

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 586**

51 Int. Cl.:

F28D 9/00 (2006.01)

B01J 19/24 (2006.01)

B01J 19/00 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2019** **E 19158926 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.09.2021** **EP 3531053**

54 Título: **Reactor intercambiador que comprende canales de inyección y distribución de reactivos**

30 Prioridad:

26.02.2018 FR 1851654

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

14.03.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHAISE, ALBIN;
BENGAOUER, ALAIN y
MORO-LE GALL, ISABELLE**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 899 586 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 intercambiador que comprende canales de inyección y distribución de reactivos

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo general de los reactores intercambiadores destinados a la aplicación de reacciones endotérmicas o exotérmicas.

La invención encuentra numerosas aplicaciones en todo tipo de procedimientos que aplican reacciones endotérmicas o exotérmicas, y especialmente fuertemente endotérmicas o exotérmicas. Tales procedimientos pueden utilizar, por ejemplo, un catalizador sólido, especialmente en forma de polvo.

10 Estos procedimientos pueden comprender especialmente procedimientos para la síntesis de carburantes y combustibles, por ejemplo, combustibles líquidos, tales como el metanol (MeOH), o gaseosos, tales como el metano o sustituto del gas natural (SNG para «*Synthetic Natural Gas*» en inglés) o dimetiléter (DME), obtenido a partir de hidrógeno y óxidos de carbono o a partir de gas de síntesis que comprende una mezcla de hidrógeno y óxidos de carbono.

15 Por tanto, la invención se puede aplicar muy particularmente a todas las situaciones en las que el control de la temperatura es un punto crucial, especialmente a reacciones muy endotérmicas o exotérmicas, catalíticas o no catalíticas, tales como la metanización del monóxido o del dióxido de carbono en la presencia de hidrógeno o incluso reacciones del tipo Fischer-Tropsch, del reformado húmedo o seco del metano u otros hidrocarburos, o incluso reacciones de oxidación. En efecto, el problema de la gestión térmica de estas reacciones, especialmente las altamente exotérmicas de metanización del monóxido de carbono o del dióxido de carbono en presencia de hidrógeno, es crucial ya que la evolución de la temperatura en el reactor intercambiador condiciona la tasa de conversión y la selectividad hacia el metano de la reacción, así como la estabilidad en el tiempo del desempeño del catalizador. Además, estas reacciones están favorecidas termodinámicamente por altas presiones.

25 Preferiblemente, la invención encuentra su aplicación en la síntesis del metano según un procedimiento de conversión de electricidad en gas (o incluso de tipo «*Power-to-Gas*» en inglés), es decir en el cual el hidrógeno proviene de la disociación del agua por electrólisis, tal como se enseña en la publicación «*Materials Science and Engineering*», A179/A180, 1994, K. Hashimoto. La potencia eléctrica es luego proporcionada por energías renovables, por ejemplo, de tipo eólico o solar, por naturaleza intermitente, lo que induce un funcionamiento intermitente del reactor de conversión que debe proporcionar tiempos de arranque y de seguimiento de carga lo más cortos posible. En este contexto de aplicación «*Power-to-Gas*», el tamaño de las unidades es en general bastante pequeño, típicamente del orden de 100 a 5000 kW. Sin embargo, cabe señalar que la invención no se limita a la metanización del monóxido de carbono o del dióxido de carbono, ni siquiera a una reacción entre fases gaseosas, o incluso solo a reacciones que requieran un catalizador. Además, de manera general, se puede señalar que al menos una reacción que involucra al menos dos, o incluso tres fluidos ocurre en los canales del reactor intercambiador.

35 Por tanto, la invención propone un reactor intercambiador que comprende al menos un canal de inyección específico y al menos un canal de distribución específico de fluido reactivo, así como un procedimiento de fabricación de un tal reactor intercambiador.

Estado de la técnica anterior

40 Ya se conocen numerosas arquitecturas de reactores intercambiadores catalíticos utilizados en la industria para asegurar el control y la gestión térmica de reacciones químicas endotérmicas o exotérmicas. Los principales tipos de reactores intercambiadores conocidos por las reacciones exotérmicas se describen a continuación.

45 En primer lugar, la tecnología más simple de reactores intercambiadores catalíticos es la tecnología de reactores denominada «de lecho fijo». En este caso, el reactor intercambiador se presenta en forma de un cilindro, en el interior del cual se coloca el catalizador. El catalizador puede presentarse en forma de gránulos, por ejemplo, del tipo extruidos, esferas o anillos de Raschig, entre otros. El aporte o la evacuación de las calorías son en general operados por un fluido caloportador que circula en un serpentín ubicado en la pared externa del reactor o que se introduce directamente en el interior del reactor.

50 La aplicación de reacciones exotérmicas dentro de este tipo de reactor intercambiador plantea numerosas dificultades. En efecto, una mala disipación de calor, debido principalmente a la baja conductividad térmica del conjunto formado por el gas y el catalizador, conduce a la formación de puntos calientes dentro del reactor. Sin embargo, la presencia de estos puntos calientes localizados conduce a velocidades de reacción más altas y puede ser la causa de un descontrol térmico del reactor. Además, estas altas temperaturas pueden ser perjudiciales para el rendimiento del

reactor intercambiador, conduciendo especialmente a una caída en la selectividad o conversión, provocando la desactivación del catalizador y, por tanto, reduciendo en gran medida su vida útil y planteando problemas de seguridad.

En el caso de las reacciones endotérmicas, la formación de puntos fríos es un problema menor debido a que no conduce a un descontrol térmico del reactor. Sin embargo, estos puntos fríos siempre conducen a una caída significativa en el rendimiento del reactor intercambiador.

Además, este tipo de reactor intercambiador de lecho fijo también presenta el inconveniente de generar una alta pérdida de carga a través del lecho catalítico.

La utilización de reactores intercambiadores de lechos fijos multitubulares permite aumentar la eficiencia de la gestión térmica de estos reactores. Tales reactores están constituidos de varios tubos, de unos pocos centímetros de diámetro, llenos de catalizador y colocados en un recinto (o calandra) donde circula el fluido caloportador. Sin embargo, la utilización de tubos más estrechos puede provocar fenómenos de cortocircuito hidráulico (o «*by-pass*» en inglés) en las paredes, que participan en la formación de puntos calientes y reducen el tiempo de contacto de los reactivos con el catalizador, conduciendo así a una reducción en el rendimiento del reactor intercambiador. Además, la disminución del tamaño de los granos de catalizador puede acompañar la reducción del diámetro de los tubos, también conduce a un aumento de pérdida de carga. Además, la gestión térmica de este tipo de reactor intercambiador a veces sigue siendo insuficiente.

Además, las soluciones implementadas para controlar las reacciones fuertemente exotérmicas son a menudo complejas y costosas. Esto puede ser, por ejemplo, la dilución del catalizador a través de partículas inertes, el reciclado de gas, la distribución de los reactivos a lo largo de los reactores o de manera escalonada entre varios reactores, o incluso la dilución de los reactivos a través de un gas inerte. En todos los casos, estas soluciones tienen por objetivo disminuir las velocidades de reacción y la eficiencia catalítica del reactor intercambiador con el fin de poder controlar la naturaleza exotérmica de la reacción.

Además, la arquitectura del tipo «de lecho fijo» de los reactores intercambiadores presenta la ventaja de la simplicidad de fabricación, pero dificulta el control térmico y requiere la utilización de catalizadores estables a alta temperatura.

Otra tecnología de los reactores intercambiadores se relaciona con los reactores intercambiadores estructurados. Inspirados en los intercambiadores térmicos de placas, estos reactores intercambiadores en los cuales el fluido caloportador circula en los canales caloportadores insertados entre dos capas de canales reactivos para su enfriamiento, donde se encuentra el catalizador y donde tiene lugar la reacción química, se prestan mejor al control de la temperatura de los procedimientos. En efecto, la estructuración y especialmente la reducción de la sección de paso del fluido caloportador con respecto a una calandra simple permite intensificar los intercambios térmicos entre el fluido caloportador y el reactor con el fin de evacuar o aportar calorías con una mejor eficiencia. Para tales reactores intercambiadores, los canales reactivos, como los canales caloportadores, pueden estar constituidos de un canal grabado en una placa o incluso constituidos por el espacio dejado entre dos placas. Según la tecnología elegida para el enfriamiento, estos reactores pueden ser isotérmicos o anisotermiales.

Además, también existe la tecnología de reactores intercambiadores de lechos fluidizados. Tales reactores se han desarrollado para responder al problema de la transferencia térmica en los lechos fijos. Estos reactores presentan la particularidad de poner en movimiento los granos de catalizador, de un tamaño del orden de cien micrómetros, lo que permite una mezcla que mejora las transferencias. Los reactores intercambiadores de lechos fluidizados ofrecen la ventaja de una buena homogeneidad térmica en los reactores, lo que evita los puntos calientes. Además, esta tecnología presenta otros numerosos inconvenientes, y especialmente la formación de partículas finas impulsadas fuera del reactor, dificultades en la extrapolación de tamaño o incluso un rendimiento menor por causa de retromezclas debido al movimiento del catalizador.

También puede contemplarse la combinación de reactores intercambiadores del mismo tipo o de diferentes tipos dentro de una misma unidad con el fin de mejorar la conversión, la flexibilidad o la valorización del calor recuperado.

Por tanto, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos 4,298,694 B1 propone combinar un reactor intercambiador adiabático y un reactor intercambiador isotérmico, cada uno de los cuales trata una parte del flujo de entrada del gas con el fin de recuperar el calor de reacción en forma de vapor sobrecalentado, el cual se obtiene mediante un intercambiador conectado a la salida de la etapa adiabática, al mismo tiempo que produce un gas con un alto contenido en metano gracias a la baja temperatura obtenida en la salida del reactor intercambiador isotérmico.

Además, es conocido por los expertos en la técnica que la implementación en serie de varios reactores ofrece una flexibilidad adicional. Por ejemplo, la inyección de reactivos se puede escalonar entre varios reactores, lo que limita la liberación de potencia de cada uno y permite un mejor control térmico.

La inyección escalonada de reactivos en un solo reactor también es una solución conocida en el caso de reactores tubulares. Sin embargo, esta solución requiere la implementación de un tubo de inyección en cada uno de los tubos del reactor tubular, como se enseña en la Patente de Estados Unidos 8,961,909 B2.

Los reactores intercambiadores de placas permiten aumentar las limitaciones inherentes a los reactores «de lecho fijo» adiabáticos y a los reactores «estructurados» de calandra y tubo. Utilizan una superposición de canales reactivos y canales de enfriamiento cuyas dimensiones reducidas permiten aumentar de manera drástica las transferencias de masa y calor dentro del reactor. Por tanto, la compacidad y la eficiencia en términos de conversión y selectividad pueden ser mejoradas y el paso a escala puede hacerse combinando el aumento del número de canales en un reactor y la implementación de varios reactores en paralelo conservando al mismo tiempo las dimensiones características de los canales.

Entre las técnicas conocidas por los expertos en la técnica para el ensamblaje de placas previamente mecanizadas, se pueden mencionar, por ejemplo: el ensamblaje por soldadura de placas mecanizadas; el ensamblaje por soldadura por fusión con o sin aporte de material (láser, haces de electrones (FE), TIG, ...); el ensamblaje por soldadura por difusión en el estado sólido, entre otros.

El ensamblaje por soldadura por difusión en el estado sólido es particularmente adecuado ya que permite asegurar el ensamblaje de todos los istmos intercanales conservando al mismo tiempo la continuidad metalúrgica. Estas dos condiciones son fundamentales para garantizar la resistencia mecánica del reactor a presión (de 5 a 100 bares), en temperatura (200 °C a 600 °C), en presencia de ciclos térmicos y gases o líquidos corrosivos. La técnica de ensamblaje por soldadura por difusión también se puede implementar por Compactación Isostática en Caliente (CIC). Esta técnica es conocida por los expertos en la técnica y, especialmente, descrita en las solicitudes de Patente francesas FR 2 879 489 A1, FR 2 936 179 A1, FR 2 949 699 A1, FR 2 950 551 A1, FR 2 955 039 A1, FR 2 989 158 A1 o incluso FR 3 005 499 A1.

También se pueden mencionar las técnicas de fabricación aditiva que permiten realizar reactores intercambiadores metálicos que comprenden superposiciones o imbricaciones de canales reactivos y de enfriamiento.

Si se conoce el diseño y la fabricación de reactores intercambiadores de placas y su aplicación a las reacciones catalíticas fuertemente exotérmicas, la inyección escalonada de los reactivos es un punto dificultado por el gran número de canales y la imposibilidad de acceder a los canales ubicados en el núcleo del reactor para inyectar los reactivos en el mismo. Por tanto, existe la necesidad de permitir una tal inyección escalonada de los reactivos a través de una solución técnica simple, eficiente y económica.

Además, uno de los principales problemas a los cuales debe responder la tecnología de los reactores intercambiadores de placas es el control de la temperatura del fluido que reacciona. Sin embargo, es posible que el fluido reaccione de manera muy localizada en el reactor, por ejemplo, la reacción puede situarse principalmente en los primeros centímetros de los canales reactivos. Por lo tanto, el intercambio en este lugar debe ser particularmente intenso para controlar la temperatura del fluido.

La solicitud internacional WO 03/033983 A2 presenta un ejemplo de reactor provisto de una primera etapa en la cual el intercambio térmico se intensifica por las pequeñas dimensiones de los canales en la entrada del reactor, y por la pequeña sección del canal, lo que conduce a una alta velocidad del fluido. La gran velocidad permite utilizar una superficie más grande para realizar la transferencia térmica.

Otro procedimiento conocido consiste en inyectar de manera progresiva la mezcla de fluidos reactivos en el reactor con el fin de extender o fragmentar espacialmente la zona de reacción en una mayor longitud de canal. Por tanto, está disponible una superficie más grande para realizar el intercambio térmico.

La Patente de Estados Unidos 7,402,719 B2 presenta un reactor intercambiador de microcanales en el cual se transportan tres fluidos en cocorriente. Dos fluidos A y C reactivos se mezclan de manera progresiva gracias a una serie de perforaciones entre las paredes que inicialmente separan los canales del fluido A y del fluido C. Este dispositivo requiere la presencia de tres capas de canales ya que a cada canal de fluido A le corresponde un canal de fluido C que lo alimenta por debajo y un canal de fluido B por encima. La presencia de tres capas es poco eficaz desde el punto de vista de la compacidad del reactor intercambiador.

La solicitud de Patente EP 2 617 487 A1 divulga un reactor intercambiador de placas según el preámbulo de la reivindicación 1.

Exposición de la invención

La invención tiene por objetivo remediar al menos parcialmente las necesidades mencionadas anteriormente y los inconvenientes relacionados con las realizaciones de la técnica anterior.

La invención tiene como objetivo especialmente permitir una inyección de reactivos en uno o más puntos de canales reactivos de un reactor intercambiador de placas sin impactar el volumen total del reactor intercambiador.

Por tanto, la invención tiene por objetivo, según uno de sus aspectos, un reactor intercambiador de placas según la reivindicación 1 y un procedimiento de fabricación de un reactor intercambiador de placas según la reivindicación 11.

- 5 Se describen diferentes modos de realización en las reivindicaciones dependientes.

A lo largo de la descripción, los posibles términos «longitudinal» y «transversal» deben entenderse respectivamente con respecto a las direcciones de extensión de los canales reactivos y de los canales de enfriamiento. Más precisamente, la dirección de extensión de los canales reactivos se denomina, en este caso, dirección longitudinal, y la dirección de extensión de los canales de enfriamiento se denomina, en este caso, dirección transversal.

- 10 Por tanto, se debe considerar una dimensión longitudinal según la dirección de extensión de los canales reactivos y una dimensión transversal según la dirección de extensión de los canales de enfriamiento. Más precisamente aún, la mayor dimensión longitudinal de un elemento es su mayor dimensión según un eje paralelo a los ejes de extensión de los canales reactivos. Asimismo, la mayor dimensión transversal de este elemento es su mayor dimensión según un eje paralelo a los ejes de extensión de los canales de enfriamiento.

- 15 De manera ventajosa, todos los canales reactivos se extienden según una misma dirección, es decir, la primera dirección, denominada dirección longitudinal, y todos los canales de enfriamiento se extienden según una misma dirección, es decir, la segunda dirección, denominada dirección transversal. Además, aún de manera ventajosa, todos los canales reactivos se extienden sustancialmente de manera perpendicular con respecto a los canales de enfriamiento. De esta forma, las direcciones longitudinal y transversal son sustancialmente perpendiculares entre sí.

- 20 La longitud de un elemento corresponde a su mayor dimensión longitudinal y el ancho de este elemento corresponde a su mayor dimensión transversal.

De manera ventajosa, partiendo de un reactor intercambiador de placas que comprende canales de enfriamiento dispuestos en una capa en los cuales circula un fluido B y canales reactivos dispuestos en una capa en los cuales circula un fluido A, la invención permite inyectar un fluido C en uno o más puntos en la longitud de los canales reactivos de fluido A, al mismo tiempo que aumenta la compacidad del reactor intercambiador. Por tanto, el reactor intercambiador según la invención permite prescindir de una capa de uno de los tres canales con respecto a la disposición descrita en la Patente de Estados Unidos 7,402,719 B2, que disminuye la complejidad del reactor intercambiador y mejora su compacidad.

- 25 La disposición alternada de las capas de canales reactivos y de canales de enfriamiento permite obtener una disposición de corriente cruzada, es decir que un fluido A circulará en una capa de canales reactivos cuyos canales están orientados sustancialmente de manera perpendicular a los canales de enfriamiento de una capa de canales de enfriamiento en los cuales circula un fluido B.

El cuerpo de reactor puede, ventajosamente, ser metálico, por ejemplo, realizado de acero inoxidable o incluso de aleaciones de aluminio, níquel o cobre, entre otros.

- 35 Los canales reactivos y/o los canales de enfriamiento pueden presentar un ancho comprendido entre 0,5 mm y 30 mm y/o una altura comprendida entre 0,5 mm y 30 mm.

Una capa de canales de enfriamiento puede incluir uno o más canales de distribución. El canal o los canales de distribución pueden presentar especialmente, de manera sustancial las mismas dimensiones, especialmente el ancho y/o la altura, que las de los canales de enfriamiento.

- 40 Una capa de canales reactivos puede incluir uno o más canales de inyección. El canal o los canales de inyección pueden presentar especialmente, de manera sustancial las mismas dimensiones, especialmente el ancho y/o la altura, que las de los canales reactivos.

El dicho al menos un orificio de inyección puede presentarse entonces en la forma de un conducto de inyección que conecta de manera fluida el dicho al menos un canal de inyección y el dicho al menos un canal de distribución.

- 45 El dicho al menos un orificio de inyección puede presentarse entonces en la forma de un orificio de inyección del dicho al menos un canal de inyección que se abre directamente en el dicho al menos un canal de distribución.

Además, el dicho al menos un orificio de distribución puede presentarse en la forma de un conducto de distribución que conecta de manera fluida el dicho al menos un canal de distribución y el dicho al menos un canal reactivo.

Además, un canal de inyección predeterminado puede comunicarse de manera fluida con al menos dos canales de distribución, los cuales a su vez se comunican de manera fluida con al menos dos canales reactivos de modo que una inyección del segundo fluido reactivo a través del canal de inyección predeterminado permita alimentar una pluralidad de canales reactivos de una misma capa de canales reactivos.

- 5 Además, un canal de inyección predeterminado puede comunicarse de manera fluida con al menos dos canales de distribución a través de al menos dos orificios de inyección.

El primer fluido reactivo y el segundo fluido reactivo pueden ser los mismos, estando los canales reactivos y el canal o los canales de inyección conectados de manera fluida a un mismo distribuidor de fluido reactivo.

Además, los canales reactivos y el canal o los canales de inyección pueden presentar diferentes secciones de paso.

10 Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción detallada que sigue, de ejemplos de aplicación no limitativos de la misma, así como con el examen de las figuras, esquemáticas y parciales, del dibujo adjunto, en el cual:

- 15 - La Figura 1 representa, según una vista en perspectiva y en transparencia, un ejemplo de reactor intercambiador de placas,

- La Figura 2 ilustra, parcialmente y en perspectiva, un principio de funcionamiento de un reactor intercambiador de placas según la invención, por ejemplo, tal como el de la Figura 1,

- La Figura 3 también ilustra, según una vista superior parcial, un principio de funcionamiento de un reactor intercambiador de placas según la invención, por ejemplo, tal como el de la Figura 1,

- 20 - Las Figuras 4 a 8 ilustran, parcialmente en sección, los ejemplos de realización de los canales de un reactor intercambiador según la invención.

- Las Figuras 9 y 10 representan, parcialmente y en perspectiva, las variantes de realización de un reactor intercambiador según la invención,

- 25 - La Figura 11 representa, parcialmente en perspectiva, un ejemplo de superposición de placas para formar un reactor intercambiador de placas a través de un procedimiento de fabricación según la invención,

- Las Figuras 12 a 17 representan, en perspectiva, los ejemplos de placas para la fabricación del reactor intercambiador de la Figura 11,

- La Figura 18 representa, parcialmente en perspectiva y en transparencia, el reactor intercambiador de placas de la Figura 11 al final del procedimiento de fabricación según la invención, y

- 30 - Las Figuras 19 y 20 ilustran parcialmente, respectivamente en vista superior y en sección según XXXX de la Figura 19, una variante de realización alternativa de un reactor intercambiador de placas según la invención.

En todas estas figuras, las referencias idénticas pueden designar elementos idénticos o semejantes.

Además, las diferentes partes que se representan en las figuras no están necesariamente según una escala uniforme, para que las figuras sean más legibles.

35 Exposición detallada de modos de realización particulares

La presente invención tiene como objetivo implementar un dispositivo de inyección o distribución escalonada en un reactor intercambiador de placas, fabricado ventajosamente a través de un procedimiento de soldadura por difusión o incluso por Compactación Isostática en Caliente (CIC).

- 40 Un reactor intercambiador de placas está constituido por la superposición de placas metálicas, generalmente de acero, mecanizadas, por ejemplo, por grabado mecánico, electroerosión o láser, y posteriormente ensambladas a través del procedimiento de soldadura por difusión de modo que obtenga un reactor intercambiador compacto y que permita un buen control de la temperatura en el interior de sus canales.

- 45 De manera general, un tal reactor intercambiador está, más precisamente, constituido por una superposición de canales denominados «canales reactivos», que son en los cuales circulan los gases reactivos, en los cuales está presente un posible catalizador y en los cuales la reacción en general exotérmica se desarrolla, con los canales

denominados «canales de enfriamiento» o «canales caloportadores», que son en los cuales circula el fluido caloportador con el fin de limitar el aumento de temperatura en los canales reactivos.

El cuidadoso control de la temperatura en los canales reactivos es un punto crucial para garantizar el correcto funcionamiento de un tal reactor intercambiador de placas. En el caso de reacciones exotérmicas equilibradas, una temperatura demasiado baja conducirá a una cinética química baja y por lo tanto a una baja conversión de los reactivos, mientras que una temperatura demasiado alta conducirá a que se alcance el límite termodinámico de la reacción involucrada y a una aceleración del envejecimiento, que se puede conseguir especialmente por sinterizado de los catalizadores.

Para poder controlar la temperatura en los canales reactivos, se pueden considerar varias soluciones: aumentar el número de canales de enfriamiento con respecto al número de canales reactivos, optimizar la geometría de los canales reactivos, diluir el catalizador, entre otras. Sin embargo, cada una de estas soluciones tiene un gran inconveniente. En efecto, aumentar el número de canales de enfriamiento no se puede hacer de forma infinita y se realiza en detrimento de la compacidad. Además, optimizar la geometría de los canales reactivos se resume esencialmente en disminuir la altura, lo que plantea importantes problemas de llenado de los canales reactivos con catalizador. Finalmente, diluir el catalizador degrada la eficiencia del intercambiador.

Los ejemplos de realización de reactores intercambiadores de placas de acuerdo con la invención, que se describirán más adelante, permiten superar todos estos inconvenientes organizando la distribución de uno o más de los fluidos reactivos.

En otras palabras, en la entrada del reactor intercambiador, no se introduce todo el caudal del o de los fluidos considerados, sino solo una fracción. Luego, se dispone una segunda vía de entrada en el reactor intercambiador para llevar allí una nueva fracción del caudal del o de los fluidos, y así sucesivamente. Es posible realizar tantos puntos de entrada como sea necesario para que la totalidad del caudal que se desea inyectar en el reactor lo sea efectivamente.

Este escalonamiento de la distribución del o de los fluidos reactivos se realiza ventajosamente sin degradar las características del reactor intercambiador, y permite alimentar simultáneamente todos los canales reactivos. El reactor intercambiador propuesto por la invención también es de complejidad limitada. Por ejemplo, no requiere un mecanizado, soldadura o modificaciones en el intercambiador que sean demasiado complejas de realizar y/o demasiado costosas.

Con referencia a las Figuras 1 a 20, se describe así varios ejemplos de realización de reactores 1 intercambiadores de placas según la invención, así como las diferentes etapas del procedimiento de fabricación según la invención.

En primer lugar, con referencia a la Figura 1, se representa en perspectiva un reactor 1 intercambiador de placas.

Este reactor 1, de superficie exterior Se, incluye un cuerpo 2 de reactor formado por apilamiento de una pluralidad de placas 10, 11, 12, 13 descritas a continuación con referencia a la Figura 11.

Además, incluye un circuito reactivo que, en este caso, comprende cuatro capas 20 de canales reactivos, comprendiendo cada una una pluralidad de canales 3 reactivos que se extienden de manera paralela entre sí según una primera dirección D1 y en los cuales circula un primer fluido A reactivo.

Además, el reactor 1 incluye un circuito de fluido caloportador para enfriar los canales 3 reactivos que, en este caso, comprende tres capas 21 de canales de enfriamiento, cada una de las cuales comprende una pluralidad de canales 4 de enfriamiento que se extienden de manera paralela entre sí según una segunda dirección D2 y en los cuales circula un fluido B de enfriamiento.

Según la invención, la primera dirección D1 y la segunda dirección D2 son perpendiculares entre sí, de modo que las capas 20 y 21 están en corriente cruzada. Además, las capas 20 de canales reactivos y las capas 21 de canales de enfriamiento están superpuestas entre sí de manera alterna.

Además, como se describirá más adelante con referencia a la Figura 2, el reactor 1 incluye canales 30 de inyección de un segundo fluido C reactivo y canales 40 de distribución de este segundo fluido C reactivo en los canales 3 reactivos en los cuales circula el primer fluido A reactivo.

Para hacer esto, los canales 30 de inyección se comunican de manera fluida con los canales 40 de distribución a través de los orificios 31 de inyección y los canales 40 de distribución se comunican de manera fluida con los canales 3 reactivos a través de los orificios 41 de distribución.

De manera ventajosa, los canales 40 de distribución están ubicados cada uno en una capa 21 de canales de enfriamiento y se extienden sustancialmente en paralelo a la segunda dirección D2. Además, en este ejemplo, los

canales 30 de inyección están ubicados cada uno en una capa 20 de canales reactivos y se extienden sustancialmente en paralelo a la primera dirección D1.

Por tanto, la invención permite organizar una distribución ventajosa de un fluido C en el reactor 1 para mezclarlo con el fluido A en los puntos de inyección particulares desviando la utilización de determinados canales de las capas 20 y 21, que se convierten en capas de canales modificados.

La Figura 2 permite visualizar de manera esquemática la circulación de los fluidos A y C en el reactor 1. Todos los canales no se representan intencionalmente. Tampoco se representa el material metálico alrededor de los canales.

Por tanto, el fluido C que contiene un canal 30 de inyección es conducido a un canal 40 de distribución a través de un orificio 31 de inyección que se presenta, en este caso, en la forma de un conducto 31 de inyección.

Además, el canal 40 de distribución permite distribuir transversalmente el fluido C para inyectarlo en los diferentes canales 3 reactivos gracias a los orificios 41 de distribución en la forma de conductos 41 de distribución.

Como se indicó anteriormente, para realizar la distribución del fluido C, es posible incluir un canal 30 de inyección en una capa 20 que también contiene canales 3 reactivos, e incluir un canal 40 de distribución en una capa 21 que también contiene canales 4 de enfriamiento. En otras palabras, al utilizar determinados canales de las capas 20 y 21 para hacer circular el fluido C, es posible prescindir de una tercera capa que estaría dedicada únicamente al fluido C. Por tanto, es posible reducir las dimensiones del reactor 1 intercambiador para un mismo volumen de fluido reactivo tratado.

La Figura 3 representa una vista esquemática de una capa 20 y una capa 21 superpuestas, siendo estas capas modificadas por la presencia de los canales 30 de inyección y distribución 40. Es posible realizar varias inyecciones en diferentes abscisas en los canales 3 reactivos. Esto presenta la ventaja de extender la reacción en una mayor distancia y por lo tanto facilitar el control de temperatura del procedimiento.

Por tanto, en el modo de realización según la invención de la Figura 3, la capa 20 de canales reactivos incluye un canal 30 de inyección y la capa 21 de canales de enfriamiento incluye dos canales 40 de distribución. Además, el canal 30 de inyección incluye dos orificios 31 de inyección para comunicarse de manera fluida con cada uno de los canales 40 de distribución, y cada canal 40 de distribución incluye una pluralidad de orificios 41 de distribución para comunicarse de manera fluida con todos los canales 3 reactivos. Además, la inyección del fluido C reactivo a través del canal 30 de inyección permite alimentar la pluralidad de canales 3 reactivos con una misma capa 20 de canales reactivos.

Además, uno de los problemas por resolver es el control del caudal de fluido C en los canales 3 reactivos en cada punto de inyección. En particular, es preferible tener el mismo caudal de fluido C inyectado en cada canal 3 reactivo para una misma abscisa, es decir para un mismo canal 40 de distribución. Además, la proporción de caudal de fluido C por inyectar entre dos abscisas diferentes debe poder ser controlado.

Por tanto, es posible controlar la distribución de los caudales inyectados de fluido C a cada canal 40 de distribución ajustando la pérdida de carga generada al nivel de los sucesivos orificios 31 de inyección de los canales 30 de inyección. Para modular esta pérdida de carga, es posible, por ejemplo, ajustar la sección de paso de los orificios 31 de inyección.

Además, es posible controlar la distribución de los caudales inyectados en una determinada abscisa en los diferentes canales 3 reactivos ajustando la pérdida de carga generada al nivel de los orificios 41 de distribución de un canal 40 de distribución. Para modular esta pérdida de carga, es posible, por ejemplo, ajustar la sección de paso de los orificios 41 de distribución o las características de un material de filtro colocado en los orificios 41 de distribución.

Además, si los fluidos A y C son los mismos y se produce una transformación del fluido A durante su estancia en el canal 3 reactivo, por ejemplo, debido a la presencia de catalizador, entonces los canales 3 reactivos y de inyección 30 se pueden conectar ventajosamente al mismo distribuidor antes del reactor 1. La proporción entre el fluido que pasa por los canales 3 reactivos y de inyección 30 será entonces controlada por el equilibrio de las pérdidas de carga en los canales 3 reactivos y los canales 30 de inyección y distribución 40. En este caso, es posible ajustar la sección de los canales 30 de inyección o la sección de los orificios 31 de inyección para controlar la proporción de inyección secundaria. En particular, los canales 30 de inyección y los reactivos 3 pueden tener diferentes secciones.

Para una capa 21 determinada, un canal 30 de inyección puede distribuir el fluido C en una de las dos capas 20 adyacentes, superior o inferior, o incluso en estas dos capas 20. Las capas 20 pueden a su vez distribuir el fluido C en una de las capas 21 adyacentes, superior o inferior, o incluso en estas dos capas 21.

Las Figuras 4 a 8 muestran ejemplos de patrones elementales para la distribución del fluido C en los canales 30 de inyección, distribución 40 y reactivos 3. Estas Figuras 4 a 8 son vistas en sección en un plano perpendicular a los canales 3 reactivos y pasando por los canales 40 de distribución.

En todos estos ejemplos, la sección de paso de los orificios 31 de inyección es superior a la sección de paso de los orificios 41 de distribución.

En el ejemplo de la Figura 4, un canal 30 de inyección predeterminado de una capa 20 predeterminada se comunica de manera fluida con un canal 40 de distribución de una primera capa 21 de canales de enfriamiento adyacentes ubicados por encima de la capa 20 de canales reactivos predeterminada y con un canal 40 de distribución de una segunda capa 21 de canales de enfriamiento adyacentes ubicada por debajo de la capa 20 de canales reactivos predeterminada, estando la primera y segunda capas 21 de canales de enfriamiento ubicadas a cada lado de la capa 20 de canales reactivos predeterminada. Además, un canal 40 de distribución predeterminado de una capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada se comunica de manera fluida con los canales 3 reactivos de una primera capa 20 de canales reactivos adyacente ubicada por encima de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada y con los canales 3 reactivos de una segunda capa 20 de canales reactivos adyacente ubicada por debajo de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada, estando así la primera y segunda capas 20 de canales reactivos ubicadas a cada lado de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada.

En el ejemplo de la Figura 5, un canal 30 de inyección predeterminado de una capa 20 de canales reactivos predeterminada se comunica de manera fluida con un canal 40 de distribución de una capa 21 de canales de enfriamiento adyacente, ubicada por encima de la capa 20 de canales reactivos predeterminada. Además, un canal 40 de distribución predeterminado de una capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada se comunica de manera fluida con los canales 3 reactivos de una capa 20 de canales reactivos adyacente, ubicada por debajo de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada.

En el ejemplo de la Figura 6, un canal 30 de inyección predeterminado de una capa 20 de canales reactivos predeterminada se comunica de manera fluida con un canal 40 de distribución de una capa 21 de canales de enfriamiento adyacente, ubicada por debajo de la capa 20 de canales reactivos predeterminada. Además, un canal 40 de distribución predeterminado de una capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada se comunica de manera fluida con los canales 3 reactivos de una primera capa 20 de canales reactivos adyacente ubicada por encima de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada y con los canales 3 reactivos de una segunda capa 20 de canales reactivos adyacente ubicada por debajo de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada, estando así la primera y segunda capas 20 de canales reactivos ubicadas a cada lado de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada.

En el ejemplo de la Figura 7, un canal 30 de inyección predeterminado de una capa 20 de canales reactivos predeterminada se comunica de manera fluida con un canal 40 de distribución de una primera capa 21 de canales de enfriamiento adyacentes ubicada por encima de la capa 20 de canales reactivos predeterminada y con un canal 40 de distribución de una segunda capa 21 de canales de enfriamiento adyacente ubicada por debajo de la capa 20 de canales reactivos predeterminada, estando así la primera y segunda capas 21 de canales de enfriamiento ubicadas a cada lado de la capa 20 de canales reactivos predeterminada. Además, un canal 40 de distribución predeterminado de una capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada se comunica de manera fluida con los canales 3 reactivos de una capa 20 de canales reactivos adyacente, ubicada por debajo de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada.

En el ejemplo de la Figura 8, un canal 30 de inyección predeterminado de una capa 20 de canales reactivos predeterminada se comunica de manera fluida con un canal 40 de distribución de una primera capa 21 de canales de enfriamiento adyacente ubicada por encima de la capa 20 de canales reactivos predeterminada y con un canal 40 de distribución de una segunda capa 21 de canales de enfriamiento adyacente ubicada por debajo de la capa 20 de canales reactivos predeterminada, estando así la primera y segunda capas 21 de canales de enfriamiento ubicadas a cada lado de la capa 20 de canales reactivos predeterminada. Además, un canal 40 de distribución predeterminado de una capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada se comunica de manera fluida con los canales 3 reactivos de una primera capa 20 de canales reactivos adyacente ubicada por encima de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada y con los canales 3 reactivos de una segunda capa 20 de canales reactivos adyacente ubicada por debajo de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada, estando así la primera y segunda capas 20 de canales reactivos ubicadas a cada lado de la capa 21 de canales de enfriamiento predeterminada. Además, este ejemplo de la Figura 8 ilustra el hecho de que los canales 30 de inyección no están necesariamente superpuestos.

Además, si los canales 3 reactivos comprenden un catalizador de grano, los orificios 41 de distribución pueden estar equipados con elemento(s) 50 de filtro, especialmente realizados de espuma metálica y/o de material sinterizado, por ejemplo, acero, inoxidable, latón, bronce, aleaciones de níquel, aluminio, entre otros, como se ilustra en la Figura 9.

El elemento 50 de filtro también puede consistir en colocar en una pared 11 de separación, descrita más adelante, de las capas 20 y 21, una lengüeta 50 de filtro de un material de filtro de tipo espuma o sinterizado para asegurar la misma función, como se ilustra en la Figura 10.

5 El principio de distribución y mezcla descrito por la invención se puede implementar en los procedimientos de fabricación tales como la compresión isostática en caliente (CIC), el apilamiento de placas soldadas, la fabricación aditiva, entre otros. A continuación, se dará un ejemplo de realización por CIC.

10 La Figura 11 ilustra un conjunto de placas superpuestas para formar un reactor 1 intercambiador según la invención, antes del tratamiento por CIC. El orden de superposición es el siguiente: una placa 10 de cierre destinada a formar al menos en parte la superficie exterior Se del cuerpo 2 de reactor; una capa de 24 canales de enfriamiento (referencia 12); una placa 11 de separación; una capa de 6 canales reactivos (referencia 13); una placa 11' de separación; una
15 capa de 22 canales de enfriamiento y 2 canales de distribución (referencia 12'); una placa 11'' de separación; una capa de 5 canales reactivos y un canal de inyección (referencia 13'); una placa 11''' de separación; una capa de 22 canales de enfriamiento y 2 canales de distribución (referencia 12''); una placa separadora 11' de separación; una capa de 6 canales reactivos (referencia 13); una placa 11 de separación; una capa de 24 canales de enfriamiento (referencia 12); y una placa 10 de cierre.

Con el fin de alcanzar esta disposición de capas de canales, se apilan diferentes placas. El apilamiento descrito aquí es simétrico con respecto a la placa 13'.

20 Las Figuras 12 a 17 permiten visualizar las placas 13, 13', 12, 12', 11 y 11' respectivamente, utilizadas para realizar el apilamiento de capas que constituyen el reactor 1 intercambiador. Cabe señalar que los orificios 41 de distribución y los orificios 31 de inyección están formados al menos en parte en una placa 11' de separación.

25 Después de la puesta en contenedor bajo vacío, el tratamiento térmico de CIC del apilamiento permite que las placas se suelden entre sí. El bloque metálico así formado que contiene los canales se mecaniza para abrir los canales 3 reactivos y los canales 4 de enfriamiento. La Figura 18 muestra en transparencia el cuerpo 2 de reactor mecanizado y los canales 3, 4, 30 y 40. En esta Figura 18, las referencias FE y FS representan respectivamente la cara de entrada de los fluidos A y C, y la cara de salida de la mezcla de fluidos A + C. Cabe señalar que los canales 40 de distribución no se abren fuera del reactor 1 intercambiador. Además, el canal 30 de inyección no se abre en el lado de la salida de la mezcla de fluidos A + C, es decir, la cara FS del reactor.1.

30 Las Figuras 19 y 20 también permiten ilustrar una variante de realización de la invención en la cual los canales 30 de inyección son canales formados en el cuerpo 2 de reactor de manera que se extienden sustancialmente de manera perpendicular a las primera D1 y segunda D2 direcciones, entre los canales 4 de enfriamiento adyacentes. Entonces, los orificios 31 de inyección se presentan en la forma de orificios 31 de inyección de los canales 30 de inyección que se abren directamente en los canales 40 de distribución.

35 Más específicamente, los canales 30 de inyección se presentan en forma de colectores 31. Por tanto, se pueden separar las inyecciones de los fluidos A y C en el cuerpo 2 de reactor con la geometría representada en la Figura 20 para el fluido C. Por tanto, ya no existe un canal de inyección ubicado en una capa 20 de reactivos ya que toma la forma de un colector formado de manera perpendicular a los canales 3 reactivos. En otras palabras, el fluido C se inyecta desde arriba del reactor 1 en varios puntos.

40 La ventaja de esta variante es que es más fácil controlar el caudal de fluido C inyectado en cada abscisa en los canales 3 reactivos. Este control se realiza con caudalímetros externos al cuerpo 2 de reactor, lo que permite modular los caudales durante el funcionamiento.

Por supuesto, la invención no se limita a los ejemplos de realización que se acaban de describir anteriormente. Un experto en la técnica puede hacer varias modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Reactor (1) intercambiador de placas, destinado a la aplicación de reacciones endotérmicas o exotérmicas, que comprende:

- 5 - un cuerpo (2) de reactor, formado por apilamiento de una pluralidad de placas (10, 11, 12, 13),
 - un circuito reactivo que comprende al menos una capa (20) de canales reactivos que comprende una pluralidad de canales (3) reactivos que se extienden sustancialmente de manera paralela entre sí según una primera dirección (D1), en los cuales circula un primer fluido (A) reactivo,
 10 - un circuito de fluido caloportador para enfriar los canales (3) reactivos, que comprende al menos una capa (21) de canales de enfriamiento que comprende una pluralidad de canales (4) de enfriamiento que se extienden sustancialmente de manera paralela entre sí según una segunda dirección (D2), en los cuales circula un fluido de enfriamiento(B),

- 15 la primera (D1) y segunda (D2) direcciones son sustancialmente perpendiculares entre sí,
 al menos una capa (20) de canales reactivos y una capa (21) de canales de enfriamiento están superpuestas entre sí de manera alternada, el reactor (1) intercambiador de placas incluye al menos un canal (30) de inyección de un segundo fluido (C) reactivo y al menos un canal (40) de distribución del segundo fluido (C) reactivo en al menos un canal (3) reactivo en el cual circula el primer fluido (A) reactivo, comunicándose el dicho al menos un canal (30) de inyección de manera fluida con el dicho al menos un canal (40) de distribución a través de al menos un orificio (31) de inyección y comunicándose el dicho al menos un canal (40) de distribución de manera fluida con el dicho al menos un canal (3) reactivo a través de un orificio (41) de distribución,
 20 el canal o los canales (40) de distribución están ubicados cada uno en una capa (21) de canales de enfriamiento y se extienden sustancialmente de manera paralela a la segunda dirección (D2),
 caracterizado porque un canal (30) de inyección predeterminado comunica de manera fluida con al menos dos canales (40) de distribución, los cuales se comunican ellos mismos de manera fluida con al menos dos canales (3) reactivos de modo que una inyección del segundo fluido (C) reactivo a través del canal (30) de inyección predeterminado permita alimentar una pluralidad de canales (3) reactivos desde la misma capa (20) de canales reactivos.

2. Reactor intercambiador según la reivindicación 1, caracterizado porque el canal o los canales (30) de inyección están ubicados cada uno en una capa (20) de canales reactivos y se extienden sustancialmente de manera paralela a la primera dirección (D1).

3. Reactor intercambiador según la reivindicación 1, caracterizado porque el canal o los canales (30) de inyección son canales formados en el cuerpo (2) de reactor de modo que se extienden sustancialmente de manera perpendicular a la primera (D1) y segunda (D2) direcciones, especialmente entre canales (4) de enfriamiento adyacentes.

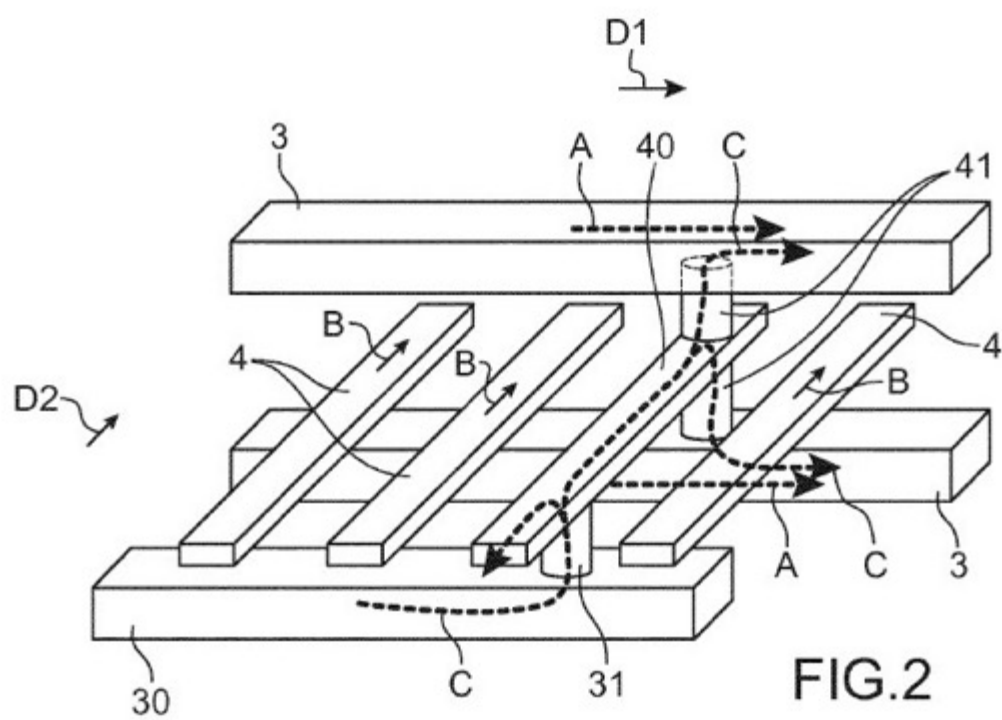
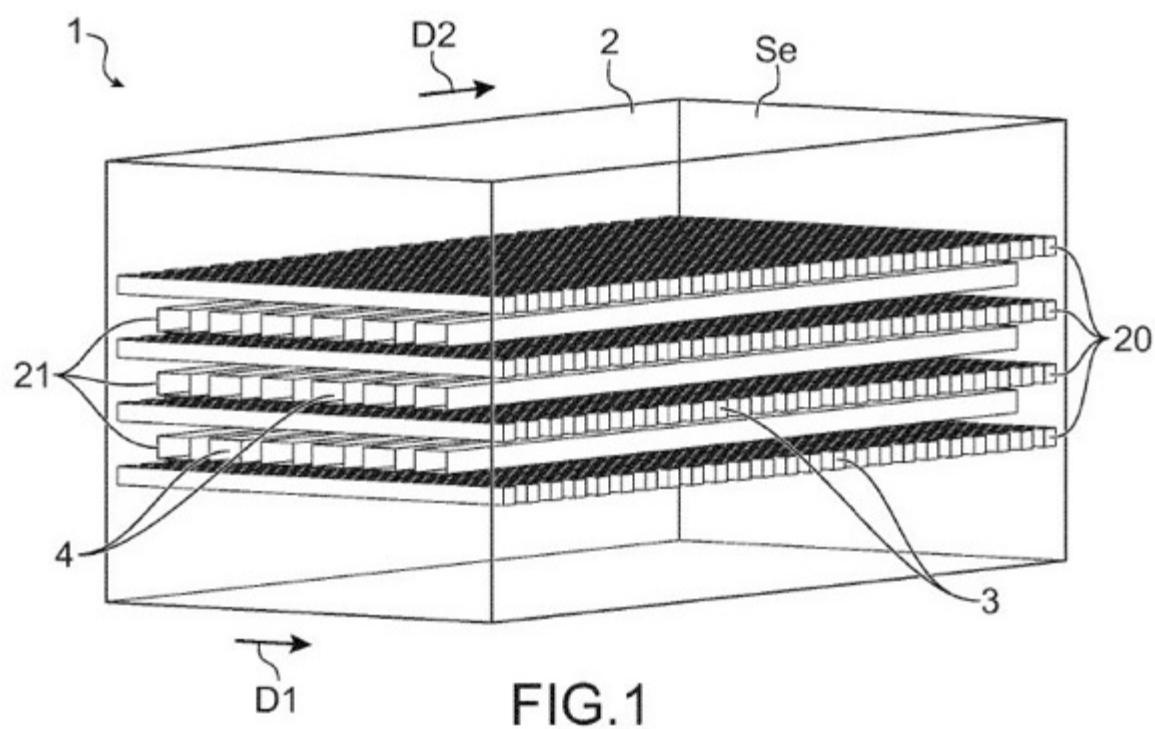
4. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un canal (40) de distribución predeterminado comunica de manera fluida con una pluralidad de canales (3) reactivos a través de una pluralidad de orificios (41) de distribución configurados de tal modo que el caudal del segundo fluido (C) reactivo es sustancialmente idéntico para cada orificio (41) de distribución, teniendo especialmente cada orificio (41) de distribución de manera sustancial la misma sección de paso.

5. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, aparte de la reivindicación 3, caracterizado porque un canal (30) de inyección predeterminado de una capa (20) de canales reactivos predeterminada comunica de manera fluida con al menos un canal (40) de distribución de una capa (21) de canales de enfriamiento adyacente, ubicada por encima o por debajo de la capa (20) de canales reactivos predeterminada.

6. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, aparte de la reivindicación 3, caracterizado porque un canal (30) de inyección predeterminado de una capa (20) de canales reactivos predeterminada comunica de manera fluida con al menos un canal (40) de distribución de una primera capa (21) de canales de enfriamiento adyacente ubicada por encima de la capa (20) de canales reactivos predeterminada y con al menos un canal (40) de distribución de una segunda capa (21) de canales de enfriamiento adyacente ubicada por debajo de la capa (20) de canales reactivos predeterminada, estando así la primera y segunda capas (21) de canales de enfriamiento ubicadas a cada lado de la capa (20) de canales reactivos predeterminada.

7. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, aparte de la reivindicación 3, caracterizado porque un canal (40) de distribución predeterminado de una capa (21) de canales de enfriamiento predeterminada comunica de manera fluida con al menos un canal (3) reactivo de una capa (20) de canales reactivos adyacente, ubicada por encima o por debajo de la capa (21) de canales de enfriamiento predeterminada.

8. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, aparte de la reivindicación 3, caracterizado porque un canal (40) de distribución predeterminado de una capa (21) de canales de enfriamiento predeterminada comunica de manera fluida con al menos un canal (3) reactivo de una primera capa (20) de canales reactivos adyacente ubicada por encima de la capa (21) de canales de enfriamiento predeterminada y con al menos un canal (3) reactivo de una segunda capa (20) de canales reactivos adyacente ubicada por debajo de la capa (21) de canales de enfriamiento predeterminada, estando así la primera y segunda capas (20) de canales reactivos situadas a cada lado de la capa (21) de canales de enfriamiento predeterminada.
9. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los canales (3) reactivos incluyen un catalizador, especialmente un catalizador granular, y porque el o los orificios (41) de distribución incluyen un elemento (50) de filtro, especialmente realizado de espuma metálica y/o de material sinterizado, por ejemplo, acero inoxidable, latón, bronce, aleaciones de níquel, aluminio.
10. Reactor según la reivindicación 9, caracterizado porque el elemento (50) de filtro se presenta en la forma de una lengüeta (50) de filtro que se extiende a lo largo de una placa (11) de separación ubicada entre una capa (20) de canales reactivos y una capa (21) de canales de enfriamiento.
11. Procedimiento de fabricación de un reactor (1) intercambiador de placas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, aparte de la reivindicación 3, destinado a la aplicación de reacciones endotérmicas o exotérmicas y que comprende un cuerpo (2) de reactor formado por apilamiento de una pluralidad de placas (10, 11, 12, 13), caracterizado porque incluye las siguientes etapas:
- (i) fabricación de al menos una capa (20) de canales reactivos que comprenden solo una pluralidad de canales (3) reactivos,
 - (ii) fabricación de al menos una capa (21) de canales de enfriamiento que comprende solo una pluralidad de canales (4) de enfriamiento destinados a enfriar los canales (3) reactivos,
 - (iii) fabricación de al menos una capa (20) de canales reactivos que comprende una pluralidad de canales (3) reactivos y uno o más canales (30) de inyección,
 - (iv) fabricación de al menos una capa (21) de canales de enfriamiento que comprende una pluralidad de canales (4) de enfriamiento y uno o más canales (40) de distribución.
12. Procedimiento de la reivindicación 11, caracterizado porque incluye además las siguientes etapas:
- (v) fabricación de al menos una placa (10) de cierre destinada a formar al menos parcialmente la superficie exterior (Se) del cuerpo (2) de reactor,
 - (vi) fabricación de al menos una placa (11) denominada «placa de separación» destinada a superponerse entre dos capas que constituyen el reactor (1) intercambiador de placas, especialmente entre una capa (20) de canales reactivos y una capa (21) de canales de enfriamiento.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque al menos una placa (11) de separación incluye uno o más orificios (31) de inyección y/o uno o más orificios (41) de distribución.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado porque el reactor (1) intercambiador se fabrica mediante soldadura, por fabricación aditiva o incluso por Compactación Isostática en Caliente (CIC).



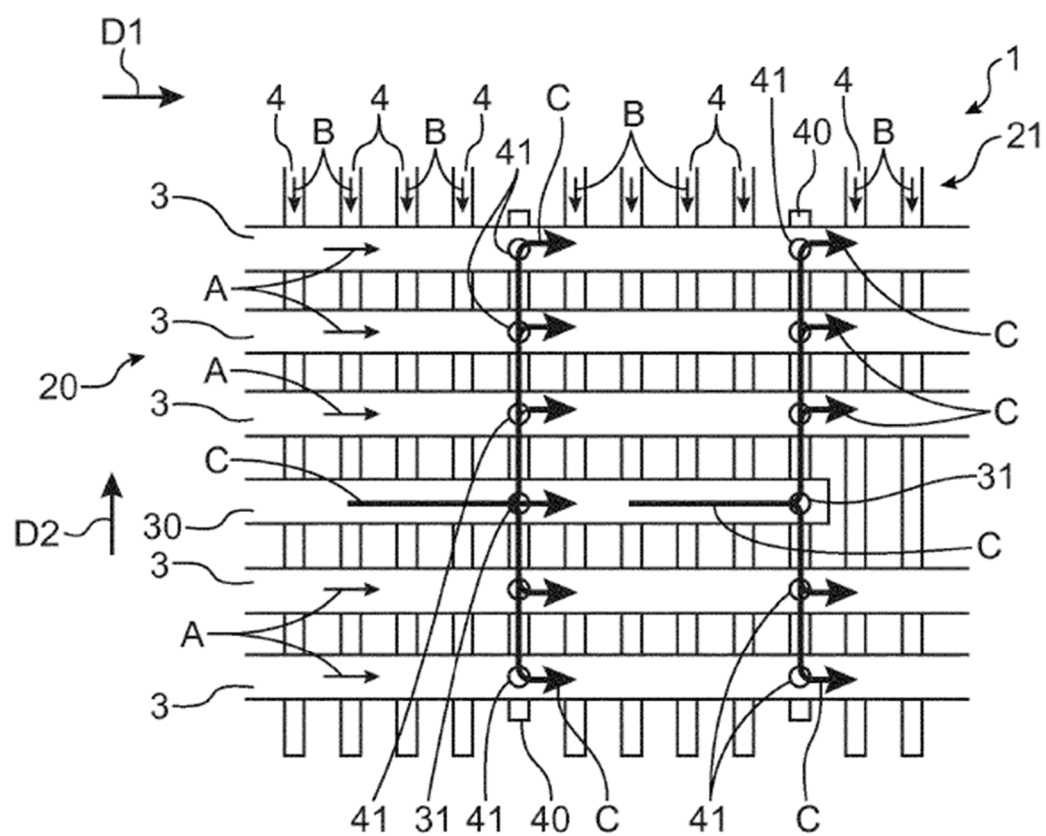
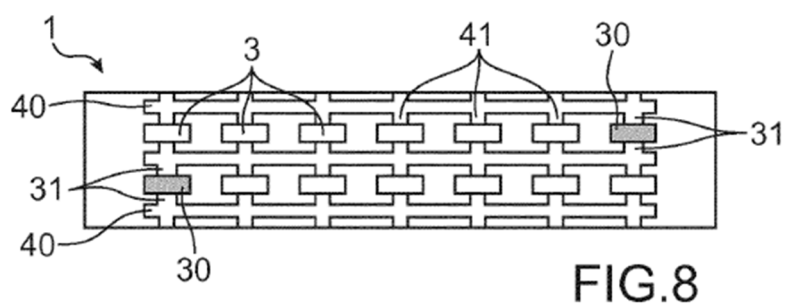
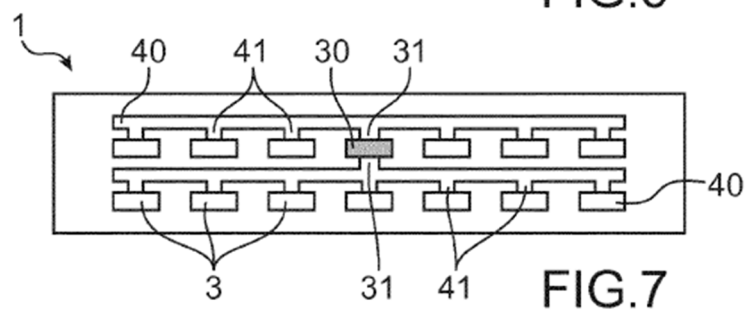
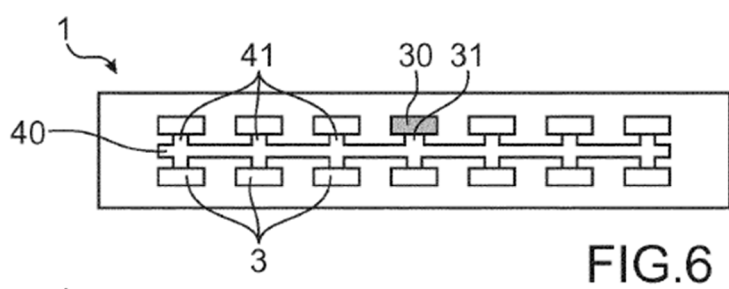
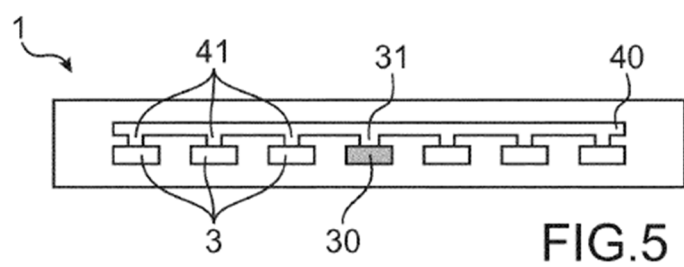
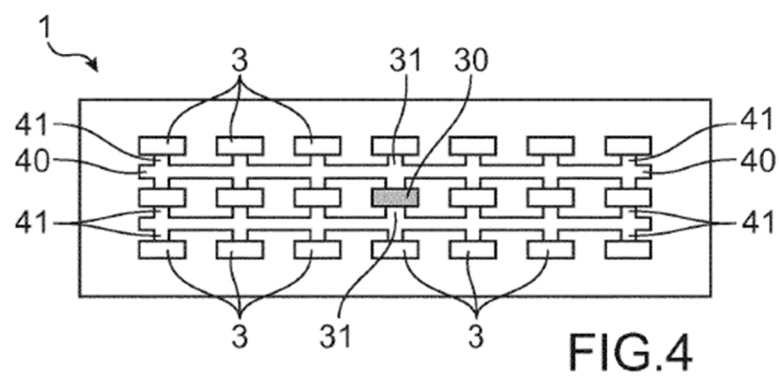
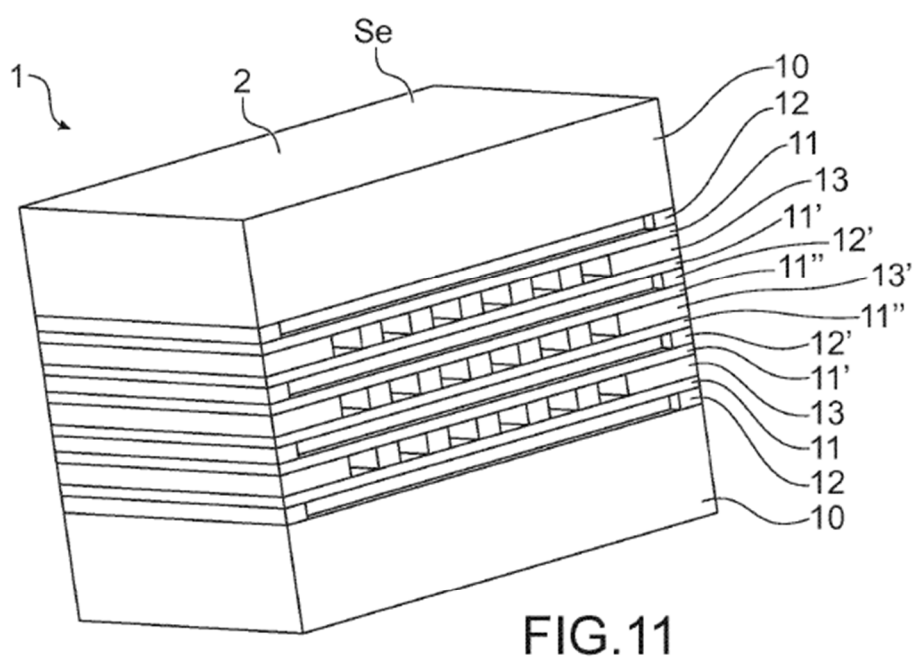
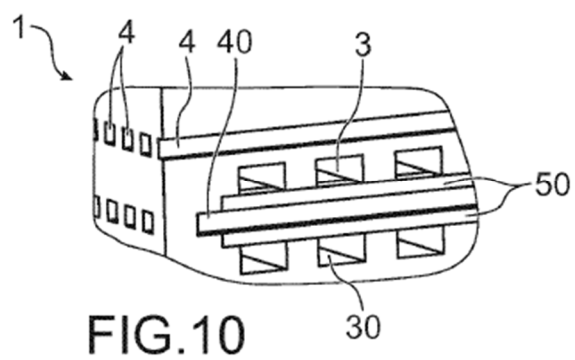
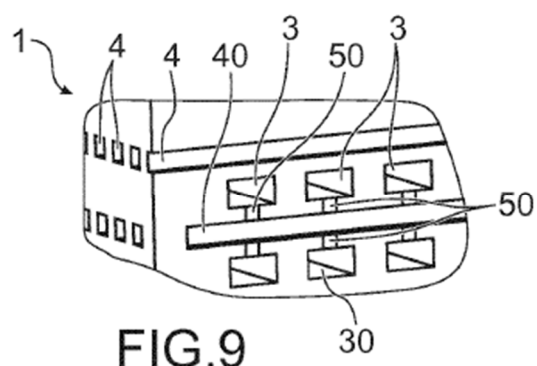


FIG.3





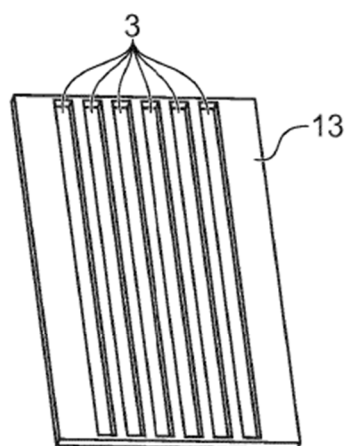


FIG. 12

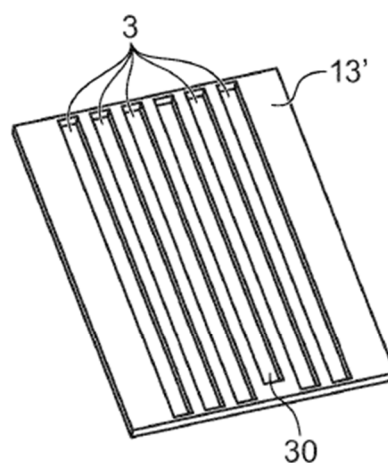


FIG. 13

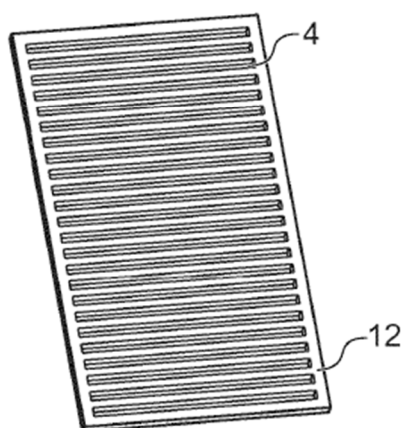


FIG. 14

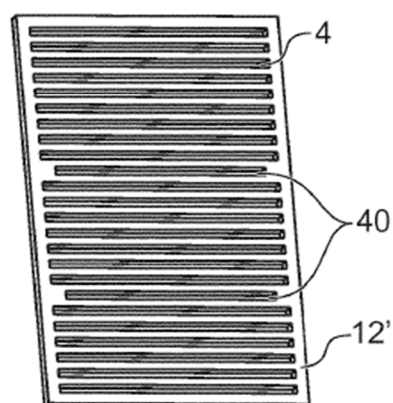


FIG. 15

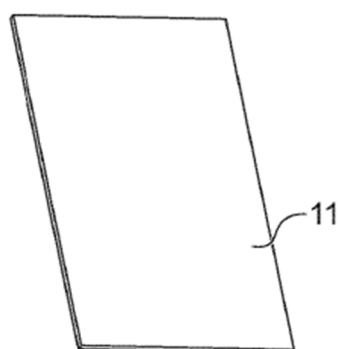


FIG. 16

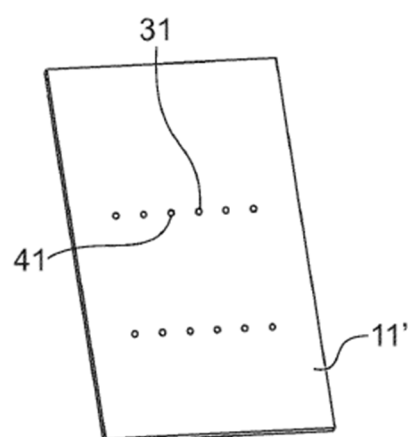


FIG. 17

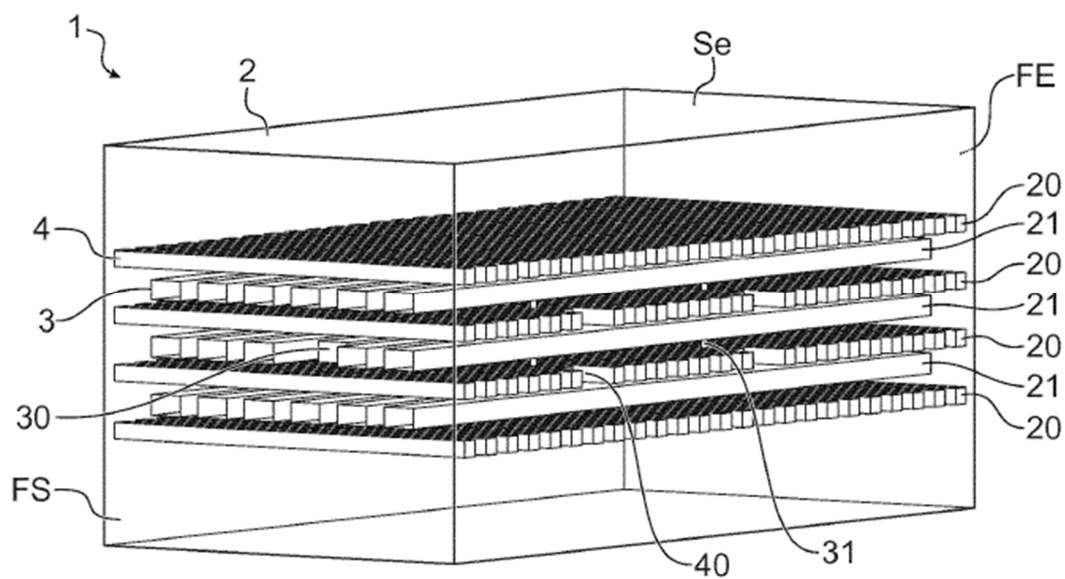


FIG.18

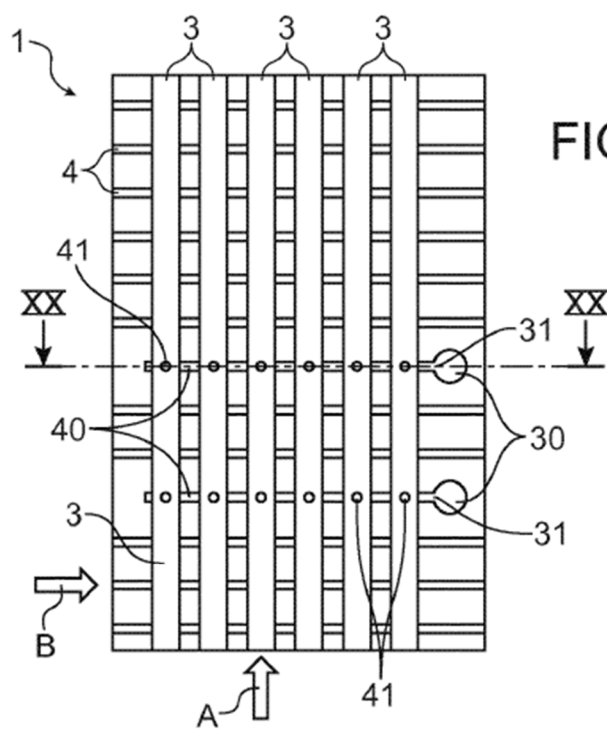


FIG.19

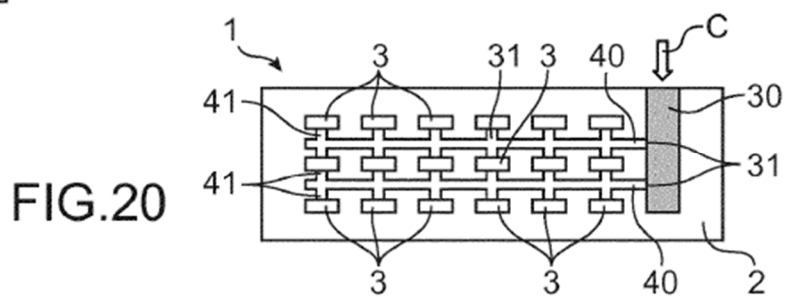


FIG.20