



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 895 827**

⑮ Int. Cl.:
B01J 8/00 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2018 PCT/EP2018/054337**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2018 WO18153955**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2018 E 18711825 (2)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.09.2021 EP 3585508**

④ Título: **Reactor químico con sistema de soporte catalítico**

⑩ Prioridad:
27.02.2017 DK PA201700131

⑤ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.02.2022

⑦ Titular/es:
**HALDOR TOPSØE A/S (100.0%)
Haldor Topsøes Allé 1
2800 Kgs. Lyngby, DK**

⑧ Inventor/es:
**HANSEN, ANDERS HELBO;
CHRISTENSEN, THOMAS SANDAHL;
JØRGENSEN, MAGNUS MØLLER y
LARSEN, JOHANNES RUBEN**

⑨ Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 895 827 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 químico con sistema de soporte catalítico

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un reactor químico que comprende un catalizador. Más específicamente, la invención se refiere a un sistema de soporte catalítico dispuesto en la parte inferior del reactor químico para evitar que el catalizador entre y/o salga del reactor a través de una o más aberturas para fluido del proceso en el reactor y se refiere a disponer el sistema de soporte catalítico con fuerza alta.

Antecedentes

- 10 El gas de síntesis es una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono y se produce por conversión de metano y otros hidrocarburos con vapor mediante un catalizador de reformado de vapor por el procedimiento de reformado de metano con vapor en una forma u otra. En la producción de amoniaco se combina reformado tubular con reformado secundario y se añade aire al reformador secundario para quemar el metano residual del reformador primario y ajustar la relación de gas de síntesis para lograr la relación H_2/N_2 de aproximadamente 3.0 para la síntesis de amoniaco. Cuando el N_2 es un constituyente indeseado en el gas de síntesis, puede usarse oxígeno puro como oxidante en el reformador secundario y este es el caso en las plantas de metanol. Para la producción de metanol un concepto denominado «reformado en dos etapas» en que se combina un reformador tubular con un reformador secundario de soplado con oxígeno en la sección de gas de síntesis. El diseño del procedimiento incluye prerreformado adiabático, reformado tubular y reformado secundario con soplado con oxígeno. El oxígeno actúa como fuente para el procedimiento interno de combustión de hidrocarburos que proceden del reforzados tubular. Las condiciones de operación del reformador secundario soplado con oxígeno se caracterizan por el prerreformado adiabático, el reformado tubular y el reformado secundario con soplado de oxígeno. El oxígeno actúa como fuente para la combustión del proceso interno de los hidrocarburos procedentes del reformador tubular. Las condiciones de operación del reformador secundario con soplado de oxígeno se caracterizan por temperaturas de combustión mayores que en los diseños de combustión de aire.
- 15
- 20
- 25 Otra tecnología de gas de síntesis es el reformado autotérmico (ATR, por sus siglas en inglés) que es una tecnología de proceso autónomo en la que el reformador tubular se elimina del diseño y se envía directamente gas natural prerreformado a un reformador ATR en el que se queman los hidrocarburos mediante oxígeno. Omitiendo el reformador tubular, la adición de vapor a las corrientes de alimentación puede reducirse significativamente.
- 30 Para plantas de metanol a gran escala, el reformado autotérmico es hoy una alternativa a la tecnología de reformado de dos etapas para plantas de metanol de capacidad de producción mayor de, es decir, 5000 tpd (toneladas por día). La ATR es una tecnología preferida para la fabricación de gas de síntesis en plantas GTL (gas a líquido) en las que se produce diésel mediante síntesis de Fischer-Tropsch (FT). El gas de síntesis con relación H_2/CO de 2.0 puede producirse directamente con reformado ATR que es especialmente adecuado para la síntesis FT y la producción de líquidos FT.
- 35 Las condiciones de operación para el reformador ATR son incluso más severas que para reformadores secundarios con soplado de oxígeno y se requiere un diseño de reactor incluso más robusto para la operación en reformadores ATR. La relación de alimentación de vapor a carbono es menor y la intensidad de la combustión y la temperatura de llama son mucho mayores en los reformadores ATR.
- 40 El diseño del reactor para ATR, reformadores secundarios con soplado de oxígeno y reformadores secundarios con soplado de aire comprende un quemador, una cámara de combustión, azulejos diana, un lecho catalítico fijo, una estructura de soporte de lecho catalítico, un revestimiento refractario y una carcasa de presión del reactor.
- 45 El sistema de soporte de lecho catalítico sirve tanto como soporte estructural para el lecho catalítico como como distribuidor de flujo de salida que guía el gas de síntesis del lecho catalítico en la tubería de transferencia al sistema de recuperación de calor residual aguas abajo del reformador. Dichos sistemas de soporte catalítico tienen diseños que pueden ser de diversa geometría, es decir, estructuras de tipo cono, construcciones de tipo arco o de tipo domo. Los sistemas de soporte catalítico con forma de domo y de arco pueden experimentar fallo y colapso. Se ha usado un sistema de soporte catalítico de tipo cono con buen desempeño como sistema de soporte catalítico y no se han observado fallos ni colapsos con este tipo. Sin embargo, generalmente se indica cierto grado de mantenimiento para las piezas individuales de los elementos cerámicos y especialmente los elementos estructurales de paredes delgadas en dirección vertical y/o horizontal.
- 50 El sistema de soporte catalítico puede estar en contacto con inertes, por ejemplo, en conformación de esferas o bultos. Estos suministran fuerzas sobre el sistema de soporte catalítico en puntos donde los niveles de tensión pueden llegar a ser excesivos e iniciarse agrietamientos que puede dar como resultado el fallo de los ladrillos con que se hace el sistema de soporte catalítico.

También los inertes bloquean o bloquean parcialmente el área de flujo en el sistema de soporte catalítico en los canales de flujo o en la sección de entrada de los canales, haciendo que la presión caiga sobre la elevación del soporte.

5 La técnica conocida ofrece poca solución a este problema, como puede observarse en las siguientes referencias, donde:

En el documento US2002071790 se describe un reactor integrado para producir gas de combustión para una pila de combustible, el reactor integrado comprende un conjunto de oxidante de gas residual (WGO, por sus siglas en inglés) con una cámara WGO asociada, una entrada, una salida y una trayectoria de flujo para gases térmicos producidos en la cámara WGO. El reactor integrado tiene un conjunto de reactor autotérmico (ATR) situado dentro de la cámara WGO. El conjunto ATR tiene un medio de entrada y un medio de salida para procesar los gases que fluyen a su través y un lecho catalítico que está entre el medio de entrada y el de salida. Al menos una parte del medio de entrada del conjunto ATR está situada en la trayectoria de flujo de la cámara WGO para facilitar la transferencia de energía térmica.

10 En el documento CN202606129 se describe una pieza de soporte catalítico de alta temperatura no metálica. La pieza de soporte catalítico se dispone en un reactor y comprende un soporte de ladrillos de corindón y una placa de cerámica espumada dispuesta en el soporte de ladrillo de corindón, y las superficies de contacto del montaje del soporte de ladrillos de corindón y la placa de cerámica espumada son en diente de sierra; el soporte de ladrillo de corindón se forma machihembrando íntegramente al menos dos clases de ladrillos de corindón de conformación especial; se rellenan con mortero huecos entre los ladrillos de corindón de conformación especial; y se rellena un hueco anular con papel de fibra de cerámica entre el soporte de ladrillo de corindón y la pared interna del reactor. La pieza que soporta el catalizador tiene las características de alta resistencia a la temperatura, resistencia a la corrosión, alta fuerza mecánica, facilidad de montaje, larga vida útil y sin fugas de catalizador. Las placas cerámicas espumadas de diferentes especificaciones pueden seleccionarse de acuerdo con el tamaño granular de los catalizadores, y las partes superiores de los ladrillos de corindón en contacto con las placas de cerámica espumada tienen estructuras dentadas, de manera que se garantiza la fluidez del flujo de aire; los ladrillos de corindón adoptan estructuras machihembradas, y se rellenan con mortero huecos entre los ladrillos de corindón, de manera que puede garantizarse un largo periodo de funcionamiento del equipo; y la pieza de soporte catalítico se aplica extensamente en la industria química, la industria farmacéutica, la industria petroquímica y similares.

15 En el documento US2899286 se describe un reactor catalítico que tiene una entrada y una salida para el flujo de agentes reaccionantes, al menos un azulejo refractario, una capa de bolas refractarias soportadas en dicho azulejo, un lecho catalítico soportado por dichas bolas, soportes fijados que soportan dicho azulejo en su posición en el reactor, ranuras en dicho azulejo en que se soportan las bolas refractarias, aberturas por dicha terminación del azulejo en dichas ranuras para el flujo de agentes reaccionantes en el reactor desde la entrada a la salida, estando la anchura de dichas ranuras en relación con su profundidad de manera que las bolas se soportan por encima de dichas aberturas en dicho azulejo por donde los agentes reaccionantes fluyen sin restricciones por dichas aberturas y la capa de bolas refractarias.

20 Ninguna de las referencias de la técnica conocida anterior ofrece una solución al problema de proteger un sistema de soporte catalítico en un reactor químico frente al daño y el bloqueo por el catalizador u otras partículas del reactor.

Sumario de la invención

25 Las realizaciones de la invención generalmente se refieren a un reactor químico que comprende un catalizador y un sistema de soporte catalítico dispuesto en la parte inferior del reactor. El sistema de soporte catalítico de acuerdo con la reivindicación 1 protege al menos una abertura en la parte inferior del reactor del catalizador para evitar que acceda el catalizador a la abertura que puede, de otro modo, conducir al catalizador bloqueando al menos parcialmente la abertura o salida del reactor por la abertura. Es importante, sin embargo, que el sistema de soporte catalítico no bloquee la abertura, puesto que el fluido debe poder fluir dentro o fuera de la abertura. También la pérdida de presión 30 del fluido por el sistema de soporte catalítico es crítica, una pérdida de presión alta aumenta la demanda de sopladores/bombas y al final aumenta el coste de funcionamiento del reactor químico. Por lo tanto, el sistema de soporte catalítico comprende canales de flujo que permiten que el fluido de proceso fluya al reactor o desde el reactor a través de la abertura del reactor. El área de flujo transversal, así como la longitud de estos canales de flujo influyen 35 en la pérdida de presión para que el fluido pase por el sistema de soporte catalítico. Es importante que los canales de flujo no se bloquen por el catalizador u otras partes en el reactor, puesto que esto puede conducir a un aumento de la pérdida de presión por el paso del fluido del proceso a través del sistema de soporte catalítico. El sistema de soporte catalítico también es vulnerable a daño mecánico donde el catalizador u otras partes del reactor estén en contacto con el sistema de soporte catalítico, especialmente los bordes alrededor de los canales de flujo. Por lo tanto, el sistema de soporte catalítico comprende además medios antibloqueo dispuestos para evitar el bloqueo de los canales de flujo y 40 evitar que el catalizador u otras partículas del reactor dañen el sistema de soporte catalítico. Los medios antibloqueo se construyen y se disponen para asegurar que el catalizador u otras partes del reactor no puedan pasar por los medios antibloqueo y bloquen los canales de flujo. También se construyen y se disponen para asegurar que el catalizador u otras partes del reactor que sedimentan en los medios antibloqueo no supongan una elevación crítica en la pérdida de presión.

Los medios antibloqueo comprenden un laberinto geométrico de flujo con una cara externa del sistema de soporte catalítico con un área de flujo transversal mayor que el área de flujo transversal de los canales de flujo. Esta cara externa es la superficie en la que el catalizador u otras partes del reactor se sedimentan. Cada punto de contacto entre esta cara externa y los catalizadores u otras partes pueden, por supuesto, bloquear parcialmente el sistema de soporte catalítico que puede conducir a una pérdida de presión aumentada. Pero teniendo un área de flujo transversal mayor de la cara externa del sistema de soporte catalítico que el área de flujo transversal de los canales de flujo, se asegura que esta pérdida de presión se minimice y no sea crítica.

Más específicamente, en una realización de la invención, la minimización de la pérdida de presión se permite por un área de flujo transversal de la cara externa del sistema de soporte catalítico que está entre 1.1 y 4.0 veces mayor que el área de flujo transversal total de los canales de flujo. Incluso más específicamente, el área de flujo transversal de la cara externa del sistema de soporte catalítico puede estar entre 1.1 y 2.0 o incluso entre 1.2 y 1.7 veces mayor que el área de flujo transversal total de los canales de flujo.

En una realización de la invención, los medios antibloqueo comprenden barreras protectoras. La cara externa del sistema de soporte catalítico se construye, así, con miembros salientes que están separados, el espacio entre los miembros salientes, las barreras protectoras aseguran suficiente área de flujo transversal de los medios antibloqueo, si bien teniendo una dimensión que no permite que el catalizador u otras partes del reactor pasen a su través. Las barreras protectoras tienen una construcción y fuerza que protege contra el daño mecánico, que puede ocurrir de otro modo en el contacto con el catalizador u otras partes del reactor.

En una realización más de la invención, el sistema de soporte catalítico puede comprender una pluralidad de ladrillos, que cuando se ponen juntos forman el sistema de soporte catalítico. Los canales de flujo están comprendidos en el sistema de soporte catalítico y pueden ser canales de flujo internos en cada uno de los ladrillos o en algunos ladrillos que después están vacíos, canales de flujo formados por la geometría externa de los ladrillos cuando estos se ponen juntos para formar el sistema de soporte catalítico, o canales de flujo formados tanto internos como externos (respecto a los ladrillos). En una realización, los ladrillos comprenden protrusiones de cualquier conformación, en una realización más específicamente pies de ladrillo y hombros de ladrillo, es decir, partes salientes hacia abajo o hacia arriba y hacia afuera de los ladrillos y cuando se ponen uno al lado del otro y unos encima de otros, las partes salientes de los ladrillos aseguran la formación de los canales de flujo entre los ladrillos. Cada ladrillo puede comprender un solo pie o varios pies de ladrillo y asimismo, cada ladrillo puede comprender uno o varios hombros de ladrillo.

En una realización, dichos ladrillos se construyen para disponerse juntos para formar un sistema de soporte catalítico montado en la forma de un cono, domo, un arco, un cilindro, pirámide, un cono invertido, medio aro o en una forma plana, cualquier conformación que sea de construcción estable y sirva mejor el propósito de proteger el catalizador o cualquier otra parte del reactor de entrar o salir por la abertura del reactor alrededor y por encima de la que se dispone el sistema de soporte catalítico, si bien manteniendo la caída de presión a un mínimo aceptable y evitando también el bloqueo de los canales de flujo del sistema de soporte catalítico. En una realización, esto se obtiene disponiendo los ladrillos en capas unos sobre otros.

Dichos medios antibloqueo del sistema de soporte catalítico pueden ser, en una realización, una parte integral de los ladrillos o pueden ser, en otra realización, una parte o capa independiente extra que se dispone en relación con la parte orientada hacia afuera de los ladrillos, es decir, la parte de los ladrillos que se orienta fuera hacia el catalizador u otras partes del reactor, lejos de la abertura del reactor alrededor y por encima de la que se disponen los ladrillos.

También una realización puede combinar medios antibloqueo que estén integrados con los ladrillos, con medios antibloqueo que sean partes independientes dispuestas en el exterior de dicho sistema de soporte catalítico. En cualquier caso, los medios antibloqueo pueden, en una realización, comprender elementos alargados dispuestos perpendiculares a los canales de flujo del sistema de soporte catalítico. Estos elementos alargados pueden formar medios antibloqueo alargados continuos tales como, por ejemplo, anillos o tuberías antibloqueo formadas en el exterior del sistema de soporte catalítico, con una distancia entre cada uno de los elementos alargados continuos que permita el flujo de fluido del proceso a los canales de flujo. La distancia puede ser suficientemente grande para proporcionar un área de flujo transversal que sea mayor que el área de flujo transversal de los canales de flujo, incluso cuando el catalizador u otros elementos del reactor estén en contacto y descansen sobre los medios antibloqueo (y se prevé un bloqueo parcial del área de flujo transversal de los medios antibloqueo), pero suficientemente pequeña para evitar que dicho catalizador u otras partes del reactor pasen por la distancia entre los medios antibloqueo. La distancia específica entre los medios antibloqueo se adapta al caso específico, cuanto mayores las partículas de catalizador u otras partes del reactor, mayor puede ser la distancia. En una realización específica, la conformación de partícula inerte es del mismo tamaño o mayor que dicha distancia entre los medios antibloqueo, la anchura de la hendidura, más específicamente el tamaño de partícula inerte es 1.05 - 4.0, más específicamente 1.8 - 3.5 veces mayor que la anchura de la hendidura.

En una realización específica alternativa, la conformación de partícula de catalizador es del mismo tamaño o mayor que dicha distancia entre los medios antibloqueo, la anchura de la hendidura, más específicamente el tamaño de partícula del catalizador es 1.05 - 4.0, más específicamente 1.1 - 1.7 veces mayor que la anchura de la hendidura.

En una realización específica, los medios antibloqueo tienen una conformación transversal triangular con esquinas redondeadas del triángulo. Si bien es simple de producir, la conformación transversal triangular asegura la fuerza de

la construcción y las esquinas redondeadas minimizan el riesgo de fragmentación y agrietamiento de los medios antibloqueo, así como el riesgo de daño al catalizador u otras partes del reactor que estén en contacto con los medios antibloqueo.

- 5 Las otras partes del reactor mencionadas pueden comprender, en una realización, elementos inertes o partículas de catalizador conformadas dispuestas alrededor y posiblemente también en la parte superior del sistema de soporte catalítico como una capa entre las otras partículas de catalizador y el sistema de soporte catalítico, que están conformadas geométricamente de manera especial para estar en contacto y soportarse sobre los medios antibloqueo si bien permitiendo el flujo de fluido del proceso a través de las aberturas entre los medios antibloqueo y a través de los canales de flujo del sistema de soporte catalítico. Una conformación ventajosa de estos elementos inertes o partículas de catalizador conformadas es, en una realización, una esfera, que es una construcción estable y fuerte y que permite suficiente flujo de fluido de proceso, ya que los puntos de contacto (y bloqueo parcial) entre estas esferas y los medios antibloqueo son relativamente pequeños comparado con el área de flujo libre entre las esferas y entre las esferas y los medios antibloqueo. En una realización adicional, la conformación geométrica puede ser una conformación de anillo, que también asegura el flujo de fluido del proceso a través de los canales de flujo del sistema de soporte catalítico y, en otra realización más, los inertes pueden ser bultos conformados de manera aleatoria.
- 10
- 15

Breve descripción de los dibujos

- 20 Las realizaciones de la presente invención se explican, a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos. Cabe señalar que los dibujos adjuntos ilustran solo ejemplos de realizaciones de esta invención y no se deben considerar, por lo tanto, limitantes de su alcance, para la invención se pueden admitir otras realizaciones igualmente eficaces.

- En la figura 1 se muestra una vista desde arriba / lateral de un sistema de soporte catalítico que comprende medios antibloqueo, barreras protectoras,
- en la figura 2 se muestra una vista transversal de un sistema de soporte catalítico que comprende medios antibloqueo, barreras protectoras,
- 25 en las figuras 3 y 4 se muestra una vista lateral detallada transversal de un ladrillo que comprende medios antibloqueo,
- en la figura 5 se muestra una vista lateral detallada transversal de un ladrillo que comprende medios antibloqueo y esferas,
- en la figura 6 se muestra una vista lateral detallada transversal de un ladrillo sin medios antibloqueo y esferas,
- 30 en la figura 7 se muestra una vista lateral detallada transversal de un ladrillo que comprende medios de protección y esferas,
- en la figura 8 se muestra una vista isométrica detallada de un ladrillo sin medios antibloqueo,
- en la figura 9 se muestra una vista isométrica detallada de un ladrillo que comprende una barrera protectora, y
- en las figuras 10 a 16 se muestran vistas detalladas de esferas junto con conformaciones geométricas.

Números de posición:

- 35 01. Sistema de soporte catalítico
02. Ladrillo
03. Pie de ladrillo
04. Hombro de ladrillo
05. Canal de flujo
- 40 06. Medio antibloqueo
07. Monobloque
08. Capa de ladrillo
09. Esfera

Descripción detallada

- 45 En la figura 1 se muestra un sistema 01 de soporte catalítico que se dispone en la parte inferior de un reactor químico (no mostrado) por encima y alrededor de una abertura (no mostrada) del reactor. El reactor se rellena parcialmente

con catalizador (no mostrado), que se dispone por encima y posiblemente también alrededor del sistema de soporte catalítico. El sistema de soporte catalítico protege la abertura del reactor de la entrada o salida de catalizador por la abertura del reactor. En la realización mostrada, el sistema de soporte catalítico comprende varios ladrillos 02 dispuestos en capas con conformación circular. Las capas están dispuestas unas encima de otras, cada capa circular tiene un diámetro más pequeño que la capa que está dispuesta sobre ella, con lo cual el sistema de soporte catalítico total obtiene una conformación de tipo cono. Como se muestra, la parte superior del sistema de soporte catalítico puede comprender un monobloque 07 plano para cerrar la parte superior del cono de manera que no pueda entrar catalizador. Dependiendo de las demandas del diseño para el sistema de soporte catalítico, la altura del cono puede variar variando el diámetro del monobloque plano. Los ladrillos comprenden cada uno pies 03 de ladrillo y hombros 04 de ladrillo que forman canales 05 de flujo de fluido de proceso entre ellos, y medios 06 antibloqueo en forma de barreras protectoras, que pueden observarse y se explicarán con más detalle a continuación. Como se muestra mejor en esta figura, sin embargo, los canales de flujo en esta realización funcionan de manera radial en las capas de ladrillo circulares, mientras que la distancia entre cada capa de las barreras protectoras forma aberturas circulares para que fluya el flujo del proceso a su través, fuera de los canales de flujo. En algunas de las capas superiores del sistema de soporte catalítico, los ladrillos pueden no tener canales de flujo, que solo afecta ligeramente al área de flujo transversal total del sistema de soporte catalítico, puesto que las capas superiores tienen diámetros relativos pequeños comparado con las capas inferiores.

Una vista transversal del sistema de soporte catalítico de la figura 1 se muestra en la figura 2. Aquí, se muestra cómo la parte interna del sistema de soporte catalítico con forma de cono es hueca, lo que permite que la abertura del reactor esté situada debajo del cono. Como las capas de ladrillos son circulares y la barrera protectora las engrana parcialmente para evitar que una capa superior se deslice hacia afuera respecto a la capa debajo de ella, el cono puede montarse capa a capa sin el riesgo de colapso hacia adentro.

Una vista (A) en sección de corte del sistema de soporte catalítico mostrado de la fig. 2 (y 1) se ve con más detalle en la figura 3. El medio 06 antibloqueo es una conformación transversal de un triángulo con esquinas redondeadas. Una conformación fuerte y resistente al agrietamiento, protegiendo los pies 03 de ladrillo y canales de flujo contra el bloqueo del flujo de fluido de proceso y contra el daño mecánico del contacto con catalizador u otras partes del reactor (no mostrado). También se observa el pequeño «escalón», la esquina de 90° entre la parte superior del ladrillo y la barrera protectora. El siguiente ladrillo estratificado en la parte superior de un ladrillo descansará contra este escalón, que evita que se deslice hacia afuera respecto a los ladrillos en la capa debajo, que también se observa en detalle en la vista en sección transversal detallada de la figura 4.

En la figura 5 se muestra una realización, donde la construcción de los ladrillos y las barreras protectoras en el sistema de soporte catalítico es similar a la de las figuras anteriores, pero se muestra cómo el catalizador o las partículas inertes en el reactor, en este caso en forma de esferas 09 descansan en la superficie externa del sistema de soporte catalítico. Como se puede observar, la distancia entre las barreras protectoras es menor que el diámetro de las esferas, que, por lo tanto, descansan sobre la barrera protectora que protege, por lo tanto, los pies de ladrillo más frágiles del contacto con las esferas, al contrario que en la técnica conocida como se muestra en la figura 6, donde las esferas tienen contacto directo con los pies del ladrillo. Debido a la construcción sólida y a la geometría de la barrera protectora, hay menos riesgo de rotura y daño por contacto con las esferas con la carga de todo el lecho catalítico arriba. El reactor puede comprender un lecho de catalizador, así como partículas inertes de diferente conformación. Por ejemplo, el lecho puede comprender esferas inertes en contacto con el sistema de soporte catalítico en el fondo del lecho y partículas de catalizador que pueden tener una conformación geométrica y tamaño diferentes que los de las esferas en la parte superior del lecho, en la parte superior de las esferas. Las esferas también pueden comprender material activo catalítico.

En las realizaciones analizadas anteriormente, los miembros antibloqueo están integrados con los ladrillos. Una realización adicional como se muestra en la figura 7 tiene medios antibloqueo que no están integrados con los ladrillos, pero se disponen en el exterior de los ladrillos. Esto permite que el medio antibloqueo se reemplace sin que se reemplacen los ladrillos internos.

En la realización donde el sistema de soporte catalítico es en forma de cono, los ladrillos pueden tener forma ligeramente cuneiforme como se ve en la figura 8, por donde los hombros de los ladrillos pueden ponerse en contacto con hombros de ladrillos adyacentes en todo el área lateral del hombro cuando se forma la capa de ladrillo con forma de círculo. A medida que disminuye el diámetro de la capa hacia arriba en el sistema de soporte catalítico con conformación de cono, aumentará el ángulo de la cuña de cada ladrillo para mantener este ajuste geométrico hermético de los hombros de ladrillo. Los pies de ladrillo mostrados en la figura 8 se refieren a un sistema de soporte catalítico de la técnica conocida, donde fue necesario tener un área transversal mayor de los canales de flujo en los ladrillos en el lado orientado hacia afuera de los ladrillos, para compensar el bloqueo parcial del canal de flujo mediante partículas del reactor tales como partículas de catalizador o inertes. Pero de acuerdo con esta invención, como se muestra en la figura 9, es posible mantener un área transversal igual de los canales de flujo en los ladrillos, puesto que las barreras protectoras situadas externamente protegen a los canales de flujo de daños, así como de bloqueo del flujo de fluido del proceso. Esto, a su vez, deja la parte externa de los pies de ladrillo más sólida ya que las dimensiones son mayores, y, así, se minimiza de nuevo el riesgo de daño a los ladrillos.

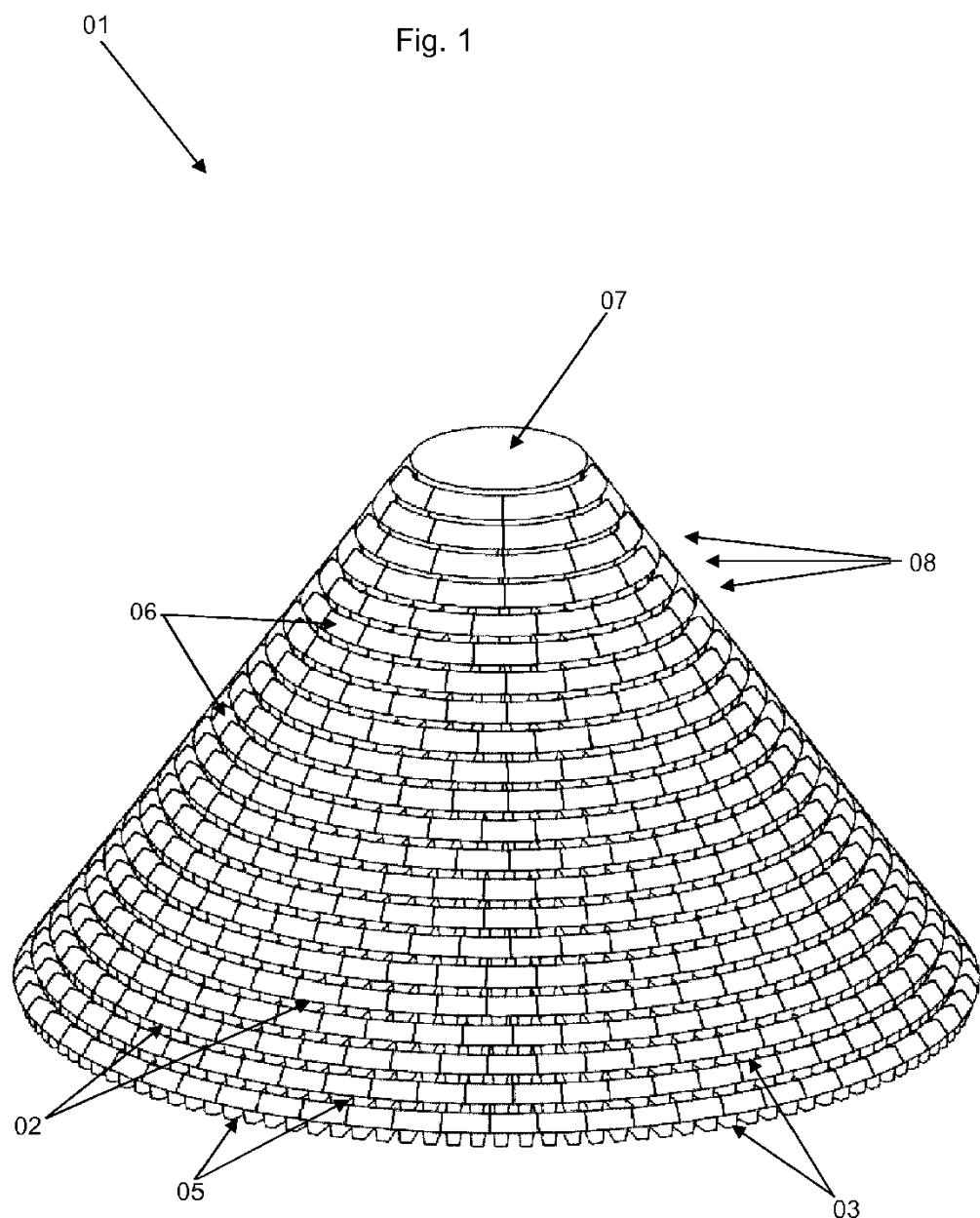
Las figuras anteriores son solo algunas realizaciones posibles de la invención. Otras diversas construcciones geométricas de medios antibloqueo son posibles de acuerdo con la invención, si bien algunas se muestran en las figuras 10 a 16. El principio general es proteger el sistema de soporte catalítico tanto frente al daño como al bloqueo del flujo, que es posible con medios antibloqueo dispuestos en el exterior del sistema de soporte catalítico con una 5 construcción sólida y en algunas realizaciones un área transversal de flujo de proceso mayor que el área de flujo transversal que los canales de flujo. En algunas realizaciones, donde se eligen esferas para que estén en contacto con los medios antibloqueo, puede calcularse el área bloqueada como se muestra en la figura 12. Como se mencionó anteriormente, los ladrillos y los medios antibloqueo de diversos diseños pueden elegirse como mejor se adapte a una tarea determinada, incluyendo, entre otros, ladrillos con uno o varios canales de flujo y con canales de flujo internos 10 (agujeros) o externos, así como sistemas de soporte catalítico de diferentes conformaciones como se describe.

REIVINDICACIONES

1. Un reactor químico que soporta un catalizador de lecho fijo que comprende un sistema de soporte catalítico dispuesto en la parte inferior del reactor para proteger al menos una abertura del reactor de la parte inferior de dicho catalizador, el sistema de soporte catalítico comprende canales de flujo para permitir que el fluido del proceso fluya al reactor o desde el reactor a través de dicha abertura del reactor, en donde el sistema de soporte catalítico comprende además medios antibloqueo para evitar que se bloqueen dichos canales de flujo, dicho medio antibloqueo comprende un laberinto de flujo geométrico que comprende una cara externa del sistema de soporte catalítico con un área de flujo transversal total mayor que el área de flujo transversal total de los canales de flujo.
- 5 2. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el área de flujo transversal de la cara externa del sistema de soporte catalítico está entre 1.1 y 4.0 o 1.1 y 2.0 o 1.2 y 1.7 veces mayor que el área de flujo transversal total de los canales de flujo.
- 10 3. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los medios antibloqueo comprenden barreras protectoras.
- 15 4. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema de soporte catalítico comprende una pluralidad de ladrillos que comprenden dichos canales de flujo.
- 5 5. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dichos ladrillos se adaptan para formar un sistema de soporte catalítico que está en la forma de cono, un domo, un arco, un cilindro, una pirámide, un cono invertido, medio aro o tiene una forma plana.
- 20 6. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dichos ladrillos se adaptan para disponerse en capas para formar el sistema de soporte catalítico.
7. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 - 6, en donde dichos ladrillos comprenden uno o más pies de ladrillo y hombros de ladrillo, y dichos canales de flujo se forman entre dichos pies de ladrillo.
8. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 - 6, en donde dichos ladrillos comprenden separadores salientes, y dichos canales de flujo se forman entre dichos espaciadores salientes.
- 25 9. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 - 6, en donde dichos ladrillos están vacíos, y dichos canales de flujo se forman en el espacio vacío dentro de los ladrillos.
10. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichos canales de flujo tienen un área de flujo transversal igual a través del sistema de soporte catalítico.
- 30 11. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 - 6, en donde los medios antibloqueo son una parte integrada de dichos ladrillos.
12. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los medios antibloqueo son elementos alargados dispuestos perpendicularmente a los canales de flujo.
13. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los medios antibloqueo tienen una conformación transversal triangular y esquinas redondeadas.
- 35 14. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los medios antibloqueo son elementos independientes dispuestos en el exterior de dicho sistema de soporte catalítico.
15. Un reactor químico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además elementos inertes o catalizador dispuesto alrededor de dicho sistema de soporte catalítico y conformado geométricamente para soporte sobre dichos medios antibloqueo si bien permitiendo el flujo de fluido de proceso a través de dichos canales de flujo.
- 40 16. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 15, en donde dichos elementos inertes son esferas.
17. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 15, en donde dichos elementos inertes tienen forma de anillo.
18. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 15, en donde dichos elementos inertes son bultos de conformación aleatoria.
- 45 19. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 15, en donde las partículas con actividad catalítica están dispuestas alrededor de dicho sistema de soporte catalítico.
20. Un reactor químico de acuerdo con las reivindicaciones 16, 17 o 18, en donde la conformación de las partículas inertes es del mismo tamaño o mayor que la anchura de la hendidura del medio antibloqueo, o especialmente con un tamaño de partícula 1.05 - 4.0, más específicamente 1.8 - 3.5 veces mayor que la anchura de la hendidura.

21. Un reactor químico de acuerdo con la reivindicación 19, en donde la conformación de las partículas de catalizador es del mismo tamaño o mayor que la anchura de la hendidura del medio antibloqueo, o especialmente con un tamaño de partícula 1.05 - 4.0, más específicamente 1.1 - 1.7 veces mayor que la anchura de la hendidura.

Fig. 1



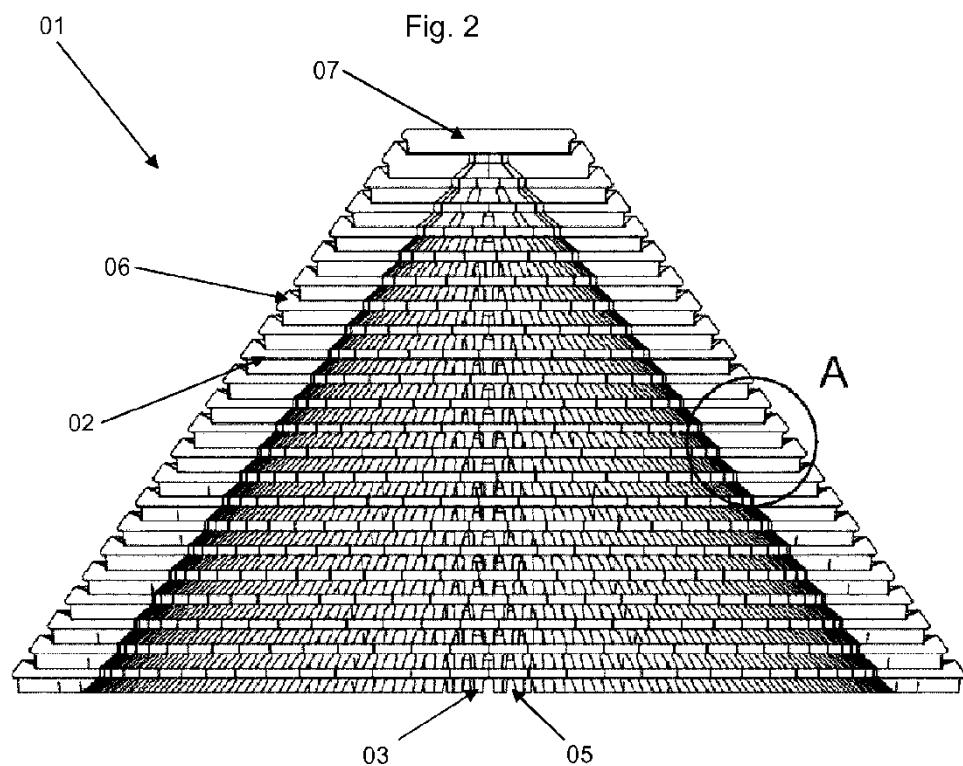


Fig. 3

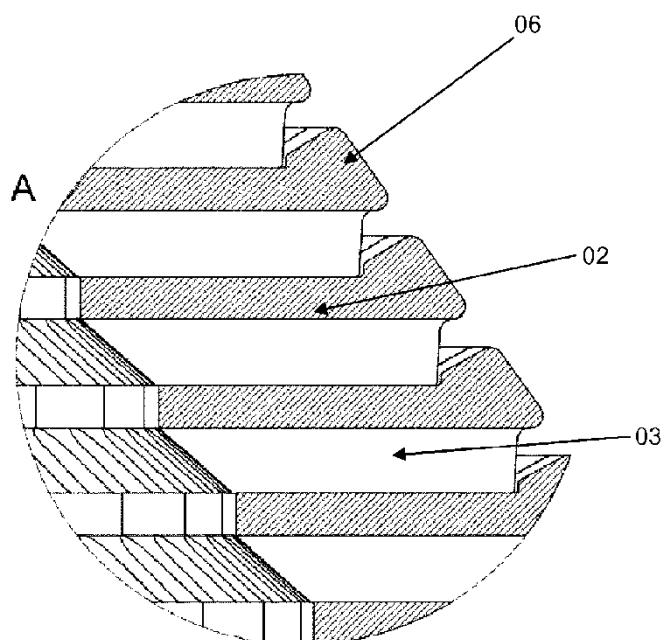


Fig. 4

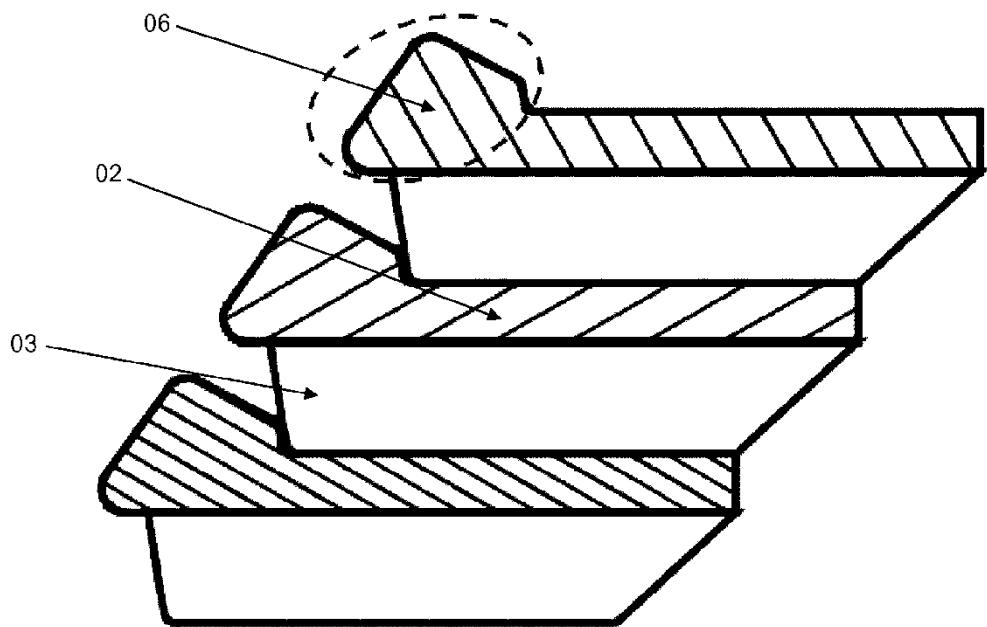


Fig. 5

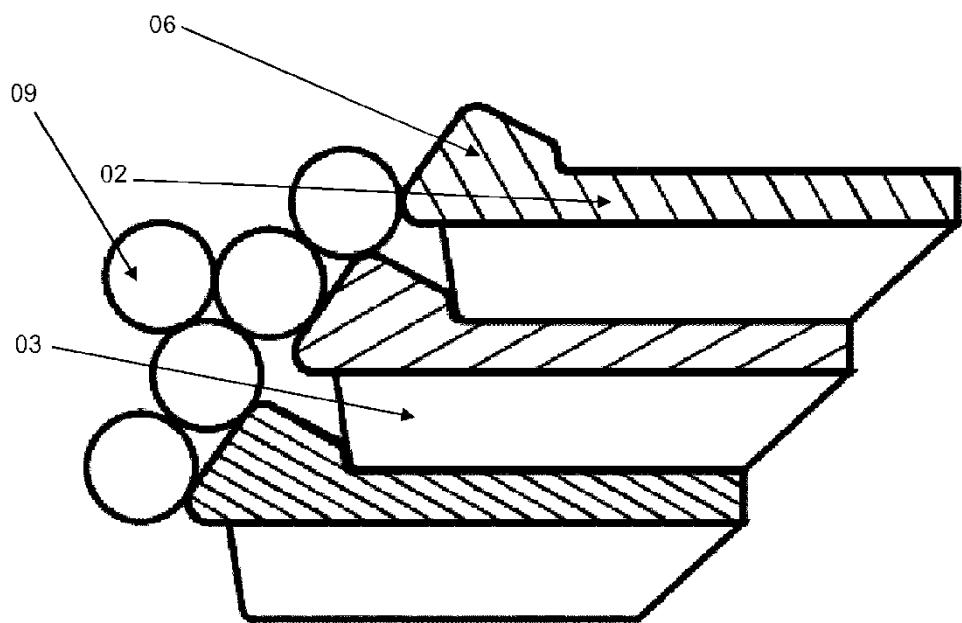


Fig. 6

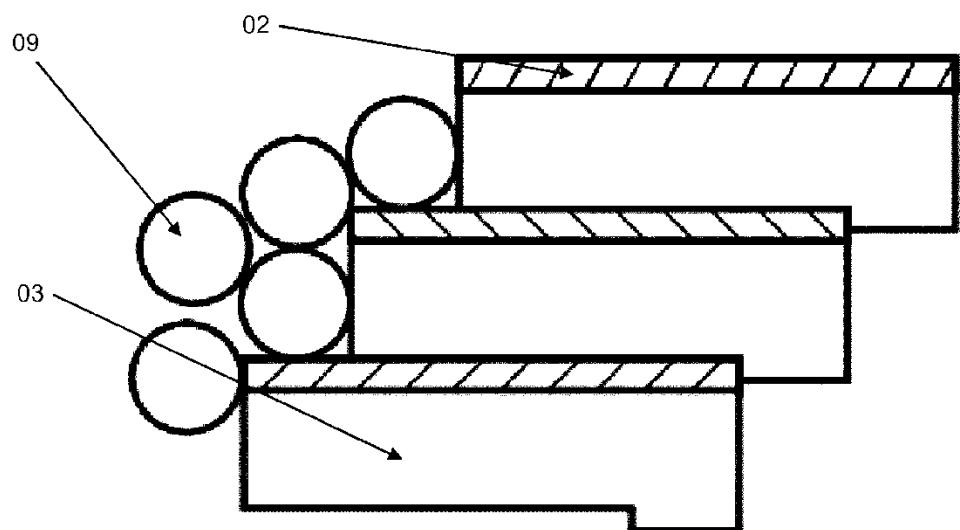


Fig. 7

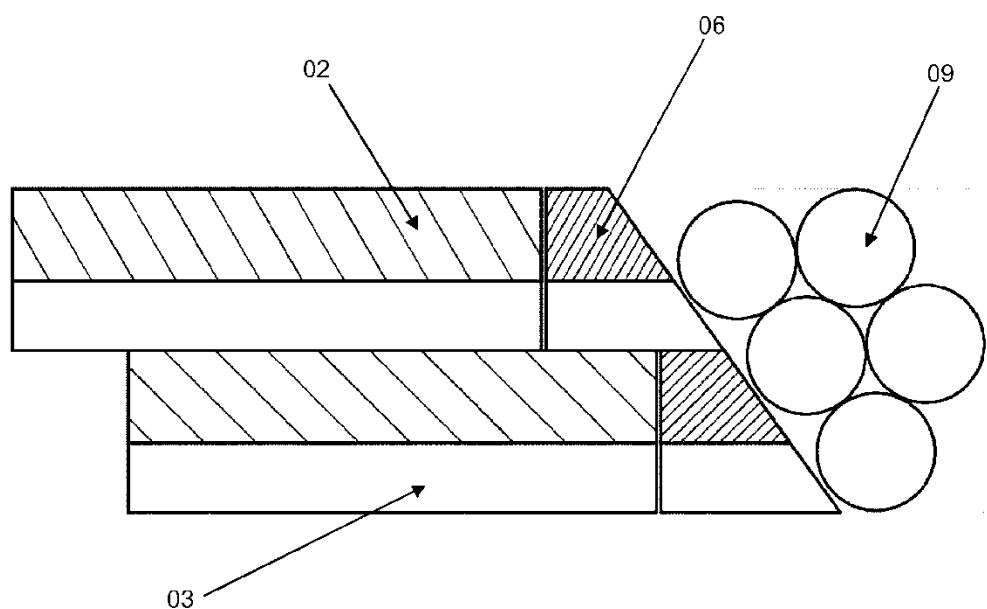


Fig. 8

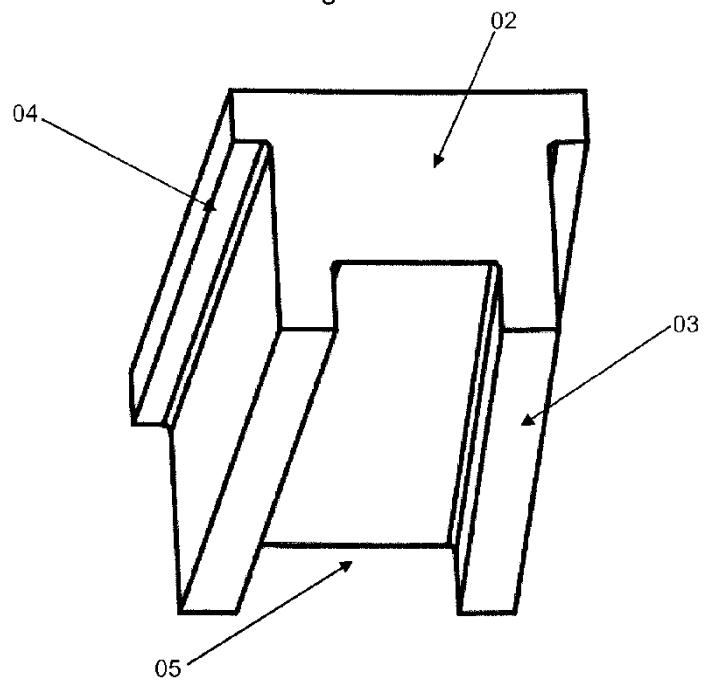


Fig. 9

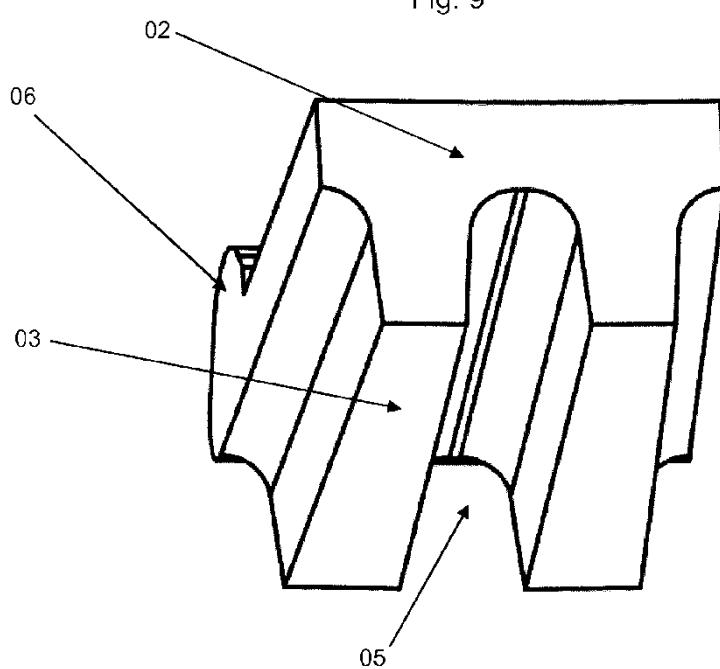


Fig. 10

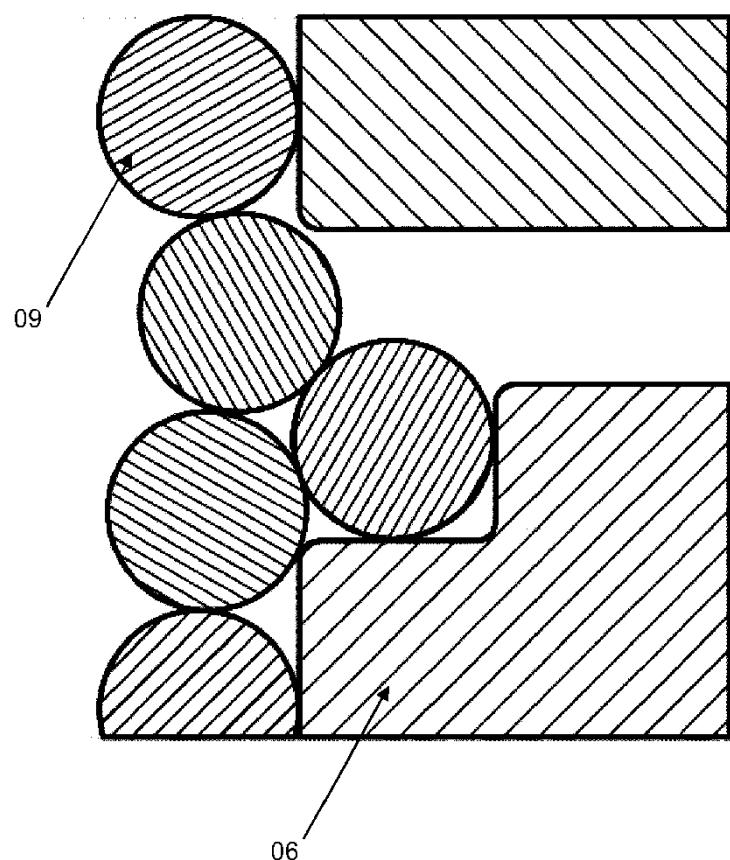


Fig. 11

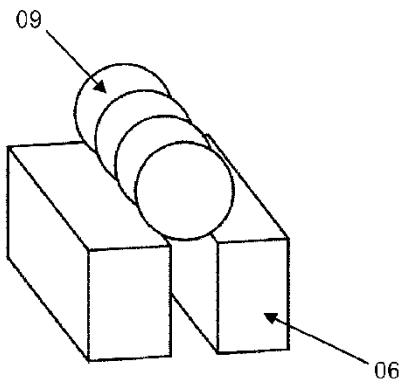


Fig. 12

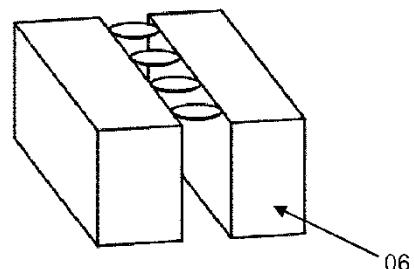


Fig. 13

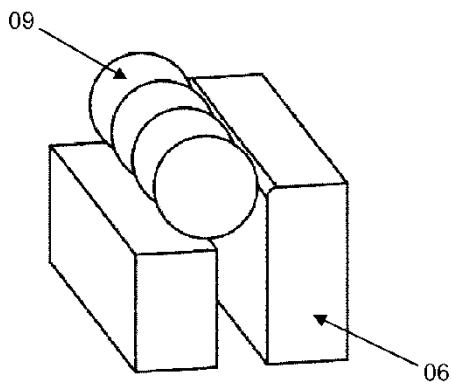


Fig. 14

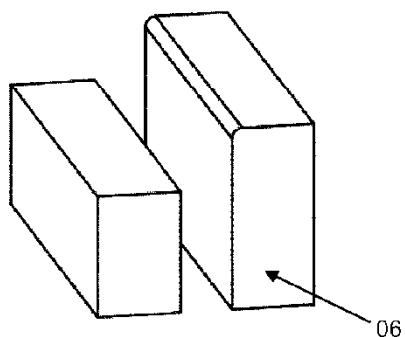


Fig. 15

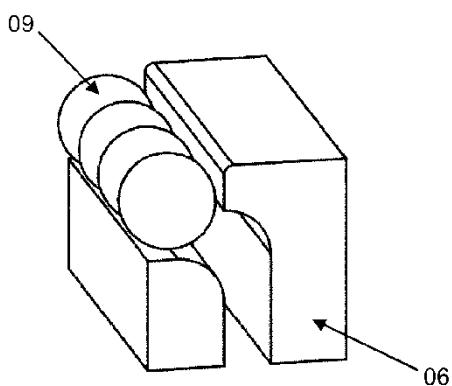


Fig. 16

