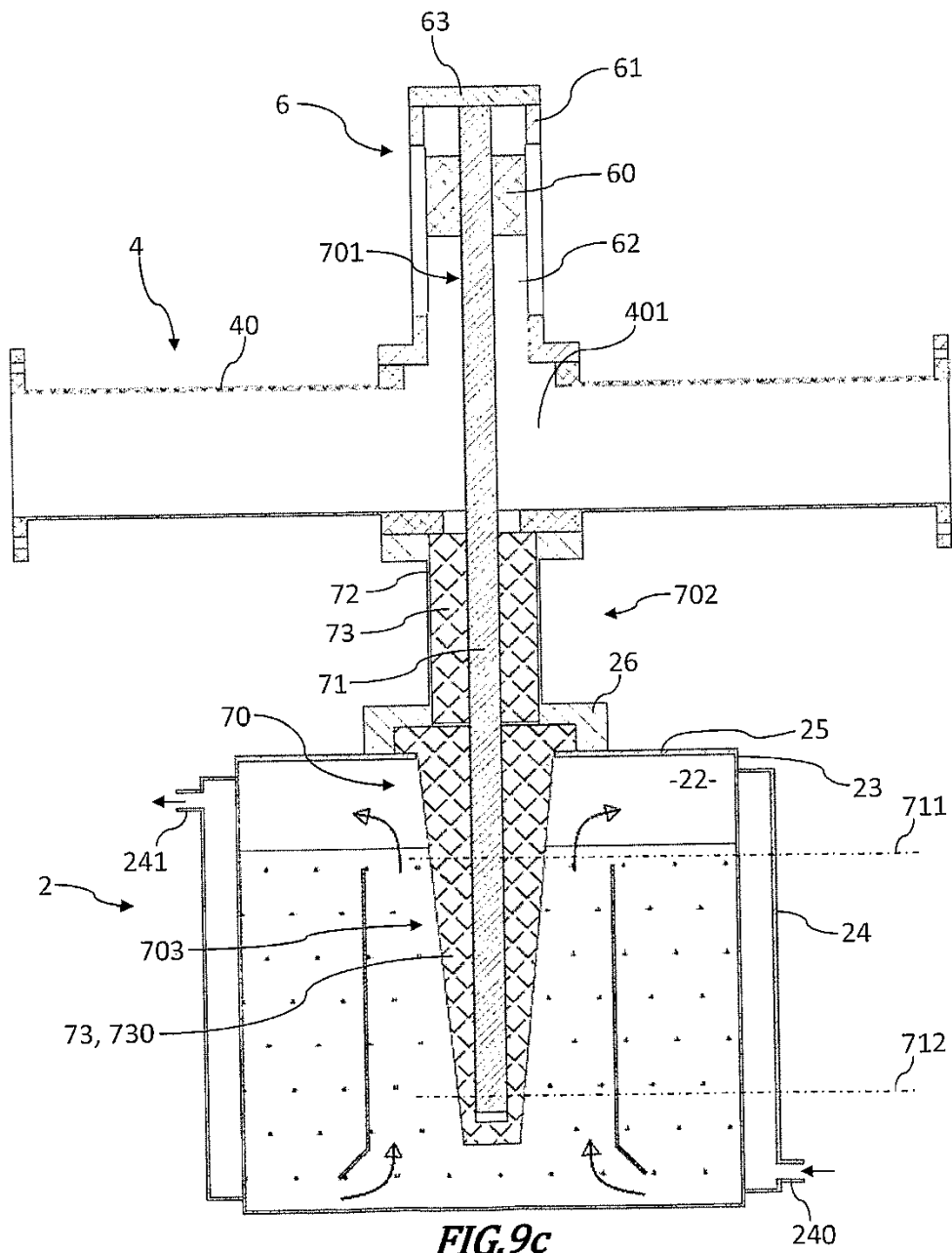


FIG. 9a





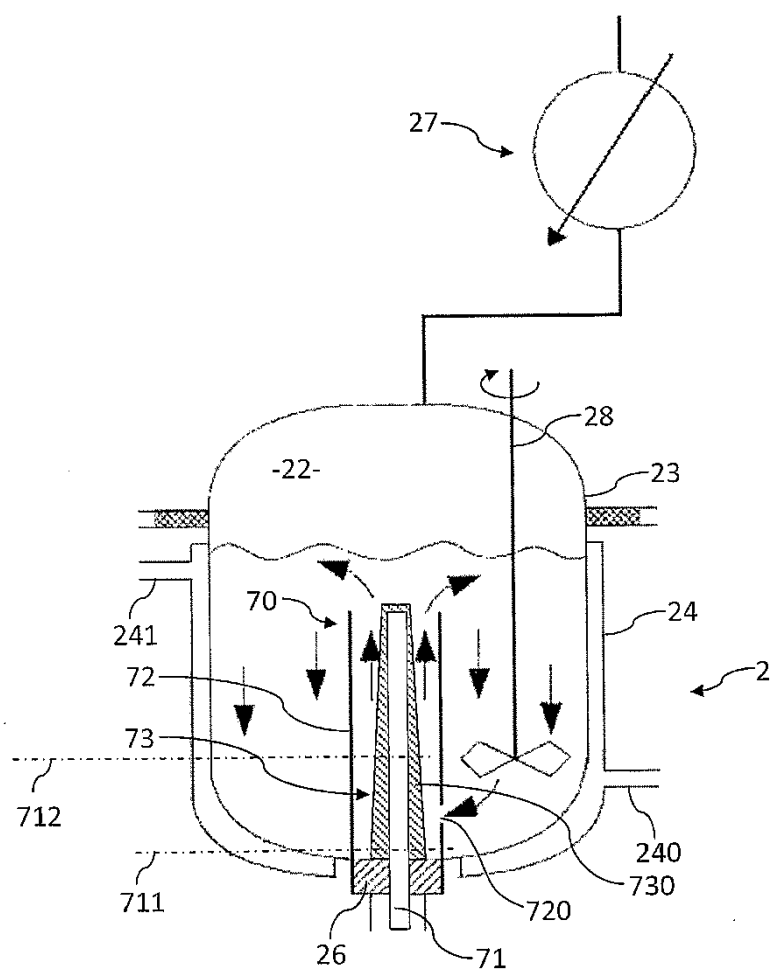


FIG.10

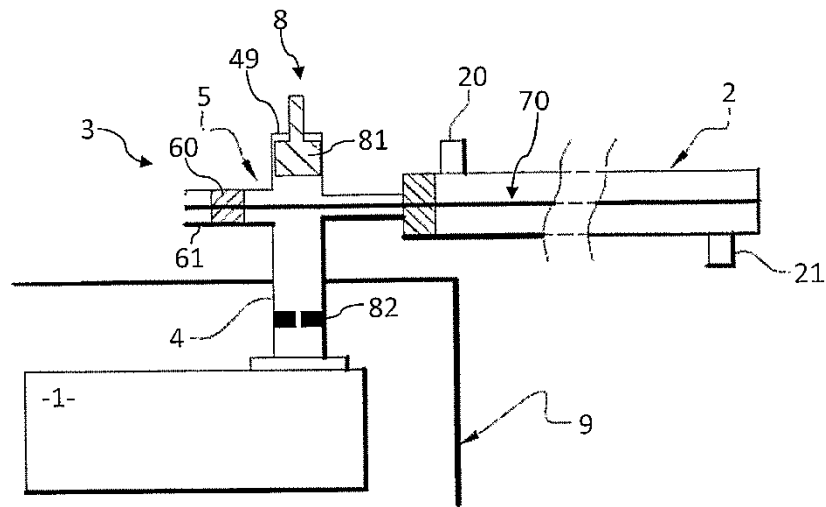


FIG. 11a

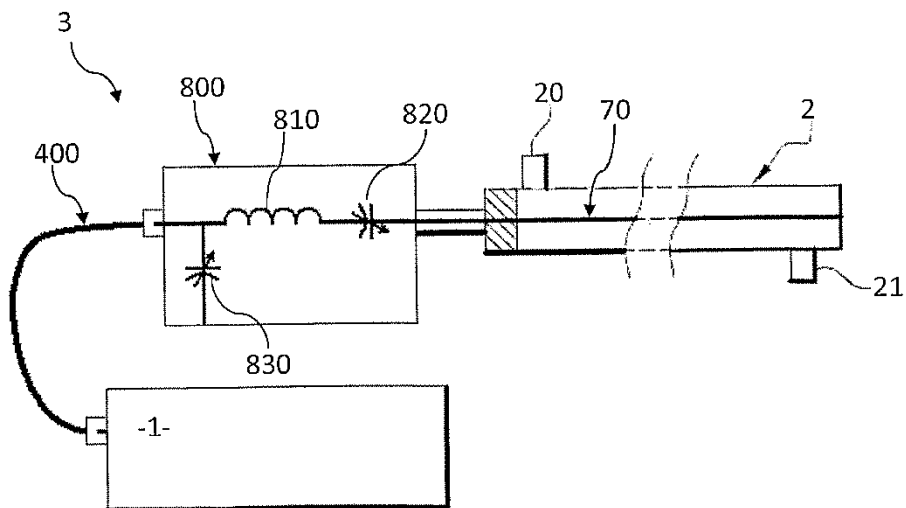


FIG. 11b

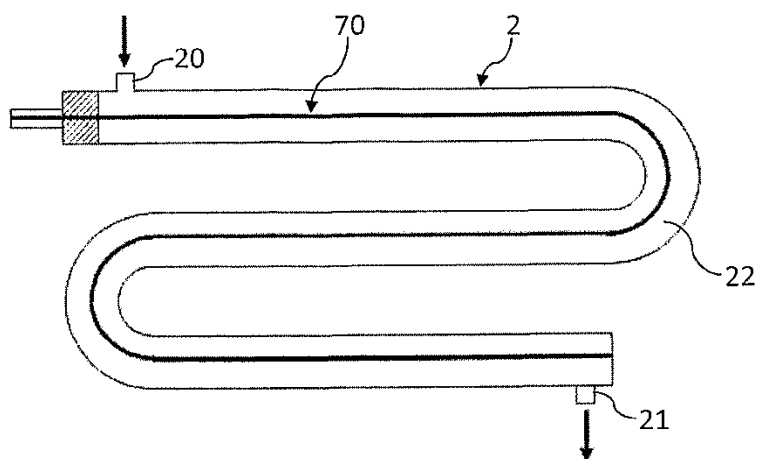


FIG. 12

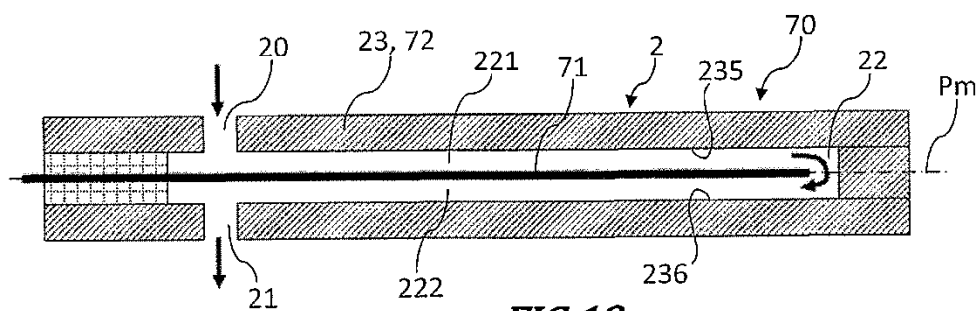


FIG. 13a

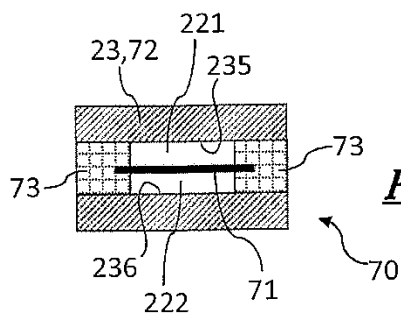


FIG. 13b

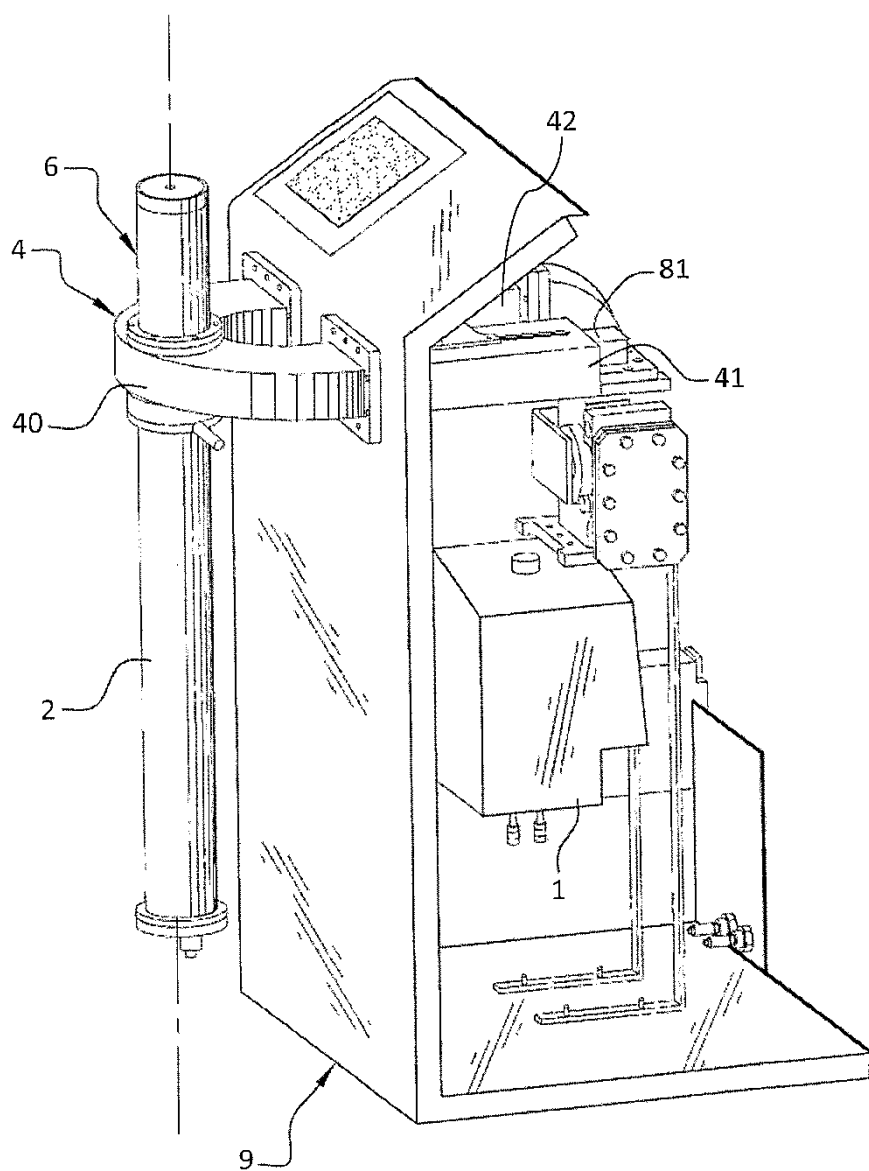


FIG.14

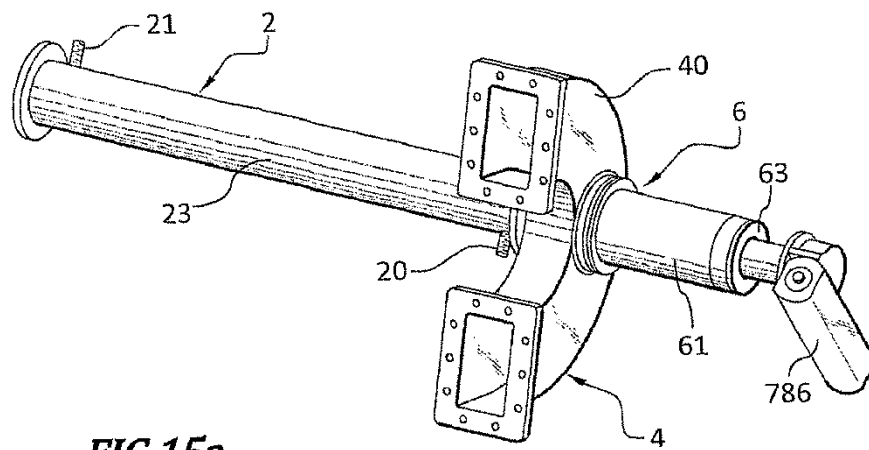


FIG. 15a

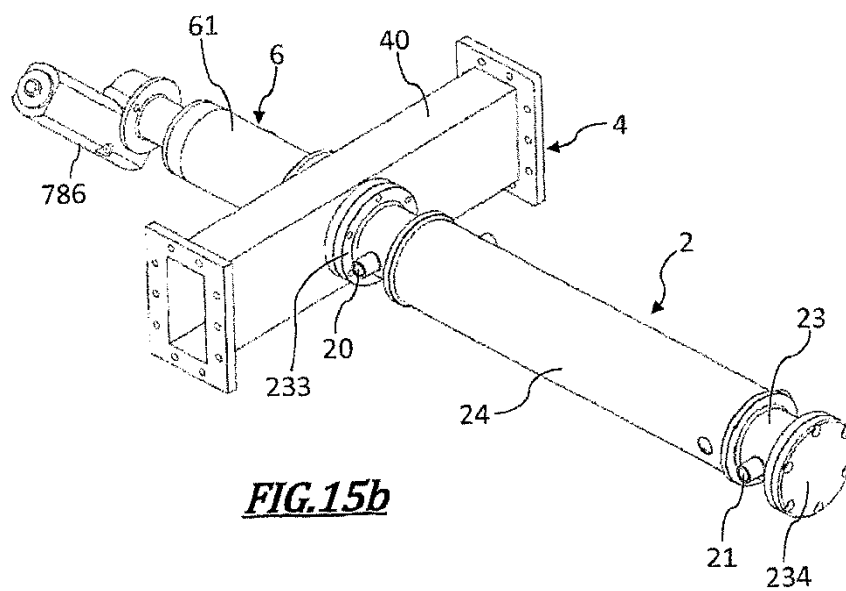


FIG. 15b

