(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 691 704**

(51) Int. Cl.:

B01J 19/18 (2006.01)
B01J 19/20 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
C12M 1/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2015 PCT/EP2015/063266**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193214**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2015 E 15729443 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3154674**

(54) Título: **Cámara de reacción para un reactor químico y reactor químico construido a partir de ésta**

(30) Prioridad:

16.06.2014 DE 102014108407

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2018

(73) Titular/es:

BAYER AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Allee 1
51373 Leverkusen, DE

(72) Inventor/es:

MLECZKO, LESLAW;
BUCHHOLZ, SIGURD;
BOOS, KARL-ROBERT y
FALSS, SEBASTIAN

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 691 704 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

Cámara de reacción para un reactor químico y reactor químico construido a partir de ésta

Los trabajos, los cuales han conducido a esta invención, fueron promovidos conforme al convenio de subvenciones nº 246461 en el curso del séptimo programa marco de la Unión Europea (FP7/2007-2013).

La presente invención se refiere a una cámara de reacción para un reactor químico, comprendiendo un revestimiento de la cámara de reacción, una base de la cámara de reacción con una abertura que se encuentra en la base y un eje mezclador que se encuentra en la cámara, con al menos un elemento mezclador unido con éste. Se refiere además de ello a un reactor químico, el cual comprende una pluralidad de cámaras de reacción según la invención, así como a un procedimiento para llevar a cabo reacciones químicas en un reactor de este tipo.

Para muchos aparatos químicos es ventajoso combinar un buen mezclado con una distribución de tiempo de permanencia estrecha en modo de funcionamiento continuo. Las ventajas de un buen mezclado son por ejemplo la reducción de resistencias de transferencia de materia, una homogeneización más rápida o la suspensión de sustancias sólidas.

Una distribución de tiempo de permanencia estrecha permite a menudo una calidad de producto más alta y un rendimiento espacio-tiempo más alto. Forman parte de las ventajas de un modo de funcionamiento continuo entre otras la consolidación de la calidad del producto, una mayor eficiencia de recursos, unos tiempos de equipamiento más reducidos, un grado de automatización más alto y volúmenes de retención más reducidos.

Son posibles aplicaciones, a las cuales puede referirse el perfil de requisitos mencionado, el procesamiento continuo de líquidos mono o polifásicos, dispersiones, mezclas gas-líquido, fluidos supercríticos o mezclas de estos materiales en diferentes aparatos de técnica de procedimiento, como reactores químicos o biológicos, así como aparatos para la absorción, la extracción o la cristalización.

En muchos procesos químicos es adicionalmente un parámetro a tener en cuenta el intercambio de calor que puede lograrse. Los aparatos microestructurados ofrecen en este caso la posibilidad de lograr superficies de intercambio de calor específicas muy altas. Debido a su reducido volumen éstos no son adecuados sin embargo para reacciones con tiempo de permanencia largos, cuando ha de alcanzarse un determinado rendimiento. Además de ello, el riesgo de ensuciamiento y de bloqueos debido a las sustancias sólidas presentes en el proceso representa un gran reto debido a los pequeños diámetros de canal.

Dado que las sustancias sólidas, por ejemplo en forma de un catalizador heterogéneo o de productos de reacción no solubles, se presentan en muchos procesos de técnica de procedimiento como componentes deseados o no deseados, el manejo de sustancias sólidas suspendidas puede representar un requisito adicional en lo que al equipamiento de proceso se refiere.

En la práctica el perfil de requisitos definido puede realizarse en primera instancia mediante una cascada de tanques de mezcla de funcionamiento continuo, conectados en línea. En determinadas condiciones puede ser necesario no obstante un modo de construcción más compacto del aparato. Un caso de aplicación de este tipo es por ejemplo el montaje en instalaciones de producción modulares compactas.

Es conocido además de ello, que el perfil de requisitos definido en determinados casos de aplicación puede cumplirse también mediante la división de un tubo de flujo en varios compartimentos, los cuales se mezclan mediante agitadores adecuados y que están unidos entre sí mediante aberturas.

La capacidad de rendimiento de un aparato de este tipo depende no obstante mucho de las condiciones de funcionamiento. Un número de revoluciones de mezclador alto, unos tiempos de permanencia largos y unas aberturas grandes entre los compartimentos individuales conducen a un grado más alto de retromezcla y con ello a una distribución de tiempo de permanencia mayor (por ejemplo L. Zhang, Q. Pan, G.L. Rempel, Residence Time Distribution in a Multistage Agitated Contactor with Newtonian Fluids: CFD Prediction and Experimental Validation: Industrial & Engineering Chemistry Research, Ind. Eng. Chem. Res. 46 2007, 3538-3546.).

Estos aparatos se usan sobre todo ampliamente en la técnica de extracción. Teóricamente puede minimizarse la retromezcla mediante el uso de aberturas muy pequeñas entre compartimentos afines. En este caso aumenta no obstante la pérdida de presión en el aparato y ya no es posible la descarga de sustancias sólidas, de manera que esta medida es a menudo inadecuada en el uso práctico.

El uso de un tubo en cascada en la técnica de reacción se describe por ejemplo en el documento US 4,370,470 (DE 32 13 628 A1). El objeto es un dispositivo de contacto, en cuyo caso se trata de una carcasa cilíndrica larga perpendicular con extremos cerrados, la cual está dividida mediante placas desviadoras horizontales en varias cámaras individuales, con acceso desde una cámara a la otra a través de aberturas circulares concéntricas, las cuales están centradas axialmente en las paredes desviadoras, con un eje giratorio de manera continua que se extiende concéntricamente junto con las paredes desviadoras por el interior de la carcasa, con al menos una instalación de mezclador, la cual está fijada al eje, en cada cámara, resultando el eje en las aberturas en forma

circular aberturas anulares en las paredes desviadoras, de tal manera que la proporción de caudal de retorno con respecto a la cantidad de alimentación a través de las aberturas es inferior a 1,5. Se describe también un procedimiento para la producción continua de polímeros de arilensulfuro, en cuyo caso los componentes de reacción, los cuales son adecuados para la producción de poli(arilensulfuro), se suministran a al menos una primera cámara del recipiente de contacto que se ha descrito anteriormente, formándose de esta manera una mezcla de reacción, la cual se conduce a través de las cámaras del dispositivo de contacto, mientras que cada cámara se mantiene en condiciones para la formación de polímeros de arilensulfuro, y se obtienen polímeros de arilensulfuro de una cámara, la cual se encuentra más alejada de la cámara, en la cual se introducen los componentes de reacción de partida. El grado de retromezcla que puede alcanzarse en este tipo de aparatos es para el caso de aplicaciones, las cuales requieren una distribución de tiempo de permanencia muy estrecha, a menudo demasiado alto; en particular cuando el volumen de reacción es bajo (unos pocos litros o menos) y el número de etapas que puede realizarse es de esta manera limitado.

El documento WO 2006/126891 (EP 1 904 225) divulga por ejemplo un reactor cilíndrico para el tratamiento continuo de un compuesto de sustancias mezclado, el cual comprende al menos dos componentes, comprendiendo una cantidad de cámaras de reactor, las cuales están dispuestas en una columna principalmente vertical, separadas por placas de base, estando dispuesta la conducción del compuesto de sustancias desde una cámara de reactor cualquiera en estado estacionario, para producirse a la cámara afín por debajo, debiendo estar provista cada cámara de reacción de un mecanismo de ala. El mecanismo de ala comprende un elemento anular, el cual es concéntrico con la cámara de reacción y presenta una prolongación vertical y al menos un elemento mezclador móvil, el cual está dispuesto para llevar a cabo un componente de movimiento vertical en la sustancia en la cámara. La conducción está dispuesta de una cámara a la siguiente cámara para producirse periódicamente a través de una abertura con una tapa desplazable en la placa de base de cada cámara. Un aparato de este tipo tiene no obstante la desventaja de que en cada cámara ha de preverse una pieza móvil adicional y unida con ésta también una junta. Se describen instalaciones de tubo en cascada con hendiduras prolongadas para la reducción de la retromezcla en las siguientes publicaciones: J. R. Couper, Chemical process equipment: Selection and design, 2nd ed., Elsevier, Amsterdam, Boston, 2005, S.307-315 y B. C. Xu, W..R. Penney, J. B. Fasano, Interstage Backmixing for Single-Phase Systems in Compartmented, Agitated Columns: Design Correlations, Ind. Eng. Chem. Res. 44 (2005) 6103-6109. Los documentos US2012/208122A1, US4007016A y DE102004003925A1 describen un reactor químico con una pluralidad de cámaras de reacción. En particular para sistemas abrasivos es deseable poner a disposición una solución del problema descrito más robusta en lo que a aparatos se refiere. Adicionalmente es deseable configurar el diseño de aparato lo más flexible posible, de manera que sea posible un uso con diferentes sistemas y en diferentes condiciones de proceso. En este caso el concepto de flexibilidad comprende tanto la propiedad de modificar el volumen total del reactor de manera flexible, como también el reemplazo de elementos individuales como los agitadores o agitadores en contracorriente para la optimización de la geometría para un caso de aplicación determinado.

La presente invención se ha basado en la tarea de poner a disposición un aparato, el cual combina los requisitos mencionados. Este aparato continua poniendo a disposición preferentemente una superficie de intercambio de calor específica en la medida de lo posible alta.

Esta tarea se soluciona según la invención mediante una cámara de reacción para un reactor químico, comprendiendo un revestimiento de la cámara de reacción, una base de la cámara de reacción con una abertura que se encuentra en la base y un eje mezclador que se encuentra en la cámara, con al menos un elemento mezclador unido con éste, presentando el eje mezclador visto en dirección longitudinal un inicio y un final. Hay previsto además de ello en la abertura de la base un casquillo extraíble, el cual sobresale de la cámara de reacción, el casquillo está dispuesto en una misma vertical con el eje de giro del eje mezclador, el diámetro interior del casquillo es mayor que el diámetro del eje mezclador y el eje mezclador está dispuesto en su inicio y/o en su final, para alojar de manera reversible un momento de giro puesto a disposición mediante un eje adicional y/o para transmitir un momento de giro a un eje adicional.

Mediante una pluralidad de cámaras de reacción según la invención puede construirse modularmente un reactor químico y adaptarse de manera flexible a requisitos cambiantes. La cámara de reacción según la invención naturalmente no solo puede usarse para reacciones químicas en el sentido más estricto, sino también por ejemplo para extracciones y similares.

El “revestimiento de la cámara de reacción” es aquella parte de la cámara de reacción, la cual representa en caso de una cámara de reacción dispuesta de pie, la limitación lateral del interior de la cámara hacia el exterior. En caso de una cámara de reacción cilíndrica o similar a un cilindro se trata entonces de un revestimiento cilíndrico. En correspondencia con ello la “base de la cámara de reacción” es, visto en dirección vertical, la limitación inferior del interior de la cámara hacia el exterior.

Siguiendo la idea del uso modular, existe en la cámara de reacción ya un eje mezclador con al menos un elemento mezclador unido con éste, para agitar el contenido de la cámara de reacción. Pueden usarse tanto elementos mezcladores radiales, como también tangenciales. Los elementos mezcladores pueden estar configurados también separables del eje mezclador y de esta manera reemplazables.

Además de ello pueden presentarse en la cámara de reacción construcciones adicionales. Éstas cumplen con dos fines principales. Por un lado sirven como agitadores en contracorriente y evitan la rotación de líquido en el aparato y favorecen una mezcla intensiva, por otro lado favorecen un alojamiento axial y radial del eje mezclador. Mediante la estructura modular puede realizarse la adaptación rápida a diferentes sistemas de sustancias. En un sistema de alta viscosidad pueden adaptarse por ejemplo sin mayor esfuerzo los agitadores en contracorriente y usarse agitadores tipo ancla.

Para la cámara de reacción según la invención no es necesaria de manera obligatoria una delimitación del interior de la cámara hacia el exterior, la cual podría presentarse como “tapa”. Esto se debe a que pueden (y deben, para continuar conformando el reactor químico según la invención que será descrito más abajo) apilarse unas sobre otras varias cámaras de reacción y la base de una de las cámaras de reacción puede funcionar como tapa de la cámara que se encuentra por debajo de ella.

La base de la cámara de reacción según la invención presenta además de ello una abertura. A través de esta abertura pueden salir hacia el exterior ejes mezcladores desde el interior de la cámara de reacción y además de ello introducirse sustancias en la cámara o extraerse de la cámara. En el inicio y/o en el final del eje mezclador, éste está configurado para alojar o transmitir un momento de giro. De manera preferente se trata de una conexión en unión positiva que puede volver a separarse. Esto puede realizarse por ejemplo con una conexión enchufada simple como un hexágono interior. De esta manera en caso de cámaras de reacción según la invención apiladas unas sobre otras, puede lograrse un eje mezclador común para todas las cámaras de reacción.

La cámara de reacción según la invención presenta además un casquillo que puede ser extraído, el cual está dispuesto en la abertura de la base. En lo que se refiere a la geometría el casquillo (y con ello también la abertura de la base de la cámara de reacción) está dispuesto en la misma vertical que el eje de giro del eje mezclador, para que en caso de las cámaras de reacción apiladas unas sobre otras que se han mencionado anteriormente, pueda obtenerse un eje mezclador continuo.

Además de ello el diámetro interior del casquillo es mayor que el diámetro del eje mezclador (naturalmente no se tienen en consideración elementos mezcladores dispuestos en el eje mezclador al determinarse el diámetro). Entonces puede producirse también en caso de un eje mezclador guiado a través de la abertura y el casquillo un intercambio de sustancias entre las cámaras apiladas unas sobre otras. De manera preferente la diferencia entre el diámetro interior del casquillo y el diámetro del eje mezclador es de 0 mm a ≤ 10 mm, de manera más preferente de ≥ 1 mm a ≤ 8 mm y de manera particularmente preferente de ≥ 2 mm a ≤ 7 mm. Debido a que el casquillo puede ser extraído, puede adaptarse para cada sistema de reacción el intercambio de sustancias a través de la abertura entre el casquillo y el eje mezclador de manera individual.

Debido a que el casquillo sobresale de la cámara de reacción, se ocupa de una retromezcla reducida entre el contenido de su cámara de reacción y el contenido de la siguiente cámara de reacción, en la que también penetra. La medida en la cual el casquillo sobresale de la abertura de la cámara de reacción puede ser de por ejemplo 10% a ≤ 200%, más preferentemente de ≥ 20% a ≤ 150% y de manera particularmente preferente de ≥ 30% a ≤ 100% de su diámetro interior, medido respectivamente desde el lado inferior de la base.

Otras formas de realización y aspectos de la presente invención se explican a continuación. Pueden combinarse entre sí de cualquier manera, siempre y cuando no resulte del contexto claramente lo contrario.

En una forma de realización de la cámara de reacción según la invención el eje mezclador sale a través del casquillo de la cámara de reacción, de manera que sobresale de la cámara de reacción y entre el eje mezclador y el casquillo se forma una ranura.

La ranura entre el eje mezclador y el casquillo presenta preferentemente una anchura de > 0 mm a ≤ 5 mm. Son preferentes valores de ≥ 0,5 mm a ≤ 4 mm y de manera particularmente preferente de ≥ 1 mm a ≤ 3,5 mm.

En otra forma de realización de la cámara de reacción según la invención la base presenta una inclinación con respecto a la horizontal de > 0° a ≤ 60°. Son inclinaciones preferentes de > 5° a ≤ 50°, más preferentes de > 10° a ≤ 45°. Una inclinación de este tipo de la base de la cámara sirve para favorecer el transporte de las sustancias sólidas dentro de la cámara de reacción. Además de ello, las esquinas, en las cuales entra en contacto la base con el revestimiento, pueden estar redondeadas.

En otra forma de realización de la cámara de reacción según la invención el revestimiento y la base de la cámara de reacción están configurados conjuntamente como revestimiento de calentamiento y/o de enfriamiento. Esto puede lograrse por ejemplo mediante construcción de doble pared con un espacio hueco para un medio de atemperado que fluye a través. Esta forma de realización tiene en general la ventaja de que puede ponerse a disposición una superficie de transmisión de calor específica lo más grande posible; el atemperado se produce no solo a través de las paredes laterales, sino también a través de las bases de la cámara. Para maximizar el coeficiente de transmisión de calor exterior la llegada al espacio hueco puede producirse tangencialmente, de manera que la totalidad del flujo del medio de atemperado se pone en rotación y se logra una velocidad relativa alta entre la pared y el medio de atemperado. La velocidad de entrada de flujo puede adaptarse mediante variación del diámetro de las correspondientes conexiones.

En otra forma de realización de la cámara de reacción según la invención se aloja el eje de mezclador dentro de la cámara de reacción a través de un alojamiento, el cual está apoyado dentro de la cámara de reacción.

En otra forma de realización de la cámara de reacción según la invención el casquillo comprende un material polimérico. Se adecuan en particular politetrafluoroetileno (PTFE) y las poliolefinas como polietileno (PE) y polipropileno (PP).

Para alcanzar una superficie específica alta y un número de etapas alto en un espacio constructivo pequeño las cámaras planas ofrecen ventajas. Unas cámaras demasiado planas impiden no obstante la configuración de vórtices y evitan de esta manera una mezcla efectiva. En otra forma de realización de la cámara de reacción según la invención la cámara presenta por lo tanto una proporción de altura con respecto a diámetro de ≥ 0,4:1 a ≤ 1:1. El diámetro ha de entenderse en este caso como diámetro interior de la cámara y la altura como altura interior, medida desde el punto más bajo dentro de la cámara en vertical hasta el punto más alto dentro de la cámara. Unas proporciones preferentes de altura de cámara con respecto a diámetro de cámara se encuentran en de ≥ 0,5:1 a ≤ 0,9:1 y más preferentemente en de ≥ 0,6:1 a ≤ 0,8:1. El diámetro interior de la cámara es de por ejemplo entre 2 y 15 cm.

En otra forma de realización de la cámara de reacción según la invención ésta comprende además de ello conducciones de entrada y/o de salida adicionales, a través de las cuales pueden introducirse y/o descargarse las substancias. Pueden ser deseables conducciones de entrada y/o de salida adicionales para no suministrar todos los componentes de reacción al inicio del reactor, sino a lo largo del reactor. De esta manera en una reacción química pueden suprimirse por ejemplo reacciones secundarias o colaterales indeseadas. De manera análoga puede ser deseable separar sustancias resultantes.

Otro aspecto de la presente invención es un reactor químico, comprendiendo el reactor una pluralidad de cámaras de reacción según la presente invención, estando dispuestas al menos una primera cámara de reacción y una segunda cámara de reacción sucediéndose una a la otra y estando unido el eje mezclador de la primera cámara de reacción con el eje mezclador de la segunda cámara de reacción para la transmisión de un momento de giro.

De manera preferente se usan de 2 a 20 cámaras de reacción individuales. Es posible además de ello que estén unidas entre sí varias cámaras de reacción a través de conducciones de entrada y/o de salida adicionales.

La invención se refiere además de ello a un procedimiento para llevar a cabo una reacción química, llevándose a cabo la reacción en un reactor según la presente invención.

En una forma de realización del procedimiento según la invención se lleva a cabo la reacción al menos temporalmente con una cantidad constante de sustancias introducidas en el reactor y descargadas del reactor.

En otra forma de realización del procedimiento según la invención hay dispuestas en el reactor mezclador una primera cámara de reacción según la invención comprendiendo conducciones de entrada y/o de salida adicionales, a través de las cuales pueden introducirse y/o descargarse sustancias y una segunda cámara de reacción según la invención comprendiendo conducciones de entrada y/o de salida adicionales, a través de las cuales pueden introducirse y/o descargarse sustancias, que se suceden una a la otra. Además de ello el eje mezclador de la primera cámara de reacción está unido con el eje mezclador de la segunda cámara de reacción para la transmisión de un momento de giro y en la primera y/o segunda cámara de reacción se controla al menos un estado de funcionamiento, en caso de un desvío predeterminado anteriormente del estado de funcionamiento de un valor predeterminado anteriormente para este estado de funcionamiento se cierran las conducciones de entrada que desembocan en esta cámara de reacción y las sustancias transportadas originalmente a través de estas conducciones de entrada se introducen en otra cámara de reacción.

En este caso es preferente que el estado de funcionamiento controlado sea la caída de presión de una cámara de reacción con respecto a la cámara de reacción afín.

Esta guía de reacción posibilita en caso de atasco u otros fallos en una cámara de reacción, detener la misma y hacer pasar de largo de esta cámara los flujos de sustancia en el reactor. De esta manera la reacción puede continuarse en un punto posterior.

En otra forma de realización del procedimiento según la invención la reacción es una reacción de múltiples fases. Son parte de éstas por ejemplo tanto los sistemas líquido/líquido, como también los sistemas sólido/líquido.

La presente invención se explica con mayor detalle mediante las siguientes figuras, sin limitarse a las mismas. Muestran:

La FIG. 1 una cámara de reacción según la invención en vista desde arriba y en sección transversal

La FIG. 2 varias cámaras de reacción según la invención apiladas unas sobre las otras, en sección transversal

La FIG. 3 un reactor químico según la invención

La FIG. 1 muestra una cámara de reacción según la invención en una vista combinada con una vista superior (parte superior de la figura) y una vista en sección transversal lateral (parte inferior de la figura). La cámara de reacción presenta un revestimiento 100, una base 200 inclinada en este caso a razón de 33°, así como una abertura 300 en la base 200. El revestimiento 100 y la base 200 están configurados conjuntamente como revestimiento de calentamiento y enfriamiento. Para ello se usa una construcción de revestimiento doble con un segundo revestimiento 110 y una segunda base 210, que contiene un espacio hueco 120. A través de este espacio hueco 120 puede guiarse un medio de atemperado para el intercambio de calor mediante entradas y salidas no mostradas en este caso. De esta manera se calienta o se enfría también la base de la cámara y no solo el revestimiento como en muchas construcciones convencionales de reactores de caldera.

La cámara de reacción presenta además de ello un eje mezclador 400 para el accionamiento de elementos mezcladores 500. El inicio 600 del eje mezclador 400 se representa en la FIG. 1 arriba, el extremo 700 abajo.

El inicio 600 y el final 700 del eje mezclador 400 están concebidos como clavijas o conectores de conexiones enchufadas, de manera que al apilarse unas sobre otras varias cámaras de reacción los ejes mezcladores de dos cámaras de reacción que se suceden se enganchan entre sí en unión positiva en dirección de rotación. Forman entonces un eje mezclador común, con el cual pueden accionarse los elementos mezcladores de las cámaras individuales.

Dentro de la cámara de reacción se aloja el eje mezclador 400 en un alojamiento 1000, el cual se sujeta mediante correspondientes sujeciones 1100 en la cámara de reacción. Existen además de ello dentro de la cámara de reacción agitadores en contracorriente 1200, los cuales se ocupan mediante interacción con los elementos mezcladores 500 de una mezcla más completa del contenido del reactor.

En la abertura 300 de la base 200 de la cámara de reacción hay además de ello un casquillo 800 que puede ser extraído, el cual sobresale (tal como se representa en este caso hacia abajo) de la cámara de reacción. El casquillo 800 está dispuesto en la misma vertical que el eje de giro del eje mezclador 600. En la FIG. 1 el casquillo y el eje de giro están centrados en la cámara de reacción.

El diámetro interior del casquillo 800 es mayor que el diámetro del eje mezclador 400 a la altura del casquillo 800. El eje mezclador 400 sobresale además de ello a través del casquillo 800 de la cámara de reacción. Debido a ello se forma entre el eje mezclador 400 y el casquillo 800 una ranura 900, a través de la cual en caso de varias cámaras de reacción apiladas unas sobre otras puede producirse un intercambio de sustancias entre una cámara y la cámara afín.

Para el aumento de la versatilidad y de la modularidad del uso de la cámara de reacción según la invención pueden extraerse no solo el casquillo 800, sino también el eje mezclador 400, el alojamiento 500, los apoyos 1100 y los agitadores en contracorriente 1200, y sustituirse de esta manera por otras construcciones adaptadas a un caso de uso concreto.

La FIG. 2 muestra una vista en sección transversal de tres cámaras de reacción según la invención apiladas unas sobre otras, como pueden aparecer en un reactor químico según la invención. Las cámaras individuales se representan y explican como en la FIG. 1. Tal como puede verse, las cámaras de reacción están concebidas de tal manera que la terminación inferior de una cámara forma la terminación superior de la cámara que se encuentra por debajo. Debido a ello puede estructurarse modularmente un reactor químico. Naturalmente pueden estar previstos sin embargo también medios de junta entre las cámaras de reacción individuales.

Los ejes mezcladores 400 que se enganchan entre sí en unión positiva en dirección de rotación forman, en lo que se refiere a la transmisión de un momento de giro, un eje mezclador común. En este caso puede comprobarse que también en la ranura 900, la cual se forma entre el eje mezclador 400 y el casquillo 800 y a través de la cual puede producirse un intercambio de sustancias entre cámaras de reacción afines, se dan fuerzas de cizallamiento. No existe por lo tanto ninguna “zona muerta”, por la cual no se haga pasar el contenido de la cámara de reacción.

La anchura de la ranura 900 y con ello el paso de sustancias entre las cámaras de reacción individuales pueden ajustarse mediante el diámetro del eje mezclador y/o el diámetro interior de los casquillos 800. Por motivos prácticos es preferente reemplazar solo los casquillos 800 cuando se desea una anchura de ranura diferente entre las cámaras. Debido a que los casquillos 800 pueden ser extraídos, esto puede llevarse a cabo de manera sencilla.

La FIG. 3 muestra esquemáticamente un reactor químico según la invención con en total siete cámaras de reacción según la invención. Las cámaras de reacción están apiladas unas sobre otras de manera análoga a la disposición mostrada en la FIG. 2 y cerradas en dirección hacia arriba y hacia abajo con una placa de cubierta 2000 y una placa de base 2010. Mediante barras de tracción 2100 y tuercas 2110 se estabiliza mecánicamente la disposición.

Un momento de giro para el accionamiento de los ejes mezcladores se transmite mediante acoplamiento 2200 a los ejes mezcladores en el interior del reactor químico. En la tapa de cubierta 2000 hay dispuestos también accesos 2300 y 2310, a través de los cuales pueden introducirse sustancias o sensores de medición en la cámara de reacción superior. Un acceso 2320 de este tipo se encuentra también en la salida 2400, la cual está integrada en la placa de base 2010.

A través de las conducciones de entrada 2500 y las conducciones de salida 2510 los revestimientos de calentamiento/enfriamiento de las cámaras de reacción individuales pueden proveerse de un medio de atemperado. Es posible un atemperado individual.

Las cámaras de reacción individuales son accesibles a través de conducciones de acceso 2600 y 2610 para la introducción de sustancias, la descarga de sustancias y sensores de medición. Mediante una instalación de conducción de tubos seleccionada de manera adecuada puede lograrse además de ello una superación de una cámara de reacción, en caso de que durante el funcionamiento en marcha se produzca un fallo.

REIVINDICACIONES

1. Cámara de reacción para un reactor químico, que comprende:

un revestimiento (100) de la cámara de reacción, una base (200) de la cámara de reacción con una abertura (300) que se encuentra en la base, un eje mezclador (400) que se encuentra en la cámara, con al menos un elemento mezclador (500) unido a éste, presentando el eje mezclador (400), visto en dirección longitudinal, un inicio (600) y un final (700),

caracterizada porque

en la abertura (300) de la base (400) está previsto un casquillo extraíble (800), el cual sobresale de la cámara de reacción, el casquillo (800) está dispuesto en una misma vertical con el eje de giro del eje mezclador (400), el diámetro interior del casquillo (800) es mayor que el diámetro del eje mezclador (400) y que el eje mezclador (400) está configurado en su inicio (600) y/o en su final (700), para alojar de manera reversible un momento de giro proporcionado por un eje adicional y/o para transmitir un momento de giro a un eje adicional.

2. Cámara de reacción según la reivindicación 1, estando guiado el eje mezclador (400) a través del casquillo (800) hacia el exterior de la cámara de reacción, de manera que sobresale de la cámara de reacción y entre el eje mezclador y el casquillo se forma una ranura (900).

3. Cámara de reacción según las reivindicaciones 1 o 2, presentando la base (200) una inclinación con respecto a la horizontal de > 0° a ≤ 60°.

4. Cámara de reacción según una de las reivindicaciones 1 a 3, estando configurados el revestimiento (100) y la base (200) de la cámara de reacción conjuntamente como revestimiento de calentamiento y/o de enfriamiento.

5. Cámara de reacción según una de las reivindicaciones 1 a 4, alojándose el eje mezclador dentro de la cámara de reacción en un alojamiento (1000), el cual está apoyado dentro de la cámara de reacción.

6. Cámara de reacción según una de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo el casquillo (800) una sustancia polimérica.

7. Cámara de reacción según una de las reivindicaciones 1 a 6, presentando la cámara una proporción de altura con respecto a diámetro de ≥ 0,4:1 a ≤ 1:1.

8. Cámara de reacción según una de las reivindicaciones 2 a 7, presentando la ranura (900) entre el eje mezclador (400) y el casquillo (800) una anchura de > 0 mm a ≤ 5 mm.

9. Cámara de reacción según una de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo además de ello conducciones de entrada (2600) y/o de salida (2610) adicionales a través de las cuales pueden introducirse y/o descargarse sustancias.

10. Reactor químico, **caracterizado porque** el reactor comprende una pluralidad de cámaras de reacción según una de las reivindicaciones 1 a 9, estando al menos una primera cámara de reacción y una segunda cámara de reacción dispuestas una a continuación de la otra y estando unido el eje mezclador de la primera cámara de reacción al eje mezclador de la segunda cámara de reacción para la transmisión de un momento de giro.

11. Procedimiento para llevar a cabo una reacción química, **caracterizado porque** la reacción se lleva a cabo en un reactor según la reivindicación 10.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, llevándose a cabo la reacción al menos temporalmente con una cantidad constante de sustancias introducidas en el reactor y descargadas del reactor.

13. Procedimiento según las reivindicaciones 11 o 12, habiendo dispuestas en el reactor mezclador una primera cámara de reacción según la reivindicación 9 y una segunda cámara de reacción según la reivindicación 9 una a continuación de la otra, y estando conectado el eje mezclador de la primera cámara de reacción al eje mezclador de la segunda cámara de reacción para la transmisión de un momento de giro y controlándose además de ello en la primera y/o en la segunda cámaras de reacción al menos un estado de funcionamiento, en caso de un desvío predeterminado anteriormente del estado de funcionamiento de un valor predeterminado anteriormente para este estado de funcionamiento, se cierran las conducciones de entrada que desembocan en esta cámara de reacción y las sustancias transportadas originalmente a través de estas conducciones de entrada se introducen en otra cámara de reacción.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, siendo el estado de funcionamiento controlado la caída de presión de una cámara de reacción con respecto a la cámara de reacción vecina.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, siendo la reacción una reacción de múltiples fases.

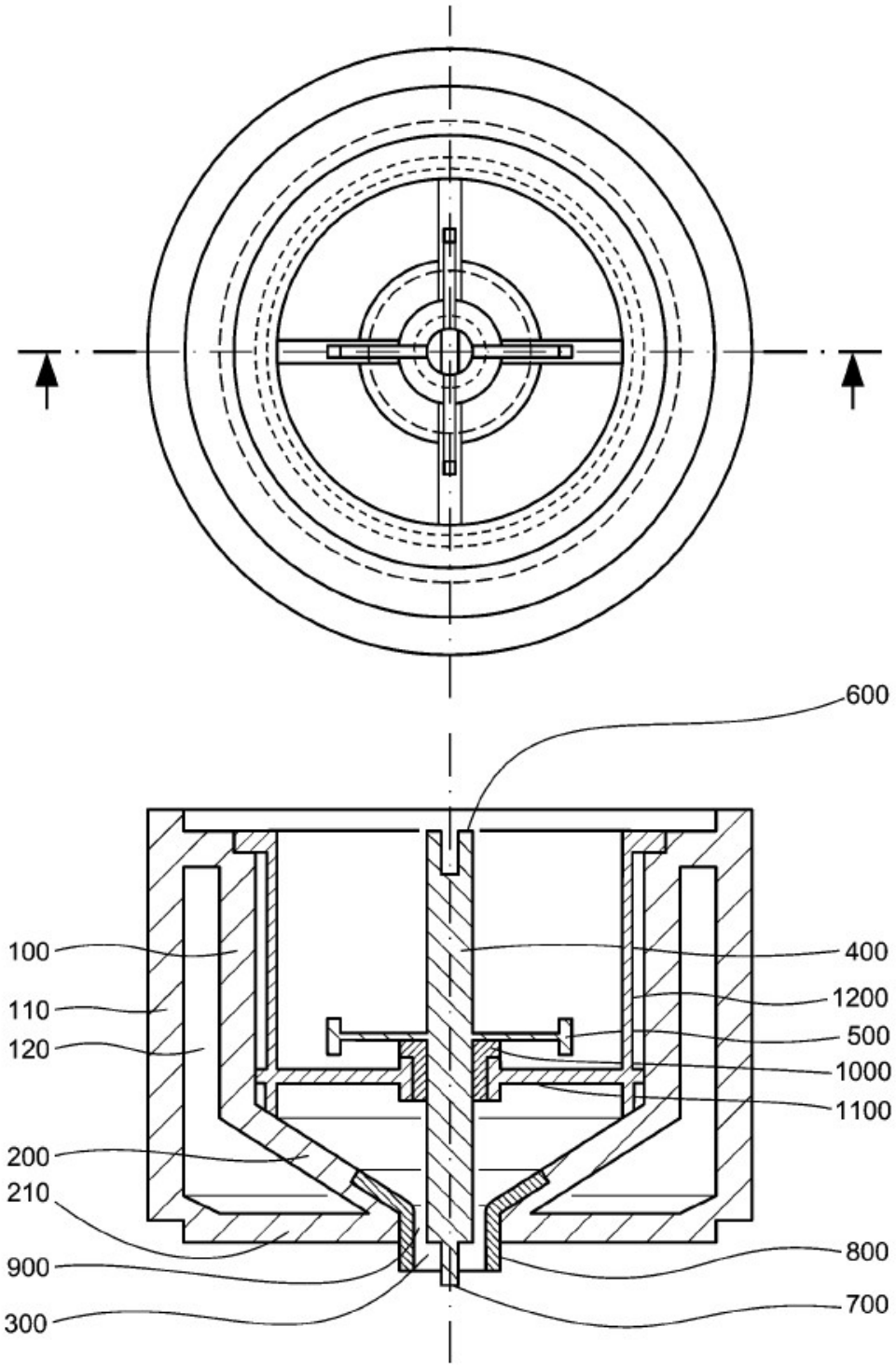

FIG. 1

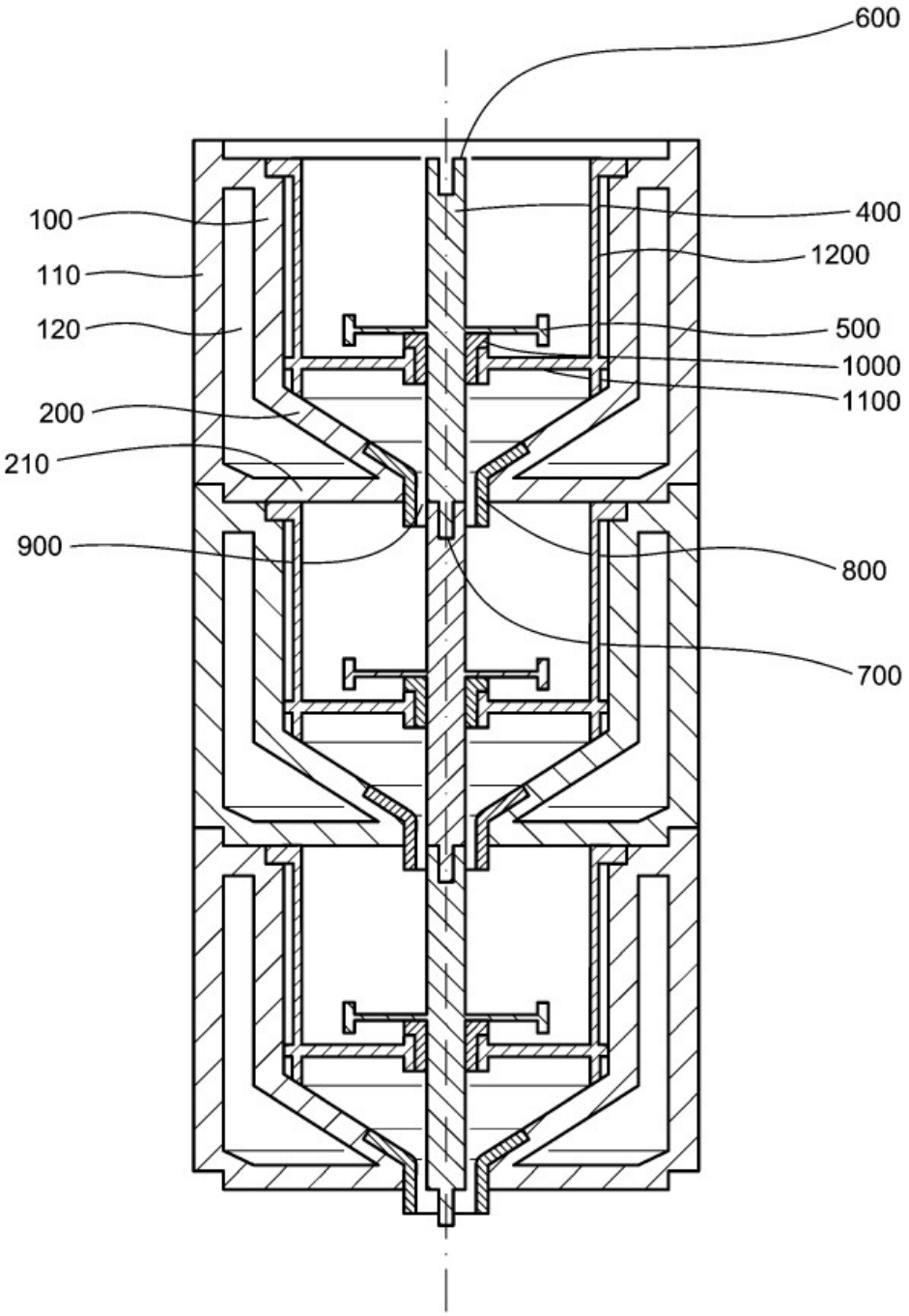

FIG. 2

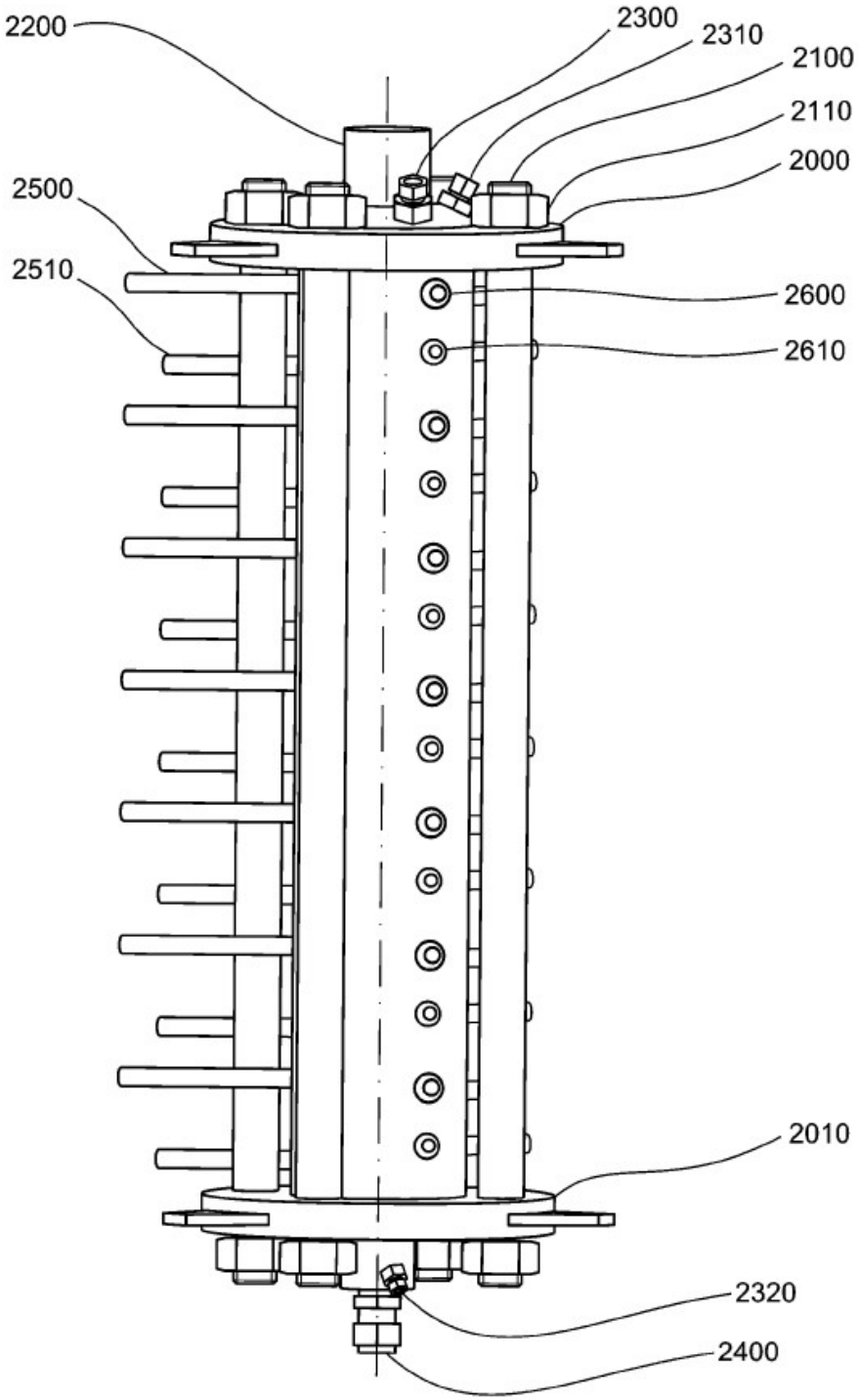
2200
2300
2310
2100
2110
2000
2500
2510
2600
2610
2010
2320
2400

FIG. 3