

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 215**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2016 E 16159145 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 3075443**

54 Título: **Dispositivo de mezcla y distribución que comprende una bandeja de distribución con aberturas periféricas**

30 Prioridad:

**01.04.2015 FR 1552784**

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

**17.01.2018**

73 Titular/es:

**IFP ENERGIES NOUVELLES (100.0%)  
1 & 4 avenue de Bois-Préau  
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**BEARD, PHILIPPE;  
BAZER-BACHI, FREDERIC;  
PLAIS, CECILE;  
AUGIER, FREDERIC y  
HAROUN, YACINE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 650 215 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 mezcla y distribución que comprende una bandeja de distribución con aberturas periféricas

5 **Campo técnico**

La presente invención se aplica en el campo de las reacciones exotérmicas y de manera más particular en el de las reacciones de hidrotatamiento, hidrodesulfuración, hidrodesnitrogenación, hidrocrackeo, hidrogenación, hidrodesoxigenación o bien de hidrodesaromatización realizadas en un reactor de lecho fijo. La invención se refiere de manera más particular a un dispositivo de mezcla y distribución de fluidos en un reactor de flujo descendente y a su utilización para la realización de reacciones exotérmicas.

## Estado de la técnica

15 Las reacciones exotérmicas realizadas, por ejemplo, en refinerías y/o en petroquímicas precisan enfriarse con un fluido adicional, denominado fluido de temple, para evitar un embalamiento térmico del reactor catalítico en el que se efectúan. Los reactores catalíticos utilizados para estas reacciones generalmente comprenden al menos un lecho de catalizador sólido. La naturaleza exotérmica de las reacciones necesita conservar un gradiente de temperatura homogénea en el interior del reactor con el fin de evitar la existencia de puntos calientes en el lecho del catalizador comprendido en el reactor. Unas zonas demasiado calientes pueden disminuir prematuramente la actividad del catalizador y/o conllevar reacciones no selectivas y/o conllevar embalamientos térmicos. Por tanto, es importante disponer de al menos una cámara de mezcla en un reactor, situada entre dos lechos de catalizador, que permita una distribución de temperatura homogénea de los fluidos en una sección del reactor y el enfriamiento de los fluidos reactivos a la temperatura deseada.

25 Para efectuar esta homogeneización, el experto en la materia con frecuencia se ve forzado a utilizar una distribución interna específica, con frecuencia compleja, que conlleva la introducción del fluido de temple lo más homogéneamente posible en la sección del reactor. Por ejemplo, el documento FR 2 824 495 A1 describe un dispositivo de temple que permite garantizar un intercambio eficaz entre el o los fluido(s) de temple y el o los fluido(s) del procedimiento. Este dispositivo está integrado en un recinto y comprende una cánula de inyección del fluido de temple, una pantalla de recolección de fluidos, realizando la caja de temple propiamente dicha, la mezcla entre el fluido de temple y el flujo descendente y un sistema de distribución compuesto por una cubeta perforada y una bandeja de distribución. La caja de temple consta de un deflector que garantiza la puesta en movimiento en forma de torbellino de los fluidos según una dirección sustancialmente no radial y no paralela al eje de dicho recinto y aguas abajo del deflector, en el sentido de circulación del fluido reactivo, y al menos una sección de paso de salida de la mezcla de fluidos formada en la caja. Este dispositivo permite paliar ciertos inconvenientes de los diferentes sistemas de la técnica anterior, pero sigue siendo voluminoso.

40 Para remediar el problema del tamaño, se ha desarrollado un dispositivo de mezcla de fluidos en un reactor de flujo descendente que se describe en el documento FR 2 952 835 A1. Este dispositivo comprende un medio de recolección horizontal provisto de un conducto de recolección vertical para recibir los fluidos, un medio de inyección colocado en el conducto de recolección y una cámara de mezcla anular de sección circular situada aguas abajo del medio de recolección en el sentido de circulación de los fluidos. La cámara de mezcla comprende un extremo de entrada conectado al conducto de recolección y un extremo de salida que permite el paso de los fluidos, así como una bandeja de predistribución horizontal que comprende al menos una chimenea. La ventaja de este dispositivo es que es más compacto que el descrito anteriormente y permite garantizar una buena mezcla de fluidos y una buena homogeneidad de la temperatura.

50 Un objetivo de la invención consiste en proponer un dispositivo de mezcla y un dispositivo de distribución de fluidos poco voluminosos cuando se colocan en un reactor catalítico. Otro objetivo de la presente invención consiste en proponer un dispositivo de mezcla y distribución que presente una buena eficacia de mezcla de fluidos y que presente una buena homogeneidad de temperatura y una buena distribución.

55 La solicitante ha puesto a punto un dispositivo combinado de mezcla y distribución de fluidos, que permite disminuir significativamente el espacio dedicado a la mezcla y a la distribución de fluidos, concretamente en un reactor de flujo descendente.

## Objetivos de la invención

60 Un primer objetivo de la invención se refiere a un dispositivo de mezcla y distribución de fluidos para un reactor catalítico de flujo descendente, comprendiendo dicho dispositivo:

- al menos una zona de recolección (A) que comprende al menos un medio de recolección;
- al menos un conducto de recolección sustancialmente vertical adecuado para recibir un fluido reactivo recolectado por dicho medio de recolección y al menos un medio de inyección que desemboca en dicho conducto de recolección para inyectar un fluido de temple;

- al menos una zona de mezcla (B), situada aguas abajo del medio de recolección en el sentido de circulación de los fluidos, comprendiendo dicha zona de mezcla (B) al menos una cámara de mezcla conectada a dicho conducto de recolección y un extremo de salida para evacuar los fluidos;
- 5 - al menos una zona de distribución (C), situada aguas abajo de dicha zona de mezcla (B) en el sentido de circulación de los fluidos, que comprende una bandeja de distribución que se extiende radialmente por toda la sección del recinto del reactor, constando dicha bandeja de distribución de al menos una primera zona (C1) que soporta una pluralidad de chimeneas y una segunda zona (C2); caracterizado por que dicha zona de mezcla (B) está comprendida en un recinto anular situado en la zona de distribución (C), estando dichas zonas de mezcla (B) y de distribución (C) delimitadas al menos por una pared anular que comprende al menos una sección de
- 10 paso lateral adecuada para el paso de los fluidos de dicha zona de mezcla (B) a la primera zona (C1) de dicha zona de distribución (C) y por que la segunda zona (C2) de dicha zona de distribución (C) comprende una pluralidad de aberturas adecuadas para el paso parcial de los fluidos fuera de la zona de distribución (C).

15 Ventajosamente, dicho recinto anular está situado a una distancia D de la bandeja de distribución comprendida entre 50 y 200 mm.

Preferentemente, dicha pared anular de dicho recinto anular está posicionada a una distancia d2 del recinto del reactor, variando la distancia d2 de un 2 % a un 20 % del diámetro del reactor.

20 Ventajosamente, dicha cámara de mezcla está posicionada a una distancia d1 del recinto del reactor, estando dicha distancia d1 comprendida entre 5 y 300 mm.

Preferentemente, la altura de dicho recinto anular está comprendida entre 200 y 800 mm.

25 Ventajosamente, dicha pared anular comprende una pluralidad de secciones de paso lateral distribuidas sobre al menos dos niveles.

Preferentemente, la pared anular del recinto anular es sustancialmente cilíndrica.

30 Ventajosamente, la sección de la cámara de mezcla tiene una sección en paralelogramo.

Preferentemente, la sección de la cámara de mezcla presenta una relación entre la altura "h" de la sección y la anchura "l" de dicha sección que está comprendida entre 0,2 y 5,0. En otro modo de realización, dicha cámara de mezcla tiene una sección en círculo y es tal que el diámetro "d" de dicha cámara de mezcla está comprendido entre

35 0,05 y 0,5 m.

Ventajosamente, el dispositivo según la invención comprende dos cámaras de mezcla.

40 Preferentemente, dicha cámara de mezcla comprende al menos un medio de desviación de fluidos a al menos una de las paredes internas de dicha cámara de mezcla.

Ventajosamente, el dispositivo según la invención comprende además un sistema dispersante dispuesto por debajo de dicha bandeja de distribución, comprendiendo dicho sistema dispersante al menos un dispositivo de dispersión.

45 Ventajosamente, dichas zonas de mezcla (B) y de distribución (C) están delimitadas por dos paredes anulares que comprenden cada una al menos una sección de paso lateral adecuada para el paso de fluidos de dicha zona de mezcla (B) a la primera zona (C1) de dicha zona de distribución (C).

Otro objetivo de la invención se refiere a un reactor catalítico de flujo descendente que consta de un recinto que contiene al menos dos lechos fijos de catalizador separados por una zona intermedia que consta de un dispositivo de mezcla y distribución de fluidos según la invención.

50

#### Descripción de las figuras

55 La figura 1 representa una sección axial de un reactor catalítico de flujo descendente que comprende al menos dos lechos de catalizador sólido y que comprende un dispositivo compacto de mezcla y de distribución de fluidos según la técnica anterior. La flecha en negrita representa el sentido de flujo de los fluidos dentro del reactor.

60 La figura 2 representa una sección axial de un reactor catalítico de flujo descendente que comprende al menos dos lechos de catalizador sólido y que comprende un dispositivo compacto de mezcla y de distribución de fluidos según la invención. La flecha en negrita representa el sentido de flujo de los fluidos dentro del reactor. En la figura 2, en aras de una mayor claridad, no se ha representado la cámara de mezcla.

65 La figura 3 representa una sección del dispositivo compacto de mezcla y de distribución de fluidos según la sección representada por la línea X-X' de trazos discontinuos en la figura 2.

La figura 4 representa una sección axial del dispositivo de mezcla y distribución según la invención.

#### Descripción detallada de la invención

5 El dispositivo compacto de mezcla y de distribución según la invención se utiliza en un reactor en el que se efectúan unas reacciones exotérmicas tales como las reacciones de hidrot ratamiento, hidrodesulfuración, hidrodesnitrogenación, hidro craqueo, hidrogenación o bien hidroaromatización. Por lo general, el reactor tiene una forma alargada a lo largo de un eje sustancialmente vertical. Se hace circular de arriba hacia abajo de dicho reactor al menos un fluido reactivo (también denominado "process fluid" según la terminología anglosajona) a través de al menos un lecho de catalizador. A la salida de cada lecho, a excepción del último, se recolecta el fluido reactivo y luego se mezcla con un fluido de temple (también denominado "quen ch fluid" según la terminología anglosajona) en dicho dispositivo antes de ser distribuido al lecho de catalizador situado aguas abajo de una bandeja de distribución.

15 Las direcciones aguas abajo y aguas arriba se han definido con respecto al sentido de flujo del fluido reactivo. El fluido reactivo puede ser un gas o un líquido o una mezcla que contenga un líquido y un gas; dependiendo del tipo de reacción efectuada en el reactor.

20 Para entender mejor la invención, la descripción que se aporta a continuación, a modo de ejemplo de aplicación se refiere a un dispositivo de mezcla y distribución utilizado en un reactor adaptado para las reacciones de hidrot ratamiento. La descripción de la figura 1 alude a un dispositivo de mezcla y distribución según la técnica anterior, la descripción de las figuras 2 a 4 alude a un dispositivo de mezcla y distribución según la invención. Las figuras 2 a 4 retoman ciertos elementos de la figura 1; las referencias de las figuras 2 a 4 idénticas a las de la figura 1 designan los mismos elementos. Por supuesto, el dispositivo según la invención puede, sin salirse del ámbito de la invención, utilizarse en cualquier reactor o dispositivo y en cualquier sector en el que resulte deseable obtener una buena mezcla y una buena distribución de fluidos.

30 La figura 1 ilustra un dispositivo de mezcla y distribución, según la técnica anterior, dispuesto en un reactor 1 de forma alargada a lo largo de un eje sustancialmente vertical en el que se hace circular de arriba hacia abajo al menos un fluido reactivo a través de dos lechos de catalizador 2 y 14. El fluido reactivo puede ser un gas (o una mezcla de gas) o un líquido (o una mezcla de líquido) o una mezcla que contenga un líquido y un gas. El dispositivo de mezcla y distribución se dispone bajo el lecho de catalizador 2, con respecto al flujo del fluido reactivo en el recinto 1. Una rejilla de soporte 3 permite soportar el lecho de catalizador 2 de manera a liberar un espacio de recolección (A) bajo el mismo (también denominado en este documento zona de recolección (A)). La altura H1 del espacio de recolección (A) típicamente está comprendida entre 10 y 300 mm. Este espacio de recolección o zona de recolección (A) permite recolectar el flujo procedente del lecho de catalizador 2 al nivel del medio de recolección 5.

40 El medio de recolección 5, también denominado pantalla, es una placa sólida abierta únicamente por un sitio 6 para drenar el flujo del fluido hacia la cámara de mezcla anular 9. De este modo, el fluido reactivo procedente del lecho 2 está obligado en la zona de recolección (A) a pasar por el conducto de recolección vertical 7 que comunica con la abertura 6. Se inyecta un fluido de temple en el conducto de recolección 7 a través de un conducto de inyección 8. El fluido de temple puede ser líquido o gaseoso o una mezcla que contenga un líquido o un gas. Dicha cámara 9 está conectada por su extremo de entrada al conducto de recolección 7. El fluido de temple y el fluido reactivo procedente del lecho superior 2 están así obligados a entrar en dicha cámara 9 en la que se mezclan sometiéndose a un flujo giratorio. A la salida de dicha cámara, la mezcla de los fluidos fluye sobre la bandeja de predistribución 11 situada aguas abajo de la cámara de mezcla 9, en el sentido de circulación de los fluidos. Normalmente, la altura H2 (véase la figura 1) tomada entre el medio de recolección 5 y la placa de predistribución 11 está comprendida entre 300 y 600 mm. La cámara de mezcla 9 está posicionada en la periferia del reactor. Las fases gaseosa y líquida de la mezcla se separan sobre la placa perforada 11, que está provista de una o varias chimeneas centrales 4 configuradas para permitir el paso del gas. El líquido pasa por las perforaciones de la placa para formar un flujo de tipo pomo de ducha o de lluvia. El papel de la placa perforada 11 consiste en distribuir el flujo saliente de la cámara de mezcla 9 para alimentar la bandeja de distribución 12 de manera relativamente equilibrada, estando dicha bandeja de distribución 12 posicionada aguas abajo de la placa de predistribución 11, en el sentido de circulación de los fluidos. Normalmente, la altura H3 (véase la figura 1) medida entre la placa de predistribución 11 y la bandeja de distribución 12 está comprendida entre 100 y 700 mm. La bandeja de distribución 12, comprende unas chimeneas 13, que tienen el papel de redistribuir las fases gaseosa y líquida a la entrada del lecho de catalizador 14 situada aguas abajo de esta bandeja de distribución.

60 El dispositivo de mezcla y distribución, según la técnica anterior, comprende, por tanto, una zona de mezcla y una zona de distribución posicionadas la una por encima de la otra, de manera escalonada. La mezcla de fluidos se realiza a una altura H2 y la distribución de fluidos se realiza a una altura H3. En consecuencia, el tamaño total H en el recinto 1 de un dispositivo de mezcla y distribución, según la técnica anterior, es igual a  $H1 + H2 + H3$  (véase la figura 1).

65 La solicitante ha puesto a punto un dispositivo combinado de mezcla y distribución de fluidos, más compacto que el descrito anteriormente y que presenta una buena mezcla de las fases y una buena distribución sobre el lecho de catalizador situado por debajo de tales dispositivos.

La figura 2 representa un dispositivo de mezcla y distribución, según la invención, dispuesto en un reactor 1 de forma alargada a lo largo de un eje sustancialmente vertical en la que se hace circular de arriba hacia abajo al menos un fluido reactivo a través de al menos un lecho de catalizador 2. El dispositivo, según la invención, se dispone bajo el lecho de catalizador 2, con respecto al flujo del fluido reactivo en el recinto 1. Una rejilla de soporte 3 permite soportar el lecho de catalizador 2 para liberar una zona de recolección (A) dispuesta bajo el lecho de catalizador 2. La zona de recolección (A) es necesaria para permitir el drenaje del fluido reactivo hasta un conducto de recolección 7 (que se describirá a continuación). El fluido reactivo que fluye está, por ejemplo, compuesto por una fase gaseosa y una fase líquida. De manera más particular, el fluido reactivo que atraviesa el lecho de catalizador 2 aguas arriba se recolecta en un medio de recolección 5 (también denominado en esta memoria pantalla de recolección) sustancialmente horizontal que lleva a un conducto de recolección 7 sustancialmente vertical, dispuesto bien por debajo de la zona de recolección (A) al nivel de una zona denominada zona de mezcla (B) (tal como se ha representado en la figura 2), bien al nivel de la zona de recolección (A) (no representada en las figuras). Por sustancialmente vertical y por sustancialmente horizontal, se entiende en el sentido de la presente invención una variación de un plano con la vertical, respectivamente, el horizonte, a un ángulo  $\theta$  comprendido entre  $\pm 5$  grados. El medio de recolección 5 está constituido por una placa sólida dispuesta en el plano perpendicular al eje longitudinal del recinto bajo la rejilla de soporte 3 del lecho de catalizador 2. La placa del medio de recolección 5 se extiende por toda la superficie del reactor 1. Consta en su extremo de una abertura 6 a la que está conectado dicho conducto de recolección 7. El medio de recolección 5 permite recolectar el flujo del fluido reactivo procedente del lecho catalítico 2 aguas arriba y dirigirlo hacia dicho conducto de recolección 7. El medio de recolección 5 está alejado de la rejilla de soporte 3 del lecho de catalizador 2 a una altura H'1. La altura H'1 se selecciona de manera que se limite la pérdida de carga durante la recolección del fluido que fluye del lecho de catalizador 2 y se limite la altura de seguridad, es decir, la altura formada por el líquido acumulado en el medio de recolección 5. La altura de protección no modifica el drenaje del fluido reactivo hacia el conducto de recolección 7, ni su flujo por este conducto, ni su flujo a través del lecho catalítico superior 2. Cuando el conducto de recolección 7 y el medio de inyección 8 están situados al nivel de la zona de mezcla (B), la altura H'1 está comprendida entre 10 y 200 mm, preferentemente, entre 30 y 150 mm, de manera aún más preferente, entre 40 y 100 mm. De este modo, el fluido reactivo procedente del lecho 2 está obligado en la zona de recolección (A) a pasar por el conducto de recolección vertical 7. Cuando el conducto de recolección 7 y el medio de inyección 8 están situados al nivel de la zona de recolección (A), la altura H'1 está comprendida entre 10 y 400 mm, preferentemente, entre 30 y 300 mm y aún más preferentemente, entre 50 y 250 mm.

Por debajo de la zona de recolección (A) se encuentra una zona de mezcla (B) y una zona de distribución (C). La zona de mezcla (B) comprende una cámara de mezcla 9 (véase la figura 3) situada aguas abajo del medio de recolección 5 en el sentido de circulación de los fluidos. La cámara de mezcla 9 comprende un extremo de entrada directamente conectado al conducto de recolección 7 y un extremo de salida 10 para evacuar los fluidos. Las consideraciones técnicas del conducto de recolección 7 y del medio de inyección 8 son idénticas a las del dispositivo de mezcla y distribución, según la técnica anterior.

En cuanto a la zona de distribución (C), esta comprende una bandeja de distribución 12 que se extiende radialmente por toda la sección del recinto de reactor. La bandeja de distribución 12 consta de una primera zona (C1) que soporta una pluralidad de chimeneas 13 y una segunda zona (C2), situada en la periferia del recinto del reactor.

Una característica de la presente invención reside en la colocación de la zona de mezcla (B) al mismo nivel que la zona de distribución (C), estando dichas zonas de mezcla (B) y de distribución (C) delimitadas al menos por una pared anular 16 que comprende al menos una sección de paso lateral adecuada para el paso de los fluidos de dicha zona de mezcla (B) a dicha zona de distribución (C).

En una primera variante de realización de la invención, la zona de mezcla (B) está posicionada en un recinto anular 15 que comprende dicha pared anular 16, en la periferia del recinto del reactor, dispuesta de manera concéntrica al recinto del reactor, que comprende al menos una pared anular 16 que delimita interiormente dicha primera zona (C1) de la zona de distribución (C), preferentemente, sustancialmente cilíndrica. La pared anular 16 comprende al menos una sección de paso lateral 17a o 17b adecuada para el paso de fluidos de la zona de mezcla (B) a la zona de distribución (C). Preferentemente, la pared anular 16 comprende al menos dos secciones de paso lateral 17a y 17b.

El extremo de salida 10 de la cámara de mezcla 9 (véase la figura 3) desemboca en el recinto anular 15. La configuración de la cámara de mezcla 9 en la zona de mezcla (B) permite un flujo tangencial de la mezcla de fluidos a la vez en la propia cámara de mezcla y en el recinto anular 15, permitiendo este flujo tangencial optimizar la eficacia de la mezcla. De este modo la mezcla entre el fluido reactivo y el fluido de temple sigue efectuándose a nivel del recinto anular 15. Las dimensiones del recinto anular 15 se seleccionan de tal manera que permitan la rotación de la mezcla de fluidos dentro de dicho recinto anular 15 antes de penetrar en la zona de distribución (C). Según la invención, la altura H'2 del recinto anular 15 está comprendida entre 200 y 800 mm, preferentemente, entre 300 y 700 mm y aún más preferentemente, entre 300 y 600 mm.

En un modo de realización particular (no representado en las figuras), el recinto anular 15 puede estar seccionado, es decir, dicho recinto comprende dos extremos. En este modo de realización, la longitud del recinto anular 15,

definida por el ángulo en los planos que pasan por los dos extremos puede estar comprendida entre 270 y 360 grados, preferentemente, entre 315 y 360 grados.

5 En un modo de realización particular (no representado en las figuras), el recinto anular 15 de la zona de mezcla (B) comprende al menos una abertura (perforación), preferentemente, una pluralidad de aberturas, que permiten recolectar al menos parcialmente los fluidos de la cámara de mezcla 9 que desembocan en el recinto anular 15 y distribuir al menos parcialmente los fluidos en la periferia del recinto por encima de la segunda zona (C2) de la bandeja de distribución 12.

10 El recinto anular 15 rodea interiormente la primera zona (C1) de la zona de distribución (C) que comprende una pluralidad de chimeneas 13 soportada por la bandeja de distribución 12. De manera más específica, las chimeneas 13 están abiertas por su extremo superior por una abertura superior y presentan a lo largo de su pared lateral una serie de orificios laterales (no representados en las figuras). Los orificios laterales y las aberturas superiores están destinadas respectivamente al paso separado de la fase líquida (por los orificios) y de la fase gaseosa (por la  
15 abertura superior) en el interior de las chimeneas, para realizar su mezcla íntima en el interior de dichas chimeneas.

La forma de los orificios laterales puede ser muy variable, Generalmente circular o rectangular, estando estos orificios distribuidos, preferentemente, en cada una de las chimeneas según varios niveles sustancialmente idénticos de una chimenea a otra, generalmente, al menos un nivel y, preferentemente, de 2 a 10 niveles, de manera que se  
20 permita el establecimiento de una interfaz tan regular como sea posible entre la fase gaseosa y la fase líquida.

El recinto anular 15 está situado a una distancia D de la bandeja de distribución 12, estando la distancia D comprendida entre 50 y 200 mm, preferentemente, entre 50 y 150 mm y aún más preferentemente, entre 100 y 150 mm (véase las figuras 2 o 4).

25 Con respecto al dispositivo de mezcla y distribución de la técnica anterior, el dispositivo de mezcla y distribución según la invención no comprende ninguna placa de predistribución 11 provista de chimeneas. En efecto, según la invención esencial del dispositivo según la invención, la cámara de mezcla 9 está posicionada en la periferia del reactor 1, en la zona de mezcla (B) comprendida en un recinto anular 15, situado en el mismo nivel que la zona de  
30 distribución (C). La mezcla y la distribución de los fluidos ya no se realizan en dos niveles distintos. El dispositivo de mezcla y distribución según la invención es por tanto significativamente más compacto con respecto a los conocidos de la técnica anterior. Con respecto al dispositivo según la técnica anterior, tal y como se ilustra en figura 1, el tamaño total del dispositivo de mezcla y distribución es  $H = H'1 + H'2 + D = H'1 + H'3$  (véase la figura 4), correspondiendo  $H'2$  a la altura del recinto anular 15 y  $H'3 = H'2 + D$ .

35 Volviendo a las figuras 2 a 4, el recinto anular 15 está separado de la zona de distribución (C) por una pared anular 16, concéntrica al recinto del reactor y preferentemente sustancialmente cilíndrica, que comprende una pluralidad de secciones de paso lateral 17a y/o 17b que permiten el paso del líquido y del gas procedentes de la cámara de mezcla 9 y que circulan por el recinto anular 15 de la zona de mezcla (B) a la zona de distribución (C). Dichas secciones de paso lateral 17a y/o 17b pueden presentarse indiferentemente en forma de orificio o de hendidura.  
40

Ventajosamente, la pared anular 16 que separa la zona de mezcla (B) de la zona de distribución (C) está situada a una distancia d2 del recinto del reactor 1, estando la distancia d2 comprendida entre un 2 % y un 20 % del diámetro del reactor, preferentemente, entre un 3 % y un 15 % del diámetro del reactor, aún más preferentemente, entre un  
45 6 % y un 12 % del diámetro del reactor.

De este modo, el recinto anular 15 está delimitado del lado externo por el recinto del reactor 1 y del lado interno por dicha pared anular 16, estando dicha pared anular 16 situada en el espacio comprendido entre el recinto del reactor 1 y las chimeneas 13 situadas más hacia el exterior, es decir, distribuyéndose las chimeneas 13 sustancialmente  
50 según el círculo de mayor diámetro.

Preferentemente, la pared anular 16 comprende una pluralidad de secciones de paso lateral 17a y/o 17b distribuidas al menos por un nivel, preferentemente, al menos dos niveles. Volviendo a la figura 2, las secciones de paso lateral 17a permiten en concreto el paso del líquido de la zona de mezcla (B) a la zona de distribución (C) y las secciones de paso lateral 17b permiten en concreto el paso del gas de la zona de mezcla (B) a la zona de distribución (C). En la zona de distribución (C) del dispositivo según la invención, las fases gaseosas y/o líquidas de la mezcla penetran en dicha zona de distribución (C) por medio de unas secciones de paso lateral 17a y 17b situadas en la pared anular 16. La bandeja de distribución 12 se extiende radialmente por toda la zona de distribución (C) del dispositivo y está dispuesta en el plano perpendicular al eje longitudinal del recinto 1 del reactor. Dicha bandeja de distribución 12  
60 permite optimizar la distribución del fluido reactivo enfriado en el lecho catalítico 14 situado aguas abajo de dicha bandeja de distribución 12.

Otra característica de la invención reside en la colocación de una pluralidad de aberturas 18 practicadas en la segunda zona (C2) de la bandeja de distribución 12, situada verticalmente por debajo del recinto anular 15, con el fin de permitir una buena distribución de los fluidos por debajo del segundo lecho de catalizador 14. En efecto, la integración del dispositivo de mezcla con el dispositivo de distribución impide la presencia de chimeneas 13 en toda  
65

la superficie de la bandeja de distribución 12. De este modo, la presencia de aberturas 18 en la periferia de la primera zona (C1) permite distribuir de manera homogénea los fluidos por la periferia del recinto del reactor. Las aberturas 18 están situadas, preferentemente, a una distancia mínima del recinto del reactor, siendo dicha distancia mínima de 20 mm. Dichas aberturas 18 pueden presentarse indiferentemente en forma de orificio o de hendidura. El número, el tamaño y la forma de las aberturas 18 los selecciona el experto en la materia de manera que se garantice la mejor distribución posible de la mezcla de los fluidos por la periferia del recinto del reactor.

En un modo de realización según la invención, la segunda zona (C2) de la bandeja de distribución 12 puede comprender unos dispositivos de distribución de líquido (no representados en las figuras), que se presentan en forma de tubo, provistos de secciones de paso lateral que son unos orificios o hendiduras con cualquier forma. La parte inferior de dichos dispositivos de distribución de líquido comunica con las aberturas 18 de la segunda zona (C2) de la bandeja de distribución 12.

Volviendo a la figura 3, la cámara de mezcla 9 tiene una forma sustancialmente anular y puede tener una sección en forma de paralelogramo o circular. Por sección de paralelogramo, se entiende cualquier sección de cuatro lados, cuyos lados opuestos de dicha sección son paralelos dos a dos, por ejemplo, la sección en forma de paralelogramo puede ser una sección rectangular, una sección cuadrada o una sección con forma de rombo. Por sección circular, se entiende una sección con forma de círculo u ovalada. Sea cual sea la forma de la sección de la cámara de mezcla 9, la altura o el diámetro de dicha cámara se seleccionará de manera que se limite al máximo la pérdida de carga y de manera que se limite el tamaño espacial en el reactor.

La longitud de la cámara de mezcla 9 está definida por el ángulo formado por los planos que pasan por los dos extremos de dicha cámara (representada por el ángulo  $\beta$  en la figura 3). La longitud de dicha cámara está comprendida entre 0 y 270 grados. Preferentemente, la longitud de dicha cámara está comprendida entre 30 y 180 grados, más preferentemente, entre 90 y 120 grados. Ventajosamente, la cámara de mezcla 9 está situada a una distancia  $d_1$  del recinto del reactor 1, estando dicha distancia  $d_1$  comprendida entre 5 y 300 mm, preferentemente, entre 5 y 150 mm (véase la figura 3).

Cuando la sección de la cámara de mezcla tiene una sección en paralelogramo, las dimensiones de la sección de altura "h" y de anchura "l", son tales que la relación entre la altura "h" y la anchura "l" está comprendida entre 0,2 y 5,0, preferentemente entre 0,5 y 2,0.

La altura "h" de la cámara de mezcla se selecciona de manera que se limite al máximo la pérdida de carga y de manera que se limite el tamaño espacial en el reactor. En efecto, la pérdida de carga del dispositivo de mezcla según la invención depende de la sección de la cámara de mezcla.

Cuando la sección de la cámara de mezcla es de sección circular (en círculo), el diámetro "d" de dicha cámara de mezcla está comprendido entre 0,05 y 0,5 m, más preferentemente, entre 0,1 y 0,4 m, preferentemente, entre 0,15 y 0,4 m, aún más preferentemente, entre 0,15 y 0,25 m, aún más preferentemente, entre 0,1 y 0,35 m. La pérdida de carga del dispositivo según la invención depende del diámetro en la cámara de mezcla.

La pérdida de carga sigue una ley clásica de pérdida de carga y puede estar definida por la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \rho_m V_m^2 \chi \quad (1)$$

donde  $\Delta P$  es la pérdida de carga,  $\rho_m$  la densidad media de la mezcla gas+líquido en la cámara de mezcla,  $V_m$  la velocidad de la mezcla gas+líquido y  $\chi$  es el coeficiente de pérdida de carga asociado con el dispositivo de mezcla. El intervalo preferente de pérdida de carga durante el dimensionamiento de dispositivos industriales es de 5kPa (0,05 bar) <  $\Delta P_{\max}$  < 5 kPa (0,5 bar) (1 bar =  $10^5$  Pa), preferentemente, 10 kPa (0,1 bar) <  $\Delta P_{\max}$  < 25 kPa (0,25 bar).

Según un modo de realización particular de la invención, cuando la sección de la cámara de mezcla tiene una sección en forma de paralelogramo, la salida 10 de la cámara de mezcla 9 tiene una altura "h'" y/o una anchura "l'" inferior a la altura "h" y/o la anchura "l" de la sección de la cámara de mezcla 9 (sin salida) con el fin de mejorar la homogeneidad de la mezcla. La relación h'/h y/o l'/l está comprendida entre 0,5 y 1, preferentemente entre 0,7 y 1.

Según otro modo de realización particular de la invención, cuando la sección de la cámara de mezcla tiene una sección circular, la salida 10 de la cámara de mezcla 9 tiene un diámetro "d'" inferior al diámetro "d" de la sección de la cámara de mezcla 9 (sin salida) con el fin de mejorar aún más la homogeneidad de la mezcla. La relación d'/d está comprendida entre 0,5 y 1, preferentemente entre 0,7 y 1.

Ventajosamente, la cámara de mezcla 9 puede comprender al menos un medio de desviación (no representado en las figuras) en al menos una de las paredes internas de dicha cámara de mezcla. La presencia de al menos un medio de desviación de la mezcla de fluidos que atraviesan dicha cámara permite aumentar la superficie de intercambio entre las dos fases y, por tanto, la eficacia de las transferencias de calor y de materia entre la fase líquida y la fase gaseosa que atraviesan dicha cámara. Dicho medio de desviación puede presentarse en varias

formas geométricas que permiten mejorar la eficacia de la cámara de mezcla, quedando entendido que dichas formas permiten una desviación al menos parcial del trayecto de la mezcla de fluidos que atraviesan dicha cámara.

5 Por ejemplo, el medio de desviación puede presentarse en forma de chicana, de sección triangular, cuadrada, rectangular, ovoide o cualquier otra forma de sección. El medio de desviación puede presentarse, asimismo, en forma de una o varias aleta(s) o bien de una o varias pala(s) fija(s).

10 En un modo de realización particular, según la invención, dos cámaras de mezcla 9 pueden posicionarse en la zona de mezcla (B) con el fin de reducir la altura "h" o el diámetro "d" de dichas cámaras de mezcla, a la vez que se garantiza una buena mezcla de fluidos y una buena homogeneidad de temperatura. Preferentemente, las dos cámaras de mezcla están diametralmente opuestas en el recinto del reactor. Para cada cámara de mezcla 9, se asocian un conducto de recolección 7 y un medio de inyección 8.

15 Por debajo de la bandeja de distribución 12, puede posicionarse un sistema de dispersión de manera que los fluidos se distribuyan uniformemente sobre el lecho de catalizador 14 situado aguas abajo de dicho sistema. El sistema de dispersión comprende uno o varios dispositivos de dispersión 19 (véase la figura 4) que puede asociarse con cada chimenea 13, ser común para varias chimeneas 13 o bien ser común para el conjunto de chimeneas 13 de la bandeja de distribución 12. Cada dispositivo de dispersión 19 tiene una geometría sustancialmente plana y horizontal, pero que puede tener un perímetro con cualquier forma. Por otra parte, cada dispositivo de dispersión 19 puede estar situado a diferentes alturas. Ventajosamente, dicho dispositivo de dispersión se presenta en forma de rejillas y puede comprender eventualmente unos deflectores.

20 La distancia que separa el sistema de dispersión del lecho de sólidos granulados situado inmediatamente por debajo se selecciona de manera que el estado de la mezcla de las fases gaseosas y líquidas se conserve tanto como sea posible tal y como está a la salida de las chimeneas 13. Preferentemente, la bandeja de distribución 12 y el lecho de catalizador 14 situado por debajo de dicha bandeja de distribución están comprendidos entre 50 y 400 mm, preferentemente, entre 100 y 300 mm. La distancia entre la bandeja de distribución 12 y dicho dispositivo de dispersión 19 está comprendida entre 0 y 400 mm, preferentemente, entre 0 y 300 mm. En un modo de realización particular, la bandeja de distribución 12 está posada sobre el dispositivo de dispersión 19.

25 Por supuesto, la variante de realización de la invención que se presenta en lo sucesivo no es más que una ilustración de la invención y en ningún caso es limitativa. Se pueden contemplar otras variantes de realización del dispositivo de mezcla y distribución.

30 Por ejemplo, la zona de distribución (C) puede posicionarse en la periferia del recinto del reactor, delimitando interiormente la zona de mezcla (B) mediante la pared anular 16. En este modo particular de realización, la primera zona (C1) de la zona de distribución (C) está situada en la periferia del recinto del reactor, la segunda zona (C2) está situada en el interior de dicha primera zona (C1), por debajo de la zona de mezcla (B), a una distancia D de la bandeja de distribución 12 comprendida entre 50 y 200 mm, comprendiendo dicha segunda zona (C2) una pluralidad de aberturas 18 adecuadas para el paso parcial de fluidos fuera de dicha zona de distribución (C).

35 En otra variante de realización de la invención, la zona de mezcla está comprendida en el recinto anular 15, siendo la posición de dicho recinto anular tal que forma dos primeras zonas (C1, C'1) delimitadas cada una por una pared anular 16 que comprende cada una al menos una sección de paso lateral adecuada para el paso de fluidos de dicha zona de mezcla (B) a la zona de distribución (C) y una segunda zona (C2) situada por debajo de dicha zona de mezcla (B) a una distancia D de la bandeja de distribución 12 comprendida entre 50 y 200 mm, comprendiendo dicha segunda zona (C2) una pluralidad de aberturas 18 adecuadas para el paso parcial de fluidos fuera de dicha zona de distribución (C). En esta variante de realización, la distancia "d2" está comprendida entre el recinto del reactor y la pared 16 más próxima al recinto del reactor, es decir, la pared de mayor diámetro.

40 Con respecto a los dispositivos descritos en la técnica anterior y de manera más particular todavía con respecto al dispositivo divulgado en el documento FR 2 952 835, el dispositivo de mezcla y distribución, según la invención, presenta las siguientes ventajas:

- 45
- 55 - una mayor compactibilidad debido a la integración a la misma altura de la zona de mezcla y de la zona de distribución de fluidos;
  - una buena eficacia térmica y una buena eficacia de mezcla gracias al flujo giratorio en la cámara de mezcla, en el recinto anular y sobre o al nivel de la bandeja de distribución.

60 **Ejemplo**

En los siguientes ejemplos, se compara el dispositivo, según la invención, (Dispositivo B) con un dispositivo no conforme a la invención (Dispositivo A). Para los dos dispositivos, se considera que las alturas H1 y H'1 del espacio de recolección (A) son idénticas e iguales a 120 mm. De la misma manera, la altura entre la bandeja de distribución 12 y el alto del segundo lecho catalítico 14 se ha fijado en 400 mm. Las comparaciones entre estos dos dispositivos



se basan en su compactibilidad en un reactor catalítico. Estos ejemplos se presentan en esta memoria a modo de ilustración y no limitan en modo alguno el alcance de la invención.

Dispositivo A (no conforme a la invención):

5 Para un diámetro de reactor de 5 m, el tamaño de un dispositivo de mezcla clásico, tal como el que se divulga en el documento FR 2 952 835 A1, comprendido entre el extremo superior del conducto de recolección 7 y la bandeja de predistribución 11 es de aproximadamente 650 mm. El tamaño es de aproximadamente 950 mm si se añade el tamaño de la bandeja de distribución 12 situada por debajo de la placa de predistribución 11 (correspondiente a una altura H3 = 300 mm).  
10

De este modo, el tamaño total de un dispositivo de mezcla y distribución clásico tomado entre la parte baja del primer lecho catalítico 2 y la parte alta del segundo lecho catalítico 14 es de  $120 + 950 + 400 = 1470$  mm.

15 Dispositivo B (conforme a la invención):

Para un diámetro de reactor de 5 m, la altura H'2 del recinto anular del dispositivo según la invención es de 600 mm y la distancia "d2" comprendida entre la pared 16 del recinto anular 15 y el recinto del reactor es de 350 mm, lo que permite que los fluidos giren en el recinto anular.  
20

La distancia D entre el recinto anular 15 y la bandeja de distribución 12 es de 150 mm.

La altura de la zona de distribución H'3 es de 750 mm.

25 De este modo, el tamaño total del dispositivo de mezcla y distribución, según la invención, tomado entre la parte baja del primer lecho catalítico 2 y la parte alta del segundo lecho catalítico 14, es de  $120 + 750 + 400 = 1270$  mm. Así, a efectos de comparación, el dispositivo según la invención, permite un ahorro de espacio de aproximadamente un 14 % con respecto al dispositivo A. El espacio ganado por la compactibilidad del dispositivo según la invención con respecto al dispositivo de la técnica anterior puede utilizarse así para los lechos de catalizador. De este modo el  
30 dispositivo, según la invención, permite mejorar asimismo el rendimiento de un reactor mediante un aumento de la cantidad de catalizador en los lechos catalíticos.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de mezcla y distribución de fluidos para un reactor catalítico de flujo descendente, comprendiendo dicho dispositivo:
- al menos una zona de recolección (A) que comprende al menos un medio de recolección (5);
  - al menos un conducto de recolección (7) sustancialmente vertical adecuado para recibir un fluido reactivo recolectado por dicho medio de recolección (5) y al menos un medio de inyección (8) que desemboca en dicho conducto de recolección (7) para inyectar un fluido de temple;
  - 10 - al menos una zona de mezcla (B), situada aguas abajo del medio de recolección (5) en el sentido de circulación de los fluidos, comprendiendo dicha zona de mezcla (B) al menos una cámara de mezcla (9) conectada a dicho conducto de recolección (7) y un extremo de salida (10) para evacuar los fluidos;
  - al menos una zona de distribución (C), situada aguas abajo de dicha zona de mezcla (B) en el sentido de circulación de los fluidos, que comprende una bandeja de distribución (12) que se extiende radialmente por toda la sección del recinto del reactor, constando dicha bandeja de distribución (12) al menos de una primera zona (C1) que soporta una pluralidad de chimeneas (13) y una segunda zona (C2);
  - 15 caracterizado por que dicha zona de mezcla (B) está comprendida en un recinto anular (15) situado en la zona de distribución (C), estando dichas zonas de mezcla (B) y distribución (C) delimitadas al menos por una pared anular (16) que comprende al menos una sección de paso lateral (17a, 17b) adecuada para el paso de fluidos de dicha zona de mezcla (B) a la primera zona (C1) de dicha zona de distribución (C), y por que la segunda zona (C2) de dicha zona de distribución (C) comprende una pluralidad de aberturas (18) adecuadas para el paso parcial de los fluidos fuera de la zona de distribución (C).
  - 20
- 25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho recinto anular (15) está situado a una distancia D de la bandeja de distribución (12) comprendida entre 50 y 200 mm.
- 30 3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que dicha pared anular (16) de dicho recinto anular (15) está posicionada a una distancia d2 del recinto del reactor, variando la distancia d2 de un 2 % a un 20 % del diámetro del reactor.
- 35 4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha cámara de mezcla (9) está posicionada a una distancia d1 del recinto del reactor, estando dicha distancia d1 comprendida entre 5 y 300 mm.
- 40 5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la altura de dicho recinto anular (15) está comprendida entre 200 y 800 mm.
- 45 6. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la pared anular (16) comprende una pluralidad de secciones de paso lateral (17a, 17b) distribuidas al menos sobre dos niveles.
- 50 7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la pared anular (16) del recinto anular (15) es sustancialmente cilíndrica.
- 55 8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la sección de la cámara de mezcla (9) tiene una sección en paralelogramo.
- 60 9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado por que la sección de la cámara de mezcla (9) presenta una relación entre la altura "h" de la sección y la anchura "l" de dicha sección que está comprendida entre 0,2 y 5,0.
- 65 10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dicha cámara de mezcla (9) tiene una sección en círculo y es tal que el diámetro "d" de dicha cámara de mezcla está comprendido entre 0,05 y 0,5 m.
11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que comprende dos cámaras de mezcla (9).
12. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que dicha cámara de mezcla (9) comprende al menos un medio de desviación de fluidos a al menos una de las paredes internas de dicha cámara de mezcla.
13. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que comprende además un sistema dispersante dispuesto por debajo de dicha bandeja de distribución (12), comprendiendo dicho sistema dispersante al menos un dispositivo de dispersión (19).

14. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que dichas zonas de mezcla (B) y de distribución (C) están delimitadas por dos paredes anulares (16) que comprenden cada una al menos una sección de paso lateral (17a, 17b) adecuada para el paso de fluidos de dicha zona de mezcla (B) a la primera zona (C1) de dicha zona de distribución (C).

5  
15. Reactor catalítico de flujo descendente que consta de un recinto (1) que contiene al menos dos lechos fijos de catalizador (2, 14) separados por una zona intermedia que consta de un dispositivo de mezcla y distribución de fluidos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

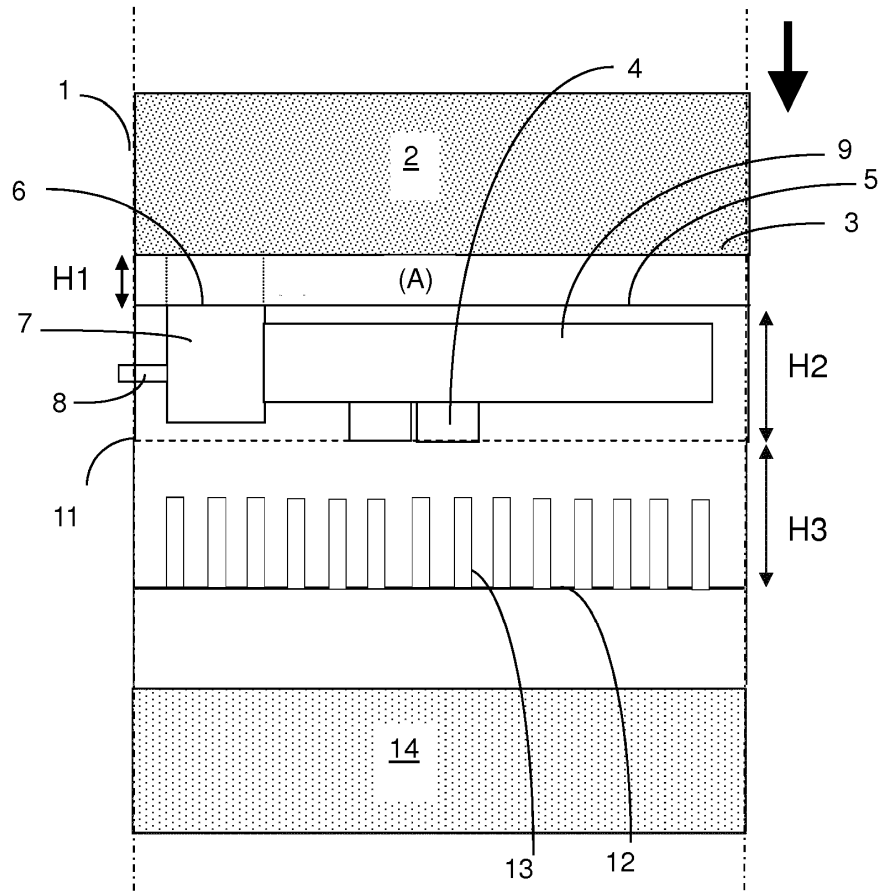


FIG.1

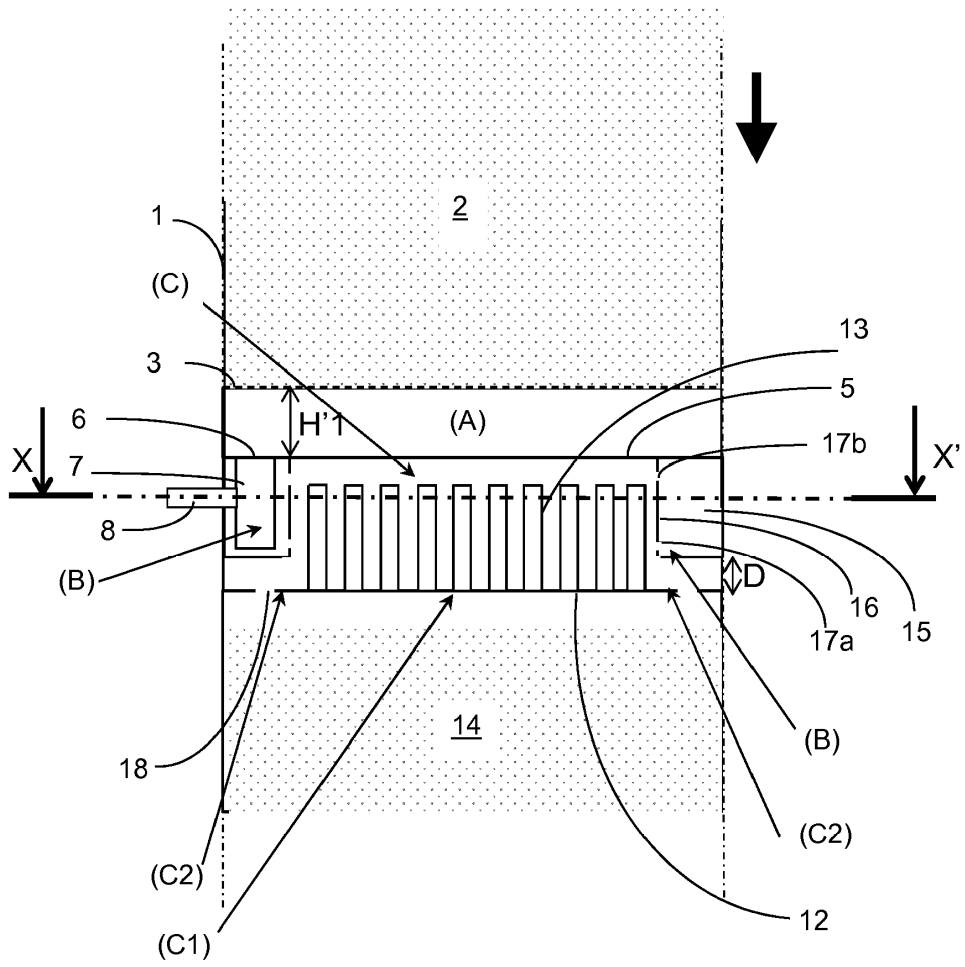


FIG.2

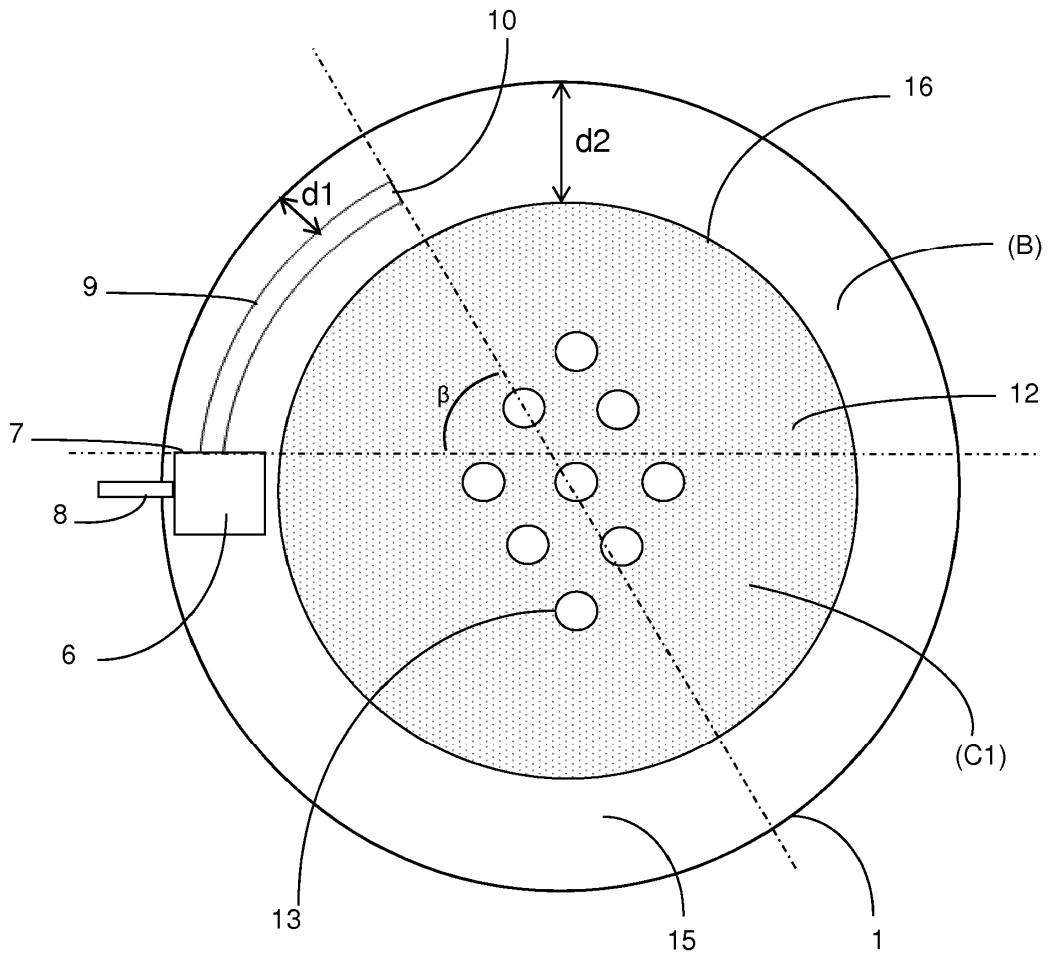


FIG.3

