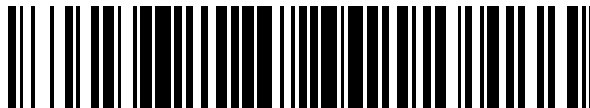


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 896**

51 Int. Cl.:

F28D 9/00 (2006.01)

F28F 3/08 (2006.01)

F28F 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09777843 .5**

96 Fecha de presentación: **12.08.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2335001**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.06.2011**

54 Título: **Elemento de construcción compuesto por un apilado de placas cerámicas**

30 Prioridad:
12.09.2008 DE 102008048014

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.10.2012

73 Titular/es:
ESK Ceramics GmbH & Co.KG
Max-Schaidhauf-Strasse 25
87437 Kempten, DE

72 Inventor/es:
MESCHKE, Frank;
LEMKE, Andreas;
WILDHACK, Stefanie y
SALANSKY, Paul

74 Agente/Representante:
Morgades Manonelles, Juan Antonio

ES 2 388 896 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

Elemento de construcción compuesto por un apilado de placas cerámicas.

5 La presente invención se refiere a un elemento de construcción realizado a partir de una pluralidad de placas apiladas superpuestas, de las que por lo menos una es de un material cerámico, encontrándose unido el apilado de placas por la aplicación de una fuerza ejercida mediante un dispositivo de apriete y encontrándose dispuesta respectivamente entre las distintas placas del apilado una junta plana de una configuración especial. El elemento de construcción puede ser en particular un transmisor de calor de placas o un reactor. El documento DE 10 2006
10 013503 da a conocer un elemento de construcción según el preámbulo de la reivindicación 1.

ANTECEDENTES DE LA PRESENTE INVENCION

15 Los componentes cerámicos se emplean en la construcción de instalaciones y de maquinaria, por regla general donde se producen desgaste, corrosión y sollicitaciones de temperatura altas. La dureza, la resistencia a la acción de los productos químicos y la conductividad térmica de los materiales cerámicos técnicos, en particular de los materiales cerámicos de carburo de silicio, son muy superiores a las de los aceros y grafitos como materiales alternativos.

20 El carburo de silicio (SiC) como representante de los materiales cerámicos técnicos presenta la ventaja particular de poseer una conductividad térmica 4 veces superior a la del acero y una dureza similar a la del diamante. Su perfil de características globales predestina al material, además de emplearse en toberas, válvulas, cierres de anillo deslizante y cojinetes de deslizamiento, a emplearse asimismo en intercambiadores de calor y microreactores.

25 En los intercambiadores de calor y microreactores, por motivos de la dinámica de fluidos los componentes deben configurarse muy complejos en su interior. Frecuentemente el diseño es incompatible con los procedimientos de conformación cerámicos disponibles, de tal modo que una unión de los componentes cerámicos individuales resulta ineludible. Para ello se emplean las uniones en arrastre de fuerza y las uniones de material permanentes.

30 ESTADO DE LA TÉCNICA

El carburo de silicio sinterizado (SSiC) constituye un material nuevo en el ámbito de los intercambiadores de calor de placas y de los microreactores.

35 En principio, una unión de material permanente de componentes de SiC es posible. En comparación con la unión en arrastre de fuerza ofrece la ventaja de que los medios peligrosos o venenosos circulantes quedan estanqueizados herméticamente de forma permanente. El carburo de silicio sinterizado puede emplearse en particular con el procedimiento de la soldadura por difusión. La soldadura por rayo láser y la soldadura con metal o vidrio se unen con unión de material permanente. Los procedimientos mencionados tienen en común que los componentes se unen de
40 forma permanente y, por lo tanto, inseparable.

El documento DE 10 2004 044 942 A1 describe un procedimiento para unir componentes de SiC mediante un procedimiento de soldadura por difusión, en el que los componentes se unen para formar un monolito con poca deformación.

45 Los componentes de SiC soldados por difusión y los elementos de construcción realizados a partir de los mismos, como los que se describen en el documento impreso mencionado anteriormente, ofrecen unas ventajas importantes en lo que respecta a la duración, y pueden emplearse asimismo con las temperaturas más altas. Son posibles unas presiones de servicio de 16 bar e incluso superiores. Sin embargo, una segregación para los trabajos de mantenimiento e inspección no es posible o lo es sufriendo destrucción. La limpieza únicamente es posible empleando procesos químicos o pirolíticos con un elevado coste.

50 Los intercambiadores de calor de SiC soldados por difusión se caracterizan además por presentar una rigidez alta. En el funcionamiento con medios con diferencias de temperatura altas pueden producirse tensiones provocadas térmicamente y existe riesgo de sufrir daños, en particular en el caso de sollicitaciones de choque térmico.

55 En determinadas aplicaciones se requiere que los aparatos deban ser desmontables de una forma simple, a fin de poder realizar la limpieza y la retirada de incrustaciones de las superficies de los intercambiadores de calor o de los reactores con poco coste. Para ello es obligatoriamente necesaria la utilización de juntas.

60 En los intercambiadores de calor de placas tradicionales, los fluidos circulantes se estanqueizan entre sí y con respecto al exterior con la ayuda de juntas perimetrales, que se disponen entre las placas flexibles. En los intercambiadores de calor de placas metálicos se emplean como material de las juntas preferentemente unos elastómeros tales como NBR, EPDM, FPM y otros tipos de caucho, en el caso de los intercambiadores de calor de
65 placas de grafito preferentemente el PTFE.

- 5 Ya ha sido divulgada la disposición, en el nivel de las placas de intercambio de calor, de unas estructuras que aumenten la estabilidad y mejoren la distribución de los fluidos. Dichas estructuras se extraen del molde de tal modo que en el estado de tensado tocan a la placa de intercambio de calor contigua y por consiguiente la arrastran. Forman parte del estado de la técnica diferentes formas de realización de los conceptos de estanqueización. Entre ellas se encuentran las juntas perimetrales que descansan planas sobre la zona exterior de las placas, encontrándose ligeramente elevadas las estructuras superficiales de las placas. Sin embargo, es habitual que las estructuras superficiales se realicen enrasadas y las juntas, por ejemplo juntas tóricas, se depositen y se fijen en hendiduras / ranuras.
- 10 El documento GB 2 128 726 A describe un intercambiador de calor de placas de materiales metálicos como por ejemplo el acero inoxidable o el titanio, en el que las placas individuales se unen entre sí mediante unas juntas perimetrales depositadas en las ranuras. En la zona de los orificios de entrada y salida para los fluidos, las placas se dotan de una estructura especial para mejorar la estanqueidad.
- 15 En el documento WO 00/77468 A1 se describe asimismo un intercambiador de calor (metálico) con juntas perimetrales que se introducen en ranuras. Para obtener una mejor fijación de las juntas, las juntas y las ranuras tienen por lo menos un ensanchamiento configurado en forma de lengua. Preferentemente las juntas son de goma.
- 20 El documento EP 1 757 887 A1 describe un bloque intercambiador de calor que comprende dos placas con cubiertas superpuestas. Por los espacios entre las superficies de las placas encaradas hacia el exterior y las cubiertas circula un fluido refrigerante. En las placas se prevén unos canales de circulación para un medio gaseoso, que se forman en las superficies de las placas mediante unas ranuras que se complementan entre sí.
- 25 Las placas se realizan de grafito, de un material cerámico o de un material compuesto de una matriz de polímero con un alto contenido de partículas conductoras del calor distribuidas en su interior, y las cubiertas se realizan de un material metálico.
- 30 La unidad de intercambiador de calor constituida por las dos placas se une con las cubiertas mediante la acción de unas juntas planas o tóricas perimetrales. Las dos placas se unen entre sí mediante un pegamento o mediante una empaquetadura blanda para estanqueizar la rendija entre las placas.
- 35 El documento EP 0 203 213 A1 describe un intercambiador de calor de placas de un material compuesto de grafito – polímero fluorado, en el que entre los marcos de elementos de placas contiguos se introducen unas juntas flexibles resistentes a la corrosión. Las juntas planas son por ejemplo de polímeros fluorados. Preferentemente se emplean unas láminas de grafito que se comprimen hasta unos valores comprendidos entre 0,1 y 0,3 mm. Las juntas planas son perimetrales y se encuentran en unas cavidades que se practican en la zona de los bordes de las placas.
- 40 El documento DE 10 2006 013 503 A1 describe un intercambiador de calor de placas, cuyas placas presentan unos canales de conducción de la corriente del fluido, en cuyas paredes laterales se prevén unas brechas, que originan la turbulencia de la corriente del fluido. Las placas son preferentemente de un material cerámico así como de carburo de silicio sinterizado (SSiC). En una forma de realización, las placas pueden asimismo unirse entre sí con unas juntas perimetrales, por ejemplo de material de elastómero.
- 45 Los conceptos de junta para intercambiadores de calor de placas con placas de metal, plástico o grafito tienen en común que las placas, en gran medida, son deformables. Los defectos de planicidad o de construcción en las placas se pueden compensar mediante deformación.
- 50 Por el contrario, los componentes de los intercambiadores de calor de materiales cerámicos son extremadamente rígidos. Los defectos de planicidad, por ejemplo en las placas, o de construcción, únicamente se pueden compensar en un grado muy reducido mediante deformación. A medida que aumenta el tamaño de las placas y la altura del apilado de placas deformado, aumenta fuertemente el riesgo de que se produzca la rotura de las placas.
- 55 En el documento DE 10 2006 013 503 A1, las placas cerámicas individuales tras el montaje del apilado de placas quedan cóncavas, es decir que entre los resaltes y las placas contiguas se forman unos espacios intermedios. Al tensar el apilado pueden producirse unos momentos de flexión que pueden originar la rotura del material cerámico rígido (véanse los ejemplos de referencia 2 y 3).
- 60 El documento DE 196 17 396 A1 da a conocer un módulo de circulación del fluido realizado con placas que emplea unas placas perfiladas de plástico, metal o grafito. Las placas se unen entre sí mediante unas juntas perimetrales. Las juntas son preferentemente unas juntas de elastómero, que se integran en unas ranuras perimetrales, pudiéndose incrustar o asimismo introducir por vulcanizado o mediante moldeo por inyección.
- 65 En el documento DE 10 2006 009 791 A1 se describen unas placas compactadas de un material cerámico para intercambiadores de calor. En este caso las juntas se realizan como juntas tóricas perimetrales. Las placas del intercambiador de calor presentan, en las zonas que envuelven la zona de circulación del fluido y las aberturas, unas ranuras configuradas en forma rectangular, en las que se dispone respectivamente un sistema de estanqueidad en

5 forma de junta tórica. La sección transversal de las ranuras se configura de tal modo que en el estado de tensado del apilado de placas pueda alojar completamente el sistema de estanqueidad con junta tórica y de tal modo que las superficies planas de las placas del intercambiador de calor, tanto sobre los resaltes que conducen la corriente del fluido como asimismo sobre las zonas de los bordes de las placas, se encuentren superpuestas completamente y sin rendijas.

10 El inconveniente del que adolecen dichas soluciones (DE 196 17 396 A1 y DE 10 2006 009 791 A1) es que las placas deben realizarse con una alta precisión de las medidas y prestando la máxima atención a la planicidad y al paralelismo ortogonal. En las placas, que condicionadas por la fabricación presentan estiraje o defectos de planicidad, no se logra que éstas queden soportadas en su totalidad y sin rendijas tanto en los resaltes como en las zonas de los bordes de las placas. A su vez se originan unos huecos y existe riesgo de rotura de las placas al realizar el tensado. Con el tamaño de las placas aumenta el riesgo de rotura y, por consiguiente, aumenta asimismo el coste necesario para el mecanizado y los costes de la placa del intercambiador de calor.

15 Otro inconveniente de que adolece es que dichas soluciones únicamente se pueden realizar incorporando a las placas cerámicas una ranura rectangular perimetral con una alta precisión de realización. Por lo tanto, el reto en el concepto de estanqueidad que se describe en este caso radica en realizar las ranuras en el material cerámico con una profundidad uniforme, a fin de crear unas condiciones ideales para la función de la junta. Si la junta, con diferentes profundidades de la ranura rectangular, sobresale puntualmente de la superficie, en las elevaciones locales se producen unos picos de tensión que, al tensar el apilado de placas, originan la rotura de las mismas (véase el ejemplo comparativo 1). Por otra parte se produce una fuga no pretendida, si la ranura puntualmente se ha configurado demasiado profunda, y la fuerza de apriete de la junta se reduce localmente o incluso es inexistente.

20 Sin embargo, una ranura rectangular necesaria para ello, con unas tolerancias de fabricación reducidas con una magnitud de unas pocas micras, resulta muy costosa debido a la técnica de fabricación a emplear para las placas cerámicas y únicamente es realizable con unos costes elevados.

OBJETIVO DE LA INVENCION

30 El objetivo de la presente invención es proporcionar un elemento de construcción, en particular un intercambiador de calor de placas o un reactor de placas realizado a partir de una pluralidad de placas apiladas superpuestas, en el que unas placas cerámicas conformadas de forma compleja con unas tolerancias de fabricación amplias, principalmente en lo referente a la planicidad y al estiraje, se puedan unir entre sí o tensar para formar una unidad estanca a la presión, resistente a los choques térmicos y desmontable, sin que se produzca una rotura de las placas.

35 SUMARIO DE LA INVENCION

40 El objetivo mencionado anteriormente se alcanza según la presente invención mediante un elemento de construcción realizado a partir de una pluralidad de placas apiladas superpuestas según la reivindicación 1. Unas configuraciones ventajosas o particularmente convenientes del objeto de solicitud se indican en las reivindicaciones subordinadas.

45 Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es un elemento de construcción realizado a partir de una pluralidad de placas apiladas superpuestas, de las que por lo menos una es de un material cerámico y en el que se configura mediante unos resaltes una zona de canales de conducción de la corriente del fluido, que se encuentran interconectados con los orificios de entrada y salida, uniéndose el apilado de placas con una unión de arrastre de fuerza mediante un dispositivo de apriete, y disponiéndose respectivamente entre las placas individuales del apilado una junta plana, siendo la junta plana de un material elástico y/o comprimible y cubriendo tanto las zonas que envuelven la zona del canal y los orificios de entrada y salida como asimismo por lo menos en parte las caras superiores de los resaltes que forman el canal.

50 Según una forma de realización preferida, el elemento de construcción según la presente invención es un intercambiador de calor de placas.

55 Según otra forma de realización preferida, el elemento de construcción según la presente invención es un reactor, en particular un microreactor de placas con por lo menos dos circuitos del fluido separados.

60 Las juntas planas previstas según la presente invención se configuran de tal modo que además de la superficie de junta perimetral alrededor de la zona del canal por el que circula el fluido, y alrededor de los orificios de entrada y salida de las placas individuales, se cubran asimismo, por lo menos en parte, las caras superiores de los resaltes que forman los canales. Para ello se prefiere que en la junta plana empleada según la presente invención exista por lo menos una unión entre dos lados de longitud o de anchura opuestos de la parte perimetral de la junta. Aunque asimismo es posible que se cubran únicamente unos elementos de la estructura de placa incluida una parte o la totalidad de las caras superiores de los resaltes que forman el canal con material de junta, sin que existan una o varias uniones entre dos lados de longitud o anchura opuestos de la junta.

Según la presente invención, en particular mediante la forma geométrica especial de la junta, pueden unirse placas de intercambiadores de calor de forma compleja para formar unidad desmontable estanca a la presión. Las placas cerámicas con unas tolerancias e fabricación amplias, principalmente en lo que respecta a la planicidad y al estiraje, se pueden hermetizar sin rotura de placas. En particular pueden estanqueizarse asimismo las placas cerámicas de gran formato.

En contraposición al estado de la técnica, alrededor de la zona de circulación del fluido y de los orificios de entrada y salida no deben incorporarse ranuras, con lo que las placas pueden realizarse con una técnica de fabricación más simple y con un coste reducido.

Las unidades estanqueizadas son resistentes a la presión y pueden soportar preferentemente una presión interior de 8,5 bar o superior, más preferentemente una presión interior de 16 bar o superior.

El diseño especial de las juntas planas según la presente invención ofrece, mediante la unión preferida entre los dos lados de longitud o anchura de la parte perimetral de la junta según la presente invención, en comparación con el estado de la técnica una estabilidad mecánica superior y un agarradero mejorado, lo que facilita considerablemente el manejo al realizar el cambio de junta. Al someterse el elemento de construcción a la presión interior es más difícil que quede estrujada la junta por la rendija de la junta.

Además, las juntas elásticas y/o comprimibles contribuyen a una buena resistencia a los choques térmicos del elemento de construcción termotécnico, así como a una larga duración y resistencia a la corrosión en el ámbito de aplicación del correspondiente material de la junta.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Según la presente invención se unen unos componentes de elemento de construcción en forma de placas, de las que por lo menos una es de un material cerámico, en particular unos componentes de intercambiador de calor o de microreactor, mediante unas juntas planas especiales dispuestas entre las placas en unión de arrastre de fuerza con un dispositivo de apriete. Mediante la forma geométrica especial de la junta se pueden unir unos componentes termotécnicos de formas complejas para formar una unidad resistente a la presión, desmontable. En particular pueden estanqueizarse asimismo unas placas cerámicas de formato grande, incluidas las que tienen unas tolerancias de fabricación amplias, principalmente en lo que respecta a la planicidad y el estiraje, sin rotura de las placas.

Preferentemente, la junta plana prevista según la presente invención, además de cubrir la zona que envuelve la superficie de estanqueidad perimetral alrededor de la zona del canal por el que circula el fluido y alrededor de los orificios de entrada y salida, cubre asimismo por lo menos en parte las caras superiores de los resaltes que forman el canal. Preferentemente, la junta plana cubre el 50-100% de las caras superiores de los resaltes que forman el canal (véanse asimismo las figuras 2 y 3). Sin embargo, el cubrimiento de las caras superiores de los resaltes por la junta plana puede ser inferior al 50%. Preferentemente existe por lo menos una unión entre dos lados de longitud o anchura opuestos de la parte perimetral de la junta. Las configuraciones descritas de la junta plana provocan durante el montaje del apilado de placas un apuntalamiento de las placas entre sí y originan una tolerancia superior en lo que respecta al tensado del apilado de placas. Por consiguiente se impiden los momentos de flexión en las placas cerámicas rígidas así como una posible rotura frágil.

Asimismo es posible la utilización de una junta plana universal, de superficie completa, en la que únicamente se dejan libres los orificios de entrada y salida. Sin embargo, preferentemente se prevén unas escotaduras adicionales en la junta plana, de tal modo que la junta plana en la zona del canal únicamente se apoye sobre una parte o sobre todas los resaltes y no sobre los canales que conducen el fluido de las placas del intercambiador de calor. Preferentemente existe por lo menos una unión entre los dos lados de longitud o de anchura opuestos de la parte perimetral de la junta. Dichas uniones entre la parte perimetral de la junta sirven al mismo tiempo para el apuntalamiento de las placas cerámicas así como para la fijación. Les proporcionan a la junta plana una estabilidad mecánica superior y un agarradero mejorado, lo que facilita considerablemente el manejo al realizar el cambio de la junta. Además, al someter a los elementos de construcción a una presión interior resulta más difícil que quede comprimida hacia exterior la junta por la rendija de la junta. Ello posibilita una estanqueización de los elementos de construcción hasta unas presiones altas de 16 y superiores.

Adicionalmente pueden preverse unas escotaduras en la zona perimetral de la junta plana, que reducen la superficie soportante y, por consiguiente, aumentan las compresiones superficiales realizables.

Las juntas planas previstas según la presente invención son de un material elástico y/o comprimible, cuyo módulo de elasticidad, dureza y/o estructura permiten por una parte una deformación de la junta al someterla a una carga, de tal modo que pueden compensarse los defectos de planicidad, ondulaciones o estiraje de las placas del intercambiador de calor rígidas o de las placas del reactor. Con ello, la junta prevista según la presente invención – en contraposición a los intercambiadores de calor de placas metálicos o de grafito, en los que las placas son elásticas o deformables – no solo garantiza la estanqueidad de la unidad intercambiadora de calor, sino que además

protege a las placas cerámicas contra una fuerte deformación y contra una posible rotura frágil. Por otra parte, tras la deformación del material de la junta que se produce al realizar el montaje debe establecerse un estado de equilibrio que impida que fluya adicionalmente el material de la junta y, por consiguiente, garantizar que la junta plana soporte asimismo unas presiones interiores altas.

5 La junta plana está constituida preferentemente por elastómeros, tales como materiales de caucho sintéticos, semisintéticos o naturales, polímeros termoelásticos, polímeros termoplásticos, en particular el politetrafluoretileno, o de grafito. La compresibilidad puede derivarse asimismo de la estructura del material de la junta, tal como es posible por ejemplo al utilizar plásticos espumados. Particularmente preferidas son las láminas de sellado de politetrafluoretileno extruido (ePTFE) virgen con una pureza del 100%. La estructura de fibra de dicho material de la junta, realizada mediante un estirado multidireccional posibilita, según la realización de la lámina, una deformación máxima del 40% y superior de su espesor de partida y con ello resulta particularmente apta para compensar unos defectos de planicidad o estiraje superiores de unas placas cerámicas más grandes. Tras la compresión completa, la estructura queda comprimida y resulta un material estanco suficientemente resistente a la presión.

15 Como variante, el material de la junta puede contener unas sustancias de relleno, por ejemplo para aumentar la conductibilidad térmica.

20 Los materiales tienen preferentemente un valor de recalcado en frío ϵ_{KSW} según DIN 28080-2 de $\geq 20\%$, más preferentemente $\geq 30\%$, en particular más preferentemente $\geq 40\%$.

Asimismo los materiales tienen preferentemente una compresibilidad según ASTM F36 de $\geq 20\%$, más preferentemente $\geq 35\%$, en particular más preferentemente $\geq 45\%$.

25 Según la aplicación a la que se destinen los elementos de construcción termotécnicos, los materiales de la junta plana deben satisfacer el perfil de requisitos de la correspondiente aplicación termotécnica. En particular, dichos requisitos pueden ser: estabilidad respecto a la temperatura de larga duración de hasta por lo menos 150°C , resistencia a la corrosión por agua marina, resistencia a la corrosión en medios ácidos, resistencia a la corrosión en medios alcalinos, resistencia a la acción del agua caliente y una conductibilidad térmica alta en comparación con los materiales de juntas estándar.

30 Los materiales de la junta plana presentan un módulo de elasticidad más reducido que el de los materiales cerámicos. Por lo tanto, aplicados entre los componentes pueden eliminarse las tensiones termomecánicas durante el servicio y con ello pueden admitirse unas sollicitaciones de choque térmico superiores.

35 El espesor de la junta plana empleada se rige en función de la medida de las irregularidades de los componentes termotécnicos que deben compensarse y se obtiene en función de la deformabilidad máxima del material de la junta ($= [h_{D1} - h_{D3}] / h_{D1}$), siendo h_{D1} el espesor inicial y h_{D3} el espesor tras aplicar la carga principal. Si, por ejemplo, existe un estiraje de $200\ \mu\text{m}$ en la dirección diagonal de las placas, una junta plana con una deformación máxima del 50% debe poseer un espesor inicial mínimo de $0,4\ \text{mm}$ para poder obtener una estanqueidad de la unidad que sea resistente a la presión. Sin embargo, la deformación máxima de un material no es equiparable con los valores que se encuentran frecuentemente en las hojas de datos para la compresibilidad ($= [h_{D2} - h_{D3}] / h_{D2}$; según ASTM F36) y para el comportamiento del caucho ($= [h_{D2} - h_{D3}] / h_{D1}$; según DIN 228090-2), en el que h_{D2} representa el espesor tras la aplicación de una carga previa.

45 Según una forma de realización preferida, el material cerámico de por lo menos una de las placas es de carburo de silicio (SiC), de carburo de silicio reforzado con fibra, de carburo de silicio sinterizado (SSiC), de nitruro de silicio (Si_3N_4), de óxido de aluminio (Al_2O_3), de dióxido de circonio (ZrO_2), de diboruro de titanio (TiB_2) o de una combinación de los mismos. Debido a su alta conductibilidad térmica y a su resistencia a la corrosión universal, preferentemente por lo menos una de las placas a unir es de carburo de silicio sinterizado (SSiC). Particularmente aptos son por ejemplo los materiales de SSiC con estructura de grano fino, preferentemente con un tamaño medio del grano de $< 5\ \mu\text{m}$, como por ejemplo el que se comercializa con el nombre EKasic®F de ESK Ceramics GmbH & Co.KG. Aunque además pueden emplearse asimismo los materiales de SSiC de grano grueso, por ejemplo con estructura bimodal, siendo preferentemente del 50 al 90% en volumen de la distribución de grano grueso de cristalitas de SiC prismática, en forma de plaquitas de una longitud de 100 a $1500\ \mu\text{m}$ y del 10 al 50% en volumen de cristalitas prismáticas de SiC en forma de plaquitas de una longitud de 5 a menos de $100\ \mu\text{m}$ (EKasic® C de ESK Ceramics GmbH & Co. KG). La medición del tamaño del grano o la longitud de las cristalitas de SiC puede determinarse mediante imágenes de la estructura tomadas con el microscopio electrónico con la ayuda de un programa de análisis de la imagen, que determina el diámetro de Feret máximo de un grano.

60 Además, según la función del elemento de construcción, pueden emplearse unos componentes o placas de vidrio, cerámica de óxido de aluminio u otras cerámicas, como por ejemplo ZrO_2 y TiB_2 . En particular puede ser deseable que la placa de fondo y/o de tapa del apilado de placas sea de vidrio, para prever una posibilidad de observación. Una placa de tapa de vidrio no contiene resaltes que formen la zona del canal.

65

Pueden emplearse asimismo unos materiales de SiC que contengan hasta un 35% en volumen de otras sustancias tales como grafito, B₄C u otras partículas cerámicas. Según una forma de realización preferida, el elemento de construcción posee una configuración puramente cerámica, es decir que todas las placas son de un material cerámico, en particular preferentemente de SSiC.

5 En las placas individuales de los elementos de construcción según la presente invención, mediante unos resaltes se conforma un sistema de canal o zona de canal de los canales de conducción de la circulación del fluido. Según una forma de realización preferida, el sistema de canal según DE 10 2006 013 503 A1 puede conformarse de tal modo que resulte una trayectoria de la circulación del fluido sobre la superficie de las placas que tenga sustancialmente una forma de meandro, presentando además los resaltes de los canales de conducción una pluralidad de interrupciones o roturas que originen una turbulencia de la circulación del fluido. Una turbulencia de dichas características posibilita una transmisión del calor eficiente y, al mismo tiempo, una reducida pérdida de carga. Otra ventaja del diseño de dichas placas es que los orificios de entrada y salida para la circulación del fluido, por ejemplo en forma de taladros, pueden integrarse en las placas. Según una forma de realización preferida, los canales de conducción en la placa se unen con un primer orificio de entrada y un primer orificio de salida para un primer fluido y la placa se dota de un segundo orificio de entrada y un segundo orificio de salida para un segundo fluido para la alimentación de una placa contigua, pudiendo realizarse dichos orificios de una forma simple mediante unos taladros.

20 Las placas empleadas según la presente invención tienen preferentemente un espesor de 0,2-20 mm, más preferentemente 3-12 mm y en particular más preferentemente de aproximadamente 6-9 mm. La corriente de circulación del fluido o de la sustancia en una superficie de intercambio de una placa se conduce según un sistema de canal preferido en forma de meandro, a fin de posibilitar un tiempo de permanencia lo más largo posible. Los resaltes de los canales de conducción en la superficie de intercambio tienen, midiendo desde el fondo de la placa, preferentemente una altura de 0,2-19 mm, más preferentemente 0,2-10 mm y en particular más preferentemente 0,2-6 mm, y terminan enrasadas con la superficie de las placas. Los resaltes de los canales de conducción se pueden realizar mediante fresado, aunque pueden realizarse asimismo mediante prensado próximo al contorno final. Si los resaltes de los canales de conducción según la forma de realización descrita en el documento DE 10 2006 013 503 A1 presentan interrupciones o roturas, las mismas poseen preferentemente una anchura de 0,2-20 mm, más preferentemente 2-5 mm. Los resaltes rotos de los canales de conducción sirven asimismo como puntos de soporte y evitan, en caso de que se produzcan diferencias de presión, una deformación no pretendida de las placas y por consiguiente protegen asimismo contra una rotura de placa.

35 Según una forma de realización preferida del elemento de construcción según la presente invención, todas las placas del apilado se unen mediante unión de arrastre de fuerza mediante una correspondiente junta plana dispuesta entre las placas, tensándose el apilado de placas entre una placa de fondo y una placa de tapa mediante un dispositivo de apriete.

40 Según otra forma de realización se pueden unir dos placas, mediante unión de material permanente, empleando un procedimiento de soldadura por difusión para formar un bloque de placas monolítico exento de costuras, y por lo menos dos de dichos bloques de placas monolíticos se unen, con unión de arrastre de fuerza, mediante la junta plana. En este caso, las juntas planas se encuentran, en la unidad de este modo, únicamente entre una de cada dos placas. Dicha configuración se denomina "semi-soldada" y permite aplicaciones en las que los dos sistemas de canal deban poder soportar unas sollicitaciones diferentes, por ejemplo diferentes sollicitaciones de corrosión y abrasión. Por ejemplo, por un sistema de canal se puede hacer circular un medio refrigerante (lado hermetizado) mientras que el segundo sistema de canal sirve para el transporte de unos medios extremadamente agresivos (lado unido en caliente). En dicha forma de realización se combinan la extremadamente alta resistencia a la abrasión y a la corrosión de particularmente los componentes de SiC con las ventajas de las unidades estanqueizadas, en particular de la alta resistencia a los choques térmicos, de la desmontabilidad y posibilidad de limpieza del lado del medio refrigerante.

55 Según otra forma de realización, el elemento de construcción según la presente invención sirve como reactor, por ejemplo para la evaporación y condensación, aunque asimismo para otras transformaciones de fases, como por ejemplo para los procesos de cristalización selectiva. En la utilización para la evaporación y la condensación, para la obtención de una pérdida de carga reducida se prefiere que la distancia de los resaltes de los canales de conducción entre sí desde la entrada del fluido a la salida del fluido sea superior y, respectivamente, inferior.

60 Para un aprovechamiento particularmente eficaz como reactor es conveniente incorporar entre las placas del intercambiador de calor, descritas anteriormente, unas placas de reactor, sirviendo entonces las placas del intercambiador de calor para la igualación de temperatura de las placas del reactor. Las placas del reactor pueden presentar unas formas geométricas diferentes. Para un tiempo de permanencia controlado y una reacción de precipitación definida, como por ejemplo para los procesos de cristalización selectiva, resulta ventajoso por ejemplo emplear unas placas de reactor con unos canales rectos ininterrumpidos. Aunque asimismo en la placa del reactor se pueden mezclar entre sí por lo menos dos corrientes de fluido primeramente separadas con una temperatura definida. Para ello se emplean unas estructuras de canal, con las que las corrientes de sustancia se conducen

mutuamente a una zona definida de la placa del reactor y se mezclan intensamente. Las placas de reactor pueden presentar asimismo unos recubrimientos catalíticos aptos para acelerar selectivamente una reacción química.

5 Los elementos de construcción según la presente invención se pueden realizar además mediante un procedimiento simple y económico. Para ello se precisa únicamente unir el apilado de placas con las juntas planas dispuestas entre las placas así como con una placa de fondo y una placa de tapa mediante un dispositivo de apriete. Por ejemplo, la fijación se realiza en un armazón metálico entre dos placas de acero, transmitiéndose la presión superficial al elemento de construcción apretando unos tornillos contra la fuerza de unos resortes.

10 Durante el mecanizado de las placas que comprenden un sistema de canal, las superficies que posteriormente tocarán las juntas planas pueden tratarse con chorro de arena, lapearse, lijarse o pulirse. Sin embargo, se prefiere la utilización de unas superficies sin mecanizar, tal como quedan tras la sinterización, para la unión mediante juntas planas. Según el grado del mecanizado superficial, las placas cerámicas presentan más o menos defectos de planicidad, ondulaciones o estiraje, frecuentemente de varios 100 µm.

15 En contraposición al estado de la técnica, alrededor de la zona de canal y alrededor de los orificios de entrada y salida de las placas no deben incorporarse ranuras para alojar las juntas, con lo que las placas cerámicas se pueden realizar con una técnica de fabricación más simple y con un menor coste.

20 Sin embargo, para aplicaciones con medios altamente corrosivos a altas temperaturas puede ser ventajoso practicar unas ranuras, por ejemplo ranuras rectangulares, alrededor de la zona del canal y de los orificios de entrada y salida. Sin embargo, dichas ranuras sirven únicamente como amortiguador de seguridad adicional. Se ha apreciado que en la zona de dichas ranuras, al realizar el tensado durante el montaje la junta plana forma un abultamiento que actúa como una barrera adicional contra el fluido corrosivo. Sin embargo, dicho abultamiento no llega hasta el fondo de la ranura y, por consiguiente, no es sustentador.

25 El recorte de las juntas planas puede realizarse manualmente o mediante un procedimiento técnico en serie, como por ejemplo mediante corte con chorro de agua, con laser o troquelado.

30 Para el montaje, las placas y las juntas planas se limpian con aire comprimido o con productos de limpieza líquidos y se ensamblan. La fijación se realiza adecuadamente en un bastidor metálico entre dos placas de acero, transmitiéndose la presión superficial al sistema mediante el apriete de tornillos contra la fuerza de unos resortes.

35 Si fuera necesario, al realizar el montaje las juntas planas conformadas según la presente invención pueden fijarse a las placas localmente con un pegamento. Alternativamente, al realizar el montaje las juntas planas pueden fijarse mediante unas lengüetas salientes y/o acodadas. Además alternativamente, en la superficie de las placas puede practicarse localmente una hendidura, en cuyo interior se engancha la junta plana para la fijación para el montaje. Sin embargo, una fijación mediante uno de los procedimientos mencionados anteriormente o cualquier otro procedimiento para el montaje no son obligatoriamente necesarios.

40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS ADJUNTOS

La figura 1 representa la vista superior de una placa de intercambiador de calor de un material cerámico sinterizado, utilizada preferentemente según la presente invención;

45 Las figuras 2 y 3 representan unas vistas superiores de unas formas de realización preferidas de las juntas planas utilizadas según la presente invención;

50 La figura 4 representa una forma de realización de una junta perimetral del ejemplo de referencia 3; y

La figura 5 representa la vista superior de una placa de reactor utilizada preferentemente según la presente invención.

55 Tal como se representa en la figura 1, una placa 1 utilizable según la presente invención presenta un sistema de canal realizado a partir de los canales de conducción 3, que posibilita una trayectoria de la corriente de circulación del fluido sustancialmente en forma de meandro sobre la superficie de la placa. Las paredes laterales de los canales de conducción 3 constituyen en dicha figura unos resaltes 2 con una anchura de 3 mm, que presentan una pluralidad de roturas 14 con una anchura de 3,5 mm. La placa presenta además un primer orificio de entrada 4 así como un primer orificio de salida 5 para una corriente de circulación del fluido, respectivamente en forma de un taladro con un radio de 30 mm. Además se prevén en la placa un segundo orificio de entrada 6 y un segundo orificio de salida 7 que sirven como una vía de paso para alimentar a una cámara contigua con otro medio. El segundo orificio de entrada y el segundo orificio de salida son respectivamente unos taladros con un radio de 32 mm. En dicha forma de realización, la longitud total de la placa es de 500 mm y su anchura de 200 mm. Como se puede apreciar, en dicha forma de realización el sistema de canal presenta una simetría especular. Mediante dicha simetría especular se posibilita que las placas se puedan apilar giradas alternadamente 180° entre sí, de tal modo que los orificios de entrada se encuentren alternadamente una vez a la izquierda y una vez a la derecha.

Las figuras 2 y 3 representan unas vistas superiores de dos formas de realización de las juntas planas 8 utilizadas según la presente invención. En la junta plana 8 de la figura 2 no únicamente se cubren las zonas de la placa 1 que envuelven la zona de canal y los orificios de entrada y salida, sino que se cubren asimismo aproximadamente el 50% de la cara superior del resalte 2 que forma el canal de la placa 1. En la figura 3, la junta plana 8 cubre aproximadamente el 100% de la cara superior del resalte 2 que forma el canal de la placa 1.

En la junta plana de un ejemplo de referencia mostrada en la figura 4 se cubren únicamente las zonas de la placa 1 que envuelven la zona del canal y los orificios de entrada y salida, sin embargo no se cubre la cara superior del resalte 2 que forma el canal.

La figura 5 representa una placa de reactor 9 utilizable según la presente invención, con un orificio de entrada 10 para una corriente de fluido 11, que ya contiene el producto de reacción asociado mezclado. La corriente de fluido 11 mezclada se bifurca, mediante una conducción de canal apropiada, primeramente en dos corrientes de fluido separadas 11a y 11b, que posteriormente, en un punto alejado, se vuelven a reunir (unidad mezcladora Split-Recombine). Mediante dicho alejamiento puede alcanzarse una mezcla mejor y con ello una mejor trasposición del producto de reacción asociado. A continuación, la corriente del fluido se conduce a través de un sistema de canal 12 que se delimita mediante los resaltes 13, y a continuación abandona la placa de reactor 9 por el orificio de salida 15. Los dos orificios 16 y 17 se destinan a la alimentación de las placas de intercambiador de calor contiguas. La placa de reactor mostrada en la figura 5 puede combinarse con las juntas planas configuradas según la presente invención, tal como se representa en las figuras 2 y 3. En este caso, los canales de conducción 12 de la placas de reactor 9 se cubren únicamente parcialmente con material de junta, ya que las uniones entre los lados longitudinales de la junta plana 8 se extienden transversalmente a la dirección de los canales de guía 12.

EJEMPLOS, EJEMPLOS DE REFERENCIA Y COMPARATIVOS

Los ejemplos siguientes, ejemplos de referencia y ejemplos comparativos sirven para describir adicionalmente la presente invención.

Ejemplo 1

Intercambiador de calor con PTFE, Diseño figura 2, superficie de resalte 50%, espesor 0,5 mm

- (1) Se emplean unas placas de SSiC con una estructura bimodal, siendo del 50 al 90% en volumen de la distribución del tamaño del grano de cristalitas de SiC prismáticas en forma de plaquitas de una longitud de 100 a 1500 μm , y del 10 al 50% de cristalitas de SiC prismáticas en forma de plaquitas de una longitud de 5 a menos de 100 μm (EKasic® C de ESK Ceramics GmbH & Co.). Las placas de SSiC tienen una longitud de 500 mm, una anchura de 200 mm y un espesor de 6,5 mm.
- (2) Para la realización de una unidad de intercambiador de calor se emplean cuatro placas (intermedias) así como una placa de fondo y una placa de tapa. Incorporados a las placas intermedias se encuentran unos canales de conducción de 3,5 mm de profundidad del tipo representado en la figura 1, que configuran el que posteriormente será el sistema de canal. Las placas de fondo y de tapa no contienen ninguna estructura de canal, la tapa se dota de orificios de entrada. Las placas se disponen en la unidad de tal modo que dos corrientes de sustancia puedan intercambiar calor en contracorriente.
- (3) Como material de la junta se emplea una lámina de ePTFE con la denominación WT-A. La estructura de fibra multidireccional posibilita una deformación de la junta de PTFE al someterse a una sollicitación de carga, pudiéndose de este modo compensarse los defectos de planicidad, las ondulaciones o el estiraje de las placas de SSiC empleadas. Según la ficha técnica, el material posee un valor de recalcado en frío según DIN 28090-2 del 40%.
Sin embargo, para la determinación del espesor inicial de las láminas necesario se precisa conocer la deformabilidad máxima, que se ha determinado con la ayuda de un aparato comprobador de presión. La lámina empleada en el ejemplo permite una deformación máxima de hasta aproximadamente el 50% de su espesor inicial.
- (4) Las superficies de las placas de SSiC esmeriladas durante el mecanizado de partes templadas, presentan en la dirección diagonal un estiraje de aproximadamente 200 μm . Por este motivo, como material de la junta se emplea una lámina de ePTFE, que pueda compensar totalmente dicha irregularidad. El espesor inicial con 0,5 mm se ha seleccionado para que con la compresión completa quede un espesor residual de 0,25 mm. Sin embargo, es posible asimismo trabajar con unas juntas cuyo espesor sea superior al indicado.
- (5) El diseño de la junta de PTFE elástica corresponde a la figura 2. Se caracteriza porque, además de la superficie de junta perimetral en la zona exterior de las placas de SSiC empleadas, se cubre asimismo con material de junta el 50% de las caras superiores del resalte cerámico. Se realiza mediante recorte manual.
- (6) Las placas y láminas se limpian con aire comprimido y se ensamblan durante el montaje. La fijación se realiza en un bastidor metálico entre dos placas de acero; la presión superficial se transmite al sistema mediante el apriete de tornillos contra la fuerza de unos resortes.
- (7) Para el ensayo de presión, se da admisión a la entrada de agua a los canales de la unidad montada en el bastidor metálico, por los orificios de entrada. Según la presión superficial ajustada pueden aplicarse unas presiones interiores de hasta 23 bar, sin que la unidad de intercambiador de calor acoplada presente fugas.

Con una presión superficial de 6 N/mm^2 resulta por ejemplo una presión interior máxima admisible de 13 bar.

Ejemplo 2

5 Intercambiador de calor con PTFE, diseño figura 3, superficie de resalte 100%, espesor 0,7 mm

- 10 (1) Se emplean unas placas de SSiC de EKasic® C (estructura y estiraje como los descritos en el ejemplo 1) con una longitud de 500 mm, una anchura de 200 mm y un espesor de 6,5 mm.
- (2) La unidad de intercambiador de calor comprende cuatro placas (intermedias) así como una placa de fondo y una placa de tapa, que se conectan en contracorriente.
- 15 (3-5) Como junta se emplea una lámina de ePTFE de 0,7 mm de espesor con la denominación WT-A (deformación máxima hasta aproximadamente el 50% de su espesor inicial). El diseño de la junta es el correspondiente a la figura 3. Se caracteriza porque, además de la superficie de junta perimetral en la zona exterior de las placas de SSiC empleadas, se ocupa el 100% de las caras superiores de los resaltes cerámicos con material de junta. El recorte se realiza mediante corte por chorro de agua.
- (6) Las placas y láminas se limpian con aire comprimido y se fijan en el bastidor metálico entre dos placas de acero.
- 20 (7) Para el ensayo de presión, se da admisión a la entrada de agua a los canales de la unidad montada en el bastidor metálico, por los orificios de entrada. Con una presión superficial $9,5 \text{ N/mm}^2$ y una presión interior de 23 bar, la unidad de intercambiador de calor acoplada no presenta ninguna fuga.

Ejemplo 3

25 Intercambiadores de calor con PTFE, diseño figura 2, superficie de resalte 50%, espesor 0,5 mm, placas con ranura

- 30 (1) Se emplean unas placas de SSiC de EKasic® C (estructura y estiraje como los descritos en el ejemplo 1) con una longitud de 500 mm, una anchura de 200 mm y un espesor de 6,5 mm.
- (2) Para la realización de una unidad de intercambiador de calor se emplean cuatro placas (intermedias) así como una placa de fondo y una placa de tapa. En las placas intermedias se han incorporado unos canales de conducción de 3,5 mm de profundidad que configuran el que posteriormente será el sistema de canal, así como una ranura rectangular perimetral de una profundidad de $2 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$. Las placas de fondo y de tapa no contienen ninguna estructura de canal, la tapa se dota de unos orificios de entrada. Las placas se disponen en la unidad de tal modo que dos corrientes de sustancia puedan intercambiar calor en contracorriente.
- 35 (3-5) Como material de junta se emplea la lámina de ePTFE de 0,5 mm de espesor con la denominación WT-A descrita en el ejemplo 1. El diseño de la junta plana corresponde a la figura 2 con 50% de las caras superiores de los resaltes cerámicos ocupadas.
- (6) Las placas y las láminas se limpian con aire comprimido y se fijan en el bastidor metálico entre dos placas de acero.
- 45 (7) Para el ensayo de presión, se da admisión a la entrada de agua a los canales de la unidad montada en el bastidor metálico, por los orificios de entrada. La unidad de intercambiador de calor acoplada presenta una dependencia de la presión superficial ajustada y presión interior alcanzable comparable a las del ejemplo 1. Con una presión superficial 6 N/mm^2 resulta una presión interior de 23 bar.
- 50 (8) Tras el desmontaje de la unidad de intercambiador de calor, en la junta de PTFE se observa un ligero abultamiento, que se ha formado durante la deformación del material de la junta elástico en la zona de las ranuras. Tiene el espesor de la lámina inicial y por lo tanto no llega hasta el fondo de la ranura, por consiguiente no es soportante. Además, tal como se ha descrito en (7) no ejerce ninguna influencia sobre el efecto de estanqueidad. Sin embargo, al hacer funcionar la unidad de intercambiador de calor con unos medios corrosivos a altas temperaturas, sería conveniente utilizarlo como amortiguador de seguridad.
- 55

Ejemplo 4

60 Intercambiador de calor con lámina de grafito, superficie completa, espesor 1 mm

- (1) Se emplean unos componentes de SSiC con estructura de grano fino, siendo el tamaño de grano medio $< 5 \mu\text{m}$ (EKasic® F de ESK Ceramics GmbH & Co.). Las placas de SSiC tienen una longitud de 500 mm, una anchura de 200 mm y un espesor de 6,5 mm.
- 65 (2) La unidad de intercambiador de calor comprende cuatro placas (intermedias) así como una placa de fondo y una placa de tapa, que se conectan a contracorriente.

- (3-5) Como junta se emplea una lámina de grafito elástica de superficie completa, con un espesor de 1 mm. El recorte de los orificios de entrada se realiza manualmente. Las superficies esmeriladas de las placas de SSiC presentan, en la dirección diagonal, un ligero estiraje de aproximadamente 100 µm.
- (6) Las placas y láminas se limpian con aire comprimido y se fijan en el bastidor metálico entre dos placas de acero.
- (7) Para el ensayo de presión, se da admisión a la entrada de agua a los canales de la unidad montada en el bastidor metálico, por los orificios de entrada. Con una presión superficial 6,5 N/mm² y una presión interior de 9 bar, la unidad de intercambiador de calor acoplada no presenta ninguna fuga.

Ejemplo 5

Intercambiador de calor con PTFE, diseño figura 2, superficie de resalte 50%, espesor 0,7 mm, ensayo de resistencia a la presión cíclico

- (1) Se emplean unas placas de SSiC de EKasic® C (estructura y estiraje como los descritos en el ejemplo 1) con una longitud de 500 mm, una anchura de 200 mm y un espesor de 6,5 mm.
- (2) La unidad de intercambiador de calor comprende cuatro placas (intermedias) así como una placa de fondo y una placa de tapa, que se conectan a contracorriente.
- (3-5) Como junta se emplea una lámina de ePTFE de 0,7 mm de espesor con la denominación WT-A (deformación máxima hasta aproximadamente el 50% de su espesor inicial), cuyo diseño se corresponde con la figura 2 con 50% de caras superiores ocupadas con los resaltes cerámicos.
- (6) Las placas y láminas se limpian con aire comprimido y se fijan en el bastidor metálico entre dos placas de acero con una presión superficial de 6 N/mm².
- (7) La unidad hermetizada se introduce con el bastidor metálico en el aparato de ensayo. Por un lado de los canales se haciendo circular agua de refrigeración fría a 16°C introduciéndola por los orificios de entrada (caudal 1000 l/h), por el segundo lado se hace circular vapor (150°C, 4 bar, aprox. 130 kg/h). Después de un tiempo de espera de 6 horas se realizan varias ciclizaciones, conectándose y desconectándose bruscamente alternativamente agua fría y vapor. La unidad estanqueizada soporta tanto el tiempo de espera como asimismo los ciclos de temperatura, sin detectarse daños en el intercambiador de calor.

Ejemplo de referencia 1

Intercambiador de calor con PTFE, de superficie completa, espesor 0,25 mm

- (1) La estructura de las placas de SSiC (estructura, medidas, diseño, defecto de planicidad), la configuración de la unidad de intercambiador de calor así como el montaje se han tomado del ejemplo 1.
- (2) Como material de la junta se emplea un lámina de ePTFE de superficie completa con la denominación WT-A (deformación máxima hasta aproximadamente el 50% de su espesor inicial). El recorte de los orificios de entrada se realiza manualmente. El espesor inicial, con 0,25 mm, es decir 0,125 mm de espesor con compresión completa, se ha seleccionado inferior al defecto de planicidad de las placas (aproximadamente 200 µm).
- (3) Para el ensayo de presión, se da admisión a la entrada de agua a los canales de la unidad montada en el bastidor metálico, por los orificios de entrada. A pesar de la presión superficial de 6,5 N/mm² ajustada comparable al ejemplo 1, ya a partir de 1 bar el sistema presenta una fuga considerable. Sin embargo, debido a la suportación de superficie completa de las placas de SSiC no se observa ninguna rotura de placas.

Ejemplo de referencia 2

Intercambiador de calor con junta tórica de PTFE, junta perimetral

- (1) La estructura de las placas de SSiC (estructura, medidas, diseño, defecto de planicidad) y la configuración de la unidad de intercambiador de calor se han tomado del ejemplo 1.
- (2) Como junta se emplea una junta tórica de PTFE comprimible. La junta tórica se dispone como junta perimetral alrededor de la zona de circulación del fluido y alrededor de los orificios de entrada de las placas de SSiC y se comprime hasta un espesor de 0,1 mm (inferior al defecto de planicidad de las placas). A continuación se realiza el montaje en el bastidor metálico.
- (3) Para el ensayo de presión, se da admisión a la entrada de agua a los canales de la unidad montada en el bastidor metálico, por los orificios de entrada. En el estado de ausencia de presión, el sistema no es estanco, independientemente de la presión superficial ajustada. Además, durante el montaje se observan roturas esporádicas de placas.

Los momentos de flexión introducidos al realizar el tensado no siempre pueden absorberse y se produce la rotura de placas de SSiC individuales.

Ejemplo de referencia 3

Intercambiador de calor con PTFE, espesor 0,7 mm, como junta perimetral

- 5 (1) La estructura de las placas de SSiC (estructura, medidas, diseño, defecto de planicidad) y la configuración de la unidad de intercambiador de calor se han tomado del ejemplo 1.
- 10 (2) Como junta se emplea una lámina de ePTFE de 0,7 mm de espesor con la denominación WT-A (deformación máxima hasta aproximadamente el 50% de su espesor inicial). El diseño de la junta corresponde al de una junta perimetral, es decir que únicamente la zona exterior de las placas de SSiC así como la zona alrededor de los orificios de entrada se cubre con material de la junta (figura 4). El recorte se realiza manualmente.
- 15 (3) Las placas y láminas se limpian con aire comprimido y se ensamblan durante el montaje. La fijación se realiza en un bastidor metálico entre dos placas de acero; la presión superficial se transmite al sistema apretando unos tornillos contra la fuerza de unos resortes. Ya antes de alcanzarse la presión superficial de 6 N/mm² se produce la rotura de placas. No es posible realizar un ensayo de presión.

Los momentos de flexión introducidos originan una rotura simultáneamente en varias de las placas de SSiC no soportadas en la zona interior.

20 Ejemplo comparativo 1

Intercambiador de calor con junta de elastómero en ranura

- 25 (1) Se emplean unas placas de SSiC de EKasic® C (estructura como la que se describe en el ejemplo 1) con una longitud de 500 mm, una anchura de 200 mm y un espesor de 6,5 mm. Las superficies esmeriladas de las placas de SSiC presentan en la dirección diagonal un estiraje de aproximadamente 100 µm.
- 30 (2) Para la realización de una unidad de intercambiador de calor se emplean cuatro placas (intermedias) así como una placa de fondo y una placa de tapa. Se encuentran incorporados en las placas intermedias unos canales de conducción de 3,5 mm de profundidad, que configuran el que posteriormente será el sistema de canal, así como una ranura rectangular perimetral de una profundidad de 2 mm ±0,1 mm. Las placas de fondo y de tapa no contienen ninguna estructura de canal, la tapa comprende unos orificios de entrada. Las placas se encuentran dispuestas en la unidad de tal modo que dos corrientes de sustancia pueden intercambiar calor a contracorriente.
- 35 (3) A la junta de las placas de SSiC, conforme al documento DE 196 17 396 A1, se le introduce por vulcanizado un elastómero (perfil de silicona Dow D94-30P) en las ranuras perimetrales.
- (4) Las placas se limpian con aire comprimido y para el montaje se ensamblan en el bastidor metálico entre dos placas de acero. Sin embargo, una fijación no es posible, al realizar el primer apriete de los tornillos se produce la rotura de placas. No es posible realizar un ensayo de presión.
- 40 (5) La causa de la rotura de placas se justifica en que la profundidad de las ranuras rectangulares sobre la placa de SSiC de 500 mm de longitud no puede establecerse de un modo homogéneo y, por consiguiente, al realizar la fijación, la junta de elastómero no desaparece completamente en la ranura en todos los puntos. Ello origina elevaciones locales que actúan como picos de tensión y provocan la rotura de placas.

45

DOCUMENTOS MENCIONADOS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *La presente lista de documentos mencionados por el solicitante se recopiló exclusivamente para proporcionar información al lector y no forma parte del documento de patente europea. Se confeccionó con el máximo esmero, sin embargo, la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad sobre los errores u omisiones que pudiera contener.*

Documentos de patente mencionados en la descripción

- DE 102006013503
- 10 • DE 102004044942 A1
- GB 2128726 A
- WO 0077468 A1
- EP 1757887 A1
- EP 0203213 A1
- 15 • DE 102006013503 A1
- DE 19617396 A1
- DE 102006009791 A1

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento de construcción que comprende una pluralidad de placas (1) apiladas superpuestas de las que por lo menos una de ellas está constituida por un material cerámico y en la que se dispone, mediante unos resaltes (2), una zona de canales que consiste en unos canales de guía (3) para la circulación de un fluido que se encuentran en comunicación de fluido con los orificios de entrada y de salida (4, 5, 6, 7), encontrándose unido el apilado de placas por una aplicación de fuerza proporcionada por un dispositivo de apriete, y encontrándose dispuesto una junta plana (8) entre las diferentes placas (1), estando constituido dicha junta plana (8) por un material elástico y/o comprimible y **caracterizado porque** recubre a la vez la zona de canales y las zonas que rodean a los orificios de entrada y de salida (4, 5, 6, 7) así como, por lo menos parcialmente, las caras superiores de los resaltes (2) que forman los canales.
- 15 2. Elemento de construcción según la reivindicación 1, recubriendo la junta plana (8) del 50 al 100% de las caras superiores de los resaltes (2) que forman los canales.
- 20 3. Elemento de construcción según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, estando constituida dicha junta plana (8) por unos elastómeros, unos polímeros termoelásticos, unos polímeros termoplásticos, preferentemente de politetrafluoretileno extruido (ePTFE) o de grafito.
- 25 4. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, estando constituida la junta plana (8) por un material con un valor de recalado en frío ϵ_{KSW} según DIN 28090-2 de $\geq 20\%$, preferentemente de $\geq 30\%$, y más preferentemente de $\geq 40\%$.
- 30 5. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, estando constituida la junta plana (8) por un material con una compresibilidad según la norma ASTM F36 de $\geq 20\%$, preferentemente de $\geq 35\%$, y más preferentemente de $\geq 45\%$.
- 35 6. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, estando constituido dicho material cerámico de por lo menos una de las placas (1) por carburo de silicio (SiC), por carburo de silicio reforzado con fibras, por carburo de silicio sinterizado (SSiC), por nitruro de silicio (Si₃N₄), por óxido de aluminio (Al₂O₃), por dióxido de circonio (ZrO₂), por diboruro de titanio (TiB₂) o de sus combinaciones, preferentemente por carburo de silicio sinterizado (SSiC).
- 40 7. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, encontrándose los canales de guía (3) en el seno de la placa (1) en comunicación de fluido con un primer orificio de entrada (4) y un primer orificio de salida (5) destinados a un primer fluido, y comprendiendo la placa (1) un segundo orificio de entrada (6) y de un segundo orificio de salida (7) destinados a un segundo fluido que alimenta a una placa (1) adyacente.
- 45 8. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, presentando las placas (1) un espesor comprendido entre 0,2 y 20 mm, preferentemente entre 3 y 12 mm, y más preferentemente entre 6 y 9 mm.
- 50 9. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, presentando los resaltes (2) de los canales de guía (3) una altura comprendida entre 0,2 y 19 mm, preferentemente entre 0,2 y 10 mm, más preferentemente entre 0,2 y 6 mm, y encontrándose enrasados con la superficie de las placas (1).
- 55 10. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, estando realizados los canales de guía (3) de tal modo que resulta una trayectoria sustancialmente en forma de meandro de la circulación del fluido sobre la superficie de las placas (1), presentando los resaltes (2) además una pluralidad de interrupciones o de pasos (14) que hacen que la circulación del fluido resulte aún más turbulenta.
- 60 11. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, encontrándose dos placas cerámicas (1) ensambladas mediante unión de material mediante un procedimiento de soldadura por difusión para obtener de este modo un bloque de placas monolítico exento de juntas de ensamblaje, y estando dos de dichos bloques de placas monolítica unidos por la aplicación de una fuerza mediante la junta plana (8).
- 65 12. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, tratándose de un dispositivo de transmisión de calor por placas.
13. Elemento de construcción según por lo menos una de las reivindicaciones 1 a 11, tratándose de un reactor con por lo menos dos circuitos de fluido separados.

14. Reactor según la reivindicación 13, en el que se prevé, entre las placas (1), una o una pluralidad de placas de reactor (9) suplementarias, presentando las placas de reactor (9) un sistema de canales diferente a las placas (1).
15. Reactor según la reivindicación 14, permitiendo el sistema de canales (9), formado en el seno de las placas de reactor (9), la mezcla de por lo menos dos circulaciones de fluido inicialmente separadas.
16. Reactor según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 15, comprendiendo las placas de reactor (9) un revestimiento catalítico.

5

10

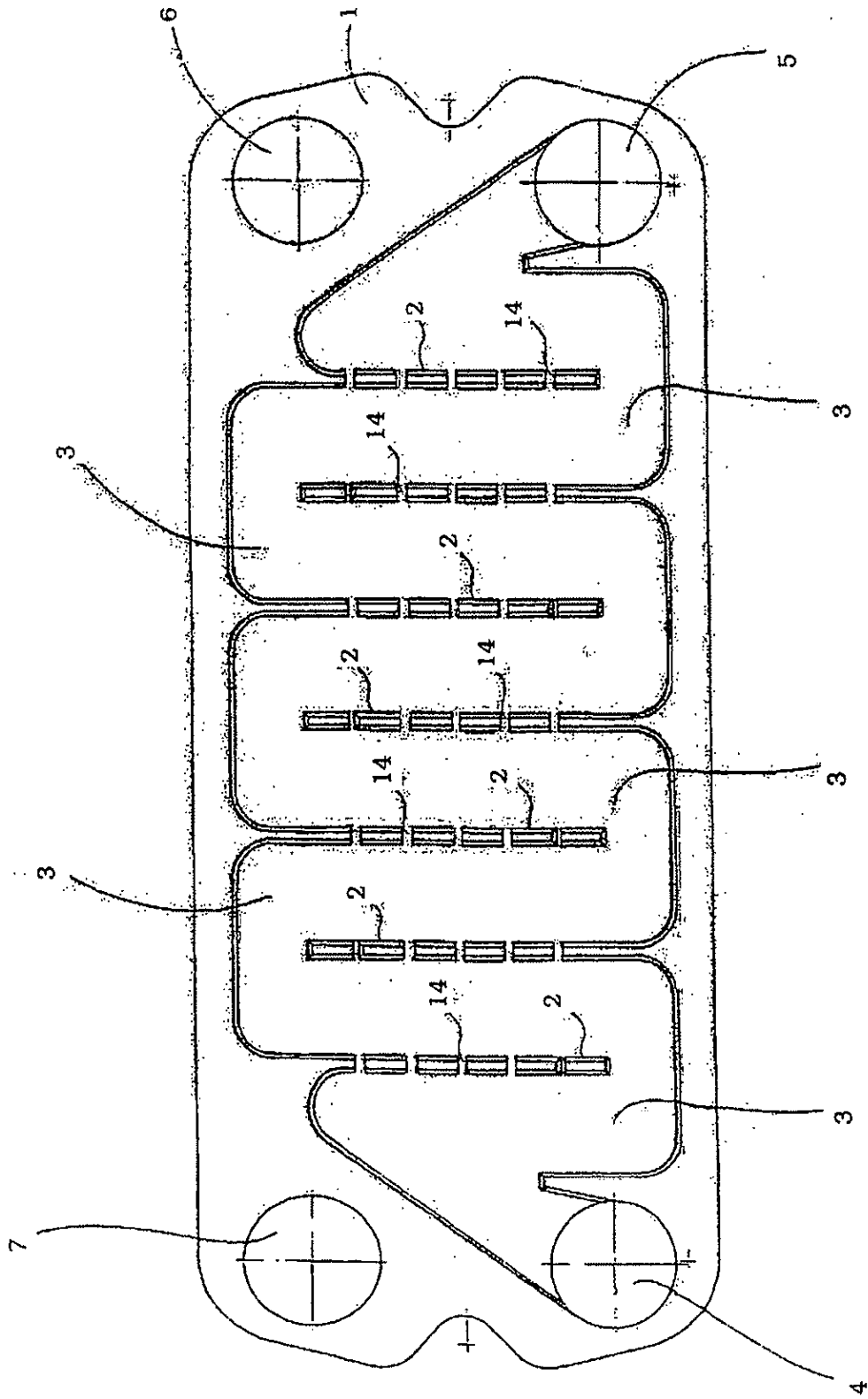


Figura 1



Figura 2

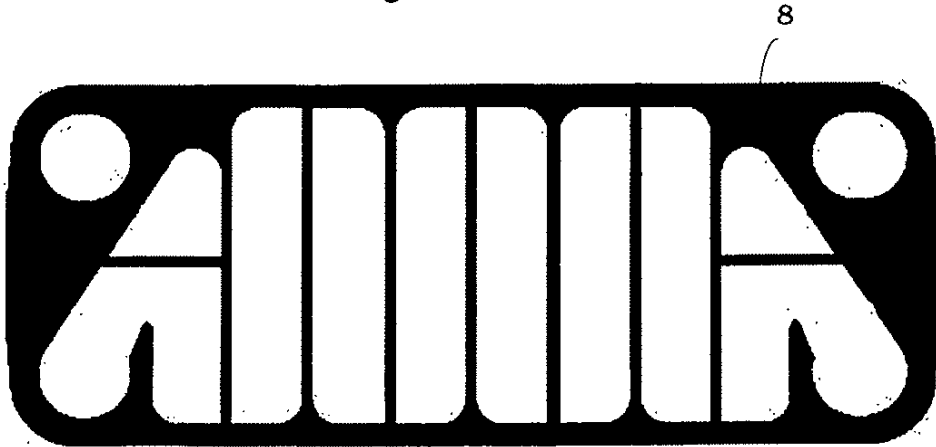


Figura 3



Figura 4

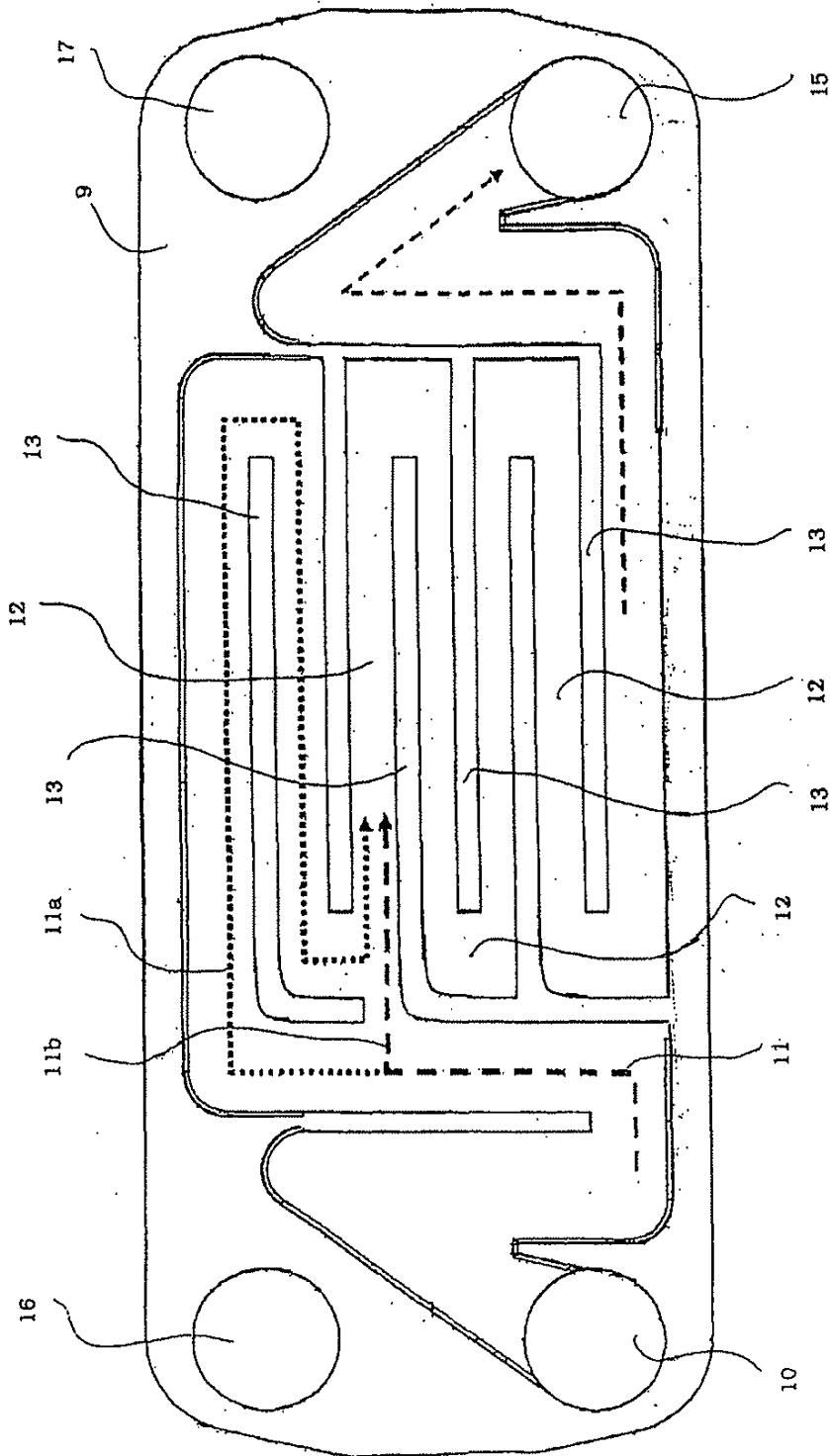


Figure 5