

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 923 559**

51 Int. Cl.:

B01J 8/02 (2006.01)

B01J 8/00 (2006.01)

B01J 19/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2020** **E 20209005 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2022** **EP 3827895**

54 Título: **Reactor tubular de lecho fijo**

30 Prioridad:

28.11.2019 FR 1913378

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

28.09.2022

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment le Ponant 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CHAISE, ALBIN y
BENGAOUER, ALAIN**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 923 559 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 tubular de lecho fijo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de los reactores intercambiadores. En particular, la presente invención se refiere al campo de los reactores intercambiadores catalíticos que utilizan un catalizador sólido y en particular un catalizador sólido en forma de polvo.

La presente invención propone a este respecto un reactor intercambiador catalítico susceptible de utilizar procesos de síntesis orgánica exotérmica. Estos compuestos orgánicos pueden comprender en particular carburantes sintéticos y combustible.

10 Estado de la técnica anterior

Los reactores catalíticos que utilizan catalizadores sólidos se utilizan ampliamente para la síntesis de compuestos orgánicos como los carburantes sintéticos o los combustibles, de entre los cuales se citan los sustitutos del gas natural, el dimetiléter o incluso el metanol.

15 Estos compuestos se obtienen en particular por reacción de hidrógeno y óxido de carbono en presencia de un catalizador sólido apropiado.

Sin embargo, las reacciones químicas relativas a la síntesis de estos compuestos son muy exotérmicas y, en consecuencia, desprenden una cantidad de calor capaz de degradar el catalizador sólido. Esta degradación da como resultado una reducción en la tasa de conversión de las especies químicas presentes y una disminución de la selectividad de las reacciones involucradas. Por otro lado, el catalizador sólido se desactiva bajo el efecto del calor.

20 Por tanto, en la práctica, estas reacciones pueden utilizarse en un reactor-intercambiador del tipo tubo-calandria que comprende un canal reactivo provisto del catalizador sólido y enfriado continuamente por un fluido caloportador. En este tipo de reactor, los gases reactivos circulan axialmente en los tubos que contienen un catalizador, por ejemplo en polvo.

25 No obstante, a pesar de la utilización del enfriamiento por el fluido caloportador, este tipo de reactor sigue siendo sensible al calor desprendido por las reacciones que se producen en dicho reactor.

En particular, un punto caliente, generalmente observado en las proximidades de la entrada de los gases reactivos, degrada el catalizador sólido y, por lo tanto, reduce los rendimientos del reactor-intercambiador.

Para limitar estos efectos, se han propuesto las siguientes soluciones:

30 - Una reducción de la densidad volumétrica del catalizador, en particular depositando este último sobre las paredes del tubo o de un inserto o diluyéndolo en un medio no reactivo;

- Una dilución de los gases reactivos con una parte de los productos generados para reducir la actividad de la reacción;

- Realizar varios puntos de inyección de uno o más reactivos para repartir el área del punto caliente en un área más grande;

35 - Una reducción de las dimensiones de los tubos o colocando en los mismos piezas conductoras del calor para mejorar el enfriamiento de los tubos.

Sin embargo, estas soluciones no son satisfactorias.

De hecho, si bien las mismas permiten reducir los efectos del punto caliente, son complejas de utilizar.

Por otro lado, su utilización reduce la flexibilidad de uso del reactor intercambiador y hace que este último sea poco compacto.

40 Para superar estos problemas, se ha propuesto por lo tanto una disposición que permite repartir la distribución de los reactivos a lo largo de toda la longitud de los tubos. Esta solución permite entonces obtener una mejor homogeneidad de la temperatura en toda la longitud del reactor.

45 En este sentido, los documentos US3758279, US4374094, EP0560157, IT8021172 y US2997374 proponen reactores-intercambiadores que utilizan una distribución de reactivos desde un espacio de distribución anular. En particular, estos reactores-intercambiadores, de forma generalmente cilíndrica, comprenden, dispuestos de manera coaxial y a partir del exterior del reactor, un tubo, el espacio anular de distribución, una carga de catalizador y un espacio de recogida.

Sin embargo, esta disposición no es satisfactoria.

De hecho, la presencia del espacio de distribución anular dispuesto alrededor de la carga del catalizador limita las transferencias de calor del catalizador hacia el tubo, haciendo que los sistemas de enfriamiento generalmente utilizados sean ineficientes. Sin embargo, sigue siendo posible insertar elementos conductores de calor en el reactor. Sin embargo, dicha solución sigue siendo incompatible con los reactores que comprenden tubos de pequeño diámetro.

- 5 Por el contrario, el documento CN103990420 propone utilizar un inserto provisto de una cámara de distribución y una cámara de recogida, dispuestos en el centro de un tubo y definiendo con este último un espacio anular que aloja el catalizador sólido.

- 10 Sin embargo, la disposición propuesta en este documento no permite repartir de manera homogénea en el interior del espacio anular. Más particularmente, esta disposición no permite obtener un perfil de temperatura óptimo en el interior del catalizador sólido.

Por otro lado, los documentos US 2011/0165483, WO 2017/180957 y FR 2 924 624 describen otros ejemplos de reactores tubulares según el estado de la técnica.

Un objetivo de la presente invención es proponer un reactor tubular de lecho fijo que permita una distribución más uniforme de los reactivos en el interior del catalizador sólido.

- 15 Otro objetivo de la presente invención es del mismo modo proporcionar un reactor tubular de lecho fijo que permita una distribución más homogénea del flujo de calor generado en el interior del catalizador sólido.

Otro objetivo de la presente invención es del mismo modo proponer un reactor tubular que permita una mejor gestión del enfriamiento.

- 20 Otro objetivo de la presente invención es del mismo modo proponer un reactor tubular para el cual la fiabilidad y vida útil mejoren con respecto a los reactores conocidos del estado de la técnica.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un reactor tubular que permita optimizar (aumentar) el tiempo de paso de los gases en el lecho fijo de polvo catalítico.

Descripción de la invención

- 25 Los objetivos de la presente invención se alcanzan, al menos en parte, mediante un reactor tubular de lecho fijo según la reivindicación 1.

Se entiende que en la medida en que el reactor según la presente invención es tubular, el tubo hueco y el inserto hueco son necesariamente de forma cilíndrica.

Por otro lado, cuando el inserto hueco está dispuesto en el tubo hueco y de manera coaxial con este último, el espacio anular presenta una simetría de revolución.

- 30 Por tanto, el reactor según la presente invención permite distribuir los gases reactivos, debido a la amplitud de la abertura de distribución, de manera relativamente homogénea en el espacio anular. Estos últimos reaccionan entonces con el lecho de polvo catalítico en toda la sección cubierta por la abertura de distribución. Los productos resultantes de la reacción de los gases, así como los gases que no han reaccionado, se recogen al nivel de la abertura de recogida y se evacúan del reactor a través de la abertura de evacuación opuesta a la abertura de admisión.

- 35 Esta disposición para la que la admisión de los gases se realiza por un extremo y la evacuación por el otro, permite un mejor reparto de las especies reactivas (los gases) en el espacio anular y, en consecuencia, un mejor reparto del calor susceptible de ser desprendido durante la reacción de las especies reactivas en el espacio anular.

Este mejor reparto del calor desprendido permite considerar un sistema de enfriamiento menos potente y por tanto de menores dimensiones.

- 40 La disposición según la presente invención permite por lo tanto prever un reactor más compacto y de una mayor fiabilidad con respecto a los reactores tubulares conocidos del estado de la técnica.

Según un modo de realización, la al menos una cámara de distribución está cerrada al nivel del segundo extremo y la al menos una cámara de recogida está cerrada al nivel del primer extremo.

- 45 Según un modo de realización, el reactor comprende al nivel del primer extremo y al nivel del segundo extremo, respectivamente, un espacio distribuidor y un espacio colector entre los que se dispone el inserto.

Según un modo de realización, el polvo catalítico es retenido en el espacio anular por una junta de material fibroso al nivel de cada uno de los extremos del espacio anular.

Según un modo de realización, la junta de material fibroso se mantiene comprimida contra el polvo catalítico por un resorte, el resorte que hace tope contra una placa de sujeción unida mecánicamente al tubo.

La junta de material fibroso en combinación con el o los resortes permite compactar mejor el polvo catalítico y prevenir el desgaste de este último durante la manipulación o el transporte del reactor.

5 Según un modo de realización, la pared exterior está desprovista de abertura en una primera sección y una segunda sección que se extienden a partir respectivamente, del primer extremo y del segundo extremo, la primera sección y la segunda sección que se solapan con el lecho de polvo sobre una altura H , la altura H que está comprendida entre 0,5 veces y 10 veces, ventajosamente comprendida entre 1 vez y 2 veces, la distancia D_1 que separa una abertura de distribución de una abertura de recogida inmediatamente adyacente y medida a lo largo de la superficie exterior de la pared exterior.

10 Por tanto, una disposición de este tipo permite imponer un tiempo de paso de los gases reactivos susceptibles de penetrar en el espacio anular a través de la junta fibrosa.

Según un modo de realización, el inserto hueco está provisto de medios de centrado que mantienen a este último en una posición coaxial con el tubo hueco, de manera ventajosa, los medios de centrado comprenden protuberancias formadas en la segunda pared.

Estos medios de centrado permiten un montaje más fácil del reactor.

15 Según un modo de realización, la superficie de una sección de la cámara de distribución según un plano de corte transversal al eje longitudinal XX' disminuye desde el primer extremo hacia el segundo extremo, ventajosamente dicha superficie es nula al nivel del segundo extremo.

Los métodos de fabricación aditiva y en particular las técnicas de fabricación en 3D, permiten realizar estas estructuras complejas en forma de una sola pieza.

20 Según un modo de realización, la superficie de una sección de la cámara de recogida según un plano de corte transversal al eje longitudinal XX' aumenta desde el primer extremo hacia el segundo extremo, ventajosamente dicha superficie es nula al nivel del primer extremo.

Según un modo de realización, la abertura de recogida y la abertura de distribución presentan una anchura comprendida entre $1/100$ y $1/2$, ventajosamente comprendida entre $1/20$ y $1/4$, del diámetro del tubo hueco.

25 Según un modo de realización, la abertura de recogida y la abertura de distribución comprenden cada una un filtro que previene el paso de polvo catalítico a una u otra de las cámaras de recogida o de distribución.

Según un modo de realización, el filtro comprende una pluralidad de planos de fibras inclinadas.

Según un modo de realización, el inserto hueco forma una sola pieza.

Breve descripción de los dibujos

30 Otras características y ventajas aparecerán en la siguiente descripción del reactor tubular de lecho fijo según la invención, dadas a título de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es una representación esquemática de un reactor tubular de lecho fijo según una primera variante de la presente invención, en particular, la figura 1 representa el reactor según un plano de corte longitudinal que pasa por un eje longitudinal XX' de dicho reactor;

35 La figura 2 es una representación esquemática del reactor de la figura 1 según un plano de corte transversal perpendicular al eje longitudinal;

La figura 3 es una representación de un filtro y en particular de un filtro formado por 4 planos de fibras, susceptible de ser utilizado en el reactor tubular según la presente invención;

40 La figura 4 es una representación de un reactor tubular de lecho fijo según la primera variante de la presente invención al nivel del primer extremo que ilustra la disposición de la junta y del resorte de retención del lecho de polvo catalítico;

La figura 5 es una representación esquemática del inserto hueco según el plano de corte AA' de la figura 4;

La figura 6 es una representación esquemática de un inserto según una segunda variante de la presente invención, en particular, la figura 6 representa el reactor según un plano de corte longitudinal que pasa por un eje longitudinal XX' de dicho reactor;

45 Las figuras 7A, 7B, 7C, 7D, 7E son vistas, respectivamente, a lo largo de los planos de corte A, B, C, D y E del inserto hueco representado en la figura 6;

La figura 8 es una representación esquemática de un inserto según una tercera variante de la presente invención, en particular, la figura 8 representa el reactor según un plano de corte longitudinal que pasa por un eje longitudinal XX' de dicho reactor;

Las figuras 9, 10 son vistas, respectivamente, según los planos de corte CC' y DD' del inserto hueco representado en la figura 8.

Descripción detallada de modos de realización particulares

- 5 La presente invención se refiere a un reactor-intercambiador tubular de lecho de polvo catalítico fijo. En particular, el lecho de polvo catalítico está confinado en un espacio anular delimitado por una primera pared de un tubo hueco y una segunda pared de un inserto hueco dispuesto en dicho tubo y de manera coaxial con este último.
- El inserto hueco según la presente invención está dispuesto en particular para permitir la admisión de gases reactivos según un primer extremo del reactor en una cámara de distribución de dicho inserto.
- 10 Estos últimos se distribuyen entonces sobre una sección del espacio anular extendida sobre una longitud L, paralela a un eje longitudinal del reactor, por una abertura de distribución que permite el paso de dichos gases desde la cámara de distribución hacia dicho espacio anular.
- Los productos resultantes de la reacción entre especies reactivas se recogen a continuación, por medio de una abertura de recogida, en una cámara de recogida del inserto hueco, aislada de la cámara de distribución por una pared divisoria.
- 15 La evacuación de los productos se efectúa por una abertura de evacuación de la cámara de recogida al nivel del segundo extremo.
- En las figuras 1 y 2 se puede ver un ejemplo de realización de un reactor tubular de lecho fijo según una primera variante de la presente invención.
- 20 El reactor 1 tubular según la presente invención comprende un tubo 10 hueco que se extiende según un eje longitudinal XX', entre un primer extremo 11 y un segundo extremo 12.
- El tubo 10 hueco puede presentar una simetría de revolución alrededor del eje longitudinal XX'.
- El tubo 10 hueco puede comprender un metal y en particular un metal elegido entre: acero, aleación de aluminio, cobre, níquel.
- El diámetro de la superficie interior del tubo hueco puede estar comprendido entre 5 mm y 100 mm.
- 25 La pared, denominada primera pared, que forma el tubo 10 hueco puede presentar un espesor comprendido entre 0,5 mm y 10 mm.
- El tubo hueco puede presentar una longitud comprendida entre 10 y 200 veces su diámetro interior.
- El reactor 1 tubular del mismo modo comprende un inserto 20 hueco que del mismo modo se extiende a lo largo del eje longitudinal XX' y presenta una forma cilíndrica.
- 30 El inserto 20 hueco está alojado en particular en el volumen V del tubo hueco de manera coaxial con este último. En particular, el inserto 20 comprende una pared, denominada segunda pared 21, que delimita con la primera pared del tubo hueco un espacio 30 anular.
- El espacio 30 anular está, a este respecto, lleno de un polvo catalítico que será el centro de las reacciones de conversión de los gases reactivos susceptibles de transitar en el reactor 1 tubular.
- 35 El espacio 30 anular puede presentar un espesor, definido como la distancia entre la primera pared y la segunda pared, comprendido entre el 2% y el 20% del diámetro interior de la primera pared.
- El inserto 20 hueco puede ser de una sola pieza.
- De manera particularmente ventajosa, el inserto 20 hueco puede estar provisto de medios de centrado que mantienen a este último en una posición coaxial con el tubo hueco. Por ejemplo, tal como se representa en la figura 6 en relación con una segunda variante de la presente invención que se expone más adelante en el enunciado, los medios de centrado comprenden protuberancias 22 formadas en la segunda pared.
- 40 Estos medios de centrado permiten en particular considerar un inserto hueco de una longitud al menos 20 veces mayor que el diámetro de dicho inserto.
- Por otro lado, estos medios del mismo modo permiten facilitar el montaje del reactor 1 tubular.
- 45 El inserto 20 hueco por otro lado comprende al menos una cámara 40 de distribución y al menos una cámara 50 de recogida. En particular, el inserto 20 hueco puede comprender entre 1 y 4 cámaras 40 de distribución y entre 1 y 4 cámaras 50 de recogida.

Ventajosamente, las cámaras 40 de distribución y las cámaras 50 de recogida están dispuestas alternativamente, se extienden por toda la longitud del inserto 20 hueco y están separadas entre sí por paredes 60 divisorias.

Más particularmente, las paredes 60 divisorias se extienden por toda la longitud del inserto hueco en el volumen definido por el inserto 20 hueco.

- 5 Por otro lado, la al menos una cámara 40 de distribución comprende una abertura 41 de admisión al nivel de un extremo de dicho inserto 20 por el cual uno o más gases reactivos son susceptibles de ser admitidos.

De manera equivalente, la al menos una cámara 50 de recogida comprende una abertura 51 de evacuación al nivel del otro extremo del inserto 20 hueco y por el la cual uno o más gases son susceptibles de ser evacuados.

- 10 El inserto 20 hueco del mismo modo está provisto de al menos una abertura 42 de distribución y al menos una abertura 52 de recogida.

En particular, la abertura 42 de distribución forma un paso permeable a los gases reactivos desde la cámara 40 de distribución hacia el espacio 30 anular.

De manera equivalente, la abertura 52 de recogida forma un pasaje permeable al gas desde el espacio 30 anular hacia la cámara 50 de recogida.

- 15 Las aberturas 42 de distribución y de recogida 52 se extienden sobre una longitud L y paralelamente al eje longitudinal XX'.

Ventajosamente, la longitud L es superior a la mitad, ventajosamente a las tres cuartas partes de la longitud de extensión según el eje longitudinal XX' del espacio 30 anular.

- 20 Por otro lado, la al menos una cámara 40 de distribución está cerrada al nivel del segundo extremo 12, mientras que la al menos una cámara 50 de recogida está cerrada al nivel del primer extremo 11. En este sentido, tal como se ilustra en la figura 1, la cámara 40 de distribución está cerrada por una pared 43 de distribución, mientras que la cámara 50 de recogida está cerrada por una pared 53 de recogida.

- 25 De forma complementaria, el reactor 1 tubular puede comprender al nivel del primer extremo 11 y al nivel del segundo extremo 12, respectivamente, un espacio 13 distribuidor y un espacio 14 colector entre los que se dispone el inserto 20 hueco.

De manera ventajosa, la abertura 42 de recogida y la abertura 52 de distribución presentan una anchura comprendida entre $1/100$ y $1/2$, ventajosamente comprendida entre $1/20$ y $1/4$, del diámetro del tubo 10 hueco.

Todavía de manera ventajosa, la abertura 52 de recogida y la abertura 42 de distribución comprenden cada una un filtro 60 que previene el paso de polvo catalítico en una u otra de las cámaras de recogida 50 o de distribución 40.

- 30 Por ejemplo y tal como se ilustra en la figura 3, el filtro 60 puede comprender una pluralidad de planos 61a, 61b, 61c y 61d que comprenden fibras. El ejemplo ilustrado en la figura 3 comprende en particular 4 planos provistos cada uno de fibras rectangulares o redondas e inclinadas $\pm 45^\circ$ con respecto al eje longitudinal XX'. Más particularmente, las fibras de dos planos sucesivos están orientadas según dos ángulos diferentes y en particular son perpendiculares de un plano al otro.

- 35 Por tanto, durante el funcionamiento del reactor, se admiten uno o más gases reactivos en la cámara 40 de distribución a través de la abertura de distribución. Estos gases atraviesan entonces la abertura 42 de distribución y desembocan en el espacio 30 anular para ponerse en contacto con el lecho de polvo catalítico. Durante este flujo en el espacio anular, que se produce esencialmente entre una abertura de distribución y una abertura de recogida que es inmediatamente adyacente a la misma, los gases reactivos se convierten, al menos en parte, en productos. Estos últimos, así como la fracción de gases reactivos que no han reaccionado, pasan por la abertura de recogida por tanto considerada y se recogen en la cámara de recogida. Los productos y los gases reactivos sin reaccionar por tanto recogidos se evacúan luego a través de la abertura de evacuación.

- 40 Por tanto, la extensión de las aberturas de distribución sobre la longitud L permite distribuir los gases reactivos en el espacio anular sobre dicha longitud L. En otras palabras, esta disposición permite distribuir la cantidad de calor susceptible de producirse durante la conversión de los gases reactivos en productos en toda la longitud L. Esta disposición permite por tanto limitar el aumento de temperatura local del lecho de polvo catalítico. La extensión sobre la longitud L de las aberturas de recogida permite, según un principio equivalente, limitar el calentamiento del lecho de polvo catalítico.

- 50 Por otro lado, la disposición de las aberturas de admisión y evacuación en extremos opuestos del inserto hueco del mismo modo contribuye a una mejor distribución de los reactivos dentro del espacio 30 anular y, en consecuencia, a una mejor homogeneización de la temperatura del lecho de polvo catalítico.

Todos estos aspectos contribuyen a limitar la aparición de puntos calientes y por tanto preservar el lecho de polvo catalítico. Esto da como resultado una mayor fiabilidad del reactor tubular y un aumento de su vida útil.

Según un aspecto particularmente ventajoso ilustrado en la figura 4, el polvo catalítico es retenido en el espacio 30 anular por una junta 31 de material fibroso al nivel de cada uno de los extremos de dicho espacio 30 anular.

- 5 En la medida en que la junta es de material fibroso, este último es necesariamente poroso y por lo tanto permeable a los gases reactivos.

El material fibroso puede comprender a este respecto al menos uno de los elementos elegidos entre: fibra de vidrio, fibra cerámica, fibra metálica, fibra de carbono, fibra de material polimérico.

- 10 En particular, la junta 31 puede tener forma de una trenza, de una funda, de un cordón o simplemente comprender un relleno del material fibroso.

El material fibroso es ventajosamente un aislante térmico y presenta una conductividad térmica sensiblemente equivalente a la del catalizador utilizado (0,2 W/m/K a 10 W/m/K).

- 15 Según un modo de realización ventajoso, la junta 31 de material fibroso se mantiene comprimida contra el polvo catalítico por un resorte 32. Por ejemplo, el resorte 32 hace tope contra una placa 33 de retención unida mecánicamente al tubo por un anillo 34.

La junta 31 de material fibroso en combinación con el o los resortes permite compactar mejor el polvo catalítico y prevenir el desgaste de este durante la manipulación o el transporte del reactor.

En la medida en que la junta 31 es porosa, los gases reactivos pueden penetrar en el espacio anular directamente sin pasar por la cámara 40 de distribución.

- 20 En este caso (figura 4), es particularmente ventajoso prever una disposición del inserto 20 hueco que permita imponer a este gas reactivo un recorrido predeterminado en el espacio anular para favorecer su conversión en contacto con el lecho de polvo catalítico. Este recorrido predeterminado tiene una longitud comprendido entre 0,2 veces y 10 veces, ventajosamente comprendido entre 1 vez y 2 veces, la distancia D_1 (figura 5) que separa una abertura 41 de distribución de una abertura 51 de recogida inmediatamente adyacente y medida a lo largo de la superficie exterior de la pared exterior.

Con este fin, la segunda pared 21 puede estar desprovista de abertura en una primera sección 21a y una segunda sección que se extienden a partir de, respectivamente, el primer extremo 11 y el segundo extremo 12.

- 30 A este respecto, la primera sección 21a y la segunda sección se solapan con el lecho de polvo en una altura H1. La altura H1 que está comprendida entre 0,5 veces y 10 veces, ventajosamente entre 1 y 2 veces, la distancia D_1 que separa una abertura de distribución de una abertura de recogida inmediatamente adyacente y medida a lo largo de la superficie exterior de la pared exterior.

La figura 6 ilustra una segunda variante de la presente invención que repite esencialmente las características de la primera variante. El inserto 20 hueco relativo a esta segunda variante se fabrica ventajosamente según una técnica de fabricación aditiva.

- 35 Según esta segunda variante, la cámara 40 de distribución presenta un perfil convergente desde el primer extremo hacia el segundo extremo 12.

En otras palabras, la superficie S_{40} de una sección de la cámara de distribución según un plano de corte transversal al eje longitudinal XX' disminuye desde el primer extremo hacia el segundo extremo (figuras 7a a 7e), ventajosamente dicha superficie es nula al nivel del segundo extremo.

- 40 De manera equivalente, la superficie S_{50} de una sección de la cámara de recogida a lo largo de un plano de corte transversal al eje longitudinal XX' aumenta desde el primer extremo hacia el segundo extremo, ventajosamente dicha superficie es nula al nivel del primer extremo.

- 45 Esta disposición de las cámaras de distribución y de recogida permite minimizar las pérdidas de carga ligadas a la circulación de los gases en dichas cámaras. De este modo se reducen las faltas de homogeneidad del flujo en el espacio anular.

La figura 8 representa un inserto 20 hueco susceptible de ser utilizado según una tercera variante de la presente invención. Esta tercera variante repite esencialmente las características relativas a la primera y a la segunda variante.

El inserto 20 relativo a esta segunda variante puede fabricarse por mecanizado, por corte, por electroerosión, por extrusión.

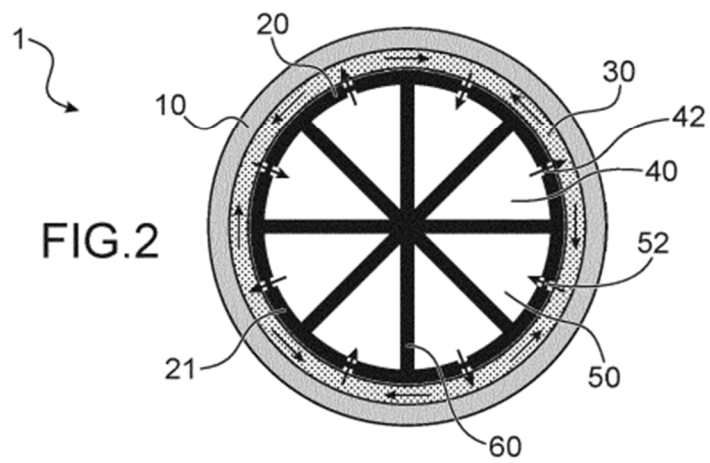
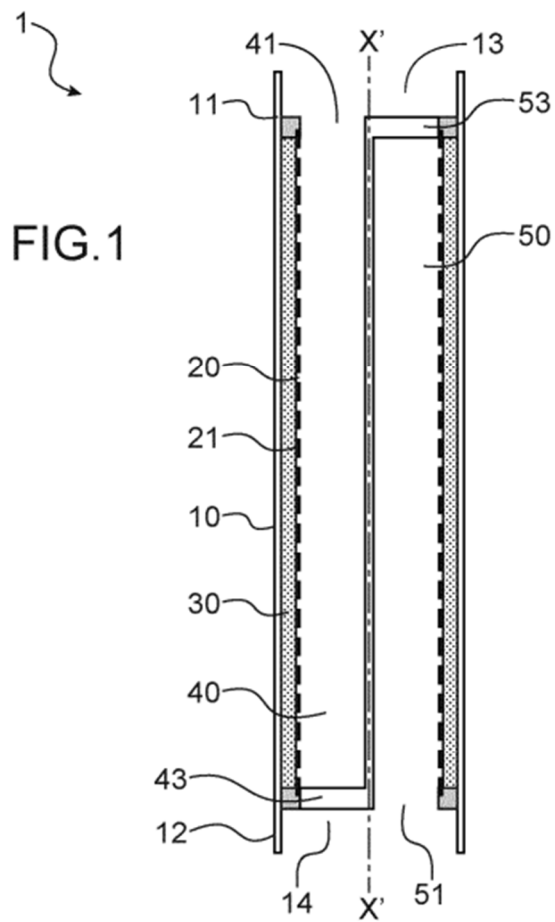
En particular, el inserto 20 comprende según esta variante un cuerpo 20a principal interpuesto entre dos cuerpos 20b extremos y ensamblados por medio de una junta 20d.

5 Los dos cuerpos 20b extremos, ilustrados en la figura 8, comprenden una pared cilíndrica impermeable al gas que reproduce la primera sección 21a descrita en el marco de la primera variante y comprende orificios 41 de distribución (o de recogida 51).

El reactor tubular según la presente invención se utiliza ventajosamente para la síntesis de metano, metanol, dimetil éter o incluso para utilizar la síntesis de Fisher-Tropsch.

REIVINDICACIONES

1. Reactor (1) tubular de lecho fijo que se extiende, según un eje longitudinal XX', entre un primer extremo (11) y un segundo extremo (12),
 5 dicho reactor comprende un lecho de polvo catalítico confinado en un espacio (30) anular delimitado por una primera pared de un tubo hueco y una segunda pared de un inserto (20) hueco, dispuesto en el tubo (10) hueco y de manera coaxial con este último,
 el inserto (20) hueco comprende al menos una cámara (40) de distribución y al menos una cámara (50) de recogida, separadas entre sí por una pared (60) divisoria y que comprende, respectivamente, una abertura (41) de admisión de gas al nivel del primer extremo (11) y una abertura (51) de evacuación de gas al nivel del segundo extremo (12),
 10 la segunda pared comprende al menos una abertura (42) de distribución y al menos una abertura (52) de recogida, que se extienden sobre una longitud L, la abertura (42) de distribución que permite la distribución de un gas susceptible de ser admitido por la abertura (41) de admisión de la cámara (40) de distribución hacia el espacio (30) anular y la abertura (52) de recogida que permite la recogida del gas distribuido en el espacio (30) anular por la cámara (50) de recogida.
- 15 2. Reactor según la reivindicación 1, en el que la al menos una cámara (40) de distribución está cerrada al nivel del segundo extremo (12) y la al menos una cámara (50) de recogida está cerrada al nivel del primer extremo (11).
3. Reactor según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho reactor comprende al nivel del primer extremo (11) y al nivel del segundo extremo (12), respectivamente, un espacio distribuidor y un espacio colector entre los que se dispone el inserto.
- 20 4. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el polvo catalítico es retenido en el espacio (30) anular por una junta (31) de material fibroso al nivel de cada uno de los extremos del espacio (30) anular.
5. Reactor según la reivindicación 4, en el que la junta (31) de material fibroso se mantiene comprimida contra el polvo catalítico por un resorte (32), el resorte (32) que hace tope contra una placa de sujeción unida mecánicamente del tubo.
- 25 6. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la pared exterior está desprovista de abertura en una primera sección y una segunda sección que se extienden a partir de, respectivamente, el primer extremo (11) y el segundo extremo (12), la primera sección y la segunda sección que se solapan con el lecho de polvo sobre una altura H1, la altura H1 que está comprendida entre 0,2 veces y 10 veces, ventajosamente comprendida entre 1 vez y 2 veces, la distancia D₁ que separa una abertura de distribución de una abertura (52) de recogida inmediatamente adyacente y medida a lo largo de la superficie exterior de la pared exterior.
- 30 7. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el inserto (20) hueco está provisto de medios de centrado que mantienen a este último en una posición coaxial con el tubo hueco, de manera ventajosa, los medios de centrado comprenden protuberancias formadas en la segunda pared.
- 35 8. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la superficie de una sección de la cámara (40) de distribución según un plano de corte transversal al eje longitudinal XX' disminuye desde el primer extremo (11) hacia el segundo extremo (12), ventajosamente dicha superficie es nula al nivel del segundo extremo (12).
9. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la superficie de una sección de la cámara (50) de recogida según un plano de corte transversal al eje longitudinal XX' aumenta desde el primer extremo (11) hacia el segundo extremo (12), ventajosamente dicha superficie es nula al nivel del primer extremo (11).
- 40 10. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la abertura (52) de recogida y la abertura de distribución presentan una anchura comprendida entre 1/100 y 1/2, ventajosamente comprendida entre 1/20 y 1/4, del diámetro del tubo hueco.
11. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la abertura (52) de recogida y la abertura de distribución comprenden cada una un filtro (60) que previene el paso de polvo catalítico en una u otra de las cámaras de recogida o distribución.
- 45 12. Reactor según la reivindicación 11, en el que el filtro (60) comprende una pluralidad de planos de fibras inclinadas.
13. Reactor según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el inserto (20) hueco forma una sola pieza.



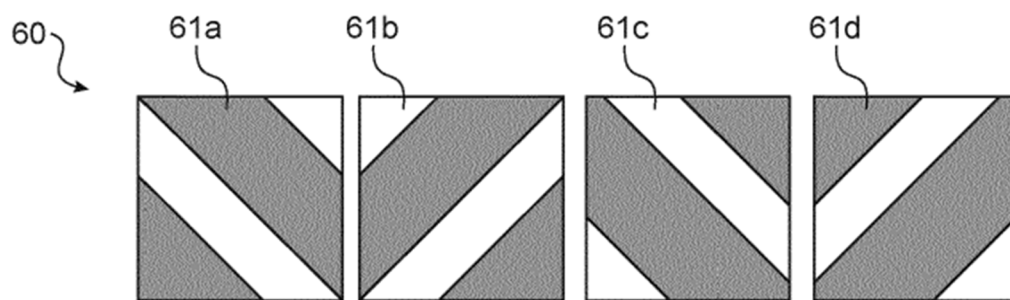


FIG. 3

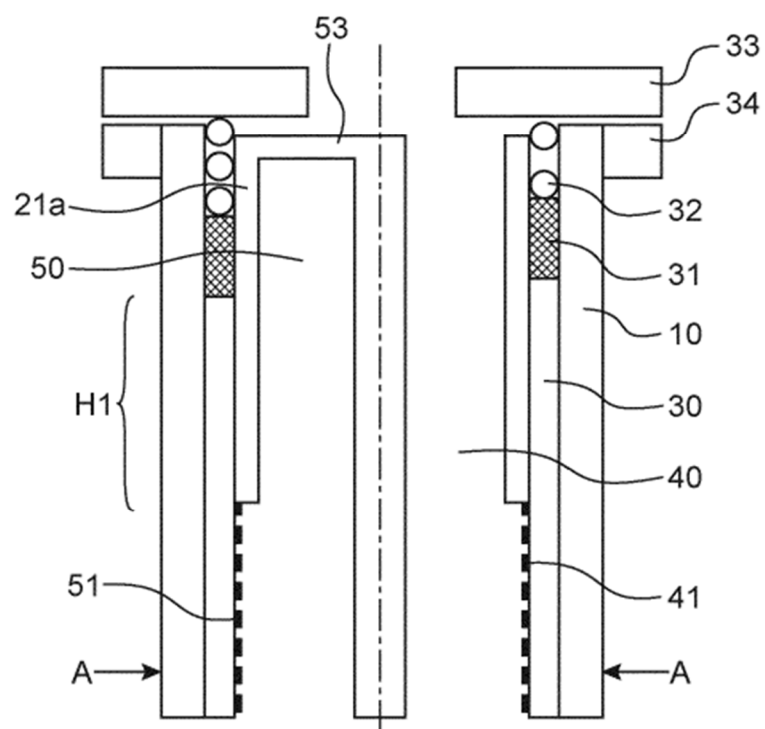


FIG. 4

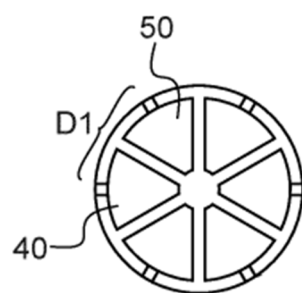


FIG. 5

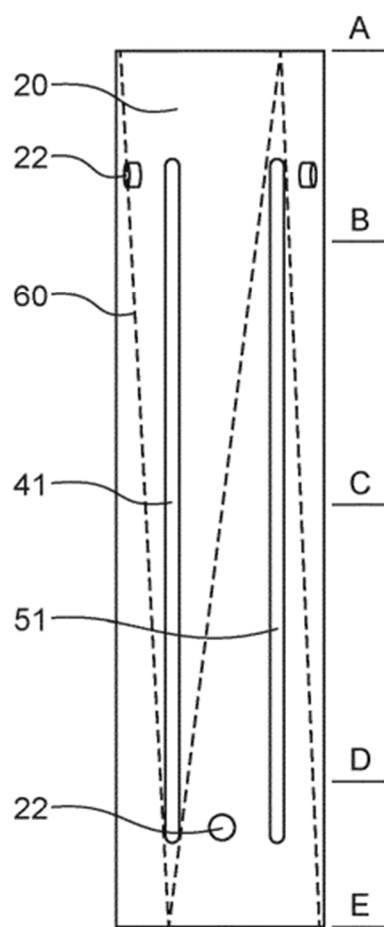
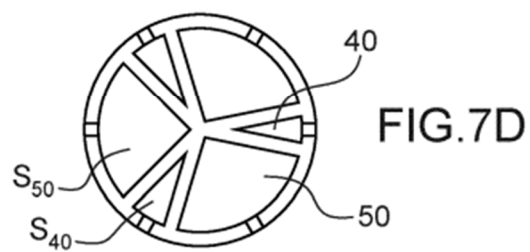
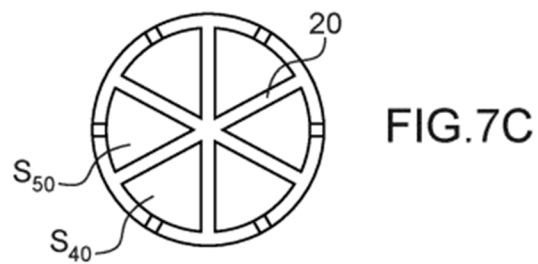
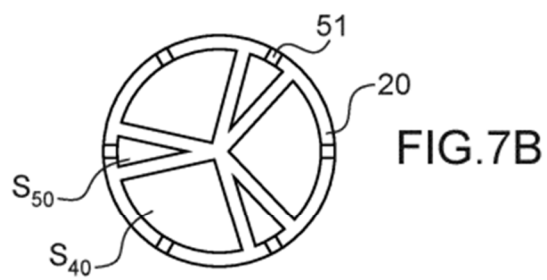


FIG. 6



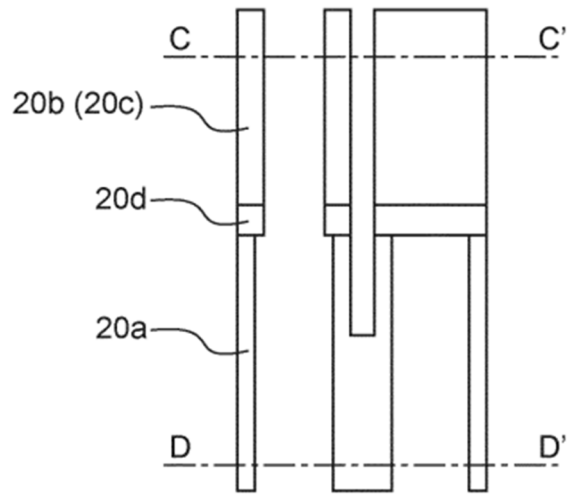


FIG. 8

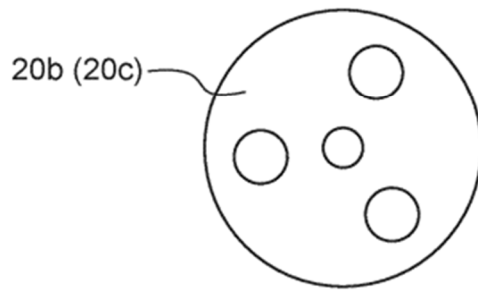


FIG. 9

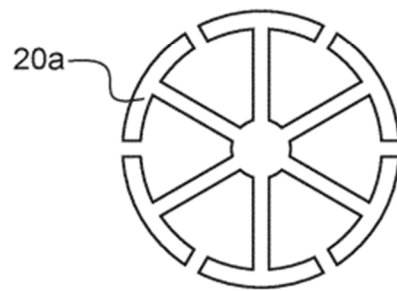


FIG. 10