

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 940**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/00** (2006.01)

**B01J 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2021 PCT/US2021/026609**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2021 WO21207622**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2021 E 21723062 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2024 EP 4132698**

54 Título: **Proceso y aparato para eliminar catalizador sólido**

30 Prioridad:

**10.04.2020 US 202063008203 P**  
**07.05.2020 GB 202006793**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.06.2024**

73 Titular/es:

**VELOCYS TECHNOLOGIES LIMITED (100.0%)**  
**Magdalen Centre Robert Robinson Avenue The**  
**Oxford Science Park**  
**Oxford, OX4 4GA, GB**

72 Inventor/es:

**ROBOTA, HEINZ J.;**  
**ARORA, RAVI;**  
**LUZENSKI, ROBERT J.;**  
**ROBINSON, JASON R.;**  
**WHITE, BRENDAN R.;**  
**YUSCHAK, THOMAS;**  
**NEAGLE, PAUL W.;**  
**JAROSCH, KAI TOD PAUL y**  
**YANG, BIN**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 972 940 T3

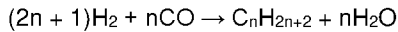
Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar 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

Proceso y aparato para eliminar catalizador sólido

5 La presente invención se refiere a un proceso para la eliminación de catalizador gastado de un reactor de microcanales. La invención se relaciona particularmente pero no exclusivamente con un proceso para la eliminación de catalizador de Fischer-Tropsch agotado de microcanales de proceso de un reactor de Fischer-Tropsch.

10 El proceso Fischer-Tropsch se usa ampliamente para generar combustibles a partir de monóxido de carbono e hidrógeno y puede representarse por la ecuación:



15 Esta reacción es altamente exotérmica y se cataliza mediante un catalizador Fischer-Tropsch, típicamente un catalizador basado en cobalto, en condiciones de temperatura elevada (típicamente al menos 180°C, por ejemplo 200°C o superior) y presión (por ejemplo al menos 10 bar). Se obtiene una mezcla de producto, y n típicamente abarca un intervalo de 1 a aproximadamente 90. Es deseable minimizar la selectividad del metano, es decir, la proporción de metano (n = 1) en la mezcla de productos, y maximizar la selectividad hacia las parafinas C5 y superiores (n ≥ 5), típicamente a un nivel del 90% o superior. También es deseable maximizar la conversión de monóxido de carbono. Preferiblemente, al menos aproximadamente 70% p/p de la mezcla de productos se distribuye entre n=10 y n=30.

La materia prima de hidrógeno y monóxido de carbono es normalmente gas de síntesis.

25 Durante la reacción de Fischer-Tropsch, el catalizador se degrada gradualmente, disminuyendo su eficacia y requiriendo un aumento gradual de la temperatura para mantener una conversión aceptable de monóxido de carbono. Esto se describe en Steynberg et al. "Fischer-Tropsch catalysis deactivation in commercial microchannel reactor operation" Catalysis-Today 299 (2018) pp10-13 .

30 Durante un período de tiempo es posible regenerar el catalizador periódicamente, lo que se puede hacer in situ, por ejemplo, sometiendo el catalizador a procesos de desparafinado, oxidación y reducción. Sin embargo, llega un punto en la vida útil del catalizador en donde la acumulación de venenos no regenerables tales como azufre y otros mecanismos de desactivación no regenerables tales como sinterización hacen que el catalizador se vuelva inviable. En este punto, el catalizador debe descargarse del reactor y reemplazarse con un catalizador nuevo.

35 Se conocen varios tipos de reactores diferentes para llevar a cabo la síntesis de Fischer-Tropsch, incluyendo reactores de lecho fijo, reactores de columna de burbujas en suspensión (SBCR) y reactores de microcanales (Rytter et al., "Deactivate and Regeneration of Commercial Type Fischer-Tropsch Co-Catalysts - A Mini-Review" Catalysts 2015, 5, pp 478-499 en pp 482-483 ).

45 Los reactores de microcanales se describen en nuestro documento WO2016201218 , que se incorpora como referencia, y de manera similar en LeViness y col. "Velocys Fischer-Tropsch Synthesis Technology - New Advances on State-of-the-Art" Top Catal 2014 57 pp518-525 . Tales reactores tienen la ventaja particular de que es posible una eliminación de calor muy eficaz, debido a la alta relación del área superficial de intercambio de calor con el volumen de microcanal (y por lo tanto de catalizador).

50 Sin embargo, los reactores de microcanales presentan desafíos especiales cuando se requiere descargar el catalizador. Este es particularmente el caso con el catalizador gastado que puede haber experimentado miles de horas de operación de la planta y haberse deteriorado dentro de los microcanales.

55 La presente invención se refiere en particular, pero no exclusivamente, a la eliminación de catalizador gastado de reactores de microcanales. Los reactores de microcanales comprenden típicamente capas de proceso que contienen arquitectura de microcanales, por ejemplo en forma de una ondulación de forma de onda situada dentro de las capas de proceso que divide efectivamente las capas de proceso en matrices lineales de canales de proceso (microcanales de proceso). La arquitectura de microcanales es típicamente más delgada que (y puede ser de un material diferente de) el límite de presión y puede dañarse más fácilmente en condiciones físicas severas tales como pueden ser requeridas para descargar el catalizador gastado de los microcanales.

60 Se ha encontrado difícil eliminar el catalizador gastado de los microcanales de tales reactores, debido a su sección transversal relativamente pequeña. Los intentos de eliminar el catalizador gastado por medios mecánicos (por ejemplo, martilleo) o con vapor o agua caliente a alta presión han dado como resultado una pobre recuperación del catalizador, típicamente 50% o menos de la carga del catalizador original, como se describe en nuestro documento US2009252658.

También se conoce a partir del documento US2009252658 eliminar el catalizador gastado de los microcanales de un reactor Fischer-Tropsch colocando una cabeza productora de ultrasonido en contacto sónico con los microcanales y aplicando energía ultrasónica a los microcanales. Sin embargo, este método también tiene ciertas desventajas prácticas. En particular, se ha encontrado que el equipo y las técnicas ultrasónicas existentes eliminan el catalizador gastado demasiado lentamente y/o incompletamente de los microcanales.

La presente invención proporciona un proceso para eliminar un catalizador de partículas de un lecho de catalizador empaquetado dentro de canales de proceso de un reactor de microcanales, el proceso comprende sellar herméticamente un extremo distal de un conjunto lineal de canales de proceso para formar canales de proceso bloqueados en la matriz, y dirigir una corriente de gas de alta velocidad a los extremos proximales abiertos de los canales de proceso, la velocidad de la corriente de gas es suficiente para elevar la presión en al menos parte de los canales de proceso bloqueados a al menos aproximadamente 5 psig (34.473 Pa de manómetro), y creando así dentro del lecho catalizador y/o entre el lecho catalizador y cualquier espacio abierto adyacente al lecho catalizador dentro de los canales de proceso bloqueados un gradiente de presión eficaz para desalojar partículas de catalizador del lecho catalizador.

En otro aspecto, la presente invención proporciona un proceso para eliminar un catalizador en partículas de los canales de proceso de un reactor de microcanales, el proceso comprende sellar herméticamente un extremo distal de una matriz lineal de canales de proceso para formar canales de proceso bloqueados en la matriz, y dirigir una corriente de gas de alta velocidad en los extremos proximales abiertos de los canales de proceso, la velocidad de la corriente de gas es suficiente para elevar la presión en al menos parte de los canales de proceso bloqueados a al menos aproximadamente 5 psig (34.473 Pa de manómetro), y:

i. retirar a continuación la corriente de gas de forma que la liberación concomitante de presión del canal de proceso bloqueado sea eficaz para desalojar las partículas de catalizador de los canales de proceso; y/o

ii. en un canal parcialmente descargado de catalizador, creando por medio de la corriente de gas una presión diferencial entre una parte de canal no descargada y una parte de canal descargada eficaz para desalojar partículas de catalizador de la parte de canal no descargada hacia la parte de canal descargada. El objeto reivindicado de la invención se indica en las reivindicaciones independientes 1 y 12 y en las reivindicaciones dependientes 2-11 y 13-14.

Los medios proporcionados para dirigir una corriente de gas de alta velocidad en los extremos proximales abiertos de los canales de proceso pueden denominarse convenientemente una "cuchilla de aire", un término que no debe interpretarse como limitante en modo alguno.

La cuchilla de aire puede desplegarse en cualquier extremo del canal de proceso, y puede reubicarse de un extremo al otro. El "extremo proximal" del canal de proceso es el extremo en donde se despliega la "cuchilla de aire" (y en donde se dirige la corriente de gas de alta velocidad), y el "extremo distal" es el extremo que se bloquea mediante sellado hermético al aire. En un sentido de definición, estos extremos invierten la posición cuando la "cuchilla de aire" se despliega de un extremo del canal de proceso al otro.

Lo más adecuado, el paso i) puede desplegarse inicialmente cuando el canal de proceso está completamente o al menos en su mayor parte sin descargar; mientras que el paso ii) se despliega adecuadamente después, y el catalizador en partículas se desaloja en la parte de canal descargada en forma suelta para su posterior eliminación del canal de proceso. Se cree que el paso ii) es eficaz para desalojar el catalizador particulado de los canales de proceso parcialmente descargados porque la aplicación de la corriente de gas en el canal hace que la presión dentro de una porción no descargada del canal se eleve por encima de la de una parte de canal descargada (corriente abajo, sustancialmente vacía). Este diferencial de presión hace que el catalizador empaquetado en la parte de canal no descargada se desplace en forma suelta en la parte de canal descargada (corriente abajo, sustancialmente vacía), desde donde puede eliminarse posteriormente fácilmente.

En el proceso de la invención, un canal de proceso no descargado puede descargarse parcialmente por medios que comprenden el paso i) y posteriormente descargarse adicionalmente por medios que comprenden el paso ii). En este caso, el proceso puede comprender en el paso ii) sellar herméticamente el extremo opuesto de la disposición de canales de proceso de aquel que se selló en el paso i) y dirigir la corriente de gas de alta velocidad en los canales de proceso en el extremo opuesto de aquel en el paso i).

En algunos aspectos de la invención, la velocidad de la corriente de gas es suficiente para elevar la presión en al menos parte de los canales de proceso bloqueados de aproximadamente 5 (34.473) a aproximadamente 20 psig (137.895 Pa), preferiblemente de aproximadamente 8 (55.158) a aproximadamente 15 psig (10.341 Pa), y puede por ejemplo ser al menos aproximadamente 10 psig (68.947 Pa). La presión no será uniforme en los canales de proceso a menos que se descarguen al menos sustancialmente completamente del catalizador.

Las tasas relativas a las cuales se eleva la presión (y/o se alivia posteriormente) en los canales de proceso bloqueados entre el lecho de catalizador empaquetado y cualquier espacio abierto adyacente al lecho de

5 catalizador también pueden ser un factor importante en el desalojo exitoso del catalizador gastado de los canales. Preferiblemente, la presión en los canales de proceso bloqueados se eleva en el proceso de la invención en al menos aproximadamente 0,01 psi por ms, más preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,5 psi por ms. Cuando, como en el paso i) descrita anteriormente, la corriente de gas se elimina, la presión en cualquier sección abierta de los canales de proceso puede disminuir de manera similar rápidamente - por ejemplo en al menos aproximadamente 0,01 psi por ms, más preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,5 psi por ms, facilitando el desalojo de las partículas de catalizador debido al diferencial de presión creado entre una parte de despresurización lenta del canal de proceso (en el lecho de catalizador) y una parte de despresurización rápida del canal de proceso (en cualquier espacio abierto adyacente al lecho de catalizador). Cuando, como en el paso ii) descrito anteriormente, la corriente de gas se dirige hacia el canal haciendo que la presión dentro de una parte no descargada del canal se eleve por encima de la de una parte de canal descargada (corriente abajo, sustancialmente vacía), este diferencial de presión puede crearse gradualmente mediante el aumento de presión en el lecho de catalizador antes de cualquier aumento de presión concomitante en un espacio abierto adyacente al extremo del lecho de catalizador corriente abajo de la aplicación de la corriente de gas.

20 Se piensa que el mecanismo de desalojo del catalizador agotado está al menos parcialmente relacionado con la resistencia inherente al flujo de aire a través de las partículas estrechamente empaquetadas. Una vez que se alcanza una alta presión en el canal de proceso, la eliminación de la fuente de gas de alta velocidad crea una tendencia del gas presurizado en el canal de proceso a abandonar el canal. La resistencia de flujo inherente del lecho de catalizador desarrolla un gradiente de presión a través de las partículas de catalizador, que imparte fuerza sobre las partículas en una dirección de escape del gas, dando como resultado el desalojo del catalizador.

25 En el paso i) una vez que el gas a alta presión se ha infiltrado en la disposición empaquetada, ese gas entonces tenderá a escapar (hacia el extremo proximal) de la disposición una vez que se elimina la fuente de gas presurizado. Esa tendencia de escape acoplada con la resistencia de la disposición particulada empaquetada cerrada a flujo pasante provoca el desalojo del catalizador a medida que el gas a alta presión busca escapar de la disposición particulada empaquetada cerrada a una tasa mayor que la que puede ser acomodada por las rutas de escape naturales a través de la disposición empaquetada cerrada. Esto puede entenderse más fácilmente considerando un canal de proceso que ha sido descargado a medias - con partículas de catalizador que permanecen solo hacia el extremo distal no descargado. A medida que la corriente de gas se aplica al medio canal descargado, la presión en todo el canal se eleva, incluyendo a través de su sección no descargada. A medida que se elimina la corriente de gas, la presión se libera inmediatamente del extremo proximal descargado del canal, y el escape posterior de gas del extremo distal no descargado provoca el desalojo como se ha descrito anteriormente.

40 El mismo principio puede aplicarse en el paso ii), con la diferencia de que puede no ser necesario eliminar la corriente de gas con el fin de provocar el desalojo. Una vez que un canal ha sido descargado parcialmente por medio de el paso i) (o por algún otro medio) proporciona un canal que está cerrado lleno con catalizador en uno de sus extremos pero sustancialmente vacío (descargado) en el otro. El sellado hermético del extremo sustancialmente vacío y la aplicación de la corriente de gas al extremo empaquetado provoca que se acumule presión en el catalizador empaquetado con relación a la parte de canal vacío corriente abajo. Este diferencial de presión hace que el catalizador empaquetado en la parte de canal no descargada se desplace en forma suelta en la parte de canal descargada (corriente abajo, sustancialmente vacía), desde donde puede eliminarse posteriormente fácilmente.

50 A menudo, los reactores de microcanales comprenden una arquitectura delicada dentro de los canales de proceso, por ejemplo, estructuras de forma de onda que alojan el catalizador en partículas. En este caso, para evitar o minimizar el daño a la arquitectura del canal de proceso, el proceso de la invención puede incluir colocar miembros espaciadores adyacentes a las aberturas del extremo proximal de la matriz lineal de canales de proceso con los miembros espaciadores que tienen al menos una abertura o espacio que cubre las aberturas, y dirigir la corriente de gas de alta velocidad a través de la al menos una abertura o espacio en los canales de proceso.

55 El reactor de microcanales típicamente comprende arquitectura de microcanales que crea la matriz lineal de canales de proceso.

60 Típicamente, el catalizador en partículas que se elimina en el proceso de la invención es un catalizador agotado.

65 Preferiblemente, el reactor comprende capas de canales de proceso. En el caso en donde se incluye una arquitectura de microcanales delicada en los canales de proceso y, por lo tanto, es deseable la provisión de un miembro espaciador, preferiblemente en ese caso cada capa de canales de proceso está provista con un miembro espaciador que se extiende a través de la anchura de la capa. Estas características facilitan la eliminación tanto rápida como efectiva del catalizador.

Preferiblemente, la corriente de gas se mueve transversalmente sobre las aberturas de capas sucesivas de canales de proceso. Esta característica facilita la eliminación tanto rápida como efectiva del catalizador.

5 Preferiblemente, la corriente de gas se genera por una abertura de ranura alargada. La abertura de ranura puede ser alargada en la dirección de dicha matriz lineal de canales de proceso y extenderse sobre dos o más, preferiblemente 10 o más, más preferiblemente 20 o más, más preferiblemente todas las aberturas de canal de proceso de una capa de canales de proceso. Esta característica iguala las presiones dentro de los canales de proceso y por lo tanto las fuerzas que actúan sobre sus paredes, tendiendo a proteger las paredes contra el daño por la corriente de gas.

10 La dimensión lateral de la abertura de ranura puede ser más pequeña que la dimensión lateral correspondiente de la abertura o espacio de los miembros espaciadores, cuando está presente. Esta característica mejora adicionalmente la protección de las paredes de canal de proceso.

15 En ciertos aspectos de la invención, los miembros espaciadores proporcionan un importante efecto protector técnico. En su ausencia, la corriente de gas de alta velocidad dirigida directamente a los canales de proceso tiene una tendencia a dañar cualquier arquitectura de microcanales de esos canales. Así, por ejemplo, si la arquitectura de microcanales comprende insertos ondulados o formas de onda tales como las descritas en nuestro documento WO2008030467 e incorporadas en el presente documento como referencia, estos pueden dañarse si se omiten los miembros espaciadores usados en el proceso de la invención.

20 Una matriz lineal de canales de proceso constituye una capa de proceso. Las capas de proceso típicamente tienen una longitud, una altura y una anchura, y una configuración rectangular. Una longitud típica sería de aproximadamente 100 mm a aproximadamente 1000 mm, o de aproximadamente 200 mm a aproximadamente 600 mm. Una altura típica sería de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 10 mm, o de aproximadamente 5 mm a aproximadamente 7 mm. Una anchura típica sería de aproximadamente 50 mm a aproximadamente 800 mm, o de aproximadamente 100 mm a aproximadamente 300 mm. La arquitectura de microcanales dentro de las capas de proceso crea típicamente una matriz lineal de canales de proceso (microcanales de proceso) de ancho aproximado de 0,5 a 2 mm o de 0,75 a 1,5 mm y aproximadamente la misma longitud y altura que las capas de proceso. Los canales que tienen una anchura de 2 mm o menos se consideran generalmente como canales de microproceso, o microcanales, con una relación de área superficial: volumen especialmente alta que favorece el intercambio de calor con el reactor durante la producción y facilita el control y selectividad del proceso.

35 Preferiblemente, la velocidad de la corriente de gas que entra en los extremos proximales abiertos de los canales de proceso, o la abertura o espacio de dicho miembro espaciador, es al menos aproximadamente 250 m/s, preferiblemente al menos aproximadamente 300 m/s, más preferiblemente al menos aproximadamente 330 m/s, y puede ser supersónica. Se ha encontrado que estos valores dan como resultado una rápida y eficiente acumulación de presión dentro de los canales de proceso para una eliminación efectiva y rápida del catalizador de esos canales una vez que se libera la presión; mientras que la presencia de los miembros espaciadores en ciertos aspectos de la invención previene el daño a la arquitectura de microcanales de los canales de proceso.

40 Los canales de proceso se cierran en sus extremos distales. Esto provoca que la presión dentro de los canales de proceso aumente a medida que la corriente de gas entra en los canales en sus extremos proximales. Típicamente, la presión dentro de los canales de proceso antes de la operación del proceso de la invención será ambiental, es decir, atmosférica. La presión dentro del canal de proceso típicamente aumentará durante la aplicación de la corriente de gas desde el ambiente a por encima de 5 psig (34.473,5 Pa de manómetro), preferiblemente hasta o por encima de 20 psig (137.895 Pa de manómetro).

Los extremos distales pueden ser opcionalmente sellados por cualquier medio adecuado tal como por cinta adhesiva de aluminio de trabajo pesado o por otros medios selladores.

55 Preferiblemente, la corriente de gas es aire, pero se puede usar cualquier otro gas adecuado, preferiblemente inerte.

60 Las aberturas de canal de proceso están dispuestas en una matriz lineal. Preferiblemente, la corriente de gas es generada por una boquilla con una abertura alargada paralela a la disposición lineal y está montada para movimiento lineal en una dirección lateral en un carro y el carro está soportado por el reactor. Esta característica permite un aparato relativamente compacto que puede unirse fácilmente al reactor y eliminarse del mismo.

65 También se proporciona de acuerdo con la invención, un reactor de microcanales que comprende una matriz lineal de canales de proceso que contiene un catalizador en partículas, la matriz lineal se proporciona con medios en su extremo distal para bloquear los canales de proceso en una manera hermética al aire, y en su extremo proximal tiene aberturas con miembros espaciadores que tienen al menos una abertura o espacio que

cubre las aberturas, y medios para montar de manera móvil una boquilla para dirigir una corriente de gas de alta velocidad a través de la al menos una abertura o espacio en los canales de proceso.

5 También se contempla dentro del alcance de la invención que se puede usar el uso simultáneo de múltiples boquillas de corriente de gas de alta velocidad. En el caso de que se usen simultáneamente múltiples boquillas, se pueden usar juntas para descargar el catalizador desde un solo núcleo del reactor y/o se pueden usar para descargar el catalizador simultáneamente desde múltiples núcleos del reactor.

10 El flujo de aire a través de la boquilla puede ser pulsado o continuo.

Otras características preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

15 A continuación se describen sólo a modo de ejemplo realizaciones preferidas de la invención, con referencia a las Figuras 1 a 7 de los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un reactor de microcanales usado en una realización preferida;

20 la Figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un núcleo de reactor usado en el reactor de la figura 1;

La Figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de parte de un canal de proceso que contiene arquitectura de microcanales usada en el núcleo del reactor de las Figuras 1 y 2;

25 la Figura 4 es una vista en perspectiva esquemática de una cuchilla de aire y un elemento separador usado para eliminar el catalizador gastado del núcleo del reactor de la Figura 3;

la Figura 5 es una elevación esquemática desde abajo que muestra la cuchilla de aire de la Figura 4 que atraviesa las capas de microcanales de proceso del núcleo del reactor de la Figura 2;

30 la Figura 6 es una elevación esquemática desde abajo que muestra la cuchilla de aire de la Figura 4 que atraviesa las capas de microcanales de proceso del núcleo del reactor de la Figura 2;

la Figura 7 es una vista en perspectiva esquemática desde abajo que muestra el montaje de elementos separadores en la parte inferior del núcleo del reactor de la Figura 2;

35 la Figura 8 es una vista en perspectiva esquemática de la cuchilla neumática de las figuras 4 y 6 montada en un ensamblaje de carro lineal.

40 la Figura 9 es una vista en perspectiva esquemática del ensamblaje de carro lineal montado en el lado inferior del núcleo del reactor de la Figura 2, estando el conjunto de carro en la configuración retraída, y

la Figura 10 es una vista en perspectiva esquemática del ensamblaje de carro lineal montado en el lado inferior del núcleo del reactor de la Figura 2, estando el ensamblaje de carro en la configuración extendida.

45 A continuación se proporcionan detalles de un reactor Fisher-Tropsch de microcanales adecuado que se puede eliminar del catalizador mediante un proceso de acuerdo con la invención con referencia a las Figuras 1 a 3.

50 Con referencia a la Figura 1, el reactor 200 de microcanales comprende un recipiente 210 de contención que contiene o aloja tres núcleos 220 de reactor de microcanales. En otras realizaciones, el recipiente 210 de contención se puede usar para contener o alojar de 1 a aproximadamente 16 núcleos de reactor de microcanales, o de 1 a aproximadamente 8 núcleos de reactor de microcanales, o de 1 a aproximadamente 4 núcleos de reactor de microcanales. El recipiente 210 de contención puede ser un recipiente presurizable. El recipiente 210 de contención incluye entradas y salidas 245 que permiten el flujo de reactivos dentro y fuera de los núcleos 220 de reactor de microcanales. El fluido de intercambio de calor se suministra a los núcleos del reactor de microcanales a través de las entradas 230 y se recupera de salidas dispuestas de manera similar en el lado opuesto del reactor.

60 Las entradas 245 pueden estar conectadas a una cabecera o colector (no mostrado) que se proporciona para que los reactivos que fluyen procesen microcanales en cada uno de los núcleos de reactor de microcanales. Las entradas 230 pueden estar conectadas a una cabecera o colector (no mostrado) que se proporciona para hacer fluir un fluido de intercambio de calor, por ejemplo, agua saturada, a canales de intercambio de calor en cada uno de los núcleos del reactor de microcanales. Una de las salidas 245 está conectada a un colector o pie (no mostrado) que proporciona el producto que fluye fuera de los microcanales de proceso en cada uno de los núcleos del reactor de microcanales. Una de las salidas 230 de fluido de intercambio de calor puede conectarse a un colector o pie (no mostrado) para proporcionar el flujo del fluido de intercambio de calor fuera de los canales de intercambio de calor en cada uno de los núcleos de reactor de microcanales.

- 5 El recipiente 210 de contención puede construirse usando cualquier material adecuado suficiente para contrarrestar las presiones de funcionamiento que pueden desarrollarse dentro de los núcleos del reactor de microcanales. Por ejemplo, la cubierta 240 y las nervaduras 242 de refuerzo del recipiente 210 de contención pueden estar construidas de acero fundido o inoxidable. Las bridas, acoplamientos y tuberías pueden construirse, por ejemplo, de acero inoxidable. El recipiente 210 de contención puede tener, por ejemplo, un diámetro de 1,5 m. La longitud axial del recipiente 210 de contención puede ser, por ejemplo, de 1,5 m para cada núcleo de reactor situado en el mismo, es decir, de 5,5 m para un reactor de cuatro núcleos.
- 10 Con referencia a la Figura 2, el núcleo 220 del reactor de microcanales contiene una pila de unidades 300 laminares alternas de microcanales 310 de proceso y unidades 350 laminares de canales 355 de intercambio de calor .
- 15 El núcleo 220 del reactor de microcanales puede comprender opcionalmente una pluralidad de placas en una pila que define una pluralidad de capas de proceso y una pluralidad de capas de intercambio de calor, cada placa tiene un borde periférico, el borde periférico de cada placa o suplemento está soldado al borde periférico de la siguiente placa adyacente para proporcionar un sello perimetral para la pila. Esto se muestra en el documento US20120095268 , que se incorpora en el presente documento como referencia.
- 20 El núcleo 220 del reactor de microcanales puede tener opcionalmente la forma de un bloque tridimensional que tiene seis caras que son cuadrados o rectángulos. El núcleo 220 del reactor de microcanales puede tener opcionalmente la misma sección transversal a lo largo de una longitud. El núcleo 220 del reactor de microcanales puede estar opcionalmente en forma de un bloque o prisma paralelo o cúbico. El núcleo 220 del reactor de microcanales puede tener una longitud, anchura y altura de, por ejemplo, 1 m.
- 25 El catalizador 500 de Fischer-Tropsch está colocado en los microcanales 310 de proceso y puede estar en cualquier forma adecuada, por ejemplo, lechos fijados de sólidos en partículas.
- 30 La Figura 3 muestra la arquitectura de microcanales en forma de una lámina corrugada 315 intercalada entre las placas 316 y 317 y que define los microcanales 310 de proceso a cada lado de la lámina 315. En aras de la claridad, el catalizador 500 de Fischer-Tropsch se muestra solo en uno de estos microcanales, pero en la práctica cada microcanal 310 se empaquetará con el catalizador 500 de Fischer-Tropsch. Se describen detalles adicionales de la construcción en el documento WO2008030467, que se incorpora aquí como referencia. El catalizador Fischer-Tropsch 500 puede comprender opcionalmente cobalto y un soporte que se incorpora en
- 35 el presente documento como referencia. El catalizador puede tener opcionalmente una carga de cobalto en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 15 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 20 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 25 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 30 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 32 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 35 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 38 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 40 a aproximadamente 60% en peso, o de aproximadamente 40 a aproximadamente 55% en peso, o de aproximadamente 40 a aproximadamente 50% en peso de cobalto.
- 40 El catalizador Fischer-Tropsch 500 puede comprender además opcionalmente un metal noble. El metal noble puede ser, por ejemplo, uno o más de Pd, Pt, Rh, Ru, Re, Ir, Au, Ag y Os. El metal noble puede ser uno o más de Pt, Ru y Re. El metal noble puede ser Ru. Como alternativa, o además, el metal noble puede ser Pt. El catalizador de Fischer-Tropsch puede comprender opcionalmente de aproximadamente 0.01 a aproximadamente 30% en total de metal o metales nobles (con base en el peso total de todos los metales nobles presentes como un porcentaje del peso total del precursor de catalizador o catalizador activado), u
- 45 opcionalmente de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 20% en total de metal o metales nobles, u opcionalmente de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5% en total de metal o metales nobles, u opcionalmente aproximadamente 0,2% en total de metal o metales nobles.
- 50 El catalizador 500 Fischer-Tropsch puede incluir opcionalmente uno o más componentes basados en metal adicionales como promotores o modificadores. Estos componentes basados en metal pueden estar presentes opcionalmente también en el precursor de catalizador y/o catalizador activado como carburos, óxidos o metales elementales. Un metal adecuado para uno o más de los otros componentes basados en metal puede ser, por ejemplo, uno o más de Zr, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Nb, Mo, Tc, Cd, Hf, Ta, W, Re, Hg, Tl y los lantánidos de bloque 4f. Lantánidos de bloque 4f adecuados pueden ser La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm,
- 55 Yb y/o Lu. El metal para uno o más de los otros componentes basados en metal puede ser, por ejemplo, uno o más de Zn, Cu, Mn, Mo y W. El metal para uno o más de los otros componentes basados en metal puede ser, por ejemplo, uno o más de Re y Pt. El catalizador puede comprender opcionalmente de aproximadamente 0.01 a aproximadamente 10% en total de otro metal o metales (con base en el peso total de todos los otros metales como un porcentaje del peso total del precursor de catalizador o catalizador activado), u opcionalmente
- 60 de aproximadamente 0.1 a aproximadamente 5% en total de otros metales, u opcionalmente aproximadamente 3% en total de otros metales.
- 65

- 5 El catalizador 500 Fischer-Tropsch puede derivarse opcionalmente de un precursor de catalizador que puede activarse para producir el catalizador Fischer-Tropsch, por ejemplo calentando el precursor de catalizador en hidrógeno y/o un gas de hidrocarburo (por ejemplo, metano), o en un hidrógeno y/o gas de hidrocarburo diluido con otro gas, tal como nitrógeno y/o metano, para convertir al menos algunos de los carburos u óxidos en metal elemental. En el catalizador activo, el cobalto puede estar opcionalmente al menos parcialmente en forma de su carburo u óxido.
- 10 El catalizador 500 Fischer-Tropsch puede incluir opcionalmente un soporte de catalizador. El soporte puede comprender opcionalmente un óxido metálico refractario, carburo, carbono, nitruro, o mezcla de dos o más de los mismos. El soporte puede comprender opcionalmente alúmina, zirconia, sílice, titania, o una mezcla de dos o más de los mismos. La superficie del soporte puede modificarse opcionalmente tratándola con sílice, titania, circonia, magnesia, cromia, alúmina, o una mezcla de dos o más de los mismos. El material usado para el soporte y el material usado para modificar el soporte pueden ser diferentes. El soporte puede comprender 15 opcionalmente sílice y la superficie de la sílice puede tratarse opcionalmente con un óxido sólido refractario al óxido tal como titania, por ejemplo. El material usado para modificar el soporte puede usarse para aumentar la estabilidad (por ejemplo, disminuyendo la desactivación) del catalizador soportado.
- 20 El soporte de catalizador puede comprender opcionalmente hasta aproximadamente 30% en peso del óxido (por ejemplo, sílice, titania, magnesia, cromia, alúmina, zirconia o una mezcla de dos o más de los mismos) usado para modificar la superficie del soporte, o de aproximadamente 1% a aproximadamente 30% en peso, o de aproximadamente 5% a aproximadamente 30% en peso, o de aproximadamente 5% a aproximadamente 25% en peso, o de aproximadamente 10% a aproximadamente 20% en peso, o de aproximadamente 12% a 25 aproximadamente 18% en peso, por ejemplo. El soporte de catalizador puede estar opcionalmente en forma 25 de una forma estructurada, gránulos o un polvo. El soporte de catalizador puede estar opcionalmente en forma de sólidos en partículas. Aunque no se desea quedar limitado por la teoría, se cree que el tratamiento superficial proporcionado en el presente documento ayuda a evitar que el Co se sinterice durante la operación del proceso de Fischer-Tropsch.
- 30 La tasa de desactivación del catalizador 500 Fischer-Tropsch puede ser opcionalmente tal que se pueda usar en una síntesis de Fischer-Tropsch durante más de aproximadamente 300 horas, o más de aproximadamente 3.000 horas, o más de aproximadamente 12.000 horas, o más de aproximadamente 15.000 horas, todo antes de que se requiera un rejuvenecimiento o regeneración del catalizador.
- 35 El catalizador 500 Fischer-Tropsch puede ser opcionalmente usado por un periodo extendido (por ejemplo > 300 horas) con una tasa de desactivación de menos de aproximadamente 1,4% por día, o menos de aproximadamente 1,2% por día, o entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 1% por día, o entre aproximadamente 0,03% y aproximadamente 0,15% por día.
- 40 El catalizador 500 Fischer-Tropsch puede tener cualquier tamaño y configuración geométrica que se ajuste dentro de los microcanales 310 de proceso. El catalizador puede estar opcionalmente en forma de sólidos 45 particulados (por ejemplo, gránulos, polvo, fibras y similares) que tienen un diámetro medio de partícula de aproximadamente 1 a aproximadamente 1000  $\mu\text{m}$  (micras), o de aproximadamente 10 a aproximadamente 750  $\mu\text{m}$ , o de aproximadamente 25 a aproximadamente 500  $\mu\text{m}$ . El diámetro medio de partícula puede estar opcionalmente en el intervalo de 50 a aproximadamente 500 pm o de aproximadamente 100 a 45 aproximadamente 500 pm, o de aproximadamente 125 a aproximadamente 400 pm, o de aproximadamente 170 a aproximadamente 300 pm. En una realización, el catalizador puede estar en forma de un lecho fijo de sólidos en partículas.
- 50 El núcleo 220 del reactor de microcanales puede contener, por ejemplo, 6 capas 350 de canales 355 de intercambio de calor.
- 55 Haciendo referencia a la Figura 3, cada microcanal de proceso 310 puede tener, por ejemplo, una altura (h) de 6,35 mm y una anchura (w) de 1 mm. La longitud de cada microcanal de proceso puede ser, por ejemplo, de 610 mm.
- 60 Cada unidad o capa 300 de microcanales de proceso 310 puede tener, por ejemplo, cientos de microcanales de proceso 310. Los microcanales de proceso 310 pueden tener secciones transversales que tengan cualquier forma, por ejemplo, cuadrada, rectangular, circular, semicírculo, etc. La altura interna de cada microcanal de proceso 310 puede considerarse como la más pequeña de las dimensiones internas normales a la dirección de flujo de los reactivos y el producto a través del microcanal de proceso.
- 65 Cada unidad o capa 350 de canales 355 de intercambio de calor puede tener, por ejemplo, cientos de canales de intercambio de calor. Los canales 355 de intercambio de calor pueden ser microcanales o pueden tener dimensiones más grandes que los clasificarían como no microcanales.

5 El núcleo 220 del reactor de microcanales puede estar hecho de cualquier material que proporcione suficiente resistencia, estabilidad dimensional y características de transferencia de calor para permitir la operación del proceso deseado. Estos materiales pueden incluir, por ejemplo, aluminio; titanio; níquel; platino; rodio; cobre; cromo; aleaciones de cualquiera de los metales anteriores; latón; acero (por ejemplo, acero inoxidable); cuarzo; silicio; o una combinación de dos o más de los mismos. Cada reactor de microcanales puede estar construido opcionalmente de acero inoxidable con una o más formas de onda de cobre o aluminio que se usan para formar los canales.

10 El núcleo 220 del reactor de microcanales puede fabricarse opcionalmente usando técnicas conocidas que incluyen, por ejemplo, mecanizado por electrodescarga de alambre, mecanizado convencional, corte por láser, mecanizado fotoquímico, mecanizado electroquímico, moldeo, chorro de agua, estampado, ataque químico (por ejemplo, ataque químico, fotoquímico o por plasma) y combinaciones de los mismos.

15 El núcleo 220 del reactor de microcanales puede construirse opcionalmente formando placas con partes eliminadas que permiten el paso de flujo. Una pila de placas puede por ejemplo ensamblarse mediante unión por difusión, soldadura láser, soldadura fuerte por difusión, soldadura convencional, fabricación aditiva y métodos similares para formar un dispositivo integrado. Los reactores de microcanales pueden ensamblarse, por ejemplo, usando una combinación de placas y placas o tiras parciales. En este método, los canales o áreas vacías pueden formarse ensamblando tiras o placas parciales para reducir la cantidad de material requerido.

20 El núcleo 220 del reactor de microcanales puede comprender opcionalmente una pluralidad de placas en una pila que define una pluralidad de capas de proceso y una pluralidad de capas de intercambio de calor, cada placa tiene un borde periférico, el borde periférico de cada placa o suplemento está soldado al borde periférico de la siguiente placa adyacente para proporcionar un sello perimetral para la pila. Esto se muestra en el documento US20120095268 , que se incorpora en el presente documento como referencia.

30 El recipiente 210 de contención puede incluir opcionalmente un mecanismo de control para mantener la presión dentro del recipiente de contención a un nivel que es al menos tan alto como la presión interna dentro de los núcleos del reactor 220 de microcanales . La presión interna dentro del recipiente 210 de contención puede estar opcionalmente en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 atmósferas, o de aproximadamente 15 a aproximadamente 30 atmósferas durante la operación de un proceso de conversión de gas de síntesis (por ejemplo, proceso de Fischer-Tropsch). El mecanismo de control para mantener la presión dentro del recipiente de contención puede comprender opcionalmente una válvula de retención y/o un regulador de presión. Una válvula de retención o regulador puede estar programado opcionalmente para activarse a cualquier presión interna deseada para el recipiente de contención. Cualquiera o ambos de estos pueden usarse en combinación con un sistema de tuberías, válvulas, controladores y similares, para garantizar que la presión en el recipiente 210 de contención se mantenga a un nivel que es al menos tan alto como la presión interna dentro de los núcleos del reactor 220 de microcanales . Esto se hace en parte para proteger las soldaduras usadas para formar los núcleos 220 de microcanales . Una disminución significativa de la presión dentro del recipiente 210 de contención sin una disminución correspondiente de la presión interna dentro de los núcleos 220 del reactor de microcanales podría dar como resultado una costosa ruptura de las soldaduras dentro de los núcleos 220 del reactor de microcanales . Un mecanismo de control puede estar diseñado opcionalmente para permitir la desviación de uno o más gases de proceso en el recipiente de contención en el caso de que la presión ejercida por el gas de contención disminuya.

Un aparato y un proceso para eliminar el catalizador de Fischer-Tropsch agotado de los microcanales 310 de proceso del reactor anterior se describirán ahora con referencia a las Figuras 4 a 10.

50 Con referencia a la figura 4, se muestra una cuchilla de aire 1 que está conectada a una fuente de aire comprimido (no mostrada) y tiene una hendidura con una anchura aproximadamente igual a la anchura de una unidad o capa 300 de microcanales de proceso que definen un chorro de aire de alta velocidad 4.

55 Se muestra un miembro protector alargado o espaciador 2 que tiene dos ranuras 3 paralelas alineadas con la cuchilla 1 de aire de manera que el chorro 4 de aire pasa a través de una de las ranuras paralelas. La longitud de la hendidura de la cuchilla de aire es igual a o ligeramente mayor que la longitud de las ranuras 3 y ambas corresponden a la anchura W completa de los núcleos 220 del reactor (Figura 2). En uso, el miembro protector o espaciador 2 se fija contra una fila de aberturas de los microcanales 310 de proceso y la cuchilla 1 de aire se atraviesa en la dirección A de modo que el chorro 4 de aire pasa a través de cada ranura 3 a su vez. Como se ve mejor en la Figura 7, se proporciona una disposición de tales miembros 2 de protección , de manera que el chorro 4 de aire pasa a través de ranuras sucesivas de miembros de protección sucesivos y, por lo tanto, a filas sucesivas de microcanales 310 de proceso del núcleo 220 de reactor.

65 Como se aprecia mejor en la Figura 6, los elementos de protección o espaciadores 2 están situados debajo de los paneles 350 de refrigerante y tienen sus ranuras alineadas con los microcanales de proceso 310. Los paneles 350 de refrigerante comprenden canales de refrigerante (no mostrados). La longitud de las tiras

- separadoras debajo de los paneles de refrigerante se extiende a través de todos los núcleos de reactor instalados que determinan el ancho del reactor. La profundidad (dirección vertical en la Figura 6) de los elementos de protección es adecuadamente de 10 mm a 50 mm, por ejemplo 25 mm. La alineación de las ranuras con los microcanales de proceso también crea alineación entre las tiras espaciadoras y los puntos de contacto de panel de refrigerante de forma de onda, que sirve en uso para proteger esos puntos de contacto de toda la fuerza de la corriente de gas dirigida a través del cuerpo de las ranuras. La profundidad de los miembros de protección también puede seleccionarse adecuadamente con referencia a esta ubicación más delicada en el canal de proceso.
- 5
- 10 Haciendo referencia a la Figura 6A, en una variante del miembro protector, las ranuras 3 podrían prescindirse de y cada miembro protector 2 mostrado en la Figura 5 podría reemplazarse por tres miembros protectores 2A, 2B y 2C separados más estrechos situados individualmente sobre las respectivas capas 350 de refrigerante, con el chorro 4 de aire dirigido a través de los espacios g entre ellos.
- 15 Como se muestra en la Figura 5, la cuchilla de aire 1 atraviesa filas sucesivas de canales 310 de proceso y fuerza el catalizador 500. La anchura w de los canales de microproceso es adecuadamente 1 mm y la altura interna h es adecuadamente 6.35 mm.
- 20 La distancia desde la hendidura de la cuchilla de aire hasta el miembro 2 de protección, cuando la cuchilla 1 de aire se coloca en línea con cualquier miembro de protección dado, es lo más pequeña posible dentro de tolerancias prácticas y típicamente entre 0,5 y 19 mm. La longitud de la hendidura de cuchilla de aire es igual a o ligeramente mayor que la anchura de la capa de proceso para todos los núcleos correspondientes a la anchura total del reactor.
- 25 Las dimensiones de la hendidura de cuchilla de aire, y la presión de aire corriente arriba, se establecen de manera que el aire fluye a una velocidad aproximada o aproximadamente sónica o incluso supersónica a través de la hendidura. La anchura de ranura está típicamente en el intervalo de 150 a 180 mm, pero podría ser hasta o ligeramente mayor que la anchura de la capa de proceso.
- 30 En uso, la cuchilla 1 de aire se mueve a una velocidad de entre 0,01 y 0,2 ms<sup>-1</sup>, desde un extremo del reactor al otro y, después de que se haya atravesado toda la longitud del lado inferior del núcleo 220 del reactor o una sección seleccionada del mismo, la cuchilla de aire viaja de vuelta, a una velocidad similar, a la posición de inicio en el otro extremo del núcleo 220 del reactor o la sección del núcleo del reactor. Este movimiento se repite, con flujo de aire continuo a través de la hendidura de la cuchilla de aire, hasta que el flujo de catalizador fuera de los canales se detiene. El reactor es entonces inspeccionado para determinar si se ha logrado la descarga completa del catalizador.
- 35
- 40 En relación con cualquier canal parcialmente no descargado, el proceso de la invención en su paso ii) puede entonces desplegarse. Al desellar los extremos sellados de los canales de proceso y luego sellar herméticamente el extremo opuesto de un arreglo lineal de canales de proceso para formar canales de proceso bloqueados en la matriz, ubicar miembros espaciadores adyacentes a las aberturas del extremo (ahora) no sellado de la matriz lineal de canales de proceso con los miembros espaciadores que tienen al menos una abertura o espacio que cubre las aberturas, y dirigir una corriente de gas de alta velocidad a través de la al menos una abertura o espacio en los canales de proceso, la velocidad de la corriente de gas es suficiente para elevar la presión en los canales de proceso bloqueados a al menos aproximadamente 5 psig (34.473 Pa) en al menos parte del canal de proceso bloqueado, la acumulación concomitante de presión dentro del catalizador no descargado en el catalizador una parte de canal no descargada para desalojarse en forma suelta en la parte de canal descargada (corriente abajo, sustancialmente vacía). Preferiblemente, el diferencial de presión entre la presión dentro del lecho de catalizador empaquetado y una sección no empaquetada adyacente del microcanal de proceso es de al menos aproximadamente 1 psig (6.894 Pa), preferiblemente de al menos aproximadamente 2 psig (13.789 Pa).
- 45
- 50
- 55 Como una alternativa al paso ii) el proceso de la invención en su paso i) puede repetirse aplicando el proceso de la invención desde el lado opuesto de los canales de proceso - es decir, desellando los extremos sellados de los canales de proceso y luego sellando herméticamente el extremo opuesto de una matriz lineal de canales de proceso para formar canales de proceso bloqueados en la matriz, ubicando miembros espaciadores adyacentes a las aberturas del extremo (ahora) no sellado de la matriz lineal de canales de proceso con los miembros espaciadores teniendo al menos una abertura o espacio que cubre las aberturas, y dirigiendo una corriente de gas de alta velocidad a través de la al menos una abertura o espacio en los canales de proceso siendo suficiente la corriente para elevar la presión en los canales de proceso bloqueados a por lo menos aproximadamente 5 psig (34.473 Pa), y luego eliminando la corriente de gas de manera que la liberación concomitante de presión desde el canal de proceso bloqueado es efectiva para desalojar el catalizador particulado de los canales de proceso.
- 60
- 65 Si quedan unos pocos canales que contienen algo de catalizador, entonces se puede aplicar un método no automatizado, tal como lavado con disolvente y/o estímulo físico suave, a esos canales.

5 Como se ve mejor en la Figura 8, la cuchilla 1 de aire se lleva en un portaobjetos 6 que a su vez está montado en cuatro brazos 7 de soporte . Los extremos de estos brazos de soporte tienen fijaciones (por ejemplo, tornillos de máquina) para asegurar el ensamblaje 5 resultante a la parte inferior de los núcleos 220 de reactor. Los elementos 2 de protección no se muestran en esta Figura.

10 En funcionamiento, el aire pasa continuamente hacia arriba a través de la hendidura de la cuchilla de aire a medida que la cuchilla 1 de aire se mueve a lo largo de la longitud del reactor para dirigir secuencialmente un flujo de aire al espacio entre las tiras espaciadoras. La hendidura de cuchilla de aire se extiende a través de todos los microcanales 310 de proceso en 315.

15 A medida que el flujo de aire atraviesa la profundidad del elemento 2 protector (Figuras 5 y 6), para alcanzar los microcanales 310 de proceso , la descarga de aire incide sobre el catalizador 500 en cada canal de reactor, aumentando la presión en el canal (que está bloqueado en su extremo distal) por encima de 5 psig (34.473 Pa), o hasta o por encima de 10 psig (68.947 Pa). Una vez que la cuchilla de aire pasa a través del canal, esa presión se libera, haciendo que al menos algo del catalizador dentro del canal sea expulsado en el flujo liberado. La cuchilla de aire continúa viajando hacia atrás y hacia adelante, a una velocidad preestablecida, a lo largo de la longitud del reactor, impulsada por el sistema de movimiento automatizado de la cuchilla de aire, hasta que no se elimina catalizador adicional del reactor.

20 El catalizador expulsado puede recogerse en una cámara (no mostrada) instalada debajo del núcleo 200 del reactor en la que se extrae un vacío.

25 Como se aprecia mejor en las Figuras 2, 3 y 5, cada fila de microcanales 310 de proceso está definida por una lámina 315 corrugada situada entre las paredes enfrentadas de los paneles 350 de enfriamiento adyacentes . Las láminas corrugadas están fabricadas a partir de un material conductor de calor, típicamente cobre, y conformadas para formar múltiples canales 310 de reactor verticales. Las paredes de los paneles de enfriamiento son típicamente placas de acero inoxidable paralelas. Las placas paralelas se suelen enfriar internamente mediante un fluido refrigerante. En funcionamiento, los canales del reactor se llenan con un material catalizador en partículas.

30 Después de que el catalizador 500 gastado ha sido retirado, se puede reemplazar con un catalizador nuevo. El método de eliminación de catalizador descrito se puede aplicar a reactores químicos distintos de los reactores de Fischer-Tropsch para eliminar el catalizador gastado del mismo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un proceso para eliminar un catalizador de partículas de un lecho de catalizador empaquetado dentro de canales de proceso de un reactor de microcanales, comprendiendo el proceso sellar herméticamente un extremo distal de una matriz lineal de canales de proceso para formar canales de proceso bloqueados en la matriz, y dirigir una corriente de gas de alta velocidad a los extremos proximales abiertos de los canales de proceso, la velocidad de la corriente de gas es suficiente para elevar la presión en al menos parte de los canales de proceso bloqueados a al menos aproximadamente 5 psig (34.473 Pa de manómetro), y para crear así dentro del lecho catalizador y/o entre el lecho catalizador y cualquier espacio abierto adyacente al lecho catalizador dentro de los canales de proceso bloqueados un gradiente de presión eficaz para desalojar partículas de catalizador del lecho catalizador.
2. Un proceso según la reivindicación 1 que comprende:
- i. retirar a continuación la corriente de gas de forma que la liberación concomitante de presión del canal de proceso bloqueado sea eficaz para desalojar las partículas de catalizador de los canales de proceso; y/o
  - ii. en un canal parcialmente descargado de catalizador, crear por medio de la corriente de gas una presión diferencial entre una parte de canal no descargada y una parte de canal descargada eficaz para desalojar partículas de catalizador de la parte de canal no descargada hacia la parte de canal descargada.
3. El proceso según la reivindicación 2, en donde en el paso ii) el catalizador en partículas se desaloja en la parte de canal descargada en forma suelta para su posterior retirada del canal de proceso.
4. El proceso según la reivindicación 2, en donde un canal de proceso no descargado se descarga parcialmente por medios que comprenden el paso i) y posteriormente se descarga adicionalmente por medios que comprenden el paso ii), comprendiendo opcionalmente en el paso ii) sellar herméticamente el extremo opuesto de la matriz de canales de proceso de aquel que se selló en el paso i) y dirigir la corriente de gas de alta velocidad a los canales de proceso en el extremo opuesto de aquel en el paso i).
5. El proceso según la reivindicación 2, en donde la corriente de gas se mueve transversalmente sobre las aberturas de capas sucesivas de canales de proceso.
6. El proceso según la reivindicación 2, en donde el reactor comprende capas de canales de proceso, opcionalmente en donde cada capa de canales de proceso está provista de un miembro espaciador que se extiende a través de la anchura de la capa.
7. El proceso según la reivindicación 2, que comprende situar miembros espaciadores adyacentes a las aberturas del extremo proximal de la matriz lineal de canales de proceso, teniendo los miembros espaciadores al menos una abertura o espacio que recubre las aberturas, y dirigir la corriente de gas de alta velocidad a través de la al menos una abertura o espacio en los canales de proceso.
8. El proceso según la reivindicación 7, en donde la corriente de gas es generada por una abertura de ranura alargada, siendo la dimensión lateral de la abertura de ranura más pequeña que la dimensión lateral correspondiente de la abertura o espacio del miembro espaciador; o
- en donde la abertura o espacio del miembro espaciador es alargado en la dirección de dicha matriz lineal de aberturas de canal de proceso y se extiende sobre dos o más de las aberturas de canal de proceso de una capa de canales de proceso.
9. El proceso según la reivindicación 2, en donde la velocidad de la corriente de gas que entra en los canales del procedimiento es de al menos aproximadamente 250 m/s.
10. El proceso según la reivindicación 2, en donde la presión dentro de los canales de proceso aumenta durante la aplicación de la corriente de gas desde el ambiente hasta o por encima de 20 psig (137.895 Pa).
11. El proceso según la reivindicación 2, en donde la corriente de gas es generada por una boquilla con una abertura alargada paralela a la matriz lineal de aberturas de canal de proceso y está montada para movimiento lineal en una dirección lateral en un carro y el carro está soportado por el reactor.
12. Un reactor de microcanales que comprende un conjunto lineal de canales de proceso que contienen un catalizador en partículas, estando la matriz lineal provista de medios en su extremo distal para bloquear los canales de proceso de una manera hermética al aire, y teniendo en su extremo proximal aberturas; y medios

para montar de manera móvil una boquilla para dirigir una corriente de gas de alta velocidad hacia los canales de proceso.

5 13. Un reactor de microcanales según la reivindicación 12, que comprende miembros espaciadores que tienen al menos una abertura o espacio que cubre las aberturas, en donde se proporcionan los medios para dirigir la corriente de gas de alta velocidad a través de la al menos una abertura o espacio en los canales de proceso.

10 14. Un reactor de microcanales según la reivindicación 12, que comprende medios para invertir la orientación relativa de los medios de bloqueo y los medios de montaje de boquilla entre los extremos respectivos de los canales de proceso.

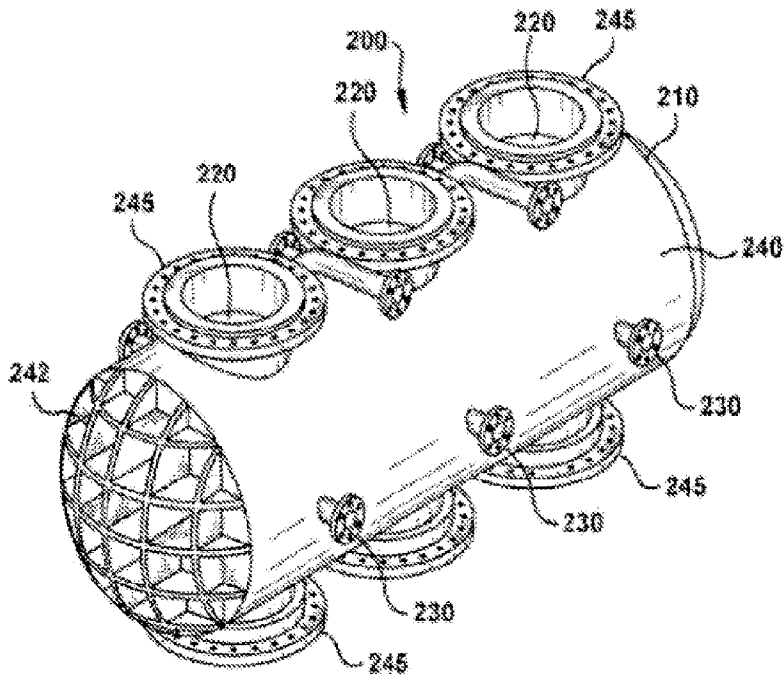


Figura 1

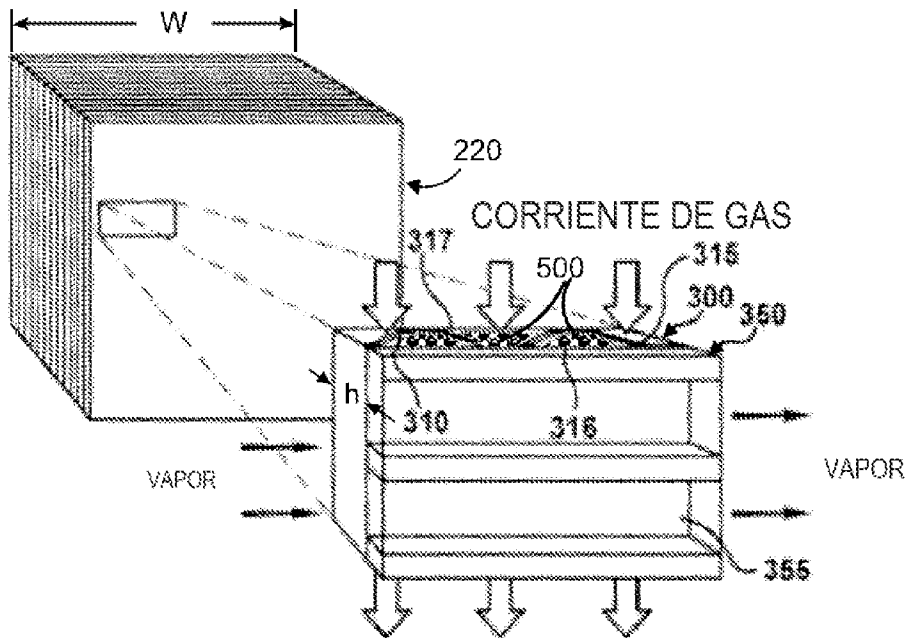
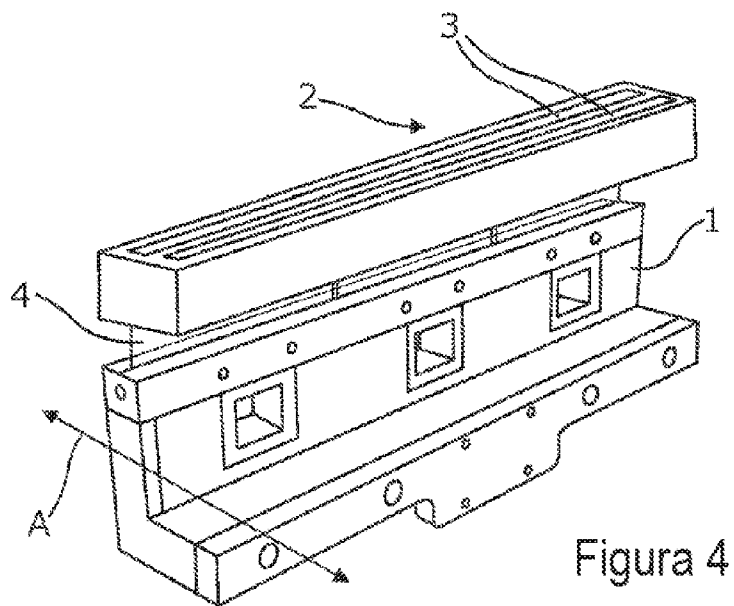
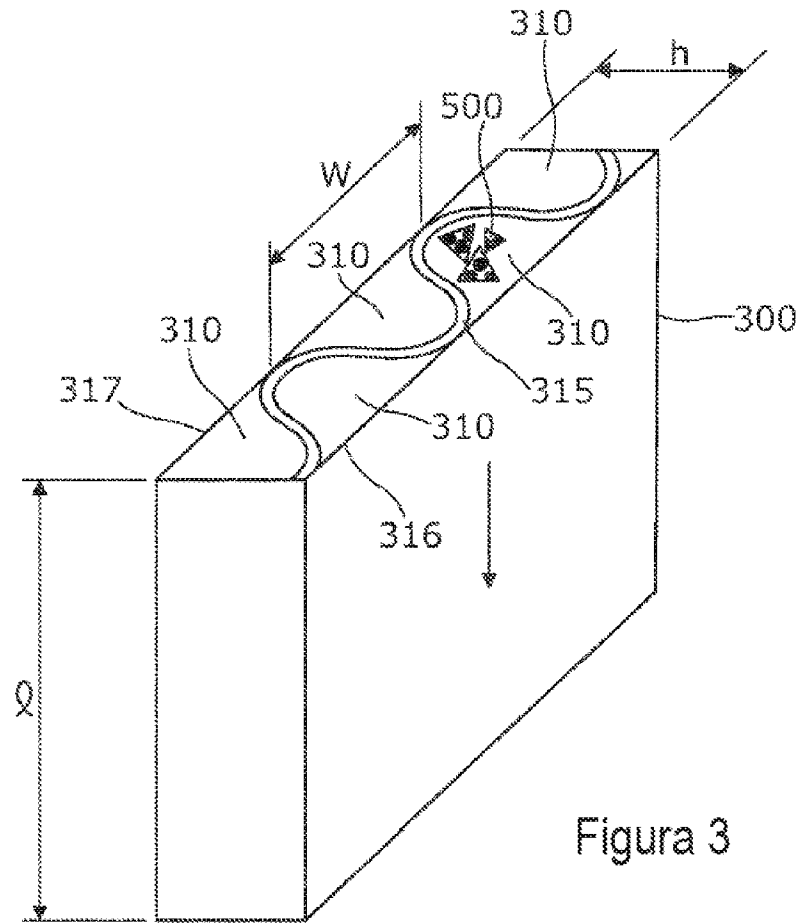


Figura 2



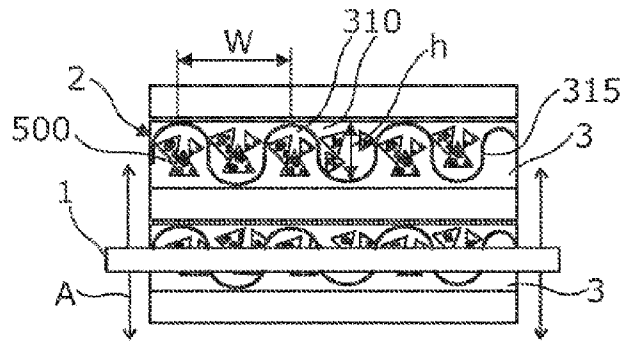


Figura 5

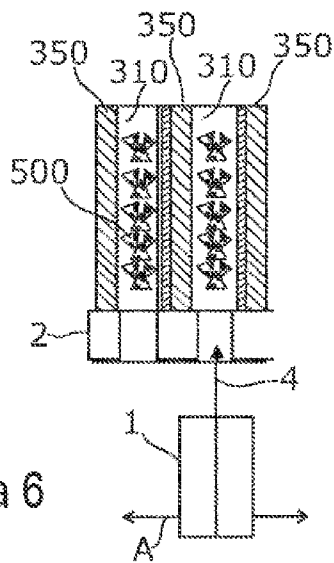


Figura 6

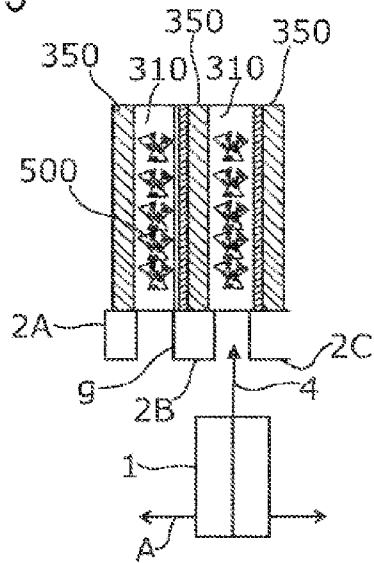


Figura 6A

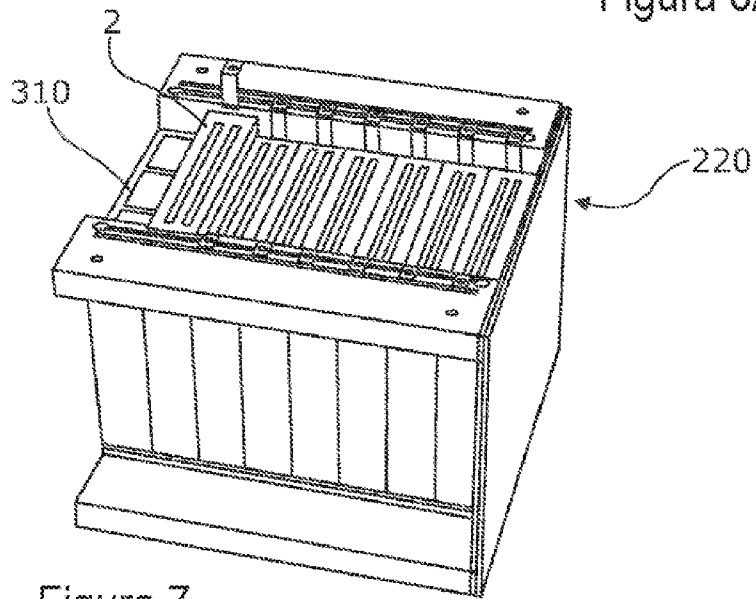


Figura 7

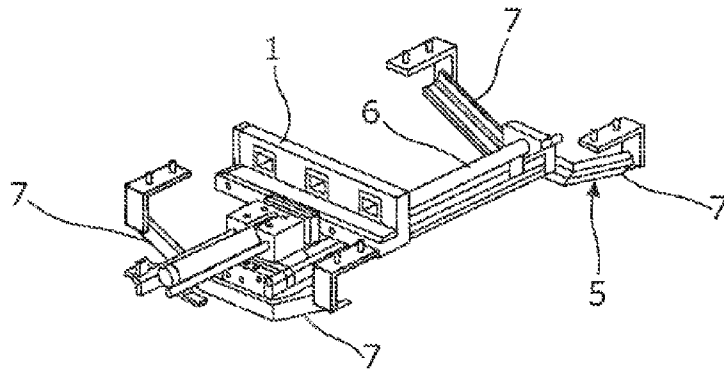


Figura 8

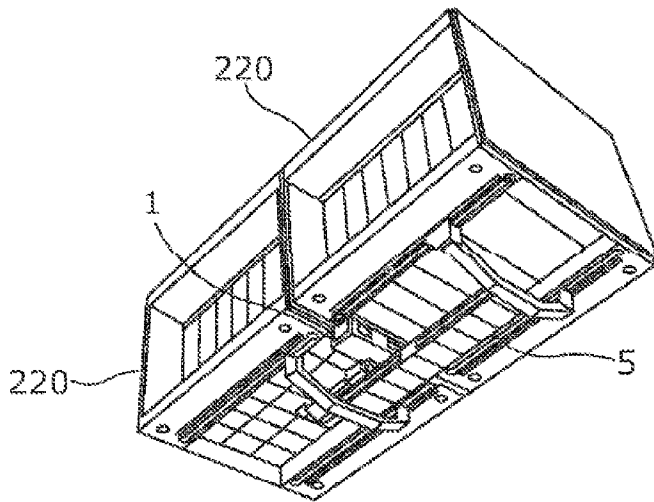


Figura 9

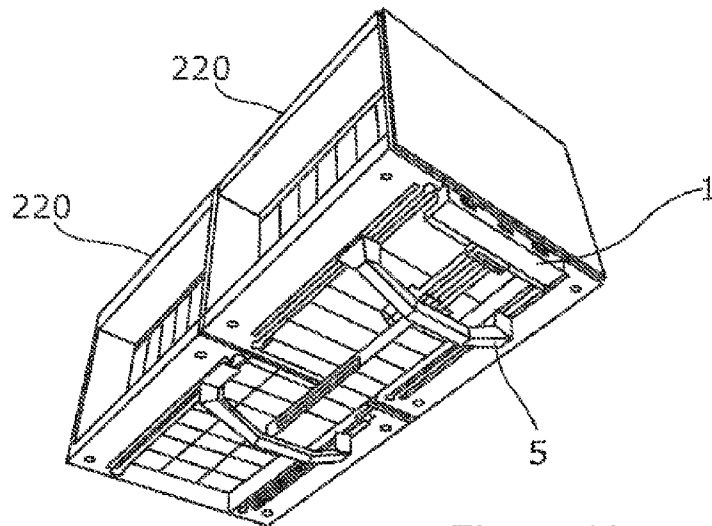


Figura 10