

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 678**

51 Int. Cl.:

B01J 4/00 (2006.01)

B01J 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2018** **E 18205787 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020** **EP 3650115**

54 Título: **Reactor para una reacción química y procedimiento para regular la reacción química**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.05.2021

73 Titular/es:

HEION GMBH (100.0%)
An der Trave 2
23623 Siblin, DE

72 Inventor/es:

LEDWON, ANTON y
LEWTSCHENKO, WALDEMAR

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 828 678 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

Reactor para una reacción química y procedimiento para regular la reacción química

La invención se refiere a un reactor para una reacción química y a un procedimiento para regular la reacción química.

- 5 A partir del documento DE 10 2016 109 639 A1 se conoce un reactor con un espacio de reacción y una carcasa que encierra el espacio de reacción. A través de un elemento de tobera se conduce un primer reactante al espacio de reacción. Otro elemento de tobera lleva un segundo reactante al espacio de reacción, chocando entre sí los dos reactantes con elevada energía cinética. Según el documento DE 10 2016 109 639 A1, se aprovecha la energía cinética para la reestructuración atómica o molecular de al menos uno de los dos reactantes. Los reactantes pueden ser agua y un hidrocarburo líquido tal como, por ejemplo, combustible diésel. Un producto pretendido de la reacción química que tiene lugar en el espacio de reacción, es decir la reestructuración atómica o molecular de al menos uno de los reactantes, es un combustible diésel modificado con el cual es posible una combustión particularmente poco contaminante. Existe una gran necesidad de tales combustibles, especialmente para el uso en motores de combustión, ya que los valores límite de emisión para vehículos a motor son cada vez más estrictos. El documento US2007/212294 da a conocer un reactor con un elemento de tobera que vibra.

- 10 Por regla general, la reestructuración atómica o molecular está asociada a un aporte de energía o a una pérdida de energía químicamente ligada, de modo que, por ejemplo, la reacción química antes mencionada de agua y combustible diésel para preparar un combustible diésel modificado con propiedades mejoradas puede llevar a costes de producción elevados o a un ecobalance desfavorable para el combustible diésel modificado. En particular, si la reacción química tiene solo un rendimiento bajo, puede ocurrir que las ventajas del combustible diésel modificado no justifiquen el elevado gasto de producirlo. El documento US2007/212294 da a conocer un reactor con un elemento de tobera que vibra.

Por tanto, es misión de la invención proveer un reactor en el que se posibiliten reacciones químicas con alto rendimiento y bajo consumo de energía.

- 25 La misión que sirve de base a la invención se resuelve con la combinación de características de acuerdo con la reivindicación 1. De las reivindicaciones subordinadas a la reivindicación 1 se pueden extraer ejemplos de realización de la invención.

- 30 El elemento de tobera del reactor según la invención tiene una entrada para que afluya al menos un reactante al espacio de reacción del reactor, estando el elemento de tobera montado de forma móvil con respecto a la carcasa del reactor. El reactor comprende un dispositivo de sensor mediante el cual se puede captar al menos una magnitud a medir, durante las reacciones químicas que se dan en el espacio de reacción del reactor. Por medio de un dispositivo de ajuste se puede ajustar al menos un parámetro de montaje. Mediante el parámetro de montaje y posiblemente otros parámetros de montaje se puede describir la forma en que está montado el elemento de tobera. Depende de ello, entonces, la manera en que se puede mover el elemento de tobera con respecto a la carcasa y qué movimiento o forma de movimiento es ajustado durante la reacción química. El movimiento del elemento de tobera puede ser estimulado o influenciado por la reacción química o por parámetros del proceso tales como presiones, temperaturas, caudales.

- 40 Además, el reactor según la invención comprende una unidad de mando que está configurada para recibir desde el dispositivo de sensor una señal de medida del dispositivo de sensor, que se basa en la magnitud a medir captada. La unidad de mando puede generar después, en función de la señal de medida, una señal de control para el dispositivo de ajuste. Así es posible ajustar, a través del dispositivo de ajuste y dependiendo de la magnitud a medir captada por el dispositivo de sensor, el al menos un parámetro de montaje.

- 45 La unidad de mando puede comprender un procesador en el cual esté archivada en una memoria la función entre la señal de medida entrante y la señal de control saliente. La señal de control saliente puede depender de otras magnitudes influyentes que son captadas durante la reacción química y remitidas a la unidad de mando como señales influyentes adicionales.

- 50 Según la invención, el dispositivo de sensor posee un sensor para captar una frecuencia a la que oscila el elemento de tobera. El sensor para captar la frecuencia, que puede estar diseñado como sensor de sonido, por ejemplo, envía entonces una señal de medida, correspondiente a la frecuencia captada, a la unidad de mando, la cual, basándose en esta señal de medida, determina o calcula una señal de control y la envía al dispositivo de ajuste. Con arreglo a la señal de control, se reajusta el parámetro de montaje a través del dispositivo de ajuste, lo que influye en el movimiento del elemento de tobera, y en este ejemplo de realización en su frecuencia.

- 55 Sorprendentemente, se ha puesto de manifiesto que mediante el ajuste de la frecuencia se pueden optimizar el rendimiento o el nivel de eficiencia de la reacción química. También se ha puesto de manifiesto que mediante el ajuste de la frecuencia a la que oscila el elemento de tobera se puede influir también en el curso de la reacción química, de manera que se originan productos diferentes.

En un ejemplo de realización se prevén para el elemento de tobera un primer tope y un segundo tope, entre los cuales se puede mover el elemento de tobera. En este caso, la distancia entre el primer tope y el segundo tope constituye el parámetro de montaje ajustable. Por medio de la distancia entre los dos topes para el elemento de tobera, se puede ajustar la amplitud de oscilación del elemento de tobera que se mueve en vaivén entre el primer tope y el segundo tope, lo que influye en su frecuencia.

Preferiblemente, solo uno de los dos topes está configurado como tope móvil, mientras que el otro tope es estacionario y no se puede mover. Dicho tope móvil puede estar comprendido, como parte del dispositivo de ajuste, en un miembro móvil de ajuste. En un ejemplo de realización el miembro de ajuste es un elemento roscado, cuya posición axial se puede ajustar mediante giro. En este caso, el tope móvil actúa preferentemente en la dirección axial del elemento roscado. Si el paso de la rosca del elemento roscado es muy pequeño, se puede ajustar con mucha precisión la posición axial del elemento roscado y, por tanto, la posición efectiva del tope móvil.

La distancia entre el primer tope y el segundo tope para el elemento de tobera puede extenderse paralelamente a una dirección de flujo principal con la que el reactante fluye a través del elemento de tobera. Así, en este ejemplo de realización el elemento de tobera se mueve en paralelo a esta dirección de flujo principal, es decir, o bien en el sentido del flujo principal o en el sentido opuesto, es decir, formando 180° con respecto al sentido del flujo principal.

La distancia entre los topes hace que el montaje del elemento de tobera presente holgura, donde la holgura de montaje proporciona la necesaria libertad de movimiento del elemento de tobera. La holgura puede llegar a valer entre 0,01 y 3 mm, preferiblemente de 0,2 a 2 mm.

Por lo tanto, el elemento de tobera puede entenderse como parte de un sistema de oscilación, que comprende una masa oscilante y un sistema de amortiguación por resorte, donde el tipo de montaje del elemento de tobera en la carcasa dicta el sistema de amortiguación por resorte e influye en el comportamiento de oscilación del elemento de tobera. Por ejemplo, se puede prever un montaje flojo o un montaje tenso del elemento de tobera, donde la fuerza con la que se aprieta el elemento de tobera a la carcasa puede ser considerada también como un posible parámetro de montaje que se puede ajustar mediante el dispositivo de ajuste, con el fin de influir en el movimiento del elemento de tobera. Así pues, mediante el dispositivo de ajuste se puede modificar la fuerza de apriete.

El elemento de tobera puede tener una salida, siendo una sección transversal de flujo de la salida mayor que una sección transversal de flujo de la entrada. En un ejemplo de realización la sección transversal de flujo de un canal de tobera (canal de flujo entre la entrada y la salida) aumenta de manera continua a partir de la entrada. También es posible que la sección transversal de flujo entre la entrada y la salida forme un mínimo (en forma de una constricción, siendo la sección transversal de flujo de esta constricción menor en cada caso que las secciones transversales de flujo de la entrada y la salida) o un máximo.

El canal de tobera puede tener la forma de un cono truncado. El ángulo de abertura del cono truncado puede adoptar valores entre 20 y 70°, de 30 a 60° o, preferiblemente, de 40 a 50°. Aquí, el ángulo de abertura es el ángulo entre la superficie del cono y el eje central del cono truncado.

Por ejemplo, se puede aplicar a la entrada del elemento de tobera una mezcla de dos reactantes, sometida a presión, de modo que la mezcla es presionada a través de la entrada y luego fluye a velocidad elevada a través del elemento de tobera. Los reactantes pueden ser, por ejemplo, agua y un hidrocarburo líquido.

Debido a la mayor sección transversal de flujo en la salida, y a la caída de presión a ello asociada, se pueden formar burbujas en al menos un reactante, que luego se colapsan (cavitación) en el interior del elemento de tobera entre la entrada y la salida o después de la salida del elemento de tobera (visto en el sentido del flujo). Debido al movimiento del elemento de tobera, se producen condiciones de presión cambiantes, preferiblemente alternantes, en particular entre la entrada y la salida del elemento de tobera, aprovechándose según la invención estas condiciones de presión cambiantes de manera que se prolongue en el tiempo la fase de la implosión de las burbujas. La energía desprendida en la desintegración de las burbujas, que de otro modo se desaprovecharía en la cavitación, por ejemplo como energía térmica, se puede aprovechar en este caso, de manera deliberada, para la reestructuración atómica o molecular del al menos un reactante. La oscilación del elemento de tobera posibilita así el aprovechamiento deliberado, para la reacción química, de la energía liberada en la cavitación.

El espacio de reacción también debe comprender el espacio que se encuentra entre la entrada y la salida dentro del elemento de tobera. Por tanto, el espacio de reacción también incluye el canal de tobera. Sin vincularse a esta teoría, se supone que una proporción no insignificante de la reacción química tiene lugar ya en el canal de tobera, es decir, entre la entrada y la salida del elemento de tobera.

El elemento de tobera puede estar configurado como un disco, preferiblemente circular. El disco puede tener una abertura central. La entrada está dispuesta en el plano de una primera superficie de base del disco y la salida está dispuesta en el plano de una segunda superficie de base opuesta. El elemento de tobera está constituido preferiblemente por un cuerpo dotado esencialmente de simetría de rotación, estando configurada la abertura central de manera coaxial con respecto al eje central.

En un ejemplo de realización el elemento de tobera separa el espacio de reacción de una precámara. La precámara

sirve para aportar el al menos un reactante para la reacción química, o la mezcla de varios reactantes, a la entrada del elemento de tobera. El reactante o la mezcla se encuentran bajo presión en la precámara, y pasan al espacio de reacción a través de la entrada del elemento de tobera. En lo que sigue se utilizará únicamente el término "reactante", tanto para el reactante como también para la mezcla.

- 5 En un ejemplo de realización el elemento de tobera no solo sirve para llevar el reactante al espacio de reacción, sino también para procurar condiciones alternantes de presión en el espacio de reacción, mediante las cuales se influye y se controla el curso de la cavitación (la formación de burbujas gaseosas y su implosión). Por lo tanto, el diseño del elemento de tobera, cuya masa constituye la masa oscilante del sistema de oscilación descrito más arriba, depende no solo de cómo esté conformado el canal de tobera, sino también, de manera decisiva, de la conformación externa del elemento de tobera, por ejemplo para conseguir un valor predeterminado para la masa/masa oscilante del elemento de tobera.

- 10 El elemento de tobera puede estar hecho de un material cuya densidad sea superior a 5 g/cm^3 , preferiblemente superior a 8 g/cm^3 . Entran en consideración como materiales para el elemento de tobera el hierro o el latón, por ejemplo. En un ejemplo de realización la proporción entre la masa del elemento de tobera (expresada en g) y la sección transversal de flujo de la entrada (expresada en mm^2) vale entre 30 y 100, de 40 a 80 o de 50 a 70. Por ejemplo, si el diámetro de una sección transversal circular de flujo de la entrada mide 2 mm y la masa del elemento de tobera asciende a 150 g, resulta una proporción entre masa y sección transversal de flujo de 48 g/mm^2 .

- 15 La proporción entre el área total proyectada del elemento de tobera y la sección transversal de flujo de la entrada puede valer entre 500 y 3000, preferiblemente entre 1000 y 2000, debiendo corresponder esta área total al área del elemento de tobera proyectada en el plano de la sección transversal de flujo de la entrada. Si, por ejemplo, el elemento de tobera constituye un disco circular de 80 mm de diámetro, siendo 2 mm el diámetro de la entrada circular del elemento de tobera, resulta una proporción de $1600 (80^2/2^2)$ entre el área total proyectada y la sección transversal de flujo de la entrada.

- 20 En un ejemplo de realización el elemento de tobera está sujeto a la carcasa por medio de una membrana periférica. Si el elemento de tobera está configurado como un disco circular, la membrana periférica puede constituir un anillo. La membrana periférica puede estar firmemente unida a la carcasa en una zona externa, mientras que está unida firmemente al elemento de tobera en una zona interna. Así, gracias a la elasticidad de la membrana, el elemento de tobera está montado de forma móvil con respecto a la carcasa. La membrana puede tener la función adicional de cerrar de manera estanca el espacio de reacción con respecto a la precámara.

- 25 La membrana puede estar hecha de un material elástico, por ejemplo caucho o un elastómero. La disposición de la membrana, la carcasa y el elemento de tobera puede escogerse de manera que, en el estado de reposo del reactor, la membrana se encuentre bajo cierta tensión mecánica. Es posible reajustar o regular de nuevo esta tensión durante el funcionamiento del reactor, en función de la magnitud a medir captada durante la reacción química.

- 30 El reactor puede contar con un miembro de ajuste dotado de una punta acicular que está dispuesta frente a la entrada del elemento de tobera o bien penetra en la entrada del elemento de tobera. En un ejemplo de realización se puede ajustar la posición de la punta acicular con respecto a la entrada del elemento de tobera. Mediante este ajuste se puede influir en el rendimiento de la reacción química o bien en la calidad de los productos resultantes de la reacción química.

- 35 El miembro de ajuste puede tener un canal para aportar otro reactante. Así, además del reactante procedente de la precámara, desde el miembro de ajuste se puede introducir en el canal de tobera otro fluido (líquido, en forma gaseosa o como sólido capaz de fluir, en forma de pequeñas partículas).

- 40 En las proximidades de la entrada pueden estar practicadas estructuras superficiales, por ejemplo –en el caso del ejemplo de realización con el disco circular como elemento de tobera– en la primera superficie de base orientada hacia la precámara. En un ejemplo de realización estas estructuras superficiales están dispuestas en torno a la entrada. Las estructuras superficiales pueden estar configuradas en forma de muescas que discurren radialmente. Las muescas o ranuras también pueden estar dispuestas en forma de espiral en torno a la entrada. Se ha puesto de manifiesto que mediante las estructuras superficiales se modifican las condiciones de flujo (turbulencia acrecentada) ante la entrada del elemento de tobera, de manera que el rendimiento de la reacción química puede aumentar.

- 45 Otra misión de la invención, el proveer un procedimiento para regular una reacción química con el objetivo de un alto rendimiento con el menor aporte energético posible, se resuelve mediante la combinación de características según la reivindicación 11. De las reivindicaciones subordinadas a la reivindicación 11 se pueden extraer ejemplos de realización del procedimiento según la invención.

- 50 En el procedimiento según la invención se utiliza el reactor que se ha descrito en lo que antecede. En el procedimiento según la invención, el elemento de tobera lleva a cabo un movimiento oscilante durante la reacción, captándose al menos un parámetro de oscilación del movimiento oscilante y regulándose la reacción química sobre la base del parámetro de oscilación captado. En un ejemplo de realización, el parámetro de oscilación es la frecuencia del movimiento oscilante del elemento de tobera. En un ejemplo de realización, el valor de consigna para la frecuencia se sitúa entre 16 y 20.000 Hz, de 100 a 10.000 Hz o de 1000 a 5000 Hz. También es posible que la

frecuencia se sitúe en la región de los ultrasonidos, que en este caso comienza en frecuencias por encima de 20.000 Hz (por ejemplo, de 20.000 Hz a 100 kHz).

El procedimiento puede prever que el movimiento oscilante esté limitado por el primer tope descrito más arriba para el elemento de tobera y el segundo tope descrito más arriba para el elemento de tobera, variándose o ajustándose la distancia entre el primer tope y el segundo tope para regular la reacción.

En un ejemplo de realización, para regular la reacción química se modifica la posición del cuerpo acicular con respecto a la entrada del elemento de tobera.

Mediante el dispositivo según la invención o mediante el procedimiento según la invención es posible, en el caso de un hidrocarburo líquido (tal como, por ejemplo, combustible diésel), ligar oxígeno a las cadenas de carbono en cuestión, al objeto de que el combustible diésel sea estable a la oxidación. El oxígeno queda ligado químicamente al hidrocarburo en forma de hidroxilo o de carboxilo.

Durante la combustión en un motor de combustión, este oxígeno cae a un grado de oxidación más bajo y forma los productos de combustión habituales H_2O y CO_2 . Durante la combustión en el motor de combustión, el H_2O formado pasa a la fase de vapor, lo que, junto con la liberación de energía térmica por la combustión, genera energía mecánica en el cilindro del motor de combustión.

Gracias a los átomos de oxígeno adicionales químicamente ligados, el combustible diésel se quema con menores emisiones y altos niveles de eficiencia. En particular, mediante el combustible diésel así modificado se pueden reducir las emisiones de NO_x ya durante la combustión.

Sin vincularse a esta teoría, en el procedimiento según la invención tiene lugar una escisión de las moléculas de agua, en la que se originan iones hidroxilo radicalícos que crean nuevas estructuras químicas con las moléculas del hidrocarburo. En la escisión de las moléculas de agua se evita la fase gaseosa, y el material de reacción permanece en estado líquido. Por tal motivo, esta reacción requiere emplear relativamente poca energía. Se ha comprobado que, inmediatamente después del proceso de modificación, el material elaborado presenta un carácter radicalíco. El tratamiento adicional transforma las estructuras radicalícas, por oxidación, en estructuras estables. La estabilización del estado químico radicalíco se puede efectuar por adición de oxígeno, hidrógeno, CO_2 , metano y otros gases y líquidos. Ello permite dotar al combustible diésel de propiedades más favorables. Por tanto, este procedimiento se basa en la radicalización artificial de los reactantes y su estabilización por oxidación.

El procedimiento también se puede aplicar allí donde se utilicen emulsiones (por ejemplo, en la industria cosmética o alimentaria). Mediante el procedimiento se puede reducir o incluso evitar el empleo de sustancias aditivas que serían de otro modo necesarias, tales como, por ejemplo, tensioactivos.

La invención se explicará con mayor detalle por medio de los ejemplos de realización representados en las Figuras. Estas muestran:

la Figura 1, esquemáticamente, un reactor según la invención;
la Figura 2, partes del reactor según la invención en corte longitudinal;
la Figura 3, un sector ampliado de la Figura 1; y
la Figura 4, la geometría de un canal de tobera.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un reactor, que se designa en su totalidad con el número 1. El reactor 1 incluirá en este caso los componentes que se encuentran dentro de la línea de trazos y puntos. El reactor comprende una carcasa 10 y un espacio 3 de reacción, que está circundado por la carcasa 10. Está dispuesto un elemento de tobera de forma móvil con respecto a la carcasa 10. Este elemento de tobera no está representado en la Figura 1, pero sí en las Figuras 2 y 3, y se designa allí con el número de referencia 30. Un dispositivo 50 de ajuste sirve para ajustar un parámetro de montaje del elemento 30 de tobera montado de forma móvil. En este ejemplo de realización, el parámetro de montaje es la holgura que procura una cierta movilidad del elemento 30 de tobera para que pueda moverse en vaivén o pueda efectuar un movimiento oscilante.

El dispositivo 50 de ajuste está conectado a una unidad 70 de mando a través de una línea 60 de señalización. Un dispositivo 80 de sensor capta al menos una frecuencia a la que oscila el elemento de tobera. El dispositivo 80 de sensor hace llegar la frecuencia captada, o una señal de medida basada en la frecuencia captada, a la unidad 70 de mando a través de una línea 61 de señalización. Basándose en la señal de medida del dispositivo 80 de sensor, la unidad 70 de mando determina una señal de control para el dispositivo 50 de ajuste, que se transmite a través de la línea 60 de señalización. La unidad 50 de mando regula así la frecuencia del elemento 30 de tobera.

El reactor comprende además un segundo dispositivo 90 de ajuste, mediante el cual se puede ajustar la posición axial de una punta acicular (véase el número de referencia 92 en las Figuras 2 y 3) con respecto al elemento 30 de tobera. Se pueden encontrar más detalles acerca de ello en la descripción de la figura referente a las Figuras 2 y 3. El dispositivo 90 de ajuste está conectado a la unidad 70 de mando a través de una línea 62 de señalización. Por lo tanto, también mediante la unidad 70 de mando se puede ajustar la posición axial de la punta acicular.

A través de una bomba 101 se aporta un primer reactante 100 a la carcasa 10 del reactor 1. Además, una bomba

103 bombea al interior de la carcasa 10 un segundo reactante 102 para la reacción química que se da en el reactor. El reactante 100 y el reactante 101 se juntan fuera del reactor 1, de modo que al reactor 1 llega una mezcla de los reactantes 100 y 101. Una bomba 104 se ocupa de hacer circular de vuelta a la carcasa 10 la parte de la mezcla que no ha participado en la reacción química. El reactante 100 puede ser agua. El reactante 102 puede ser un combustible diésel corriente.

Los otros elementos que están representados fuera de la línea de trazos y puntos sirven para el postratamiento de los productos de la reacción química o para detectar fugas. El postratamiento no forma parte de la invención y, por lo tanto, no se describirá con mayor detalle.

La Figura 2 muestra partes del reactor 1 en corte longitudinal, y la Figura 3 muestra un sector ampliado de la Figura 3. La Figura 3 no muestra todas las características de la Figura 2, o bien muestra componentes ligeramente modificados. La carcasa 10 comprende una primera parte 11 de carcasa y una segunda parte 12 de carcasa. En la carcasa 10 está montado, de forma móvil, un elemento 30 de tobera. En el ejemplo de realización representado en las Figuras 2 y 3, el elemento 30 de tobera se puede mover en vaivén a izquierda y derecha, dentro del plano del dibujo.

El elemento 30 de tobera está configurado como un disco circular que tiene un orificio central 31. El orificio central 31 está dispuesto coaxialmente con respecto a un eje central 5 del reactor 1. El orificio central 31 define una entrada 32 y una salida 33 del elemento 30 de tobera y también se le puede considerar el "canal" de la tobera (véase la Figura 3). Se puede apreciar que una sección transversal circular de flujo de la entrada 32 es más pequeña que una sección transversal circular de flujo de la salida 33. La sección transversal de flujo de la salida 33 (expresada en unidades de superficie, con independencia de la forma de la sección transversal de flujo) puede ser mayor, en un factor de 4 o más, que la sección transversal de flujo de la entrada 32. La dirección de flujo principal a través del canal 31 de tobera se extiende paralelamente al eje central 5.

El montaje del elemento 30 de tobera presenta una pequeña holgura, lo que permite el movimiento en vaivén del elemento 30 de tobera en dirección paralela al eje central 5.

El canal 31 de tobera tiene la forma de un cono truncado. El ángulo de abertura del cono truncado, que se designa con α en la Figura 3, mide aproximadamente 45°.

El elemento 30 de tobera presenta una primera superficie 34 de base y una segunda superficie 35 de base distanciada de aquella. La distancia entre la primera superficie 34 de base y la segunda superficie 35 de base corresponde en este caso al grosor del elemento 30 de tobera. El grosor puede medir, por ejemplo, de 1 a 10 mm.

Como se puede deducir de la Figura 2, la primera parte 11 de carcasa forma un canal 13 de entrada a través del cual se lleva a una precámara 2 la mezcla de los reactantes 100 y 102 para la reacción química (el canal de entrada no está representado en la Figura 3). En este caso, la precámara 2 está delimitada por la primera parte 11 de carcasa y el elemento 30 de tobera. La mezcla de agua y combustible diésel, que está sometida a presión, pasa a través de la entrada 32 al canal 31 de tobera, que desemboca en un espacio 3 de reacción. El canal 31 de tobera debe formar parte de este espacio 3 de reacción, de modo que, en un sentido estricto, el espacio 3 de reacción comienza en la entrada 32 del elemento 30 de tobera, visto en el sentido de flujo de la mezcla. La parte de la mezcla que no pasa a través de la entrada 32 sale de la precámara 2 a través de una abertura 14 de salida y es reenviada a la precámara a través de la bomba 104 (véase la Figura 1).

La segunda parte 12 de carcasa, que encierra el espacio 3 de reacción, presenta un manguito interno cilíndrico 15 y un manguito externo 16, dispuesto coaxialmente a aquel, donde el manguito interno 15 forma la pared propiamente dicha del espacio 3 de reacción. Un espacio anular 4 entre el manguito interno 15 y el manguito externo 16 sirve para recoger el agua y el combustible diésel que puedan escapar, debido a que la precámara 2 no es 100% estanca. Las fugas recogidas se drenan del espacio anular 4 a través de un canal 17 de evacuación.

Además, el espacio 3 de reacción está delimitado por un suplemento 36 con forma de manguito que está colocado de manera coaxial sobre la segunda superficie 35 de base del elemento 30 de tobera. El suplemento 36, que presenta un diámetro ligeramente reducido en comparación con el diámetro del manguito interno 15, sirve para delimitar aún mejor el espacio 3 de reacción con respecto al espacio anular 4.

En un extremo, opuesto al elemento 30 de tobera, del espacio 3 de reactor esencialmente cilíndrico, está prevista una abertura 18 de salida a través de la cual pueden salir del reactor 1 los productos de la reacción que se da en el espacio 3 de reacción.

El elemento 30 de tobera se encuentra retenido por una membrana 40 con forma anular. Una zona interna 41 de la membrana 40 está apretada entre un anillo 37 de sujeción y un borde periférico 38 del elemento 30 de tobera, con grosor reducido. Están previstos orificios roscados 39 para recibir tornillos de sujeción, mediante los cuales se puede aprisionar la zona interna 41 de la membrana 40 entre el anillo 36 de sujeción y el borde 37.

Una zona externa 42 está aprisionada entre la primera parte 11 de carcasa y una brida 19 de sujeción, con forma anular. Mediante tornillos de sujeción, que se pueden enroscar en los orificios roscados 20, se puede sujetar la zona

externa 42 de la membrana entre la primera parte 11 de carcasa y la brida 19 de sujeción.

La holgura mencionada más arriba, que es necesaria para el movimiento en vaivén del elemento 30 de tobera con respecto a la carcasa 10, está definida por un primer tope 21, con forma de anillo, y un miembro 51 de ajuste con un segundo tope 52. La posición axial del segundo tope 52 (en dirección paralela al eje central 5) puede variar debido a la posibilidad de ajuste axial del miembro 51 de ajuste. El miembro 51 de ajuste forma parte del dispositivo 50 de ajuste, y está configurado como elemento roscado. El elemento roscado tiene una rosca externa 53 que coopera con una rosca interna 22 de la brida 19 de sujeción. El miembro 51 de ajuste presenta un dentado externo 54 que engrana con una rueda dentada 55. Cuando se hace girar la rueda dentada 55, este movimiento de rotación se transmite al miembro 51 de ajuste, con lo que, por la cooperación de la rosca externa 53 y la rosca interna 22 de la brida 19 de sujeción, se produce un desplazamiento axial del miembro 51 de ajuste y, por lo tanto, también un desplazamiento axial del segundo tope 52 para el elemento de tobera 30. Dicho de otro modo, la holgura y, por tanto, la amplitud máxima de que disfruta el elemento 30 de tobera se pueden ajustar girando el miembro 51 de ajuste.

En la primera parte 11 de carcasa está previsto, como parte del dispositivo 90 de ajuste, un miembro 91 de ajuste adicional que se puede mover en dirección axial, de manera coaxial con respecto al eje central 5, y que tiene una punta acicular 92 ya mencionada más arriba. La punta acicular 92 atraviesa la entrada 32 y, así, entra en el canal 31 de tobera. El miembro 91 de ajuste tiene un canal 93, a través del cual se puede introducir en el canal 31 de tobera un reactante adicional, además de la mezcla que ha sido llevada a la precámara 2. El miembro 91 de ajuste presenta un dentado externo 94 que engrana con una rueda dentada 95. Una rosca externa 96 del miembro 91 de ajuste coopera con una rosca interna 23 labrada en la primera parte 11 de carcasa, de forma que la rotación de la rueda dentada 95 ocasiona un desplazamiento axial del miembro 91 de ajuste. Así pues, al girar la rueda dentada 95 se puede ajustar la posición axial de la punta acicular 92 con relación al canal 31 de tobera.

La mezcla de agua y combustible diésel llega a la precámara 2 a una presión elevada (por ejemplo, de 2 a 5 bares). La mezcla es presionada así a través de la entrada 32 hacia el interior del canal 31 de tobera donde, debido a las condiciones de flujo y de presión que prevalecen en el canal 31 de tobera o en el espacio 3 de reacción, se produce la formación de burbujas gaseosas que luego se colapsan (cavitación). El flujo y las condiciones de presión estimulan al elemento 30 de tobera para entrar en oscilación, pudiéndose regular mediante el miembro 51 de ajuste la holgura del elemento 30 de tobera. Esta, a su vez, influye en la frecuencia a la que puede oscilar el elemento 30 de tobera. Preferiblemente, se busca una frecuencia de resonancia, de forma que el elemento 30 de tobera oscile a la frecuencia de estímulo.

La energía que se libera cuando las burbujas gaseosas se colapsan es aprovechada para activar el movimiento oscilante del elemento 30 de tobera.

El movimiento oscilante del elemento 30 de tobera es activado así por la implosión de las burbujas gaseosas. Puesto que, según la invención, el elemento 30 de tobera está realizado de forma móvil, la energía de oscilación del elemento 30 de tobera actúa principalmente en dos sentidos paralelos al eje central 5, a saber, hacia la izquierda en la ilustración de la Figura 2, en el sentido del flujo principal, y también en sentido contrario al del flujo principal, es decir, hacia la derecha (en vaivén). Mediante este proceso se altera el curso temporal de la fase de implosión. Dado que la fase de implosión tiene una duración del orden de microsegundos o milisegundos, se puede influir en esta fase de acuerdo con la invención. Es decir, se debe regular preferiblemente el procedimiento de manera que la oscilación entre en resonancia. Se distinguirán dos fases:

a) Acortamiento temporal de la fase de implosión: el acortamiento de la fase de implosión, que ocurre cuando el elemento de tobera se mueve en el sentido del flujo principal, origina el desprendimiento de mayor energía, que se aprovecha para desestructurar las estructuras moleculares (rompiendo las estructuras químicas existentes). En esta fase, la energía de oscilación se aprovecha para una energía activa superior.

b) Prolongación temporal de la fase de implosión: la prolongación temporal de la fase de implosión, que ocurre cuando el elemento 30 de tobera se mueve en sentido contrario al del flujo principal, se aprovecha para la (re)estructuración de las moléculas, ya que el proceso de estructuración requiere una fase temporal más larga.

La oscilación del elemento 30 de tobera también se puede estimular artificialmente (de manera mecánica o eléctrica) (en lugar de por cavitación).

La amplitud de oscilación del elemento 30 de tobera se puede modular de manera que en un reactor parcial se rompan las estructuras moleculares y en otro reactor parcial se reestructuren dichas estructuras moleculares rotas.

Se puede aplicar un potencial eléctrico entre la punta acicular 92 y el elemento 30 de tobera. Puede servir para acelerar el proceso de desestructuración.

En sentido estricto, la invención utiliza la cavitación, si es que lo hace, solamente para estimular el elemento 30 de tobera. Tan pronto como se alcanza la frecuencia deseada y la reacción química está regulada, ya no se habla de una cavitación en el sentido de una liberación desordenada de energía. Más bien, de acuerdo con la invención, se aprovecha deliberadamente la liberación de energía durante la implosión de las burbujas gaseosas para la

reestructuración de al menos un reactante.

La Figura 4 muestra un ejemplo de realización de la geometría del canal 31 de tobera. Partiendo de la entrada 31, el canal 31 de tobera presenta en primer lugar un primer sector 31a con una sección transversal de flujo constante o aproximadamente constante, midiendo el ángulo de abertura en este sector 0° o de 0° a 5° . Al primer sector le sigue un segundo sector 31b, al que también se puede denominar sector de transición. En este sector de transición tiene lugar la transición entre el ángulo de abertura prácticamente nulo del primer sector 31a y el ángulo α de abertura de un tercer sector 31c. En este ejemplo de realización, el ángulo α de abertura mide alrededor de 25° . En el tercer sector 31c, el ángulo α de abertura es constante a lo largo del sector 31c. También es posible que el ángulo de abertura sea cada vez mayor al acercarse a la salida 33.

En la Figura 4 se designa con la letra d el grosor del elemento de tobera. La longitud del primer sector 31 (en paralelo al eje central 5) puede suponer de 10 a 50% del grosor d, por ejemplo 2 mm en el caso de un grosor d de 5 mm. La longitud del segundo sector 31b puede suponer de 5 a 30%. La longitud del tercer sector 31c puede suponer de 20 a 85% del grosor d.

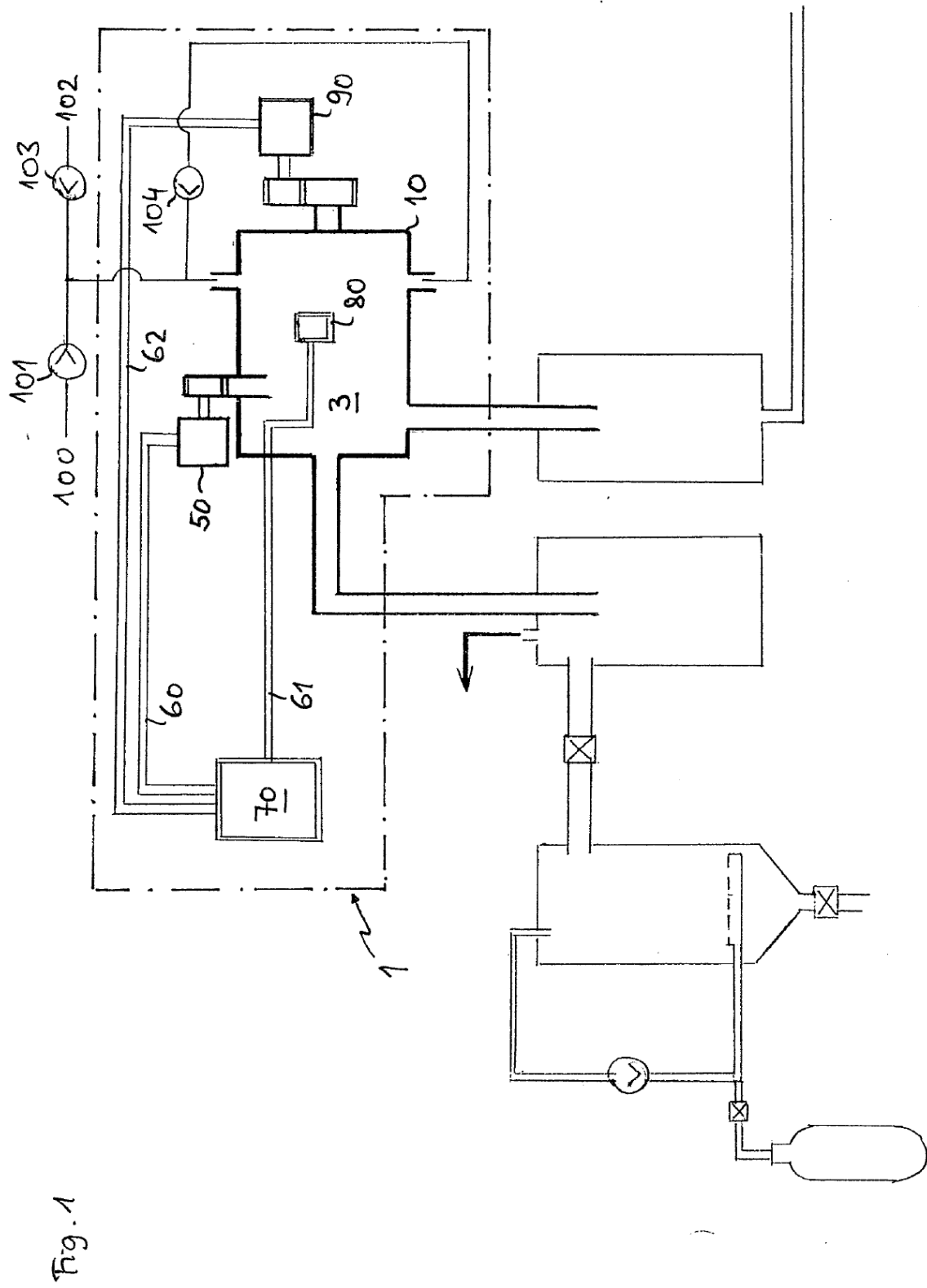
Lista de símbolos de referencia

15	1	reactor
	2	precámara
	3	espacio de reacción
	4	espacio anular
	5	eje central
20	10	carcasa
	11	primera parte de carcasa
	12	segunda parte de carcasa
	13	canal de entrada
	14	canal de salida
25	15	manguito interno
	16	manguito externo
	17	canal de evacuación
	18	abertura de salida
	19	brida de sujeción
30	20	orificio roscado
	21	primer tope
	22	rosca interna
	23	rosca interna
	30	elemento de tobera
35	31	orificio/canal de tobera
	32	entrada
	33	salida
	34	primera superficie de base
	35	segunda superficie de base
40	36	suplemento
	37	anillo de sujeción
	38	borde
	39	orificio roscado
	40	membrana
45	41	zona interna
	42	zona externa
	50	dispositivo de ajuste
	51	miembro de ajuste
	52	segundo tope
50	53	rosca externa
	54	dentado externo
	55	rueda dentada
	60	línea de señal
	61	línea de señal
55	62	línea de señal
	70	unidad de mando
	80	unidad de sensor
	90	dispositivo de ajuste
	91	miembro de ajuste
60	92	punta acicular
	93	canal
	94	dentado externo
	95	rueda dentada

REIVINDICACIONES

1. Reactor (1) para una reacción química, que comprende
 - una carcasa (10) y un espacio (3) de reacción;
 - un elemento (30) de tobera con una entrada (32) para que afluya al menos un reactante al espacio (3) de reacción, estando el elemento (30) de tobera montado de forma móvil con respecto a la carcasa (10);
 - un dispositivo (80) de sensor, mediante el cual se puede captar al menos una magnitud a medir durante la reacción química; y
 - un dispositivo (50) de ajuste, mediante el cual se puede ajustar al menos un parámetro de montaje que influye en el movimiento del elemento (30) de tobera,
- 5 10 - una unidad (70) de mando, que está configurada para recibir desde el dispositivo (80) de sensor una señal de medida del dispositivo (80) de sensor basada en la magnitud a medir y para generar, en función de la señal de medida, una señal de control para el dispositivo (50) de ajuste, poseyendo el dispositivo (80) de sensor un sensor para captar una frecuencia a la que oscila el elemento de tobera.
2. Reactor (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que están previstos un primer tope (21) y un segundo tope (52) para el elemento (30) de tobera, entre los cuales se puede mover el elemento (30) de tobera, siendo el parámetro de montaje ajustable una distancia entre el primer tope (21) y el segundo tope (52).
- 15 3. Reactor (1) según la reivindicación 2, caracterizado por que la distancia se extiende paralelamente a la dirección de flujo principal con la que el reactante fluye a través del elemento (30) de tobera.
4. Reactor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el elemento (30) de tobera tiene una salida (33), siendo una sección transversal de flujo de la salida (33) mayor que una sección transversal de flujo de la entrada (32).
- 20 5. Reactor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el elemento (30) de tobera está configurado como un disco con una abertura central (31).
6. Reactor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el elemento (30) de tobera está sujeto a la carcasa (10) por medio de una membrana periférica (40).
- 25 7. Reactor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que está previsto un miembro (91) de ajuste con una punta acicular (92), que está dispuesta frente a la entrada (32) del elemento (30) de tobera o bien penetra a través de la entrada (32) del elemento (30) de tobera.
8. Reactor (1) según la reivindicación 7, caracterizado por que es posible ajustar la posición de la punta acicular (92) con respecto a la entrada (32) del elemento (30) de tobera.
- 30 9. Reactor (1) según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que la punta acicular (92) tiene un canal (93) para aportar el reactante o un reactante adicional.
10. Reactor (1) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que en las proximidades de la entrada (32) del elemento (30) de tobera están practicadas estructuras superficiales.
- 35 11. Procedimiento para regular una reacción química, que tiene lugar en un espacio (3) de reacción de un reactor según la reivindicación 1, comprendiendo el reactor (1) una carcasa (10) y un elemento (30) de tobera que está montado de forma móvil con respecto a la carcasa (10) y tiene una entrada (32) para que afluya al menos un reactante al espacio (3) de reacción, donde durante la reacción el elemento (30) de tobera lleva a cabo un movimiento oscilante, donde se capta al menos un parámetro de oscilación del movimiento oscilante y donde se regula la reacción utilizando el parámetro de oscilación captado.
- 40 12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que el parámetro de oscilación es una frecuencia del movimiento oscilante del elemento (30) de tobera.
13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, caracterizado por que el movimiento oscilante está limitado por un primer tope (21) para el elemento (30) de tobera y un segundo tope (52) para el elemento de tobera, haciéndose variar, para regular la reacción, la distancia entre el primer tope y el segundo tope.
- 45 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que, para regular la reacción química, se modifica una posición relativa, con respecto a la entrada (32) del elemento (30) de tobera, de una punta acicular (92) que está dispuesta frente a la entrada del elemento de tobera y/o se adentra al menos parcialmente en la entrada del elemento de tobera.

50



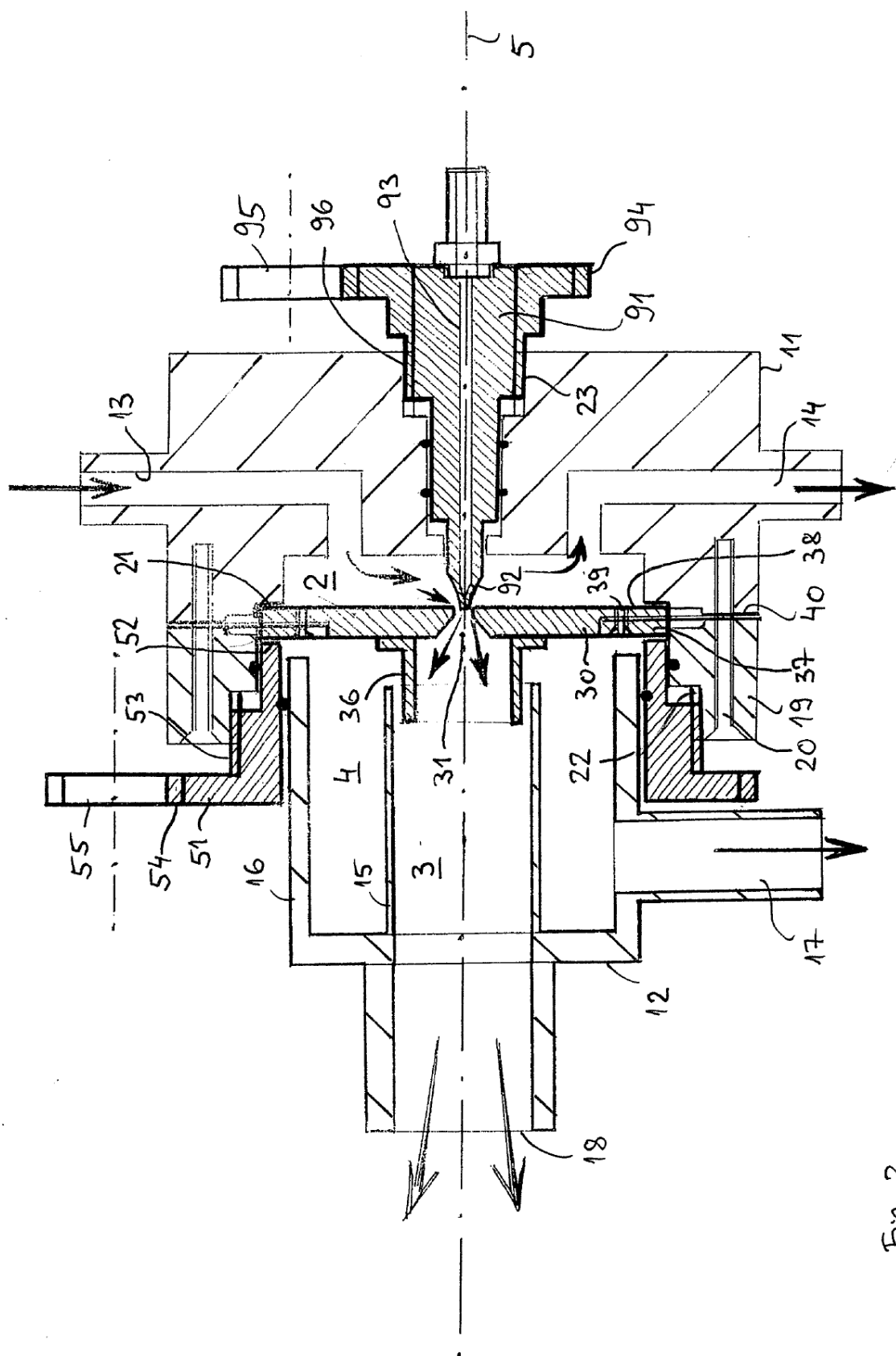


Fig. 2

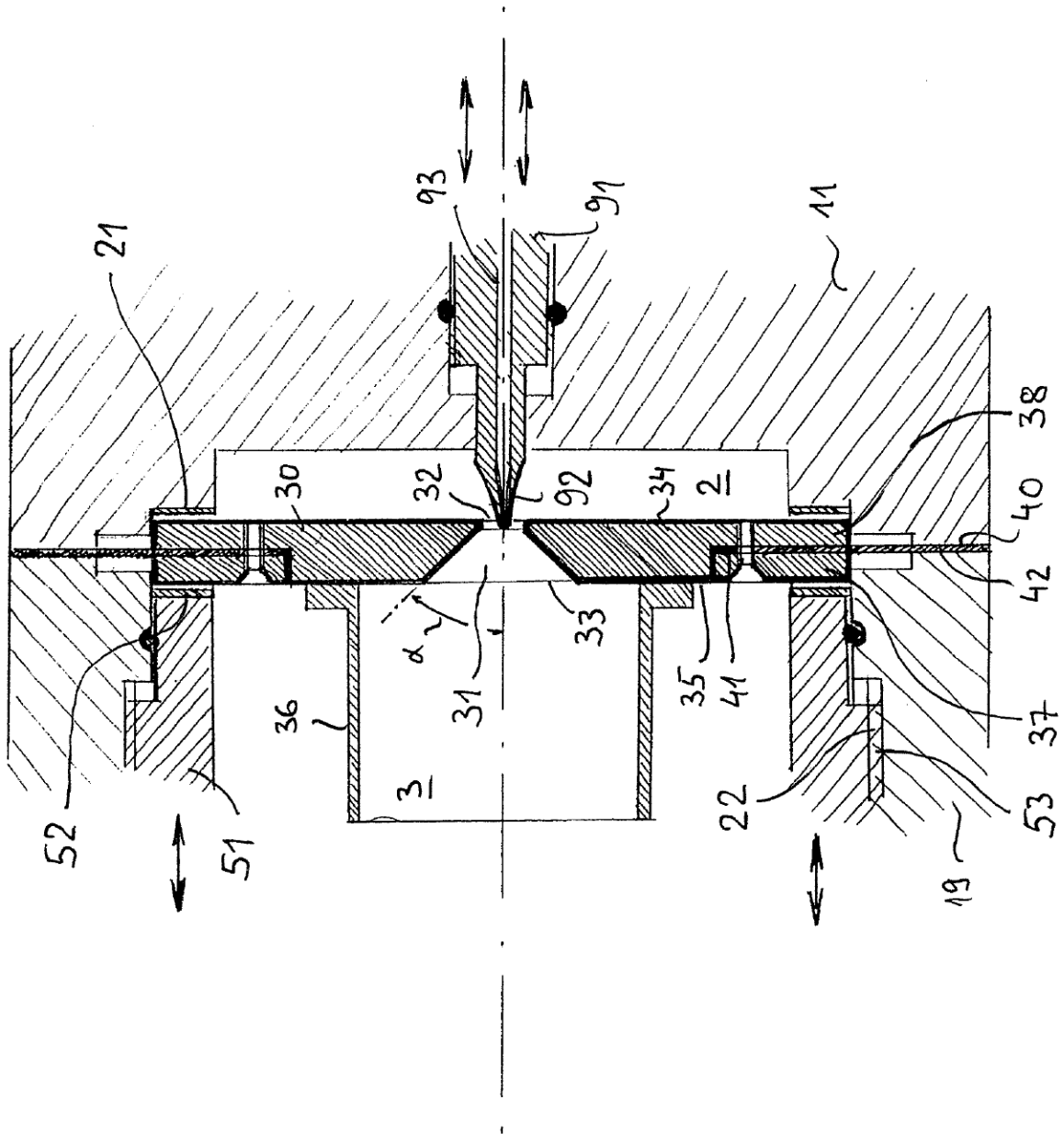


Fig. 3

Fig. 4

