

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 689**

51 Int. Cl.:

B01J 8/18 (2006.01)

B01J 19/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07803495 .6**

96 Fecha de presentación: **14.09.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2066436**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.06.2009**

54 Título: **Reactor de lecho fluidizado para la puesta en práctica de una reacción en fase gaseosa**

30 Prioridad:
19.09.2006 EP 06120884

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.09.2012

73 Titular/es:
BASF SE
67056 Ludwigshafen, DE

72 Inventor/es:
SEIDEMANN, Lothar;
STÜTZER, Dieter;
GRASSLER, Thomas;
KARCHES, Martin y
SCHNEIDER, Christian

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 387 689 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).

DESCRIPCION

Reactor de lecho fluidizado para la puesta en práctica de una reacción en fase gaseosa

5 La invención se refiere a un reactor de lecho fluidizado para la puesta en práctica de una reacción en fase gaseosa, atravesando una mezcla de reacción gaseosa un catalizador heterogéneo en forma de partículas, que forma el lecho fluidizado, de abajo hacia arriba, y estando dispuestos elementos de inserción en el lecho fluidizado.

10 Los reactores de lecho fluidizado se emplean de modo conocido para la puesta en práctica de reacciones en fase gaseosa, en las que uno o varios eductos gaseosos, con o sin adición de gas soporte inerte, se conducen de abajo hacia arriba a través de una carga constituida por un catalizador heterogéneo en forma de partículas, que está muy finamente dividido, y se conduce a través del gas en suspensión, como lecho fluidizado. Frecuentemente se emplean partículas de lecho fijo con un diámetro medio de partículas en el intervalo de 1 a 1000 μm , en especial 1 a 500 μm , o también 1 a 200 μm .

15 Es característico del lecho fluidizado que el gas forme burbujas debido a la distancia limitada de las partículas de producto sólido. De modo conocido, los reactores de lecho fluidizado son apropiados de modo conocido para la puesta en práctica de reacciones exotérmicas o endotérmicas con gran tono térmico, ya que se dan muy buenas propiedades de transmisión de calor debido al extraordinario entremezclado de productos sólidos a través de las partículas de catalizador fluidizadas.

En el caso de reactores de lecho fluidizado, el tiempo de residencia de la fase gaseosa, la transferencia de materia y calor se determinan a través del estado de fluidización, que depende de la velocidad de circulación de la fase gaseosa y las propiedades de producto sólido del catalizador de lecho fluidizado.

20 No obstante, los reactores de lecho fluidizado son desfavorables respecto a la transferencia de materia, ya que el contacto entre catalizador y reactivos está limitado debido a la formación de burbujas de gas pobres en producto sólido.

25 Se han mostrado especialmente desfavorables reactores de lecho fluidizado en la puesta en práctica de reacciones críticas en tiempo de residencia y no selectivas. Debido al remezclado de productos sólidos por convección en el lecho fluidizado, el producto formado puede reaccionar adicionalmente en la zona de entrada del reactor de lecho fluidizado para dar productos secundarios y sucesivos, con efectos correspondientemente negativos sobre rendimiento y selectividad.

30 Por lo tanto, se investigó una pluralidad de elementos de inserción en el lecho fluidizado y sus repercusiones sobre las propiedades de reactores de lecho fluidizado. Ofrece una sinopsis, a modo de ejemplo, el Handbook of Fluidization and Fluid Particle Systems, editorial Marcel Dekker, New York - Basel, 2003, páginas 175-199.

35 En el caso de elementos de inserción se puede tratar, a modo de ejemplo, de tubos que se emplean en el lecho fluidizado, para reducir el tamaño de burbujas de aire y el entremezclado de productos sólidos por convección. Los tubos pueden estar orientados tanto vertical, como también horizontalmente, debiendo ser la distancia de los tubos más estrecha que el tamaño medio de burbuja de gas. En este caso es desventajosa la gran carga de superficie de sección transversal del reactor, así como la disgregación intensificada resultante y al tendencia a la descarga respecto al catalizador de lecho fluidizado.

40 Las chapas separadoras pueden presentar igualmente orientación horizontal o vertical. No obstante, en la disposición horizontal de chapas separadoras se llega a velocidades de gas más elevadas, que no son manejables para una carga de reactor económica, para la formación de capas de relleno de gas, que reducen en gran medida la transmisión de calor (véase el manual citado anteriormente, página 190, figuras 15 a a d en combinación con la descripción en la página 190 a 191, columna izquierda). No obstante, en especial también se pueden empobrecer en catalizador sólido las zonas inferiores en el lecho fluidizado mediante la elevada carga por superficie de sección transversal, de modo que se debe considerar una clara reducción en la transmisión de calor. También son desventajosos elementos de inserción verticales, a modo de ejemplo series de tubos verticales, que no pueden ocasionar en especial una reducción de tamaño de burbuja suficiente para muchos fines de aplicación.

45 También se puede conseguir una mejora de las propiedades de tiempo de residencia y de transferencia de materia a través de apilados regulares o irregulares en el lecho fluidizado. En los espacios intermedios estrechos entre los cuerpos moldeados que forman la carga se puede mejorar la transferencia de materia y optimizar la distribución de tiempo de residencia. Sin embargo, también en este caso la gran carga de sección transversal debida al apilado se muestra desventajosa respecto a un entremezclado y a una tendencia a la descarga intensificados.

50 Por consiguiente, era tarea de la invención mejorar adicionalmente un reactor de lecho fluidizado con elementos de inserción, en especial respecto a las propiedades de tiempo de residencia, permaneciendo localmente el producto

sólido bastante más tiempo, en aproximadamente 2 potencias de diez o más, en comparación con la circulación gaseosa, y evitándose los anteriores inconvenientes.

El reactor de lecho fluidizado con elementos de inserción será empleable en especial también para la puesta en práctica de procedimientos a escala industrial.

5 La solución consiste en un reactor de lecho fluidizado para la puesta en práctica de una reacción en fase gaseosa, atravesando una mezcla de reacción gaseosa un catalizador heterogéneo en forma de partículas, que forma un lecho fluidizado, de abajo hacia arriba, y estando dispuestos elementos de inserción en el lecho fluidizado, que está caracterizado porque los elementos de inserción dividen el lecho fluidizado en una pluralidad de células dispuestas horizontalmente, así como una pluralidad de células dispuestas verticalmente en el reactor de lecho fluidizado, con
10 paredes celulares que son permeables a gases y presentan orificios que garantizan un índice de intercambio de catalizador heterogéneo en forma de partículas en sentido vertical en el intervalo de 1 a 100 litros/hora por litro de volumen de reactor. Ventajosamente, también en sentido horizontal, el índice de intercambio se puede situar en el intervalo de 0 a 100 litros/hora por litro de volumen de reactor.

15 Se descubrió que es esencial dividir el lecho fluidizado por medio de elementos de inserción, tanto en sentido horizontal, como también en sentido vertical, es decir, en cavidades huecas rodeadas por paredes celulares, siendo las paredes celulares permeables a gases, y presentando orificios que permiten un intercambio de materia en sentido vertical en el reactor de lecho fluidizado. Además, en las paredes celulares pueden estar previstos orificios que permiten un intercambio de materia en sentido horizontal. Por consiguiente, el catalizador heterogéneo en forma de partículas se puede mover ciertamente en sentido vertical, y en caso dado también en sentido horizontal, a través
20 del reactor de lecho fluidizado, pero se retiene en las zonas aisladas en comparación con un lecho fluidizado sin los mismos, garantizándose los índices de intercambio definidos anteriormente.

El índice de intercambio se determina mediante el empleo de partículas de indicador sólido con marcaje radioactivo, que se introducen en el sistema de reacción fluidizado, como se describe, a modo de ejemplo, en: G. Reed "Radioisotope techniques for problem-solving in industrial process plants", capítulo 9 ("Measurement of residence times and residence-time distribution"), páginas 112-137, (J. S. Charlton, ed.), Leonard Hill, Glasgow and London 1986, (ISBN 0-249-44171-3). A través del registro de tiempo y espacio de estas partículas con marcaje radioactivo se puede determinar localmente el movimiento de producto sólido, y deducir el índice de intercambio (G. Reed en: "Radioisotope techniques for problem-solving in industrial process plants", capítulo 11 ("Miscellaneous radiotracer applications", 11.1. "Mixing and blending studies"), páginas 167-176, (J. S. Charlton, ed.), Leonard Hill, Glasgow and
25 London 1986, (ISBN 0-249-44171-3).

Mediante la selección selectiva de la geometría de células se puede adaptar el tiempo de residencia del catalizador heterogéneo en forma de partículas en las mismas a la característica de la reacción a llevar a cabo en cada caso.

35 Mediante la conexión en serie de una pluralidad, es decir, en especial de 0 a 100 células, o también de 10 a 50 células por metro de altura de lecho, es decir, en sentido vertical, en sentido de la circulación gaseosa de abajo hacia arriba a través del reactor, se limita el remezclado, y con ello se mejora la selectividad y el rendimiento. Mediante la disposición adicional de una pluralidad, es decir, de 10 a 100 células, o también de 10 a 50 células por metro en sentido horizontal en el reactor de lecho fluidizado, es decir, de células que se atraviesan en paralelo o en serie por la mezcla de reacción, se puede adaptar la capacidad del reactor a la demanda. Por consiguiente, la capacidad del reactor según la invención no está limitada en principio, y se puede adaptar a la demanda concreta, a
40 modo de ejemplo también para reacciones a escala industrial.

Rodeando las células cavidades que alojan el catalizador heterogéneo en forma de partículas, el propio material celular ocupa sólo una parte limitada de la sección transversal del reactor de lecho fluidizado, en especial de sólo aproximadamente un 1 a un 10 % de la superficie de sección transversal del reactor de lecho fluidizado, y por lo tanto no conduce a los inconvenientes conocidos en el caso de elementos de inserción del estado de la técnica, vinculados a una carga de sección transversal elevada.
45

Como es habitual, el reactor de lecho fluidizado según la invención se alimenta desde abajo a través de un distribuidor de gas con las sustancias de empleo gaseosas. Al pasar la zona de reacción, las sustancias de empleo gaseosas se hacen reaccionar parcialmente en el catalizador heterogéneo en forma de partículas, que se fluidiza mediante la circulación de gas. Las sustancias de empleo transformadas parcialmente circulan a la siguiente célula, donde se hacen reaccionar parcialmente de modo subsiguiente.
50

Por encima de la zona de reacción está previsto un dispositivo de separación de productos sólidos, que separa catalizador arrastrado de la fase gaseosa. El producto transformado abandona exento de productos sólidos el reactor de lecho fluidizado según la invención en el extremo superior del mismo.

Además, el reactor de lecho fluidizado según la invención se puede alimentar adicionalmente con eductos líquidos tanto desde abajo, como también lateralmente. No obstante, éstos se deben poder evaporar directamente en su punto de adición, para garantizar la capacidad de fluidización del catalizador.

5 Las células no están limitadas en su geometría; a modo de ejemplo se puede tratar de células con paredes circulares, en especial bolas huecas, o también de células con paredes angulares. En el caso de una formación angular de las paredes es preferente que las células no presenten más de 50 aristas, preferentemente no más de 30, y en especial no más de 10 aristas.

10 Las paredes celulares en las células de los elementos de inserción son permeables a gases para garantizar la fluidización del catalizador heterogéneo en forma de partículas a través de una circulación de la fase gaseosa a través de las células. A tal efecto, las paredes celulares pueden estar formadas por una gasa metálica, o también por materiales planos, que presentan, a modo de ejemplo, orificios redondos, o también de otra forma.

En este caso, la anchura de malla media de las gasas metálicas empleadas, o la anchura de orificios preferente en las paredes celulares, se sitúa en especial entre 50 y 1 mm, más preferentemente entre 10 y 1 mm, y de modo especialmente preferente entre 5 y 1 mm.

15 Como elementos de inserción en el lecho fluidizado se emplean de modo especialmente preferente empaquetaduras de canales cruzados, es decir, empaquetaduras con chapas metálicas permeables dobladas, capas de metal desplegado o tejido dispuestas en paralelo en sentido vertical en el reactor de lecho fluidizado, con bordes de pandeo que forman superficies de articulación con un ángulo de inclinación respecto a la vertical distinto de cero, y presentando las superficies de articulación de chapas metálicas, capas de metal desplegado o tejido sucesivas, el mismo ángulo de inclinación, pero con sentido contrario, y configurando de este modo células que se limitan en sentido vertical mediante puntos de estrechamiento entre los bordes de pandeo.

Son ejemplos de empaquetaduras de canales cruzados las empaquetaduras de tipos Mellapack®, CY o BX de la firma Sulzer AG, CH-8404 Winterthur, o los tipos A3, BSH, B1 o M de la firma Montz GmbH, D-40723 Hilden.

25 En las empaquetaduras de canales cruzados, entre dos chapas metálicas, capas de metal desplegado o tejido sucesivas respectivamente, mediante la estructuración curvada de las mismas, se forman cavidades en sentido vertical, es decir, células que se limitan mediante puntos de estrechamiento de los bordes de pandeo.

30 El diámetro hidráulico medio de las células, determinado por medio de técnica de marcaje radioactivo, y que se describe, a modo de ejemplo, en la cita bibliográfica indicada anteriormente en relación con la determinación del índice de intercambio, se sitúa preferentemente entre 500 y 1 mm, de modo más preferente entre 100 y 5 mm, y de modo especialmente preferente entre 50 y 5 mm.

En este caso se define como diámetro hidráulico de modo conocido la superficie de sección transversal cuádruple horizontal de las células, dividida entre el volumen de célula observado desde arriba.

35 La altura media de las células, medida en sentido vertical en el reactor de lecho fluidizado por medio de técnica de marcaje radioactivo, se sitúa preferentemente entre 100 y 1 mm, de modo más preferente entre 100 y 3 mm, y de modo especialmente preferente entre 40 y 5 mm.

Las empaquetaduras de canales cruzados anteriores revisten sólo una parte reducida de la superficie de sección transversal del reactor de lecho fluidizado, en especial una fracción de aproximadamente un 1 a un 10 % de la misma.

40 Los ángulos de inclinación de las superficies de articulación respecto a la vertical se sitúan preferentemente en el intervalo de 10 a 80°, en especial entre 20 y 70°, de modo especialmente preferente entre 30 y 60°.

Las superficies de articulación en las chapas metálicas, capas de metal desplegado o tejido, presentan preferentemente una altura de articulación en el intervalo entre 100 y 3 mm, de modo especialmente preferente entre 40 y 5 mm, y una distancia de puntos de estrechamiento entre los bordes de pandeo en el intervalo entre 50 y 2 mm, de modo especialmente preferente entre 20 y 3 mm.

45 En los elementos de inserción que forman células, para un control selectivo de la temperatura de reacción se pueden incorporar transmisores de calor por medio de alimentación de calor en el caso de reacciones endotérmicas, o descarga de calor en el caso de reacciones exotérmicas. Los transmisores de calor pueden presentar, a modo de ejemplo, configuración en forma de placas o tubular, y disposición vertical, horizontal o inclinada en el reactor de lecho fluidizado.

Las superficies de transmisión de calor se pueden ajustar a la reacción concreta; de este modo, cada reacción se puede realizar desde el punto de vista de termotécnico con el concepto de reactor según la invención.

5 Los elementos de inserción que forman células se obtienen preferentemente a partir de materiales con muy buena conductividad térmica, de modo que no se impida el transporte de calor a través de las paredes celulares. Por consiguiente, las propiedades de transferencia térmica del reactor según la invención corresponden a las de un reactor de lecho fluidizado convencional.

Los materiales para los elementos de inserción que forman células presentarán además una estabilidad suficiente bajo condiciones de reacción; además de la estabilidad frente a cargas químicas y térmicas, en especial se debe considerar también la estabilidad del material frente a ataque mecánico debido al catalizador fluidizado.

10 Debido a la fácil elaborabilidad de los mismos, son especialmente apropiados materiales de metal, cerámica, polímero o material vítreo.

Los elementos de inserción están configurados preferentemente de modo que subdividen un 10 a un 90 % en volumen de lecho fluidizado en células.

15 Mediante el recubrimiento de sección transversal limitado a través de los elementos de inserción que forman células, el reactor según la invención no presenta inconvenientes respecto a disgregación y tendencia a la descarga del catalizador fluidizado en forma de partículas.

20 El reactor de lecho fluidizado según la invención es apropiado en especial para la puesta en práctica de las siguientes reacciones: hidrogenados, en especial reacciones de Fischer-Tropsch, obtención de ciclohexeno/hexano a partir de benceno, hidrogenado exento de amoniaco de nitrilos, tetrahidrofurano, BDO a partir de anhídrido de ácido maleico o benceno a partir de metano, para deshidrogenados, a modo de ejemplo obtención de eteno a partir de etano, propeno a partir de propano, buteno a partir de butano, estireno a partir de etilbenceno, o dodeceno a partir de dodecano, oxidaciones parciales, a modo de ejemplo anhídrido de ácido maleico a partir de n-butano o refinado-II, anhídrido de ácido ftálico a partir de naftalina u orto-xileno, acroleína o ácido acrílico a partir de propeno o propano, ácido nicotínico a partir de beta-picolina, glioxal a partir de etilenglicol, ácido acético a partir de etanol, formaldehído a partir de metanol, ácido fórmico a partir de metanol o ácido acético a partir de etano, epoxidaciones, en especial de eteno para dar óxido de etileno, oxidaciones amónicas, en especial para la obtención de acrilonitrilo a partir de propeno, metacrilonitrilo a partir de isobutano o ftalonitrilo a partir de xileno, así como otras reacciones, en especial obtención de acetato de vinilo a partir de acetileno y ácido acético, cloración de metano, reacción de fenol y metanol para dar cresol y 2,6-xilenol, metanol para dar gasolina, metátesis de 1-buteno a 1-dodeceno, u obtención de melamina a partir de urea.

La invención se explica más detalladamente a continuación por medio de un dibujo.

En particular muestran:

la figura 1 la representación esquemática de una forma preferente de ejecución de un reactor de lecho fluidizado según la invención, y

35 la figura 2 la representación esquemática de una forma preferente de ejecución de elementos de inserción según la invención.

El reactor de lecho fluidizado 1 representado en la figura 1 comprende una zona de distribuidor de gas 2 exenta de productos sólidos, elementos de inserción 3, que forman células 4, con un transmisor de calor 5 en la zona de los elementos de inserción 3.

40 Por encima de la zona de reacción, el reactor se ensancha y presenta al menos un separador de productos sólidos 6. La flecha 7 indica la alimentación de substancias de empleo gaseosas y la flecha 8 la descarga de la corriente de productos gaseosa. Los eductos de fase líquida adicionales se pueden añadir lateralmente, a través de las flechas discontinuas 9.

45 La figura 2 representa una forma preferente de ejecución de elementos de inserción 3 en forma de una empaquetadura de canales cruzados, con chapas metálicas dobladas 10, que están dispuestas en paralelo en sentido longitudinal, con bordes de pandeo 11, que subdividen la chapa metálica 10 en superficies de articulación, y estando dispuestas dos chapas metálicas sucesivas de modo que presentan el mismo ángulo de inclinación, pero con sentido contrario, y configurando en este caso células 4, que se limitan en sentido vertical mediante puntos de estrechamiento 13.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Reactor de lecho fluidizado (1) para la puesta en práctica de una reacción en fase gaseosa, atravesando una mezcla de reacción gaseosa un catalizador heterogéneo en forma de partículas, que forma un lecho fluidizado, de abajo hacia arriba, y estando dispuestos elementos de inserción (3) en el lecho fluidizado, caracterizado porque los elementos de inserción (3) dividen el lecho fluidizado en una pluralidad de células dispuestas horizontalmente, así como una pluralidad de células (4) dispuestas verticalmente en el reactor de lecho fluidizado (1), con paredes celulares que son permeables a gases y presentan orificios que garantizan un índice de intercambio de catalizador heterogéneo en forma de partículas en sentido vertical en el intervalo de 1 a 100 litros/hora por litro de volumen de reactor.
- 10 2.- Reactor de lecho fluidizado (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque los orificios en las paredes celulares de las células (4) dispuestas en el reactor de lecho fluidizado garantizan un índice de intercambio de catalizador heterogéneo en forma de partículas en sentido horizontal en el intervalo de 100 litros/hora por litro de volumen de reactor.
- 15 3.- Reactor de lecho fluidizado (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque los orificios en las paredes celulares de células (4) dispuestas en el reactor de lecho fluidizado (1) garantiza un índice de intercambio de catalizador heterogéneo en forma de partículas en sentido vertical en el intervalo de 10 a 50 litros/hora por litro de volumen de reactor y en sentido horizontal de 0, o en el intervalo de 10 a 50 litros/hora por litro de volumen de reactor.
- 20 4.- Reactor de lecho fluidizado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los elementos de inserción (3) están configurados como empaquetadura de canales cruzados, con chapas metálicas dobladas permeables a gases (10), capas de metal desplegado o tejido, dispuestas en paralelo en sentido longitudinal en el reactor de lecho fluidizado (1), con bordes de pandeo (11), que forman superficies de articulación (12) con un ángulo de inclinación respecto a la vertical distinto de cero, y formando las superficies de articulación (12) de chapas metálicas (10), capas de metal desplegado o tejido sucesivas, el mismo ángulo de inclinación, pero con sentido contrario, y configurando de este modo células que se limitan en sentido vertical mediante puntos de estrechamiento (13) entre los bordes de pandeo (11).
- 25 5.- Reactor de lecho fluidizado (1) según la reivindicación 4, caracterizado porque los ángulos de inclinación de las superficies de articulación (12) respecto a la vertical se sitúan en el intervalo de 10 a 80°, en especial entre 20 y 70°, de modo especialmente preferente entre 30 y 60°.
- 30 6.- Reactor de lecho fluidizado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los elementos de inserción (3) están formados por un apilado de bolas huecas.
- 7.- Reactor de lecho fluidizado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque las células (4) de los elementos de inserción (3) presentan un diámetro hidráulico, medido por medio de técnica de marcaje radioactivo, entre 100 y 5 mm, preferentemente entre 50 y 5 mm.
- 35 8.- Reactor de lecho fluidizado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5 o 7, caracterizado porque las células (4) de elementos de inserción (3) presentan una altura media, medida en sentido vertical en el reactor de lecho fluidizado (1) por medio de técnica de marcaje radioactivo, entre 100 y 3 mm, preferentemente entre 40 y 5 mm.
- 40 9.- Reactor de lecho fluidizado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, 7 u 8, caracterizado porque las superficies de articulación (12) en las chapas metálicas (10), capas de metal desplegado o tejido, presentan una altura de articulación en el intervalo entre 100 y 3 mm, de modo especialmente preferente entre 40 y 5 mm, y la distancia de puntos de estrechamiento (13) entre los bordes de pandeo (11) presenta valores en el intervalo entre 50 y 2 mm, de modo especialmente preferente entre 20 y 3 mm.
- 10.- Reactor de lecho fluidizado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque en los elementos de inserción (3) están alojados transmisores de calor (5).
- 45 11.- Reactor de lecho fluidizado (1) según la reivindicación 10, caracterizado porque los transmisores de calor (5) presentan configuración en forma de placas o tubular.
- 12.- Reactor de lecho fluidizado (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque los elementos de inserción (3) están constituidos por materiales metálicos, cerámicos, polímeros o vítreos.

FIG.1

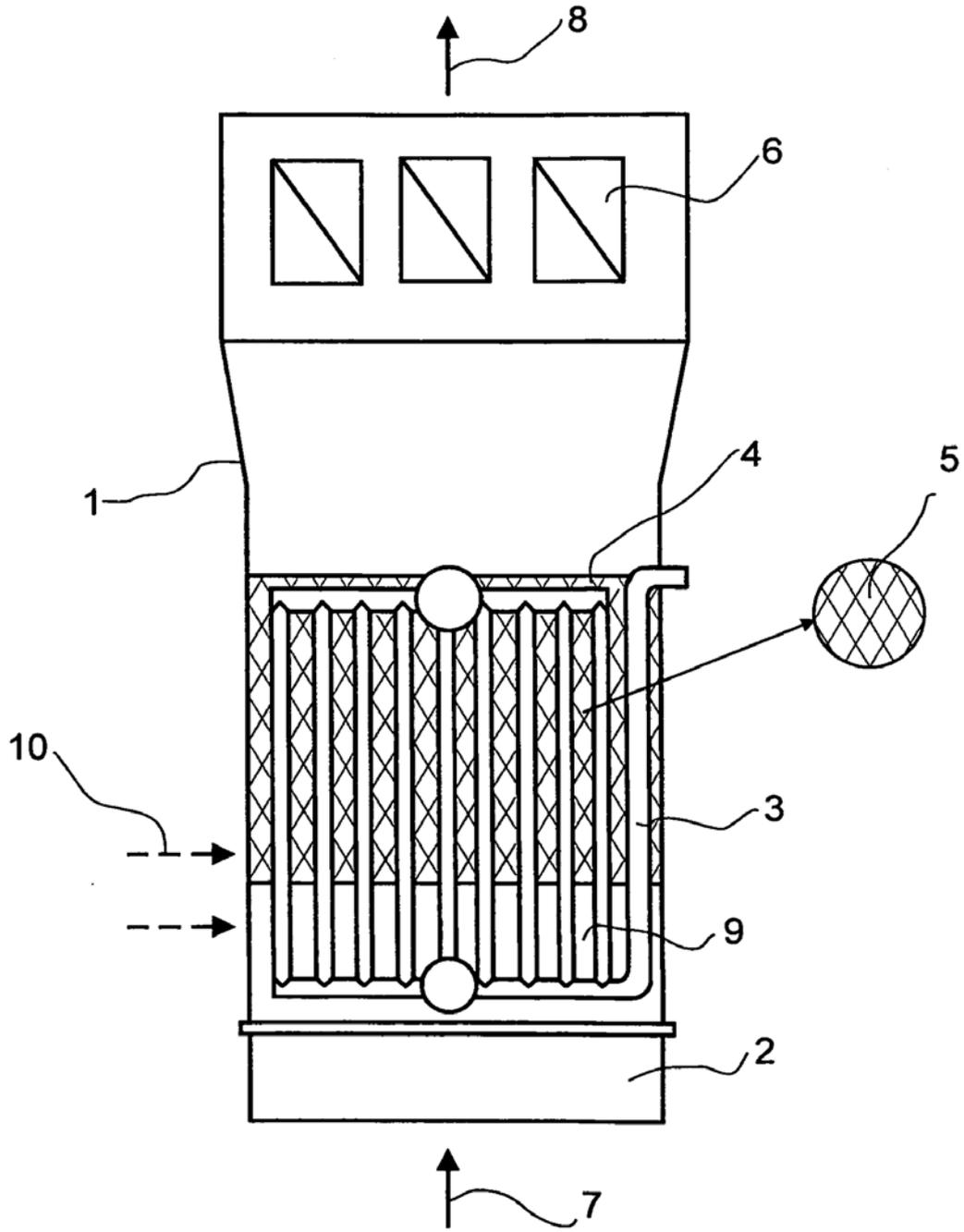


FIG.2

