

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 297**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2004 E 04804130 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 1699550**

54 Título: **Método para monitorear, controlar y/o regular las reacciones de una mezcla fluida de reacción en un reactor que tiene placas de chapas metálicas térmicas**

30 Prioridad:

**23.12.2003 US 531678 P**  
**23.12.2003 DE 10361515**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.04.2013**

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)**  
**67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**OLBERT, GERHARD;**  
**HECHLER, CLAUS y**  
**LÖWEN, DIETMAR**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 402 297 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

Método para monitorear, controlar y/o regular las reacciones de una mezcla fluida de reacción en un reactor que tiene placas de chapas metálicas térmicas.

5 La invención se refiere a un método para monitorear, controlar y/o regular reacciones de una mezcla fluida de reacción en un reactor que tiene placas de chapas metálicas térmicas, así como a un dispositivo para realizar el método.

10 En los procesos químicos industriales son conocidas muchas reacciones, principalmente incluso reacciones de oxidación parcial, de mezclas fluidas de reacción, es decir gaseosas, líquidas o gaseosas/líquidas, que se realizan en presencia de catalizadores heterogéneos en forma de partículas. Reacciones de este tipo son por lo regular exotérmicas, muchas veces fuertemente exotérmicas. Hasta ahora han sido realizadas a gran escala industrial de manera preponderante en reactores de haz de tubos, con tubos de contacto, en los cuales se ha introducido el catalizador y a través de los cuales se hace pasar la mezcla fluida de reacción y en tal caso el calor de reacción que se libera se disipa de manera indirecta a través de un portador de calor, vehículo térmico, que circula en el espacio intermedio entre los tubos de contacto. Como vehículos térmicos con frecuencia se emplean sales fundidas.

15 De modo alterno, también es posible disipar el calor de reacción a través de un vehículo térmico que se haga pasar a través de transferidores de calor con forma de placas. Para los transferidores de calor con forma de placa se usan en gran medida, como sinónimos, los términos placas intercambiadoras de calor, placas transferidoras de calor, chapas térmicas, placas térmicas o placas de chapas metálicas térmicas.

20 Las chapas transferidoras de calor se definen de manera predominante como estructuras semejantes a láminas que presentan un espacio interior provisto con conductos de entrada y salida de poco espesor en proporción con el área de superficie. Por lo regular se producen a partir de láminas metálicas, con frecuencia de láminas de acero. Dependiendo del caso de aplicación, principalmente de las propiedades del medio de reacción así como del vehículo térmico, pueden emplearse, no obstante, materiales especiales, principalmente resistentes a la corrosión, pero también revestidos. Los dispositivos de entrada y salida para los vehículos térmicos están dispuestos por lo regular en los extremos opuestos de las chapas intercambiadoras térmicas. Como vehículos térmicos se emplea con frecuencia agua, pero también Diphyl® (mezcla de 70 a 75 % en peso de éter de difenilo y 25 a 30 % en peso de difenilo), que también se evaporan parcialmente en una operación de ebullición; también es posible el empleo de otros vehículos térmicos orgánicos con presión de vapor baja e incluso de líquidos iónicos.

30 El uso de líquidos iónicos como vehículos térmicos está descrito en la DE-A 103 16 418. Se prefieren líquidos iónicos que contienen un ion sulfato, fosfato, borato o silicato. Particularmente también son adecuados líquidos iónicos que contienen un catión metálico monovalente, principalmente un catión de metal alcalino, así como otro catión, principalmente un catión de imidazolio. También son ventajosos los líquidos iónicos que contienen como catión un catión de imidazolio, piridinio o fosfonio.

35 El término chapas térmicas o placas de chapas térmicas se usa principalmente para placas transferidoras de calor cuyas chapas individuales, casi siempre dos, están unidas entre sí por soldadura de punto y/o a rodillo y a menudo se forman plásticamente usando presión hidráulica y se forman cojines.

Los términos placas de intercambio térmico, placas de transferencia térmica, chapas térmicas, placas térmicas o placas de chapas térmicas se usan actualmente en el sentido de la definición dada arriba.

40 Los reactores para realizar oxidaciones parciales usando chapas térmicas son conocidos, por ejemplo, de la DE-A 199 52 964. Se describe la instalación de un catalizador para realizar oxidaciones parciales en un lecho alrededor de placas de transferencia térmica en un reactor. La mezcla de reacción se introduce en un extremo del reactor al espacio interno del reactor entre las placas de transferencia térmica y se saca en el extremo opuesto y se hace fluir de esta manera por el espacio intermedio entre las placas de transferencia térmica.

45 La DE-C 197 54 185 describe otro reactor con disipación de calor indirecta mediante un medio refrigerante que fluye a través de placas de transferencia térmica, en cuyo caso las placas de transferencia térmica se forman de chapas térmicas que se componen de al menos dos placas de chapa hechas de acero, las cuales están unidas entre sí en puntos definidos previamente y las cuales forman canales de desagüe.

50 Un desarrollo ventajoso de esto se describe en DE-A 198 48 208, según la cual las placas de transferencia de calor que se forman como chapas térmicas por las cuales fluye un medio refrigerante se combinan en paquetes de placas de corte transversal cuadrangular o cuadrado, por ejemplo, y los paquetes de placas tienen un, así llamado, confinamiento. El paquete de placas confinado es no requiere de adaptación por el lado del entorno y en consecuencia se emplea con espaciamientos definidos previamente hacia la pared interna del recipiente cilíndrico del reactor. Las superficies libres entre el transferidor térmico de placas o su confinamiento y la pared interna de

recipiente están cubiertas en las regiones superiores e inferiores del confinamiento con chapas guía a fin de evitar que el medio de reacción se desvíe de las cámaras llenas del catalizador.

5 Otro reactor con dispositivos para disipar el calor de la reacción en forma de transferidores térmicos de placa se describe en WO-A 01/85331. El reactor de forma predominantemente cilíndrica contiene unido a sí un lecho de catalizador, al cual se incrusta un transferidor térmico de placas.

10 De DE-A 103 33 866 se conoce la prevención de problemas que ocurren debido a deformaciones que resultan en una tensión alta en un lado de la chapa térmica en el caso de diferencias de presión demasiado grandes entre la mezcla de reacción y el entorno exterior, así como problemas de estabilidad mecánica por deformación bajo una fuerte exigencia térmica que pueden surgir cuando la mezcla de reacción se encuentra a sobrepresión o a presión reducida, proporcionando un reactor para oxidaciones parciales en presencia de un catalizador heterogéneo en forma de partículas, el cual tiene

15 - uno o más módulos de placas de chapas térmicas con forma de paralelepípedo que se forman respectivamente de dos o más placas de chapa térmica dispuestas en paralela dejando respectivamente una rendija que puede llenarse con el catalizador heterogéneo en forma de partículas y a través de la cual fluye la mezcla de reacción fluida, en cuyo caso el calor de reacción es absorbido por un vehículo térmico que fluye a través de las placas de chapa térmica y allí se evapora al menos parcialmente, con

- un estuche predominantemente cilíndrico que libera una presión en los módulos de placas de chapa térmica, que rodea completamente los mismos, que comprende una camisa cilíndrica y cofias que aíslan el mismo en ambos extremos y su eje longitudinal está alineado en paralelo al plano de las placas de chapa térmica, así como con

20 - uno varios elementos de aislamiento que se encuentran dispuestos de tal modo que la mezcla de reacción fluye solo a través de la rendija aparte de los espacios internos del reactor limitados por las cofias

25 Por el contrario, el objetivo de la presente invención era proporcionar un proceso para monitorear, controlar y/o regular reacciones de una mezcla de reacción fluida que se realizan en un reactor con placas de chapa térmica dispuestas en su interior, en cuyo caso un catalizador heterogéneo con forma de partículas está dispuesto entre las placas de chapa térmica y a través del cual fluye un medio de reacción, y en cuyo caso a través de las placas de chapa térmica fluye un vehículo térmico.

30 De manera correspondiente, se encontró un proceso para monitorear, controlar y/o regular reacciones de una mezcla de reacción fluida en presencia de un catalizador heterogéneo con forma de partículas, en un reactor con dos o más placas de chapa térmica dispuestas verticalmente, paralelas entre sí dejando respectivamente una rendija, en cuyo caso se instala el catalizador heterogéneo con forma de partículas en las rendijas y la mezcla de reacción se hace pasar por las rendijas, el cual se caracteriza porque como parámetro de monitoreo, control y/o regulación se seleccionan uno o varios valores de temperatura que se miden en una o varias rendijas, en uno o varios puntos de medición que se encuentran sobre la altura de cada rendija.

35 Del documento DE-A 101 10 847 se conoce un método de medición para monitorear y controlar reacciones de una mezcla de reacción fluida en los tubos de contacto de un reactor de haz de tubos. Tal como se expone en el documento DE-A 101 10 847, existe no obstante la problemática en los reactores de haz de tubos que al disponer de manera usual cartuchos con elementos de medida en los tubos de contacto a lo largo del eje longitudinal de los mismos, el perfil de la corriente y la temperatura se adultera frente a los tubos de contacto sin cartuchos incorporados. Se encontró que no se registra principalmente el *hot-spot* (punto caliente) que se forma en el centro del tubo por el perfil de corriente y temperatura parabólico.

45 De manera correspondiente, se encontró un proceso para monitorear, controlar y/o regular reacciones de una mezcla de reacción fluida en presencia de un catalizador heterogéneo con forma de partículas, en un reactor con dos o más placas de chapa térmica dispuestas verticalmente, paralelas entre sí, dejando respectivamente una rendija, en cuyo caso se instala el catalizador heterogéneo en forma de partículas en las rendijas y la mezcla fluida de reacción se hace pasar por las rendijas, el cual se caracteriza porque como parámetro de monitoreo, control y/o regulación se seleccionan uno o más valores de temperatura que se miden en una o varias rendijas, en 5 a 60 puntos de medición de una unidad para medir de temperatura que se encuentran distribuidos por la altura de cada rendija, en cuyo caso la unidad para medir la temperatura se encuentra dispuesta en un cartucho en la rendija, que desemboca por fuera del reactor.

50 Según la invención, como parámetro de monitoreo, control y/o regulación se seleccionan uno o varios valores de temperatura que se registran en una o varias rendijas, en uno o varios puntos de medición que se encuentran distribuidos por la altura de cada rendija.

Preferentemente se seleccionan de manera adicional como otro parámetro de monitoreo, control y/o regulación la composición de la mezcla fluida de reacción en una o varias rendijas que se determina en uno o varios sitios de medición que se encuentran distribuidos por la altura de cada rendija.

5 Para la determinación de las condiciones de operación de los reactores, el conocimiento del capo de temperatura en el lecho del catalizador es de importancia esencial. Esto se refiere a la distribución local de la temperatura, tal como por ejemplo la altura y la posición del máximo de temperatura (*hot-spot*). También el perfil de temperatura a lo largo de la ruta de la corriente del medio de reacción puede ser esencial para el control y la regulación del sistema de reacción.

10 Además de la operación estacionaria también deben controlarse los procesos de entrada y salida o las condiciones marco variables con el tiempo, por ejemplo, incluso durante largos lapsos de tiempo como, por ejemplo, el cambio en la actividad del catalizador (desactivación). Con base en las temperaturas medidas puede garantizarse una operación más segura, por ejemplo, pero también controlar y mantener el estado óptimo de la operación que se prefiere en cada caso. Son posibles conclusiones sobre el modo de operación más favorable, por ejemplo respecto de la composición de los reactivos y el caudal de los reactivos, pero también la temperatura de enfriamiento y el rendimiento del medio refrigerante. Además, mediante medición adicional de la concentración en el lecho de catalizador es posible seguir el desarrollo material de la reacción e incluso determinar, por ejemplo, la cinética de la reacción en condiciones de operación. A manera de ejemplo, también es posible controlar y/o regular el comportamiento de la desactivación si no hay básicamente restricciones. Las reacciones en este caso son preferiblemente mezclas de reacción gaseosas, principalmente reacciones de oxidación o de oxidación parcial.

20 Los reactores con placas de chapa térmica se han descrito con anterioridad.

Las placas de chapa térmica se fabrican preferentemente de materiales resistentes a la corrosión, principalmente de acero inoxidable, por ejemplo con el número de material 1.4541 o 1.4404, 1.4571 o 1.4406, 1.4539 pero también 1.4547 y 1.4301 o de otras aleaciones de aceros.

25 El espesor de material de las chapas empleadas para esto puede seleccionarse entre 1 y 4 mm, 1,5 y 3 mm, pero también 2 y 2,5 mm, o de 2,5 mm.

30 Por lo regular se unen dos chapas rectangulares en sus lados longitudinales y de frente a una platina de chapa térmica, en cuyo caso es posible una costura de rodillo o soldadura lateral o una combinación de ambas, de modo que el espacio en el que se encuentra más tarde el vehículo térmico sea hermético por todos lados. El borde de las chapas de chapa térmica se retira ventajosamente del borde longitudinal en la costura de rodillo lateral con lo cual la región del borde, no refrigerada o mal refrigerada, en la cual el catalizador también se ha instalado muchas veces, tiene una expansión geométrica tan baja como es posible.

35 Las chapas metálicas se unen entre sí mediante soldadura de puntos distribuidos por la superficie rectangular. También es posible, al menos parcialmente, una unión mediante costura de rodillo recta o también doblada o incluso circular. También es posible la subdivisión del volumen por el cual fluye el vehículo térmico en varias regiones mediante costura de rodillo adicional.

40 Una posibilidad de la disposición de los puntos de soldadura sobre las placas de chapa térmica es en filas con distancias equidistantes entre los puntos de 30 a 80 mm o también de 35 a 70 mm, en cuyo caso también son posibles distancias de 40 a 60 mm, y en otra forma de realización las distancias son de 45 a 50 mm y también de 46 a 48 mm. De modo típico, las distancias entre los puntos dependiendo de la fabricación varían en  $\pm 1$  y los puntos de soldadura de las filas directamente adyacentes, vistos en dirección longitudinal de las placas, están dispuestos cada uno con una desviación igual a la mitad de una distancia entre los puntos de soldadura. Pueden emplearse filas de las soldaduras de punto en dirección longitudinal de las placas de modo equidistante con distancias de 5 a 50 mm, pero también de 8 a 25 mm, en cuyo caso se emplean incluso distancias de 10 a 20 mm y también de 12 a 14 mm. Además, también son posibles emparejamientos de las distancias entre los puntos de soldadura y las distancias entre las filas mencionadas que se adaptan al caso de aplicación. Las distancias entre las filas pueden estar en una relación geométrica definida respecto de la distancia entre los puntos típicamente de  $\frac{1}{4}$  de las distancias entre los puntos o algo más pequeña, de modo que resulta una expansión uniforme definida de las chapas térmicas durante la producción. A las distancias entre puntos de soldadura y entre las filas que se han definido previamente corresponde una cantidad definida de puntos de soldadura por unidad de área de superficie de placa; los valores posibles son de 200 a 3000, los valores típicos de 1400 a 2600 puntos de soldadura por  $m^2$  de área de superficie de placa. Ventajosamente existen 20 a 35 puntos de soldadura en una región rectangular de superficie de 5 x distancia entre puntos de soldadura y 5 x distancia entre las filas.

El ancho de las placas de chapa térmica está limitado esencialmente por consideraciones industriales de fabricación y puede estar entre 100 y 2500 mm, o también entre 500 y 1500 mm. La longitud de las placas de chapa térmica

depende de la reacción, principalmente del perfil de temperatura de la reacción y puede estar entre 500 y 7000 mm, o también entre 3000 y 4000 mm.

5 Respectivamente dos o más placas de chapa térmica están dispuestas en paralelo y distanciadas entre sí formando un módulo de placa de chapa térmica. De esta manera se generan rendijas tipo pozo ente placas de chapa directamente adyacentes y dichas rendijas presentan en los sitios más estrechos de la distancia de las placas, por ejemplo, un ancho entre 8 y 150 mm, pero también 10 a 100 mm. Una modalidad posible también son anchos de 12 a 50 mm o sino de 14 a 25 mm, en cuyo caso también pueden seleccionarse entre 16 y 20 mm. Ya se ha ensayado una distancia de rendija de 17 mm.

10 Entre las placas de chapa térmica individuales de un módulo de placas de chapa térmica, por ejemplo, en placas de gran área, pueden incorporarse adicionalmente mantenedores de distancia con el fin de prevenir deformaciones que pueden modificar la distancia o la posición de las placas. Para instalar estos mantenedores de distancia pueden retirarse secciones parciales de la chapa de la sección de circulación del vehículo térmico, por ejemplo, mediante costuras de rodillo circulares o puntos de soldadura de mayor diámetro, a fin de poder introducir a las placas, en el medio la mitad de las secciones, agujeros para los mantenedores de distancia que pueden atornillarse o soldarse.

15 La rendija entre las placas individuales pueden poseer una distancia igual; al requerirse las rendijas también pueden tener un ancho diferente si la reacción permite esto o si la reacción deseada lo exige, o si pueden lograrse ventajas desde el punto de vista de los aparatos o de la técnica de refrigeración.

20 Las rendijas de un módulo de placas de chapa térmica llenadas con partículas de catalizador pueden sellarse una respecto de otra; por ejemplo, soldarse de modo hermético o también poseen una unión entre sí del lado del proceso.

Para ajustar la distancia deseada entre rendijas al juntar las placas individuales de chapa térmica en un módulo, las placas se fijan en su posición y en su distancia.

Los puntos de soldadura de las placas de chapa térmica directamente adyacentes pueden estar opuestos entre sí o desviados uno de otro.

25 Además, es objeto de la invención un dispositivo para realizar el proceso descrito previamente, caracterizado por un cartucho que está dispuesto en la rendija entre dos placas de chapa térmica preferentemente en dirección longitudinal y desemboca fuera del reactor y que envuelve una unidad para medición de temperatura, por ejemplo uno o varios termoelementos con uno o varios puntos de medición.

Preferentemente, las placas de chapa térmica están dispuestas en

30 - uno o varios módulos de placas de chapa térmica con forma de paralelepípedo que están formados respectivamente de dos o más placas de chapa térmica rectangulares, dispuestas paralelas entre sí, dejando respectivamente una rendija, en cuyo caso

35 - los módulos de placas de chapa térmica con un estuche preponderantemente cilíndrico, liberador de presión, que comprenden una camisa de cilindro y cofias que aíslan el mismo en ambos extremos y cuyo eje longitudinal está alineado en paralelo al plano de las placas de chapa térmica, están completamente rodeados, en cuyo caso

- uno o varios elementos de aislamiento están dispuestos de tal modo que la mezcla fluida de reacción fluye a través de la rendija aparte de a través de los espacios internos del reactor limitados por las cofias y en cuyo caso

40 - cada módulo de placas de chapa térmica está equipado con una o varias unidades para medición de temperatura independientes entre sí, preferiblemente con dos o tres, particularmente preferible con tres unidades para medición de temperatura.

45 Equipando cada módulo de placas de chapa térmica con al menos una unidad para medición de temperatura independiente, cada módulo de placas de chapa térmica puede evaluarse y monitorearse individualmente. Es ventajoso proveer más de una unidad para medición de temperatura para cada módulo de placas de chapa térmica, de modo que al fallar una unidad para medición de temperatura individual, se garantiza no obstante la operación segura. Al emplear respectivamente tres unidades para medición de temperatura por módulo de placas de chapa térmica es posible mantener la operación segura al ensayar, mantener o fallar una unidad para medición de temperatura, principalmente incluso en tal caso cuando las señales de temperatura se utilizan funcionalmente en un circuito protector.

50 El estuche es un tubo preferiblemente metálico, principalmente con un diámetro externo en el rango de 4 a 15, principalmente de 6 a 10 mm, con frecuencia de 6 a 8 mm y más preferible con un espesor de pared de 0,8 a 1,5

mm, preferible de 1 mm. Para el estuche se consideran los mismos materiales que se emplean para las placas de chapa térmica, en cuyo caso el estuche y las placas de chapa térmica no tienen que ser del mismo material. Para el estuche también pueden emplearse materiales no ferrosos.

5 En el caso de reactores de haz de tubos según el estado de la técnica se requiere al emplear estuches medidores de temperatura o unidades para medición de temperatura en el lecho del catalizador usar tubos elaborados especialmente con diámetro interno mayor, a fin de permitir en estos tubos un perfil de la reacción equivalente a los demás tubos normales de reacción y de esta manera una medición de temperatura representativa.

10 Mientras que en el caso del dispositivo habitual de estuches para acomodar céntricamente elementos de medición en los tubos de reacción, el eje longitudinal de los mismos resulta en una fuerte adulteración del perfil de caudal y de temperatura frente a los tubos de reacción sin estuches incorporados, y por lo tanto, se requieran conformaciones particulares del tubo de reacción, de la carga del catalizador y también del estuche, por ejemplo con diferente espesor de pared por su corte transversal o disposiciones particulares del estuche en el tubo de contacto, como se describe en DE-A 101 10 847, se ha encontrado de manera sorprendente que en reactores con placas de chapa térmica para la medición del perfil de temperatura en el lecho del catalizador en las rendijas entre las placas de chapa térmica, tal tipo de disposiciones especiales no se necesita de manera obligatoria.

Solo se requiere disponer la unidad para medición de temperatura, sola o el estuche que envuelve la unidad para medición de temperatura, en la rendija, preferiblemente en dirección longitudinal, entre dos placas de chapa térmica.

20 La distancia de la unidad para medición de temperatura, o el estuche, a las placas de chapa térmica puede ser preferentemente en cada caso igual, es decir que la unidad para medición de temperatura está dispuesta en el medio de la rendija en una forma de realización.

Para introducir el estuche en la rendija es particularmente ventajoso si las placas de chapa térmica tienen respectivamente patrones iguales de puntos de soldadura y los puntos de soldadura de las placas de chapa térmica adyacentes se encuentran situados uno frente a otro.

25 Los estuches pueden desembocar fuera del reactor tanto arriba como abajo del mismo. En una modalidad preferida es posible que los estuches desemboquen tanto arriba como abajo del reactor. En tal caso, la unidad para medición de temperatura puede desplazarse continuamente en el estuche de tal modo que pueda determinarse una ilustración continua del perfil de temperatura, no solo los valores de medición de temperatura discretos. Para esto puede usarse un elemento de medición individual, pero ventajosamente también un elemento de medición múltiple, particularmente ventajoso con distancias de medición equidistantes, ya que la trayectoria de desplazamiento necesaria para la medición ininterrumpida del perfil de temperatura es entonces de apenas una distancia del punto de medición.

35 Los estuches pueden conducirse sin costuras a través de la camisa externa del reactor o incluso tener elementos de conexión en la región por encima de los módulos de placas térmicas llenas de catalizador o al introducirse desde abajo por debajo de los módulos de placas de chapa térmica. En una variante particularmente ventajosa, los estuches en el espacio interno del reactor están provistos con sitios de separación que se implementan principalmente como unión de anillo cortante o de anillo afianzador de tal modo que el montaje se facilita de manera considerable.

40 La unidad para edición de temperatura tiene por lo regular varios sitios de medición dispuestos de modo distribuido por su longitud y de esta manera por la altura de la rendija. Como unidades de medición para la temperatura preferentemente se consideran unidades de medición múltiple (llamados multitermoelementos), pero también pueden usarse todos los otros, principalmente principios físicos para medición de temperatura como termómetros de resistencia de platino, por ejemplo PT-100 o PT-1000, termómetros de resistencia o sensores de semiconductores. Según la temperatura de uso se consideran todos los termoelementos descritos en DIN43710 y DIN EN 60584, preferentemente termoelementos del tipo K según DIN EN 60584.

45 Los sitios de medición dispuestos de manera distribuida pueden disponerse equidistantes, aunque de modo particularmente ventajoso con pequeña distancia entre sí en regiones del reactor que tienen extremos de temperatura previstos y/o gradientes de temperatura particularmente grandes, y con distancia mayor en las demás regiones del reactor.

50 De manera ventajosa, la unidad para medición de temperatura tiene de 5 a 60 sitios de medición, preferible de 10 a 50 sitios de medición, particularmente preferible de 15 a 40 sitios de medición y más preferible de 20 a 30 sitios de medición.

En una modalidad preferida, la unidad para medición de la temperatura tiene 20 sitios de medición y un diámetro externo de aproximadamente 3,8 mm, de modo que la unidad para medición de temperatura pueden montarse en un estuche con un diámetro externo de 6 mm o de 1/4 de pulgada y un diámetro interno de 4 mm o de 5/32 de pulgada.

5 En otra modalidad preferida la unidad para medición de temperatura tiene 40 sitios de medición y un diámetro externo de aproximadamente 2,5 mm, de modo que pueda montarse en un estuche con un diámetro externo de 5 mm o de 3/16 de pulgada y un diámetro interno de 3 mm o de 1/8 de pulgada.

10 En una modalidad el estuche que envuelve el termoelemento puede estar dispuesto en la frontera lateral de la rendija entre dos placas de chapa térmica. Con el fin de evitar adulterar las mediciones en este caso se prefiere proveer un cuerpo aislado entre la frontera lateral de la rendija y el estuche, de tal modo que incluso en el borde del lecho pueda registrarse una señal representativa de la temperatura. Particularmente ventajoso es en este caso que el estuche se empotre de modo fijo en la rendija y pueda quedarse y no tenga que instalarse o retirarse junto con la carga del catalizador. El estuche puede implementarse en este caso incluso con geometría no cilíndrica, por ejemplo con un corte transversal cuadrado o semicircular.

15 Además, también es posible disponer el estuche que envuelve la unidad para medición en posición horizontal en la rendija entre las placas de chapa térmica. De esta manera el perfil de temperatura puede determinarse por la sección de corte transversal de la rendija.

20 En otra modalidad preferida del dispositivo de la invención, de modo adicional al estuche con la medición de temperatura previamente descrito, en una o varias rendijas se provee respectivamente un estuche que tiene perforaciones así como además un tubito de toma de muestras para introducir al interior del estuche, el cual se dispone allí de tal modo que la mezcla fluida de reacción fluya a través de las perforaciones en el estuche hacia adentro al interior del tubito de toma de muestras y se saque el tubito de toma de muestras hacia afuera del reactor y se analice.

25 Como estuche se emplea por lo regular un tubo metálico, preferible con un diámetro externo en el rango de 5 a 15, principalmente de 8 a 10 mm y un espesor de pared preferible de 1 mm. El estuche tiene perforaciones de acuerdo con la invención, es decir aberturas hacia el espacio de reacción, en cuyo caso las mismas no se restringen básicamente respecto de la forma geométrica. Sin embargo, se prefieren las aberturas con forma circular. Principalmente también es posible una realización con forma de ranura con la misma dispuesta en dirección longitudinal del tubito de toma de muestras. Las perforaciones tienen preferiblemente una superficie total de 1 a 50 %, preferible de 1 a 10 %, respecto del área total de la camisa del estuche. Estas sirven para permitir que la mezcla fluida de reacción fluya hacia adentro del estuche y de esta manera llegue al tubito de toma de muestras dispuesto en el interior del estuche a través de la abertura del tubito. La muestra extraída del tubito de toma de muestras afuera del reactor puede analizarse con la instrumentación analítica presente en la operación, por ejemplo. Igualmente es posible extraer muestras de modo continuo o en intervalos determinados de tiempo y analizarlas.

35 La toma de las muestras puede efectuarse en tal caso por la propia presión del sistema de reacción a través de una válvula reguladora o un dispositivo de sobrecarga de corriente o por medio de una bomba o de un compresor o de un radiador/eyector, en cuyo caso la muestra puede introducirse a un sistema con presión atmosférica pero también a presión reducida o sobrepresión en relación con la atmósfera. Para elevar la exactitud de medida, preferentemente se ajusta a presión constante el sistema de análisis al cual se introduce la muestra.

40 En una conformación preferida el estuche perforado se dispone en el medio de la rendija. En esta disposición se perturba particularmente poco la simetría del perfil de corriente en la rendija. La instalación puede efectuarse en tal caso en posición vertical desde arriba o desde abajo, en cuyo caso la instalación se efectúa preferentemente desde el mismo lado del reactor que la introducción de la mezcla fluida de la reacción.

45 En la variante de realización en la cual tanto la instalación de los estuches así como la introducción de la mezcla fluida de reacción se efectúan al reactor respectivamente desde arriba, si los estuches están provistos con perforaciones ventajosamente en la región superior de la rendija, principalmente hacia aproximadamente el medio de la misma. Puesto que el tubito de toma de muestras se extiende solo en la región superior del estuche hasta el sitio en el que se toma la muestra por la abertura con el propósito de determinar su composición, la región vacía del estuche, dispuesta debajo de la misma, constituiría de otra manera una desviación (bypass) para la mezcla de reacción. Esto se evita proveyendo perforaciones en el estuche solo en la región superior de la rendija.

50 De manera análoga es posible que la instalación de los estuches, así como la introducción de la mezcla fluida de la reacción al reactor se efectúe respectivamente desde abajo y que preferentemente a través de las placas de chapa térmica se conduzca un vehículo térmico que hierve parcial o totalmente en las condiciones de la reacción.

El tubito de toma de muestras puede unirse fijamente con el estuche de tal manera que la abertura del tubito de toma de muestras está dispuesto directamente en una perforación del estuche, de esta manera las aberturas de los tubitos de toma de muestras y del estuche se superponen.

5 En otra conformación preferida el tubito de toma de muestras está dispuesto con capacidad de girar en el estuche perforado y tiene al menos dos aberturas dispuestas por su área de camisa de tal modo que la mezcla fluida de reacción fluya siempre a través de una de las aberturas hacia adentro del tubito de toma de muestras. Se prefiere que las aberturas del tubito de toma de muestras estén dispuestas como ranuras en dirección longitudinal del mismo, por lo cual hay disponible más espacio de maniobra al adaptar las aberturas de estuche y de tubito de toma de pruebas.

10 Mediante esta configuración pueden tomarse muestras de varios sitios que están dispuestos de manera distribuida por la altura de la rendija por medio de un único tubito de toma de muestras.

15 En otra variante preferida cada tubito de toma de muestras tiene al menos dos, preferible de dos a cuatro cámaras separadas entre sí, cada una con una abertura en la que la mezcla de reacción fluye hacia adentro por las perforaciones del estuche y en cuyo caso la mezcla fluida de reacción se saca por separado de cada cámara y se analiza. Las cámaras pueden estar dispuestas una junto a la otra o de manera concéntrica entre sí.

Mediante la formación de dos o más cámaras separadas una de otra e los tubitos de toma de muestras se aumenta el número de los sitios de medición en los que se pueden sacar muestras de la mezcla fluida de reacción.

20 Particularmente se prefiere la variante de realización en la que se provee un tubito de toma de muestras con varias cámaras, el cual está dispuesto adicionalmente con capacidad de girar alrededor de su eje longitudinal. De esta manera, para cada cámara pueden estar dispuestas dos o más, preferible cuatro, ranuras desplazadas una frente a otra para la toma de la mezcla fluida de reacción, en cuyo caso la mezcla fluida de reacción fluye hacia adentro de cada cámara siempre respectivamente solo por una abertura. Mediante esta conformación se eleva más el número de los sitios de medición para la composición de la mezcla fluida de reacción.

25 En otra variante preferida de realización se proveen dos o varios tubitos de toma de pruebas que están respectivamente unidos fijamente con el estuche de tal modo que la abertura de cada tubito de toma de pruebas está dispuesto directamente en una perforación del estuche y en cuyo caso los tubitos individuales de toma de pruebas desembocan respectivamente a diferente altura en la rendija. Además, también es posible configurar el estuche mismo como tubito de toma de muestras proveyendo perforaciones solamente en los sitios en los que existe una unión directa respectivamente con un tubito de toma de muestras y además proveyendo otra perforación única en el estuche en un sitio diferente de la desembocadura de los tubitos de toma de muestras y a través de dicha perforación fluye la mezcla fluida de reacción.

35 Mediante el proceso y el dispositivo de la invención es posible un conocimiento exacto de lo que pasa realmente en la reacción y de las temperaturas reales, preferible también de la temperatura determinante para el *hot-spot* (lugar más caliente) de una manera sencilla, utilizando la instrumentación analítica presente en la empresa. De esta manera puede operarse de manera esencialmente más cercana al límite de carga del catalizador; de esta manera el catalizador puede aprovecharse mejor, en cuyo caso simultáneamente se evitan daños por la formación no deseada de lugares calientes (*hot-spot*). Además, al conocer lo que pasa realmente con la reacción, la actividad del catalizador puede configurarse de manera diferenciada espacialmente en la rendija, adaptarse a los eventos reales de la reacción. De esta manera se protege el catalizador principalmente en las regiones más fuertemente cargadas desde el punto de vista térmico, y de esta manera se ajusta más favorablemente a su envejecimiento en el sentido de un aprovechamiento más largo y más ventajoso.

Además, el reactor puede operar de manera esencialmente más uniforme, por lo cual se influye positivamente la actividad total de las reacciones que tienen lugar allí. Además, adaptando la actividad del catalizador a los sucesos reales de la reacción, se reducen las cantidades necesarias de vehículo térmico.

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

Allí se muestra en particular:

Figura 1 muestra una sección de un reactor con placas de chapa térmica con estuche dispuesto en el medio para alojar un termoelemento, en corte de sección longitudinal, con ilustración en corte de sección transversal en la figura 1A,

50 Figura 2 muestra una sección a través de otra forma de realización con estuche dispuesto lateralmente, en sección longitudinal, con ilustración en sección transversal en la figura 2A,

Figura 3 muestra otra forma de realización con el estuche dispuesto horizontalmente, en corte de sección longitudinal, con ilustración en corte de sección transversal en la figura 3A e ilustración detallada en la figura 3B,

Figura 4 muestra una sección de otra modalidad con un estuche con perforaciones y tubito de toma de muestras, en corte de sección longitudinal, con ilustración en corte de sección transversal en la figura 4A,

- 5 Figura 5 muestra la representación esquemática para la instalación de un estuche según la invención en un módulo de placas de chapa térmica

y

Figura 6 muestra distribuciones preferidas esquemáticas sobre la superficie de las placas de chapa térmica.

En las figuras, iguales signos de referencia designan características iguales o correspondientes.

- 10 La figura 1 muestra esquemáticamente una sección de un reactor con placas de chapa térmica 1 con rendija 2 dispuesta entre las mismas, a la cual se ha introducido el lecho fijo de catalizador. En la modalidad representada, en el medio de la rendija 2 está dispuesto un estuche 3, el cual envuelve un termoelemento 4, que tiene 4 puntos de medición a manera de ejemplo. El estuche 3 y el termoelemento 4 sobresalen del reactor por un tubo de empalme en la camisa del reactor.

- 15 La ilustración en sección transversal en la figura 1A aclara la geometría cilíndrica circular del estuche 3 con el termoelemento 4 dispuesto en él.

- La representación esquemática en la figura 2 muestra una sección de un reactor en corte de sección longitudinal, en la región de una rendija 2 entre dos placas de chapa térmica que no se representan. En la rendija 2, en el límite lateral 6 de la misma, se encuentra dispuesto un estuche 3 con termoelemento 4. Entre el estuche 3 y el límite lateral de la rendija 2 está provisto un cuerpo de aislamiento 5.
- 20

La representación en corte de sección transversal de la figura 2 aclara las placas de chapa térmica 1, incluido su fijación en el límite lateral 6, así como la forma cilíndrica circular del estuche 3 con termoelemento 4 y la forma de unión continua del cuerpo aislante 5.

- 25 La figura 3 muestra esquemáticamente una sección de otra modalidad, con disposición horizontal de un estuche 3 con termoelemento 4 en una rendija 2. El estuche tiene perforaciones 7 en la cercanía de su extremo que se adentra hacia la rendija, a través de las cuales pueden sacarse muestras de la mezcla de reacción.

La representación esquemática en la figura 4 muestra una sección longitudinal a través de otra modalidad con un estuche 3 con perforaciones 7 en el estuche 3 para la toma de muestras en los tubitos de toma de muestras 8. El estuche 3 con tubitos de toma de muestra 6 sobresale del reactor por el tubo de empalme 9.

- 30 La representación en corte de sección transversal en la figura 4A ilustra la configuración el estuche 3 en corte transversal, con abertura 7 y tubito de toma de muestras 8.

- La figura 5 muestra esquemáticamente una sección de un reactor con placas de chapa térmica 1 dispuestas en paralelo con rendijas 2 que se encuentran entre las placas. A manera de ejemplo se representa un estuche 3 que se proyecta adentro de una rendija 2 entre dos placas de chapa térmica 1, en dirección longitudinal de la misma y desemboca fuera del reactor por un tubo de empalme 9 en la camisa de reactor.
- 35

- La figura 6 muestra dos distribuciones preferidas de puntos de soldadura sobre la superficie de las placas de chapa térmica; se representa respectivamente una región cuadrangular parcial de superficie de una placa de chapa térmica 1, en correspondencia con la distancia quintuple entre los puntos de soldadura sobre el eje horizontal y la distancia quintuple entre las filas sobre el eje vertical. La representación superior en la figura 6 muestra una distribución preferida de puntos de soldadura con un total de 33 puntos de soldadura en la región parcial de superficie representada de una placa de chapa térmica 1 con la distancia quintuple entre puntos de soldadura y la distancia quintuple entre las filas y la representación inferior muestra otra disposición preferida con 25 puntos de soldadura sobre una región parcial de superficie de igual dimensión.
- 40

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso para monitorear, controlar y/o regular reacciones de una mezcla fluida de reacción en presencia de un catalizador heterogéneo en forma de partículas, en un reactor con dos o más placas de chapa térmica (1) dispuestas verticalmente, paralelas entre sí, dejando respectivamente una rendija (2), en cuyo caso en las rendijas (2) se ha introducido el catalizador heterogéneo en forma de partículas y se conduce la mezcla fluida de reacción a través de la rendija (2), **caracterizado porque** parámetro de monitoreo, control y/o regulación se selecciona uno o varios valores de temperatura que se miden en una o varias rendijas (2), en 5 a 60 sitios de medición de una unidad para medición de temperatura (4), los cuales están dispuestos de modo distribuido por la altura de cada rendija (2), en cuyo caso la unidad para medición de temperatura (4) está dispuesto en un estuche (3) en la rendija (2), el cual desemboca fuera del reactor.
- 10 2. Proceso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** como otro parámetro de monitoreo, control y/o regulación se selecciona la composición de la mezcla fluida de reacción en una o varias rendijas (2), la cual se determina en uno o varios sitios de medición que están dispuestos de modo distribuido por la altura de cada rendija (2).
- 15 3. Dispositivo para realizar el proceso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las placas de chapa térmica (1)
- están dispuestas en uno o varios módulos paralelepípedos de placas de chapa térmica (10) que se forman respectivamente a partir de dos o varias placas de chapa térmica (1) rectangulares, dispuestas paralelas entre sí, dejando respectivamente una rendija (2),
  - 20 - los módulos de placas de chapa térmica (10) están completamente rodeados por un estuche predominantemente cilíndrico (11, 12, 13), que libera presión, que comprende una camisa de cilindro (11) y cofias (12, 13) que confinan a la misma en ambos extremos y cuyo eje longitudinal está alineado paralelamente al plano de las placas de chapa térmica (1)
  - 25 - uno o varios elementos sellantes (14, 15) están dispuestos de tal manera que la mezcla fluida de reacción fluye solo a través de la rendija (2) aparte de a través de los espacios internos del reactor limitados por las cofias (12, 13) y
  - 30 - cada módulo de placas de chapa térmica (10) está equipado con una o varias unidades para medición de temperatura (4) independientes entre sí, preferiblemente con dos o tres, particularmente preferible con tres unidades para medición de temperatura (4), y en cuyo caso las unidades para medición de temperatura (4) están dispuestas respectivamente en un estuche (3) en la rendija (2), la cual desemboca afuera del reactor, y tienen respectivamente 5 a 60 sitios de medición.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el estuche está dispuesto en dirección longitudinal en la rendija (2).
- 35 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado porque** la unidad para medición de temperatura (4) es una unidad de medición múltiple, preferible un multitermoelemento.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado porque** el estuche es preferiblemente un tubo metálico, principalmente con un diámetro externo en el rango de 4 a 15 mm, preferible en el rango de 6 a 10 mm, particularmente preferible en el rango de 6 a 8 mm y además preferible con un espesor de pared de 0,8 a 1,5 mm, preferible de 1 mm.
- 40 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado porque** el estuche (3) tiene uno o más sitios de separación dentro del espacio interno del reactor.
- 45 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado porque** los sitios de medición de la unidad para medición de temperatura (4) están dispuestos en regiones del reactor con extremos de temperatura previstos y/o particularmente grandes gradientes de temperatura con pequeña distancia entre sí y en las demás regiones del reactor con mayor distancia entre sí.
- 50 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizado porque** el estuche (3) que envuelve la unidad para medición de temperatura (4) desemboca tanto por encima como también por debajo del reactor de tal modo que la unidad para medición de temperatura (4), que preferiblemente está equipada con sitios de medición dispuestos de modo equidistante, pueden desplazarse continuamente en el estuche (3) para medir continuamente el perfil de temperatura.

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 10, **caracterizado porque** la unidad para medición de temperatura (4) tiene 10 a 50, particularmente preferible 15 a 40 y más preferible 20 a 30 sitios de medición.
- 5 11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la unidad para medición de temperatura (4) tiene 20 sitios de medición y un diámetro externo de aproximadamente 3,8 mm y porque el estuche (3) tiene un diámetro externo de 6 mm o de 1/4 de pulgada y un diámetro interno de 4 mm o de 5/32 de pulgada.
12. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la unidad para medición de temperatura (4) tiene 40 sitios de medición y un diámetro externo de aproximadamente 2,5 mm y porque el estuche (3) tiene un diámetro externo de 5 mm o de 3/16 de pulgada y un diámetro interno de 3 mm o de 1/8 de pulgada.
- 10 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 12, **caracterizado porque** el estuche (3) está dispuesto en el medio en dirección longitudinal en la rendija (2).
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 12, **caracterizado porque** el estuche (3) está dispuesto en el límite lateral (6) de la rendija (2).
- 15 15. Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado porque** entre el límite lateral (6) de la rendija (2) y el estuche (3) está provisto un cuerpo aislante, porque el estuche (3) está instalado fijamente en la rendija (2) y porque el estuche (3) tiene más preferiblemente una sección de corte transversal cuadrada o semicircular.
16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 o 5 a 12, **caracterizado porque** el estuche (3) está dispuesto horizontalmente en la rendija (2).
17. Dispositivo para realizar el proceso según la reivindicación 2, **caracterizado porque** en una o varias rendijas (2) adicionalmente al dispositivo definido en una de las reivindicaciones 3 a 16 está provisto respectivamente un estuche (3) que tiene perforaciones (7) así como al menos un tubito de toma de muestras (8) para introducir al estuche (3), que está dispuesto en el estuche (3) de tal modo que la mezcla fluida de reacción fluye por las perforaciones (7) en el estuche (3) al tubito de toma de muestras (8) y se saca del tubito de toma de muestras (8) afuera del reactor y se analiza.
- 20 18. Dispositivo según la reivindicación 17, **caracterizado porque** el tubito de toma de muestras (8) está unido fijamente con el estuche (3) de tal modo que una abertura del tubito de toma de muestras (8) está dispuesta directamente en una perforación (7) del estuche (3).
- 25 19. Dispositivo según la reivindicación 17, **caracterizado porque** el tubito de toma de muestras (8) está dispuesto con capacidad de girar en el estuche perforado (3) y tiene dos o más aberturas dispuestas de modo desplazado por su área de camisa de tal modo que la mezcla fluida de reacción siempre fluya solo a través de una abertura hacia el tubito de toma de muestras (8).
- 30 20. Dispositivo según la reivindicación 19, **caracterizado porque** las aberturas del tubito de toma de muestras (8) se forman como ranuras en la dirección longitudinal del mismo.
21. Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 20, **caracterizado porque** cada tubito de toma de muestras (8) tiene dos o más, preferiblemente 2 a 4, cámaras separadas entre sí, respectivamente con una abertura a la que fluye la mezcla fluida de reacción a través de las perforaciones (7) en el estuche (3) y en cuyo caso la mezcla fluida de reacción se saca por separado de cada cámara y se analiza.
- 35 22. Dispositivo según la reivindicación 21, **caracterizado porque** las cámaras están dispuestas una junto a la otra o concéntricamente entre sí.
23. Dispositivo según la reivindicación 20 o 21, **caracterizado porque** el tubito de toma de muestras (8) que tiene varias cámaras está formado con capacidad de girar en torno a su eje longitudinal.
- 40 24. Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 23, **caracterizado porque** se proveen dos o más tubitos de toma de muestras (8) que respectivamente están unidos fijamente con el estuche (3) de tal modo que la abertura de cada tubito de toma de muestras (8) está dispuesta directamente en una perforación (7) del estuche (3) y en cuyo caso los tubitos de toma de muestras (8) individuales desembocan respectivamente a diferente altura en la rendija (2).
- 45 25. Dispositivo según la reivindicación 17, **caracterizado porque** el estuche (3) mismo está formado como tubito de toma de muestras (8).

26. Proceso para instalar un dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 16 y/o según una de las reivindicaciones 17 a 25 en un reactor, **caracterizado porque** la instalación del (de los) dispositivo(s) se efectúa del mismo lado del reactor que la introducción de la mezcla fluida de reacción.

5 27. Proceso según la reivindicación 26, **caracterizado porque** la instalación del (de los) dispositivo(s) así como la introducción de la mezcla fluida de reacción se realizan respectivamente desde arriba al reactor y porque el estuche (3) tiene perforaciones (7) solamente en la región superior de la rendija (2), principalmente cerca del medio de la rendija (2).

10 28. Proceso según la reivindicación 26, **caracterizado porque** la instalación del (de los) dispositivo(s) así como la introducción de la mezcla fluida de reacción al reactor se efectúan respectivamente desde abajo y porque preferiblemente a través de las placas de chapa térmica (1) se conduce un vehículo térmico que se evapora parcial o completamente en las condiciones de reacción.

FIG.1

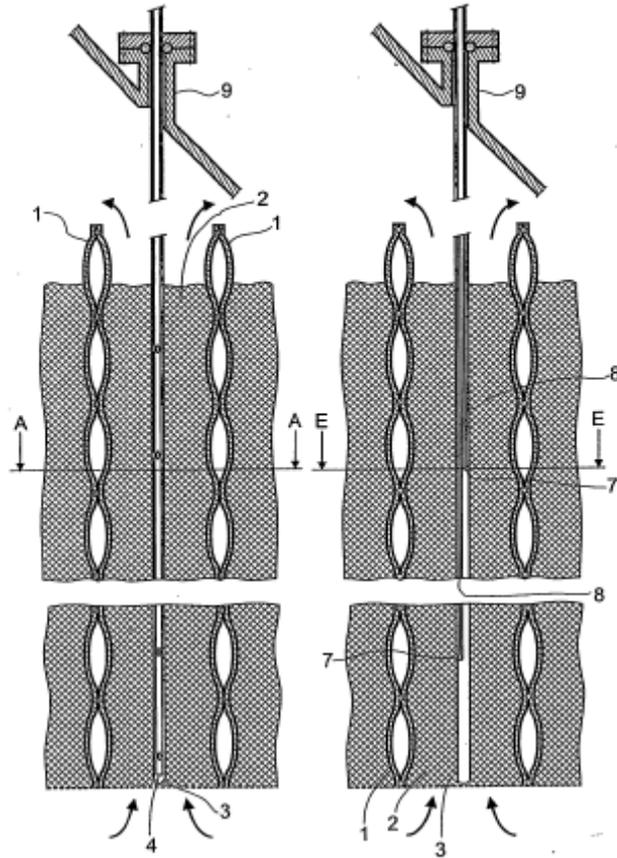


FIG.4

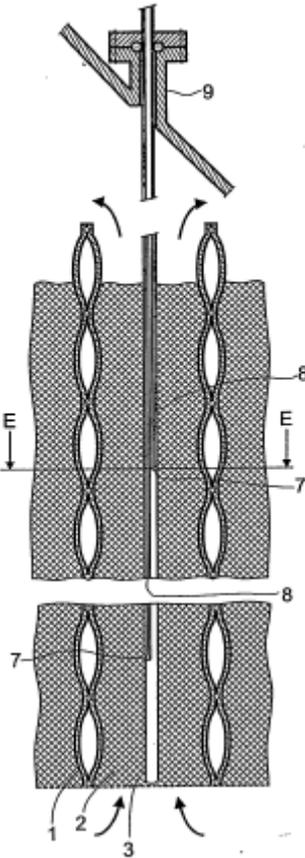


FIG.1A

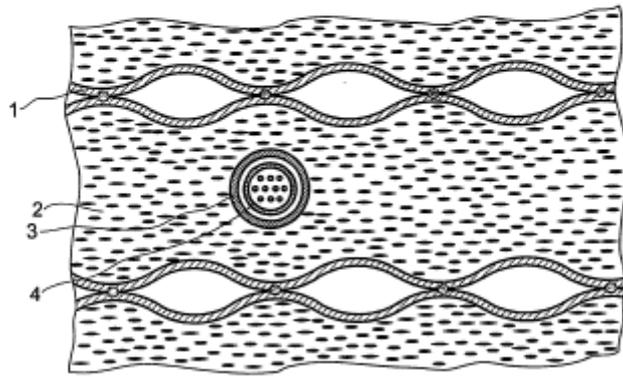


FIG.2

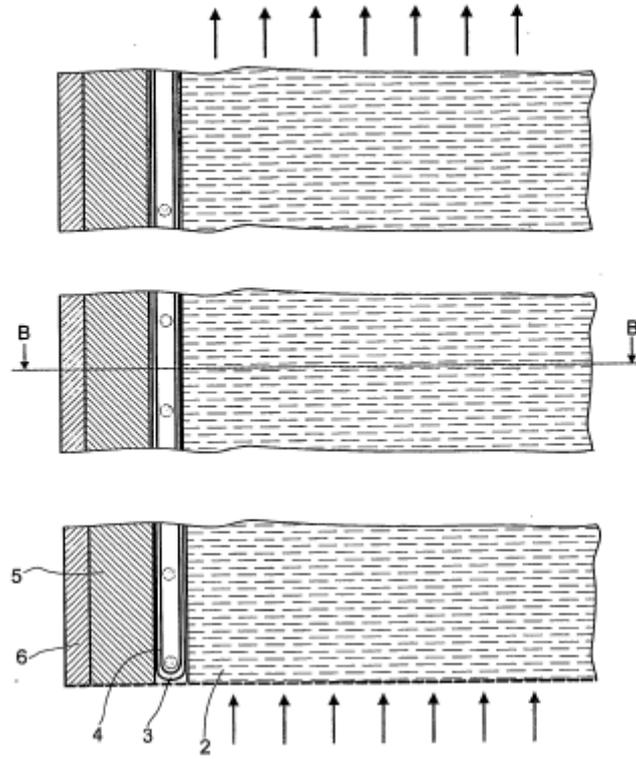


FIG.2A

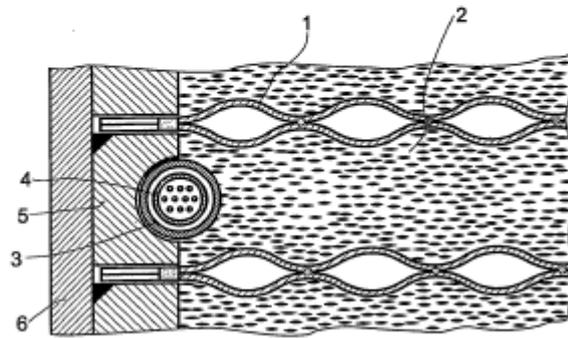


FIG.3

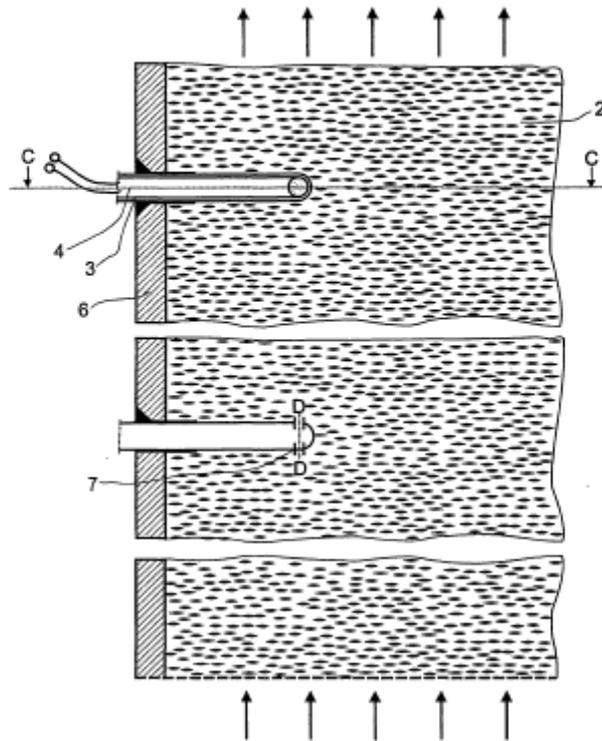


FIG.3A

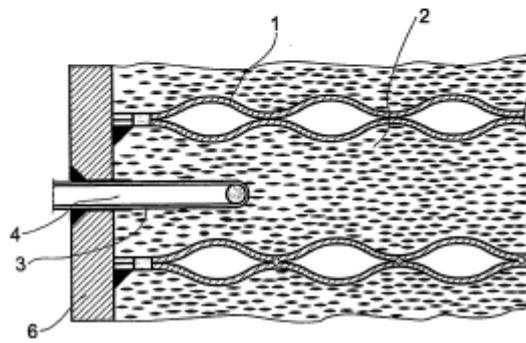


FIG.3B

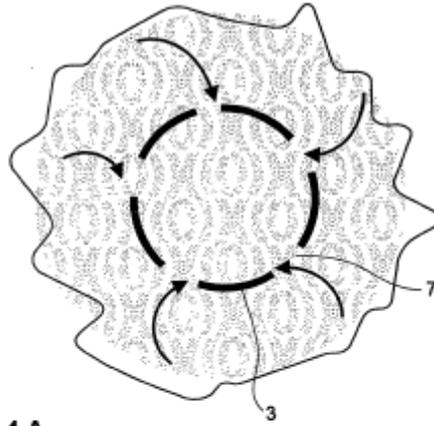


FIG.4A

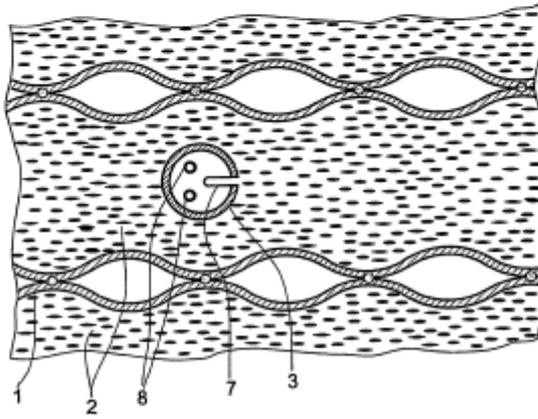


FIG.5

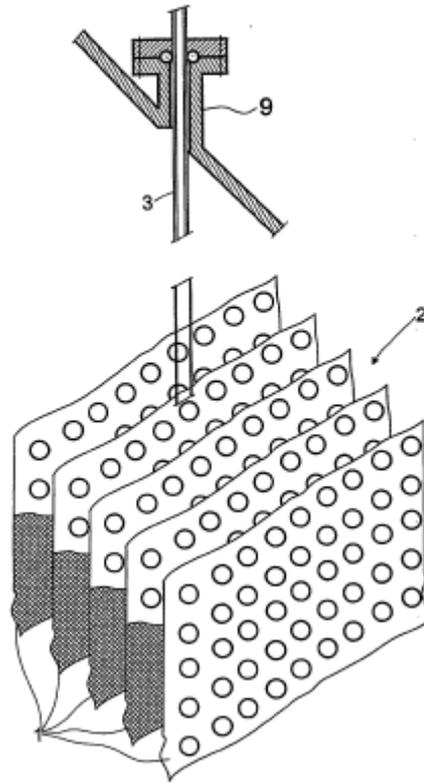


FIG.6

