

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 222**

21 Número de solicitud: 201400769

51 Int. Cl.:

**F16L 59/147** (2006.01)

**F16L 59/21** (2006.01)

**F16L 9/14** (2006.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**30.09.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**01.04.2016**

Fecha de la concesión:

**11.01.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**18.01.2017**

73 Titular/es:

**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.**  
**(66.7%)**

**C/ Energía Solar, 1- Campus Palmas Altas**  
**41014 Sevilla (Sevilla) ES y**  
**GWT-TUD GMBH (33.3%)**

72 Inventor/es:

**KORZYNIEZ, Román;**  
**MARTÍN DE OLIVA FERRARO, Francisco;**  
**ORDÓÑEZ BARREIRO, Irene;**  
**GAMPE, Uwe;**  
**HEIDE, Stephan y**  
**ORZOL, Carsten**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

54 Título: **Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura**

57 Resumen:

Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura que tiene capas concéntricas. Una capa interior (1) tiene una pluralidad de mosaicos (11) cerámicos para resistir la alta temperatura generada en el sistema. Una capa exterior (4) soporta la tensión mecánica generada en el sistema.

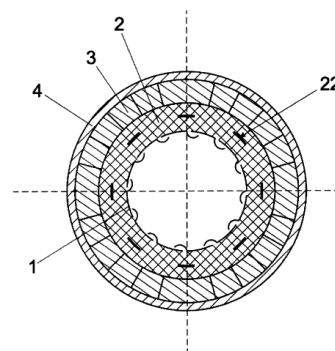


Fig. 2A

ES 2 565 222 B1

## DESCRIPCIÓN

**SISTEMA DE TRANSPORTE DE FLUIDOS A ALTA TEMPERATURA****CAMPO DE LA TÉCNICA**

- Esta invención se refiere a un sistema de tuberías para el transporte de elevados
- 5 caudales de fluidos en condiciones extremas de presión y temperatura a lo largo de grandes distancias. Una aplicación particular se refiere al campo de la energía termosolar, específicamente en el área de las plantas de generación híbridas de torre solar.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

- 10 En los últimos años ha habido un progreso importante en la industria de la energía solar. Respecto a plantas solares de torre, una de las preocupaciones principales es el transporte del fluido de transferencia de calor (HFT del inglés "Heat Transfer Fluid") tras la absorción de la energía solar en el receptor solar hasta el bloque de generación (PB, del inglés "Power Block") en una forma económica y eficiente (véase la figura 1).
- 15 El transporte de un HFT a alta temperatura a través de un sistema da como resultado tensiones y deformaciones térmicas que deben controlarse. En la misma forma, la presión del fluido genera un estado tensional que da como resultado elevadas tensiones sobre la superficie de la tubería que lo rodea. Se requiere elevada elasticidad térmica, baja inercia térmica y un diseño robusto mientras se asegura una operación efectiva en coste.
- 20 Además, se debe tener cuidado en evitar daños por objetos extraños (FOD del inglés "Foreign Object Damage") producidas por partes desprendidas del sistema de transporte del fluido.

- En el estado actual de la tecnología de materiales, no hay materiales que presenten buenas propiedades mecánicas (resistencia y dureza, fatiga, desgaste, deslizamiento,
- 25 corrosión y resistencia contra la fractura) a temperaturas por encima de 1000 °C. A partir de temperaturas superiores a 900 °C, las aleaciones metálicas avanzadas pierden sus propiedades en términos de resistencia y plasticidad. Por encima de estas temperaturas, las opciones disponibles pasan por los materiales cerámicos que mantienen sus propiedades mecánicas a altas temperaturas; sin embargo los materiales cerámicos son
- 30 frágiles y con menos capacidad para hacer frente a las tensiones mecánicas.

- El sistema de tuberías comerciales que transporta un HFT gaseoso en condiciones de operación más próximas (HFT a 700 °C y 5 bar aproximadamente) se encuentra en la industria del petróleo, aplicada a las unidades de craqueado catalítico fluido (FCC). En este caso el fluido es guiado desde estas unidades a un turbo expansor para la
- 35 recuperación de energía eléctrica. Sin embargo, las condiciones del fluido son menos

exigentes desde el punto de vista de presión y temperatura. Por lo tanto, las soluciones aplicables a esta tecnología no responden al problema propuesto en esta invención.

Las cámaras de combustión de turbinas de gas son otras aplicaciones comerciales con requisitos de alta presión y alta temperatura. Esta aplicación difiere de la invención en que

- 5 las cámaras de combustión no transportan un fluido a través de grandes distancias, teniendo un diseño compacto, y porque las paredes de la cámara de combustión, canal de llamas, se refrigeran activamente mediante aire presurizado. En este sentido, evitar la refrigeración activa es un requisito del sistema de tuberías de la invención para no tener pérdidas térmicas. Por lo tanto, la tecnología aplicada a las cámaras de combustión se
- 10 enfoca en preocupaciones diferentes a las del problema estudiado.

Para evitar la transferencia de calor desde el HFT al entorno en cualquier sistema, el aislamiento térmico se realiza generalmente en material cerámico. En sistemas de tuberías, la razón para el uso del aislamiento es doble:

- Minimizar las pérdidas térmicas al ambiente, situando el aislamiento térmico entre el
- 15 sistema y el ambiente.
- Controlar la temperatura para preservar las propiedades mecánicas de los componentes impidiendo así el fallo de los componentes y asegurando la vida útil de diseño. Para este propósito el aislamiento se dispone entre los componentes a proteger y el HFT.

- 20 Las patentes en el estado de la técnica que resuelven aspectos relacionados con fluidos en movimiento a altas temperaturas (por encima de 700 °C) y alta presión pueden dividirse en dos grupos dependiendo del uso del sistema de aislamiento:

- Sistemas con una capa de aislamiento exterior para minimizar las pérdidas térmicas.
- Sistemas con una capa de aislamiento interior para proteger los componentes.

- 25 Las patentes y documentos que proponen una solución con capas de aislamiento exterior están dirigidas a evitar pérdidas térmicas hacia el ambiente. En estos diseños las capas interiores del sistema de tuberías, que están en contacto con el HFT, han de soportar simultáneamente tensiones térmicas y mecánicas. Más aún, los sistemas con aislamiento térmico exterior y refrigeración activa de la carcasa que retiene la presión se caracterizan
- 30 por elevadas pérdidas térmicas. Otros sistemas aislados exteriormente en los que la carcasa de retención de la presión se fabrica con materiales especiales, por ejemplo usadas en la industria espacial, no son aceptables desde un punto de vista del coste económico.

- Con las extremas condiciones de operación tanto de altas presiones como temperaturas
- 35 en el entorno de 1000 °C, el estado actual de la tecnología no dispone de materiales que

soporten estas condiciones en una forma económicamente eficiente en todo el ciclo de vida completo del sistema. Por ejemplo, bajo estos esfuerzos y tensiones los materiales metálicos necesitarían un grosor extremo mientras que los materiales cerámicos son frágiles y no tienen buenas propiedades mecánicas.

- 5 En el estado actual de la técnica, las patentes que proponen sistemas con el comportamiento más próximo son aquellas que tienen capas internas de materiales refractarios y de aislamiento. En estas capas una capa interna de material refractario se dirige a la protección térmica de las capas exteriores. En esta disposición la capa interior aísla el HFT de las capas exteriores, separando las tensiones térmicas de las tensiones mecánicas. Por lo tanto, por un lado, la capa interna soporta las tensiones térmicas y protege las capas exteriores de temperaturas elevadas. Por otro lado, las capas exteriores, hechas de materiales con buenas propiedades mecánicas a menores temperaturas, pueden soportar las tensiones mecánicas generadas en el sistema.

- 10 Sin embargo, esta separación de las tensiones térmicas y mecánicas plantea varias dificultades, por lo que ninguna de las patentes y documentos publicados tienen una solución global y fiable. Las soluciones actualmente conocidas de sistemas aislados internamente no son adecuadas para el problema existente por las siguientes razones: degradación debido a la abrasión para las velocidades de flujo requeridas, pérdida de la resistencia a largo plazo para temperaturas  $>700\text{ }^{\circ}\text{C}$ , elevada inercia térmica (material de hormigón), pérdida de la tolerancia a daños y peligro de FOD, baja resistencia contra las altas cargas de presión dinámica.

- 20 Más aún, la adición de una envolvente interior –metálica, cerámica– en el interior de dicho sistema de fluidos permitiría una velocidad de flujo más elevada. Sin embargo, la aplicación de envolventes interiores metálicas efectivas en costes tiene un límite de fluencia que es demasiado bajo incluso para las tensiones propias debidas a las altas temperaturas de funcionamiento. La aplicación de materiales cerámicos de envolvente interior es demasiado cara en coste. Adicionalmente, un mayor diámetro y menores grosores de paredes del revestimiento interior dan como resultado una baja rigidez ante rápidas caídas de presión del fluido y riesgo de colapso incluso ante una sobrecarga de presión baja desde el exterior.

- 30 Las patentes que proponen el transporte de un fluido en tubos flexibles no permiten elevados caudales máxicos. Además, la pérdida de flexibilidad durante el funcionamiento a largo plazo a altas temperaturas constituye también un riesgo. Otras patentes que proponen sistemas coaxiales aislados internamente con una disposición tubería-en-tubería a contra flujo son críticos en relación al soporte y compensación de los esfuerzos

relativos térmicamente inducidos.

Sólo el documento DE102010029273A1 se acerca a una solución global para la conducción de elevados flujos de fluido a alta velocidad y alta presión a través de grandes distancias. En cualquier caso, la temperatura permisible máxima del fluido en esta solución es de 700 °C. Las patentes restantes proponen resolver problemas parciales  
5 relativos a la alta temperatura y alta presión, pero ninguna de ellas abarca el problema desde un punto de vista global con temperaturas en el entorno de 1000 °C.

Por lo tanto, no hay soluciones ni pilotos ni comerciales en el estado de la técnica que resuelvan el problema del transporte de elevados flujos de fluidos gaseosos a través de  
10 grandes distancias tanto con altas presiones como con temperaturas por encima de 1000 °C.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención se refiere a un sistema de tuberías para el transporte de elevados caudales  
15 de fluidos a alta presión, por encima de 15 bar, y a alta temperatura, por encima de 1000 °C. La invención tiene en cuenta factores que afectan al sistema tales como alta temperatura, presión y desgaste entre otros. Los sistemas de tuberías como los de la invención normalmente tienen una sección circular. Los sistemas de tuberías para el transporte de fluidos a alta temperatura y alta presión tienen aplicación, entre otros, en  
20 plantas de generación. Una aplicación particular se refiere al campo de la energía termosolar, específicamente en el área de las plantas de receptor central. En este sentido, el estado de la técnica de los sistemas de tuberías no satisfacen los requisitos de este uso en términos de resistencia a las cargas térmicas y mecánicas a las que están sometidos.

25 Los parámetros de funcionamiento del HFT para los que se diseña la presente invención son:

- Alta temperatura: 1000 °C
- Elevado caudal másico: 100-400 kg/s
- Alta presión: 15-30 bar
- 30 - Velocidad del fluido media: 35-50 m/s

Los objetivos funcionales principales de la presente invención son:

- Transporte de grandes caudales másicos de fluido a alta temperatura y alta presión
- Guiado del fluido a través de grandes distancias de transporte (100-200 m) y velocidades de flujo medias (35-50 m/s)
- 35 - Posición del sistema tanto en disposición horizontal como vertical

- Ciclo de vida de 15-20 años
- Pérdidas de presión por debajo del 5%
- Pérdidas térmicas por debajo del 5%
- Resistencia termo-mecánica a esfuerzos y tensiones en estados constante y transitorio. Resistencia a cambios de presión dinámicos rápidos y elevados
- Suficiente protección contra la erosión producida por el flujo de fluido
- Alta tolerancia a daños del compuesto (seguridad frente a FOD)
- Aplicación de materiales para una solución del sistema efectiva en coste
- Integración de materiales especiales resistentes a alta temperatura de acuerdo con los materiales del compuesto
- Bajo esfuerzo de mantenimiento y posibilidad de reparaciones menores en el emplazamiento sin desmontaje del sistema.

La invención se refiere a un sistema para el transporte de un fluido a alta temperatura a través de grandes distancias, en el que el fluido a alta temperatura se puede transportar bajo pérdidas de presión mínimas y mínimas pérdidas caloríficas. El sistema es escalable para plantas de cualquier tamaño. El sistema tiene una alta elasticidad térmica, y es robusto para parámetros de planta elevados, tales como altas temperaturas, altas presiones y altos caudales de fluido. Simultáneamente, este sistema garantiza la seguridad contra FOD desprendidos por la acción del flujo de fluido. Junto a una alta durabilidad y larga vida útil, el sistema se puede montar y desmontar, lo que garantiza la posibilidad de un mantenimiento simple. Adicionalmente, esta modularidad del sistema se diseña de tal manera que los módulos pueden tener tanto una posición vertical como horizontal. Todas las tareas se consiguen en un sistema económicamente eficiente.

## 25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción realizada y para comprender mejor la misma, hay un conjunto de dibujos adjuntos en los que, con propósitos de ilustración y no de limitación, se representa, de acuerdo con una realización preferida de la misma, lo siguiente:

30 Figura 1: Disposición del sistema de transporte aplicada a una planta solar de receptor central.

Figuras 2A y 2B: Sección transversal de la invención

Figura 3: Sección axial de la invención

Figuras 4A y 4B: Detalle de la disposición de la capa de pantalla de protección frente a daños por objetos extraños (FOD)

Figuras 5A y 5B: Vista de los bloques refractarios

Figura 6: Conexión por pasadores de las pantallas de protección y bloques refractarios

Referencias numéricas en los dibujos:

Capa interior (1)

5 Capa interior intermedia (2)

Capa exterior intermedia (3)

Capa exterior (4)

Placas (11)

Primer extremo (11A)

10 Segundo extremo (11B)

Primer resalte (11A1)

Primer rebaje (11A2)

Segundo resalte (11B1)

Segundo rebaje (11B2)

15 Perforación (11P)

Lado interior (11I)

Lado exterior (11E)

Hueco de expansión (11G)

Medios de fijación (10)

20 Placa aislante (2A)

Arcos de conexión (22)

Espacio radial (2GR)

Espacio axial (2GA)

Bloques de aislamiento (3A)

25 Primera interfaz (12)

Segunda interfaz (23)

Tercera interfaz (34)

Módulo (100)

Brida (101)

30

## **REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCION**

De acuerdo con la invención, el sistema se monta como un tubo hueco multicapa realizado en varias partes modulares con las mismas dimensiones y características, que se unen con conexiones en brida (101). En esta invención el medio caliente a alta presión

35 es guiado a través del interior del tubo hueco.

La tubería multicapa comprende una pluralidad de capas dispuestas coaxialmente a lo largo de un eje longitudinal (desde el interior al exterior):

- Capa interior (1) hecha de un material cerámico (preferiblemente cordierita)
- Capa interior intermedia (2) compuesta preferiblemente de hormigón refractario o bloques cerámicos formados en vacío
- Capa exterior intermedia (3) de aislamiento térmico micro-poroso o lana de roca
- Capa exterior (4) de aleación de acero

La capa interior (1) que estará en contacto con el fluido, es un material cerámico resistente a la temperatura (preferiblemente cordierita o materiales con características similares). Esta capa interior (1) es una pantalla cerámica protectora para evitar la erosión producida por el flujo de fluido en la capa interior intermedia (2) lo que proporciona alta tolerancia a daños del compuesto, y seguridad frente a FOD (Figuras 2A, 2B, 3). Esta capa interior protectora (1), que comprende una pluralidad de placas cóncavas (11), tiene una estructura con aberturas para permitir la transmisión de las cargas mecánicas derivadas de la alta presión a la capa exterior (4). Las aberturas se forman por el solape a ambos lados de dos placas (11) consecutivas, como en tejas de tejado. Esta capa interior (1) o pantalla se instala concéntricamente alrededor del eje longitudinal del tubo y fijada a la capa refractaria, esto es, a la capa interior intermedia (2), con pasadores cerámicos como medios de fijación (10). Los medios de fijación (10) se sostienen a través de orificios en la capa interior (1) y orificios en la capa interior intermedia (2). La capa interior (1) es una pantalla cerámica protectora, y la capa interior intermedia (2) está hecha de material refractario. Los detalles de los medios de fijación (10) se muestran en las Figuras 4B y 6. Entre la capa interior (1) y la capa interior intermedia (2) hay una primera interfaz (12) en forma de revestimiento concéntrico de fibras cerámicas resistentes y flexibles que actúan como un filtro para evitar que se incorporen al fluido y se transporten posibles partículas sueltas.

La capa interior intermedia (2) es el aislamiento cerámico de alta temperatura. Las placas de aislamiento (2A) son materiales refractarios con baja densidad (preferiblemente entre  $1,5 - 3 \text{ g/cm}^3$ ) que mantienen la resistencia a altas temperaturas por encima de  $1000^\circ\text{C}$ , preferiblemente placas aislantes (2A) cerámicas formadas en vacío o monolíticas. Esta capa interior intermedia (2) se divide en dos zonas: aislamiento duro y aislamiento blando. El aislamiento duro es el área endurecida debido a las altas temperaturas producidas por el flujo de fluido, mientras que el aislamiento blando mantiene sus propiedades flexibles. Esta capa interior intermedia (2) permite una reducción de temperatura de aproximadamente  $600^\circ\text{C}$ . Esta capa interior intermedia (2) se monta con cada placa

aislante (2A) reposando contra la siguiente en dirección tangencial. Existe una conexión por presión entre las placas aislantes (2A) en la dirección circunferencial (véase la Figura 5A). Las placas formadas en vacío (2A) que componen la capa interior intermedia (2) tienen orificios para fijar la pantalla de protección formada por las placas (11) de la capa interior (1) con pasadores cerámicos como medios de fijación (10). Para mantener la capa de placas (2A) unida, una capa elástica de fibras cerámicas fuertes y flexibles, como interfaz secundaria (23), envuelve y cubre la capa de placas formadas en vacío (2A).

La capa exterior intermedia (3) está hecha de fibras prensadas, tales como lana de roca o de aislamiento micro-poroso. La capa exterior intermedia (3) se envuelve alrededor de la capa interior intermedia (2). La capa exterior intermedia (3) tiene un grosor tal que desde la capa externa hasta la capa exterior intermedia (3) no perciban las temperaturas extremas del flujo de fluido. La fibra prensada de aislamiento de la capa exterior intermedia (3) se ha de fijar una la superficie interna de la capa exterior (4) con fijaciones del tipo soldadura. La aplicación de este aislamiento en la capa exterior intermedia (3) tiene la ventaja de que se pueden usar materiales más económicos para la capa exterior (4). En una vista en sección transversal (Figura 2B) se colocan a 120° tres bloques (3A) de aislamiento duro (por ejemplo formados en vacío) actuando como compensadores de expansión radial. Los bloques (3A) se pueden distribuir discretamente a lo largo de meridianos del sistema. Meridianos significan líneas que van longitudinalmente a lo largo del tubo en una dirección paralela al eje del tubo. Los tres bloques (3A) mostrados en la Figura 2B son opcionales, y de acuerdo a diferentes realizaciones de la invención, el sistema puede comprender o no los bloques; por ejemplo la Figura 2A muestra una realización sin bloques (3A).

El sistema se diseña para separar las cargas térmicas de las cargas mecánicas: las capas interiores, en otras palabras, la capa interior (1), la capa interior intermedia (2) y la capa exterior intermedia (3), soportan las cargas térmicas mientras que la capa exterior (4) soporta las cargas mecánicas de un fluido que circula a 1000 °C y 15-30 bar. La capa exterior (4) que rodea los materiales de aislamiento de la capa interior (1), la capa interior intermedia (2) y la capa exterior intermedia (3), soporta las cargas mecánicas con materiales de relativamente bajo precio dado que esta capa, la capa exterior (4), se encuentra a baja temperatura gracias a la capa interior (1), la capa interior intermedia (2) y la capa exterior intermedia (3). Los materiales preferidos para la capa exterior (4) son aceros al carbono y la mayor parte de los aceros inoxidables. Dado que todas las capas (1, 2, 3, 4) son coaxiales y definen un tubo hueco multicapa, los esfuerzos y tensiones aplicados al sistema son constantes en la dirección axial y tangencial.

- La capa exterior (4) de cada módulo (100) tiene bridas (101) para conectar cada módulo (100) con los módulos adyacentes (100). Las conexiones en brida (101) de la capa exterior (4) aseguran un sellado hermético del fluido y que no tengan lugar fugas al ambiente. Cualquier expansión térmica que surja entre módulos (100) queda equilibrada con la introducción de compensadores. Este montaje modular de tubos con dimensiones y características similares hace posible un montaje y desmontaje simple y por ello una inspección y mantenimiento favorables con, si es necesario, intercambio y reparación de componentes individuales. Esta es una ventaja del sistema, dado que asegura una larga vida útil, fácil montaje y desmontaje y un mantenimiento efectivo en coste.
- El sistema modular se diseña para ser auto-compensado, es decir no se espera ninguna expansión térmica significativa en la dirección axial entre módulos de tubos, y por ello no se esperan tensiones térmicas en las bridas de los módulos. Si se provocan pequeñas tensiones en las conexiones en brida, se han de resolver con compensadores periódicos a lo largo del sistema de tuberías.
- Dentro de cada módulo (100), las tensiones térmicas internas debidas a las diferentes expansiones de las capas (1, 2, 3, 4), son afrontadas con el diseño del módulo (100) en sí. El movimiento relativo entre capas de material (1, 2, 3, 4) está permitido, dado que las capas principales, interior (1) y exterior (4), no están fijadas unidas y se permite el movimiento independiente dentro de cada módulo (100). La capa exterior (4) metálica que soporta las cargas mecánicas no ha de percibir las cargas térmicas altas del fluido a alta temperatura. Dado que el coeficiente de expansión térmica de estos materiales es alto, en el entorno de  $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , ha de existir alguna expansión, lo que se resuelve con compensadores en esta conexión en brida (101). Las capas aislantes de material cerámico entre la capa interior (1) y la capa exterior (4), esto es, la capa interior intermedia (2) y la capa exterior intermedia (3), se configuran para adaptar su forma al espacio disponible dependiendo del estado de las cargas térmicas.
- La capa de material refractario que comprende placas de aislamiento formadas en vacío (2A), esto es, la capa interior intermedia (2), se diseña de tal manera que no se transfieren tensiones térmicas entre placas aislantes (2A). Las placas aislantes (2A) tienen una forma que deja un hueco entre placas aislantes (2A) en el área sometida a cargas térmicas (véase las figuras 5A, 5B). Cuando se expanden las placas aislantes (2A), las placas aislantes (2A) rellenan este hueco y por ello se absorben las expansiones. Cuando las placas aislantes (2A) no están sometidas a cargas térmicas, el hueco permanece y no tienen lugar ninguna expansión.
- La capa de pantallas de protección, esto es, la capa interior (1), se diseña de tal manera

que no se transfiere ninguna tensión térmica entre placas (11). De acuerdo con una realización de la invención, las placas(11) tienen una forma tal que deja un hueco de expansión (11G) entre placas (11) en las áreas sometidas a cargas térmicas. Cuando las placas (11)se expanden, las placas (11) rellenan este hueco de expansión (11G) absorbiendo por tanto las dilataciones. Cuando las placas (11) no están sometidas a cargas térmicas, el hueco de expansión (11G) permanece y no tienen lugar ninguna dilatación. Alternativamente, las placas (11) pueden solaparse tangencialmente de modo que permitan un solape variable y eviten una expansión/contracción radial de la capa interior (1). Las placas (11) también pueden estar solapadas axialmente de modo que permitan un solape variable y eviten una expansión/contracción axial de la capa interior (1). En un caso particular de tuberías para fluidos a 15 bar y 1000 °C, las placas solapadas (11) de la pantalla protectora, esto es, de la capa interior (1), puede ser preferiblemente de 300 x 200 x 10 mm. Para las placas aislantes formadas en vacío (2A) de la capa intermedia interior (2), cada placa aislante individual (2A) puede tener un ancho radial de 300 mm. El ancho de la capa intermedia exterior puede ser de 200 mm y el ancho de la capa exterior (4) de aleación de acero puede ser de 20 mm.

Algunas características de la invención son las siguientes:

- Material cerámico dispuesto de forma ajustada que es permeable a gases en el lado interior del aislamiento interno del sistema de transporte de fluido, esto es, la zona interna de la capa interior intermedia (2)
- Compuesto multicapa y multi-material permeable a gases –que incluye la capa interior (1), la capa interior intermedia (2) y la capa exterior intermedia (3)– hasta la carcasa/tubería de retención de presión exterior –la capa exterior (4)–.
- Compuesto multicapa y multi-material que satisface los requisitos y funciones del Sistema de Transporte de Fluidos a Alta Temperatura (HTFTS, del inglés “High Temperature Fluid Transport System”)
- Diseño robusto también para caídas de presión inmediatas en paradas de emergencia.

Las ventajas más importantes de la invención se pueden resumir como sigue:

- Se evita el uso de materiales especiales de alto coste, fabricación y montaje efectivo en coste
- Alta flexibilidad en la aplicación debido al diseño modular del sistema
- Segmentación ajustada del material cerámico en el lado del fluido reduce la cantidad de posibles partículas de material desprendidas (bajo riesgo de FOD)
- Robustez del sistema también ante paradas de emergencia

- Carga significativamente reducida del flujo fluido con partículas procedentes de la abrasión
- Sin riesgo de colapso

5 Teniendo en cuenta lo anterior, una primera realización de la invención, se refiere a un sistema de transporte de fluido a alta temperatura que comprende una pluralidad de capas concéntricas en las que:

- 1a) Una capa interior (1) comprende una pluralidad de placas (11) cerámicas para resistir la alta temperatura generada en el sistema;
- 1b) Una capa exterior (4) se configura para soportar la tensión mecánica generada en el sistema.

De acuerdo con otras características de la invención:

Las placas cerámicas (11) pueden solaparse tangencialmente de modo que permitan un solape variable y para evitar una expansión/contracción radial de la capa interior (1).

15 Las placas cerámicas (11) pueden solaparse axialmente de modo que permitan un solape variable y para evitar una expansión/contracción axial de la capa interior (1).

Las placas cerámicas (11) pueden comprender a lo largo de una dirección axial:

- 4a) un primer extremo (11A);
  - 4b) un segundo extremo (11B) opuesto al primer extremo (11A);
- en el que:
- 20 4c) el primer extremo (11A) se configura para solaparse sobre el segundo extremo (11B) de una placa(11) parcialmente adyacente.
- El primer extremo (11A) de las placas (11) cerámicas puede estar curvado.
- 6a) El primer extremo (11A) de las placas (11) cerámicas s puede comprender un primer resalte (11A1) y un primer rebaje (11A2);
  - 25 6b) El segundo extremo (11B) puede comprender un segundo resalte (11B1) y un segundo rebaje (11B2);
- en el que:
- 6c) el primer resalte (11A1) se puede configurar para ajustar en el segundo rebaje (11B2) de una placa (11) axialmente adyacente;
  - 30 6d) el segundo resalte (11B1) se puede configurar para ajustar en el primer rebaje (11A2) de una placa (11) axialmente adyacente;

La capa interior (1) puede comprender un hueco de expansión (11G) entre placas (11) cerámicas configurado para permitir la expansión/contracción de las placas (11) cerámicas y para evitar una expansión/contracción de la capa interior (1).

35 Las placas cerámicas (11) pueden comprender:

- 8a) un lado interior (11I) en contacto con el fluido;
- 8b) un lado exterior (11E) opuesto al lado interior (11I);
- 8c) una perforación (11P):
  - 8c1) que conecta el lado interior (11I) y el lado exterior (11E);

- 5        8c2) configurada para permitir el intercambio de fluido y presión entre el lado interior (11I) y el lado exterior (11E).

El sistema de transporte de fluido a alta temperatura puede comprender una capa interior intermedia (2) entre la capa interior (1) y la capa exterior (4), configurada para aislar térmicamente la capa exterior (4) de la capa interior (1).

- 10 El sistema de transporte de fluido a alta temperatura puede comprender medios de fijación (10) para fijar las placas (11) cerámicas a la capa interior intermedia (2).

La capa interior intermedia (2) puede comprender una pluralidad de placas aislantes (2A).

Las placas aislantes (2A) pueden comprender:

- 12a) una geometría configurada para permitir una expansión/contracción tangencial de la placa aislante (2A) y para evitar una expansión/contracción radial de la capa interior intermedia (2);
- 15        13a) una geometría configurada para permitir una expansión/contracción axial de la placa aislante (2A) y para evitar una expansión/contracción axial de la capa interior intermedia (2).

- 20 La capa interior intermedia (2) puede comprender arcos de conexión (22) entre placas aislantes (2A) de modo que formen un anillo aislante a partir de placas aislantes (2A).

La capa interior intermedia (2) puede comprender un hueco radial (2GR) entre placas aislantes (2A) configurado para permitir la expansión/contracción de las placas aislantes (2A) y para evitar una expansión/contracción radial de la capa interior intermedia (2).

- 25 La capa interior intermedia (2) puede comprender un hueco axial (2GA) entre placas aislantes (2A) configurado para permitir la expansión/contracción de las placas aislantes (2A) y para evitar una expansión/contracción axial de la capa interior intermedia (2).

La capa interior intermedia (2) puede comprender un material seleccionado de entre hormigón refractario y bloques cerámicos formados en vacío.

- 30 El sistema de transporte de fluido a alta temperatura puede comprender una capa exterior intermedia (3) entre la capa interior intermedia (2) y la capa exterior (4), configurada para aislar térmicamente la capa exterior (4) de la capa interior intermedia (2).

La capa exterior intermedia (3) puede comprender un material seleccionado de entre un material de aislamiento térmico micro-poroso y lana de roca.

- 35 La capa exterior intermedia (3) puede comprender una pluralidad de bloques aislantes

(3A) configurados para mantener la estructura concéntrica entre la capa interior intermedia (2), la capa exterior intermedia (3) y la capa exterior (4).

Los bloques aislantes (3A) pueden distribuirse uniformemente en un anillo.

Los bloques aislantes (3A) pueden estar espaciados 120° entre sí.

- 5 Los bloques aislantes (3A) pueden estar distribuidos discretamente a lo largo de meridianos del sistema.

El sistema de transporte de fluido a alta temperatura puede comprender una primera interfaz (12) entre la capa interior (1) y la capa interior intermedia (2).

La primera interfaz (12) puede comprender un revestimiento de fibras cerámicas flexibles.

- 10 El sistema de transporte de fluido a alta temperatura puede comprender una segunda interfaz (23) entre la capa interior intermedia (2) y la capa exterior intermedia (3).

La segunda interfaz (23) puede comprender un revestimiento concéntrico de fibras cerámicas resistentes y flexibles actuando como filtro. El sistema de transporte de fluido a alta temperatura puede comprender una tercera interfaz (34) entre la capa exterior

- 15 intermedia (3) y la capa exterior (4).

La tercera interfaz (34) puede comprender una unión adhesiva con cola.

El sistema de transporte de fluido a alta temperatura puede comprender una pluralidad de módulos (100) en los que la capa exterior (4) de cada módulo (100) comprende una brida (101) configurada para conectar módulos (100) adyacentes.

20

REIVINDICACIONES

1. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura que comprende una pluralidad de capas concéntricas **caracterizado por que** el sistema comprende:
  - 5 1a) una capa interior (1) que comprende una pluralidad de placas (11) cerámicas
  - 1b) una capa exterior (4)
2. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** las placas (11) cerámicas están:
  - 10 2a) tangencialmente solapadas de modo que permitan un solape variable y para evitar una expansión/contracción radial de la capa interior (1).
3. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** las placas (11) cerámicas están:
  - 15 3a) axialmente solapadas de modo que permitan un solape variable y para evitar una expansión/contracción axial de la capa interior (1).
4. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** las placas (11) cerámicas comprenden a lo largo de una dirección axial:
  - 20 4a) un primer extremo (11A);
  - 4b) un segundo extremo (11B) opuesto al primer extremo (11A);en el que:
  - 4c) el primer extremo (11A) se configura para solaparse sobre el segundo extremo
  - 25 (11B) de una placa (11) axialmente adyacente.
5. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizado por que** el primer extremo (11A) está curvado.
6. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizado por que**:
  - 30 6a) el primer extremo (11A) comprende un primer resalte (11A1) y un primer rebaje (11A2);
  - 6b) el segundo extremo (11B) comprende un segundo resalte (11B1) y un segundo
  - 35 rebaje (11B2);

en el que:

- 6c) el primer resalte (11A1) se configura para ajustar en el segundo rebaje (11B2) de una placa (11) axialmente adyacente;
- 6d) el segundo resalte (11B1) se configura para ajustar en el primer rebaje (11A2) de una placa (11) axialmente adyacente.

7. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** la capa interior (1) comprende un hueco de expansión (11G) entre las placas (11) cerámicas.

10

8. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** las placas (11) cerámicas comprenden:

- 8a) un lado interior (11I) en contacto con el fluido;
- 8b) un lado exterior (11E) opuesto al lado interior (11I);
- 8c) una perforación (11P):
  - 8c1) que conecta el lado interior (11I) y el lado exterior (11E);
  - 8c2) configurada para permitir el intercambio de fluido y presión entre el lado interior (11I) y el lado exterior (11E).

9. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1 **que comprende** una capa interior intermedia (2) entre la capa interior (1) y la capa exterior (4).

10. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 9 **que comprende** medios de fijación (10) para fijar las placas (11) cerámicas a la capa interior intermedia (2).

11. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 9 **caracterizado por que** la capa interior intermedia (2) comprende:

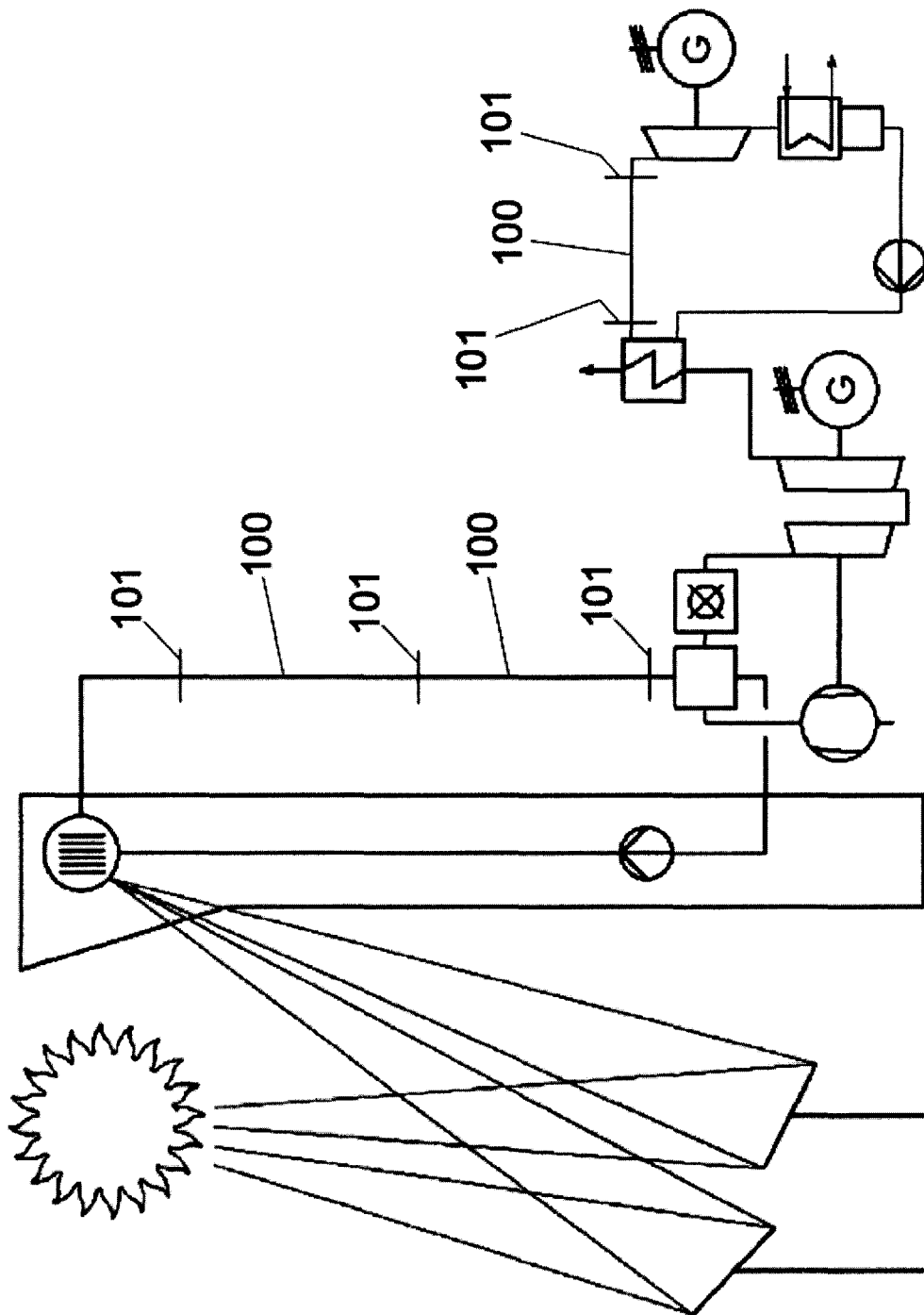
- 11a) una pluralidad de placas aislantes (2A).

12. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 11 **caracterizado por que** la capa interior intermedia (2) comprende unos arcos de conexión (22) entre placas aislantes (2A) de modo que formen un anillo aislante a partir de placas aislantes (2A).

13. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 11 **caracterizado por que** la capa interior intermedia (2) comprende un hueco radial (2GR) entre placas aislantes (2A).
- 5 14. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 11 **caracterizado por que** la capa interior intermedia (2) comprende un hueco axial (2GA) entre placas aislantes (2A).
- 10 15. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 9 **caracterizado por que** la capa interior intermedia (2) comprende un material seleccionado de entre hormigón refractario y bloques cerámicos formados en vacío.
- 15 16. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 9 **que comprende** una capa exterior intermedia (3) entre la capa interior intermedia (2) y la capa exterior (4).
- 20 17. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 16 **caracterizado por que** la capa exterior intermedia (3) comprende un material seleccionado de entre un material de aislamiento térmico micro-poroso y lana de roca.
- 25 18. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 16 **caracterizado por que** la capa exterior intermedia (3) comprende una pluralidad de bloques aislantes (3A) configurados para mantener la estructura concéntrica entre la capa interior intermedia (2), la capa exterior intermedia (3) y la capa exterior (4).
- 30 19. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 18 **caracterizado por que** los bloques aislantes (3A) se distribuyen uniformemente en un anillo.
- 35 20. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 19 **caracterizado por que** los bloques aislantes (3A) están separados 120° entre sí.
21. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 18 **caracterizado por que** los bloques aislantes (3A) se distribuyen discretamente a lo largo de meridianos del sistema.

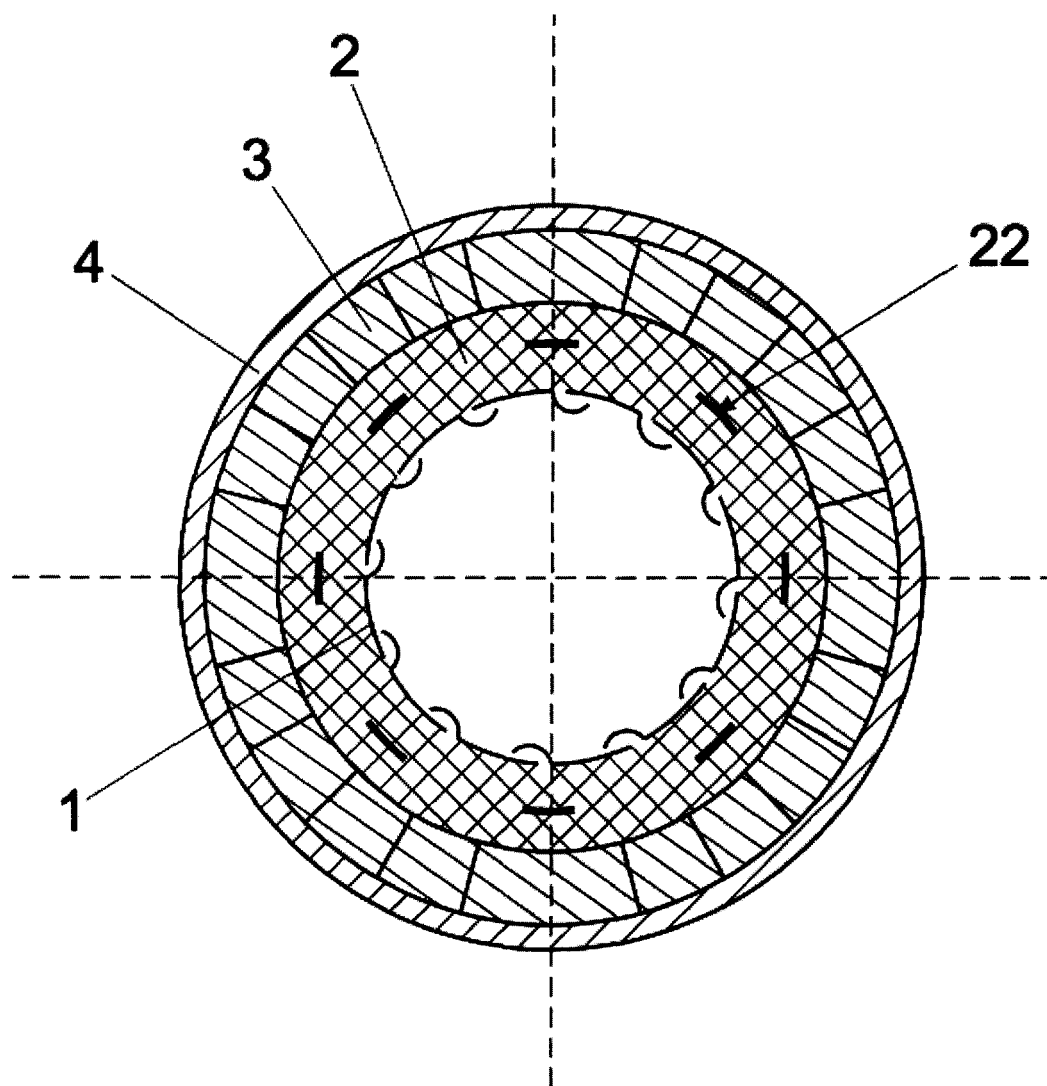
22. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 9 **que comprende:**
- 22a) una primera interfaz (12) entre la capa interior (1) y la capa interior intermedia (2).
- 5 23. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 22 **caracterizado por que** la primera interfaz (12) comprende un revestimiento de fibras cerámicas flexibles.
24. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 16 **que comprende:**
- 10 24a) una segunda interfaz (23) entre la capa interior intermedia (2) y la capa exterior intermedia (3).
25. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 24 **caracterizado por que** la segunda interfaz (23) comprende revestimiento concéntrico de fibras cerámicas resistentes y flexibles actuando como filtro.
- 15 26. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 16 **que comprende:**
- 20 26a) una tercera interfaz (34) entre la capa exterior intermedia (3) y la capa exterior (4).
27. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 26 **caracterizado por que** la tercera interfaz (34) comprende una unión adhesiva con cola.
- 25 28. Sistema de transporte de fluidos a alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1 **que comprende** una pluralidad de módulos (100) en los que la capa exterior (4) de cada módulo (100) comprende una brida (101) configurada para conectar módulos (100) adyacentes.

30

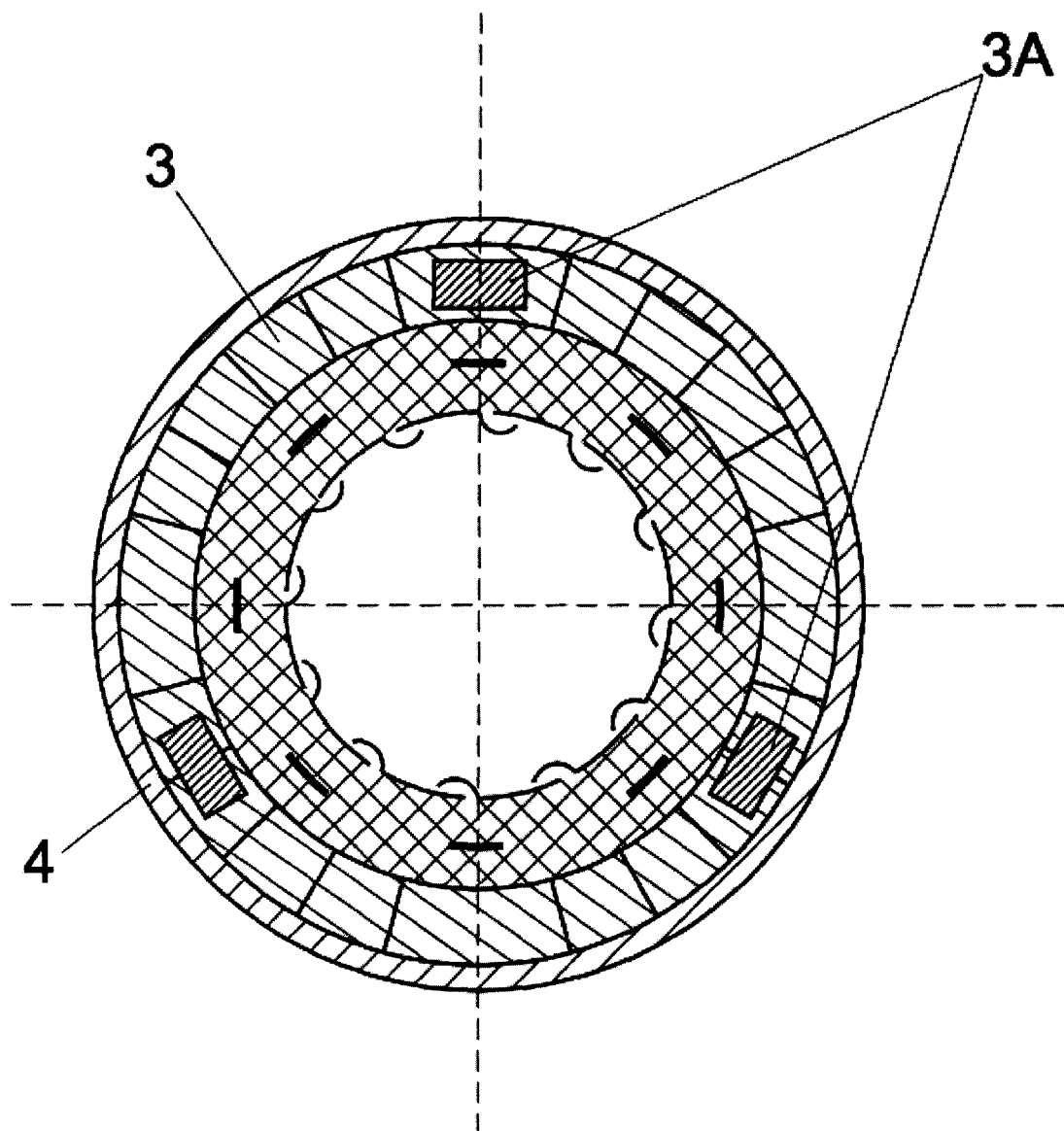


**Fig. 1**

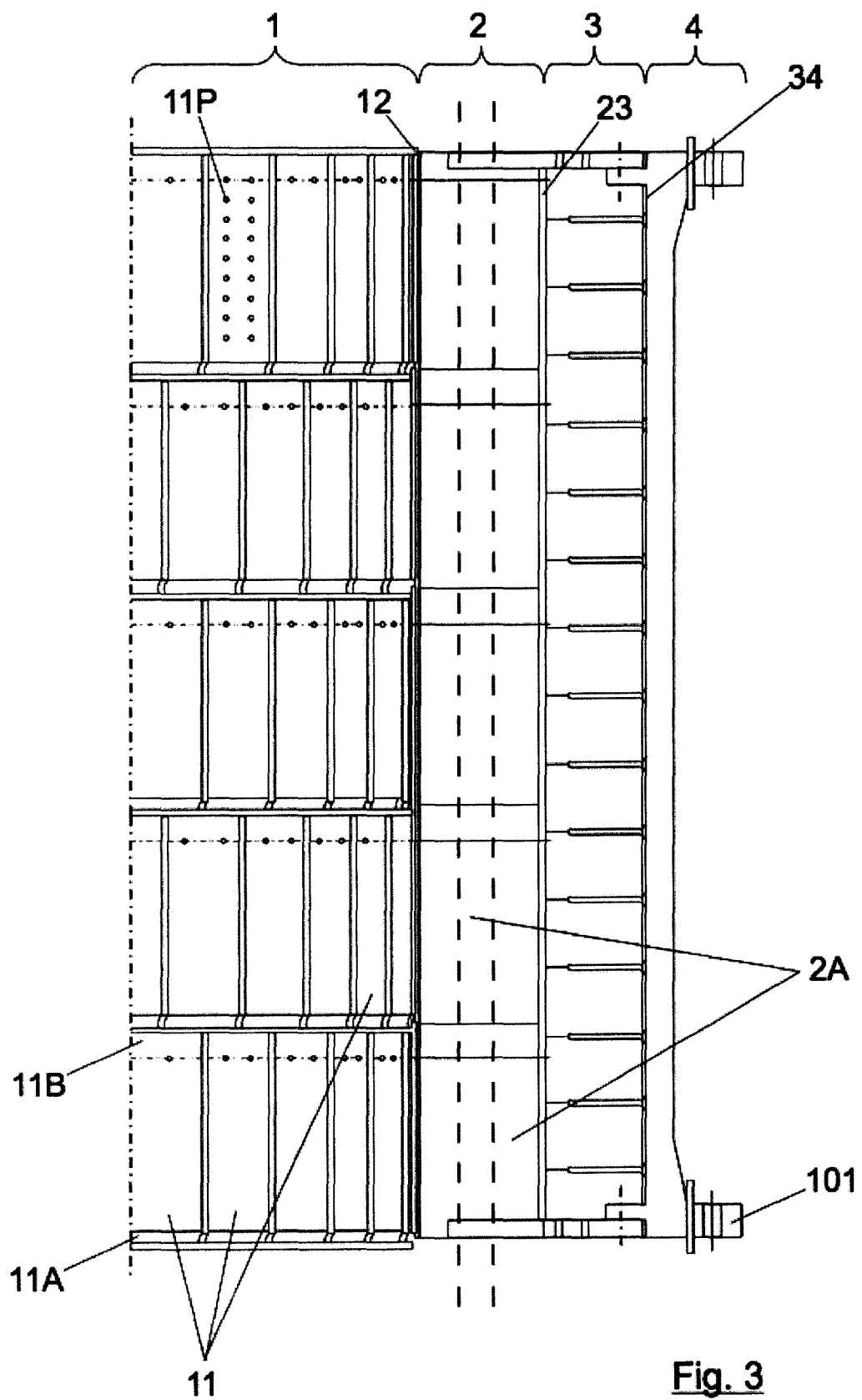
19



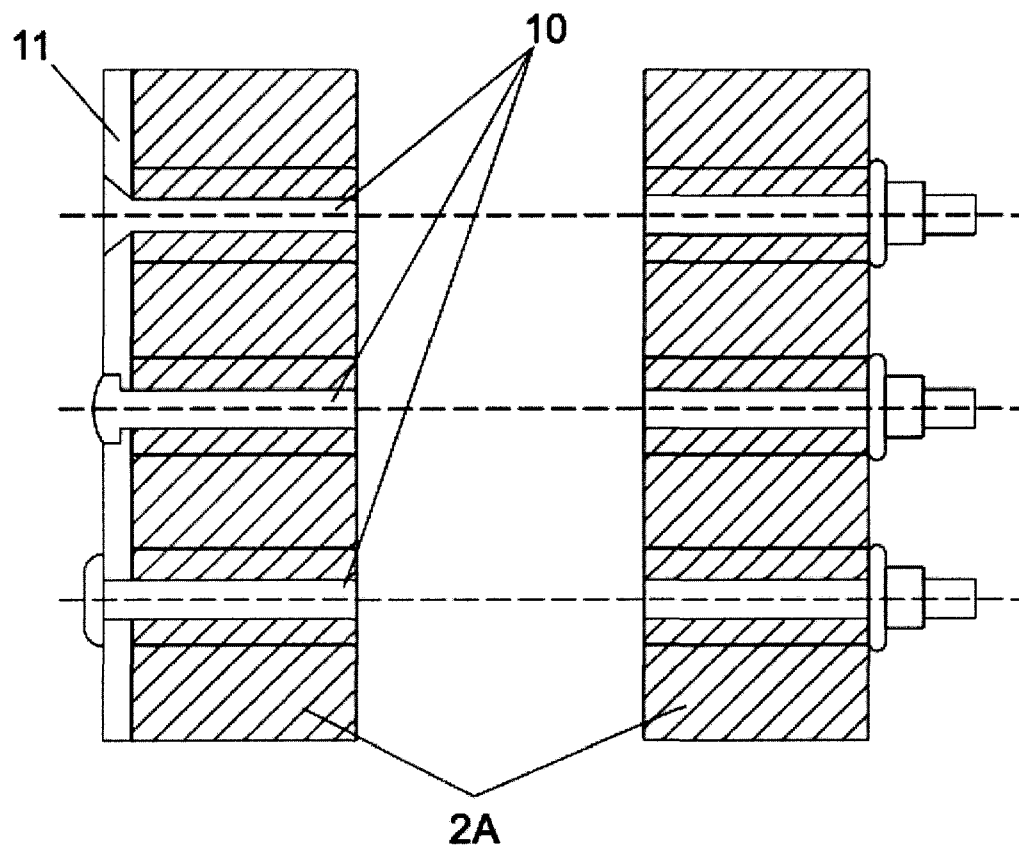
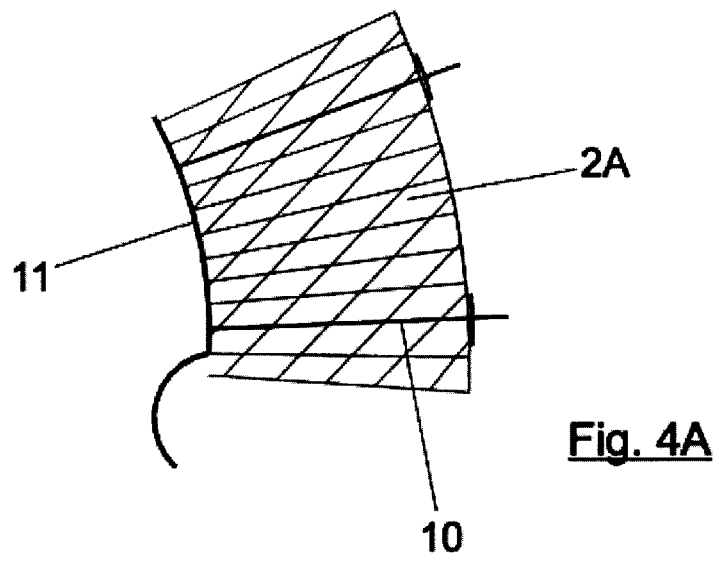
**Fig. 2A**

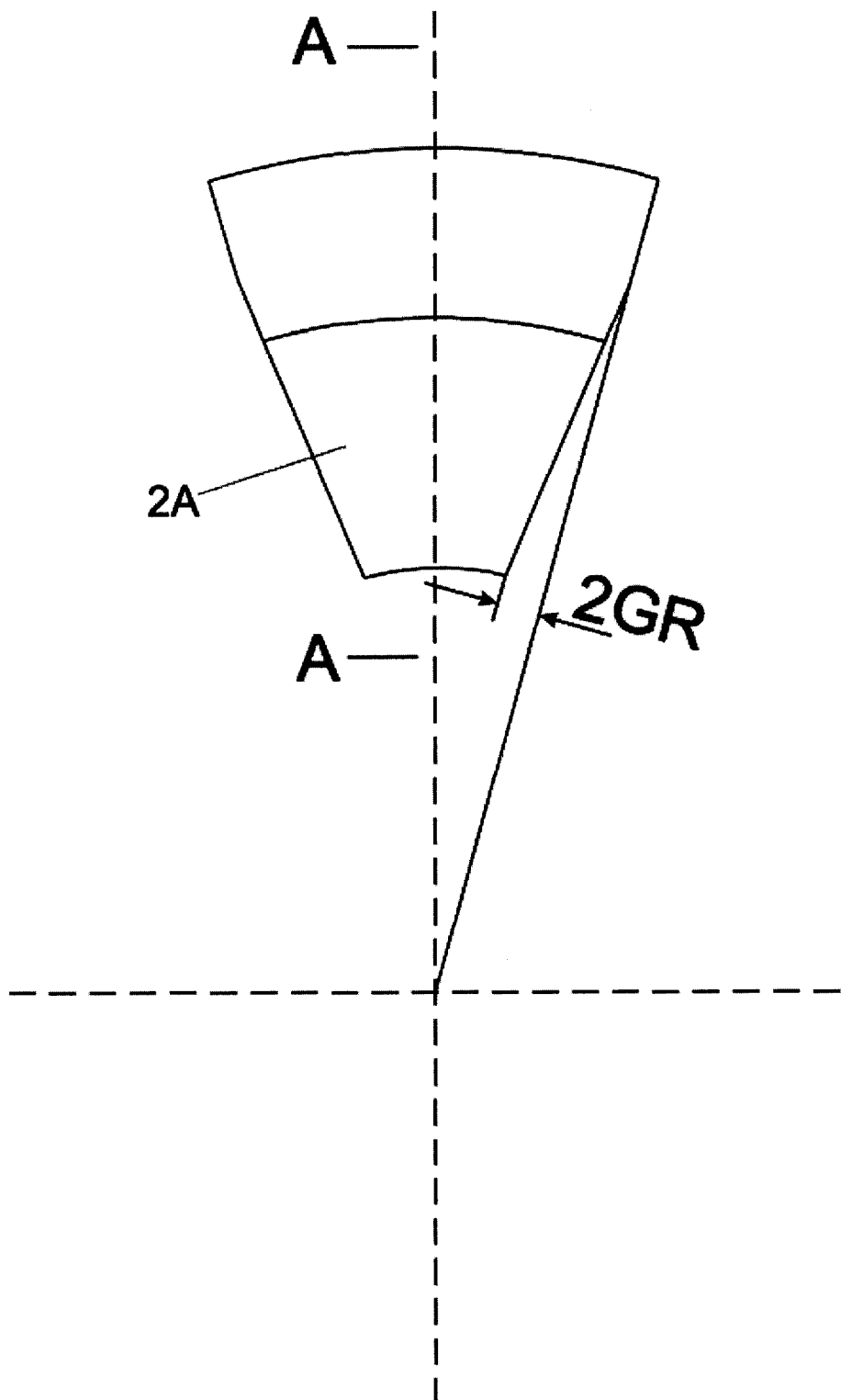


**Fig. 2B**

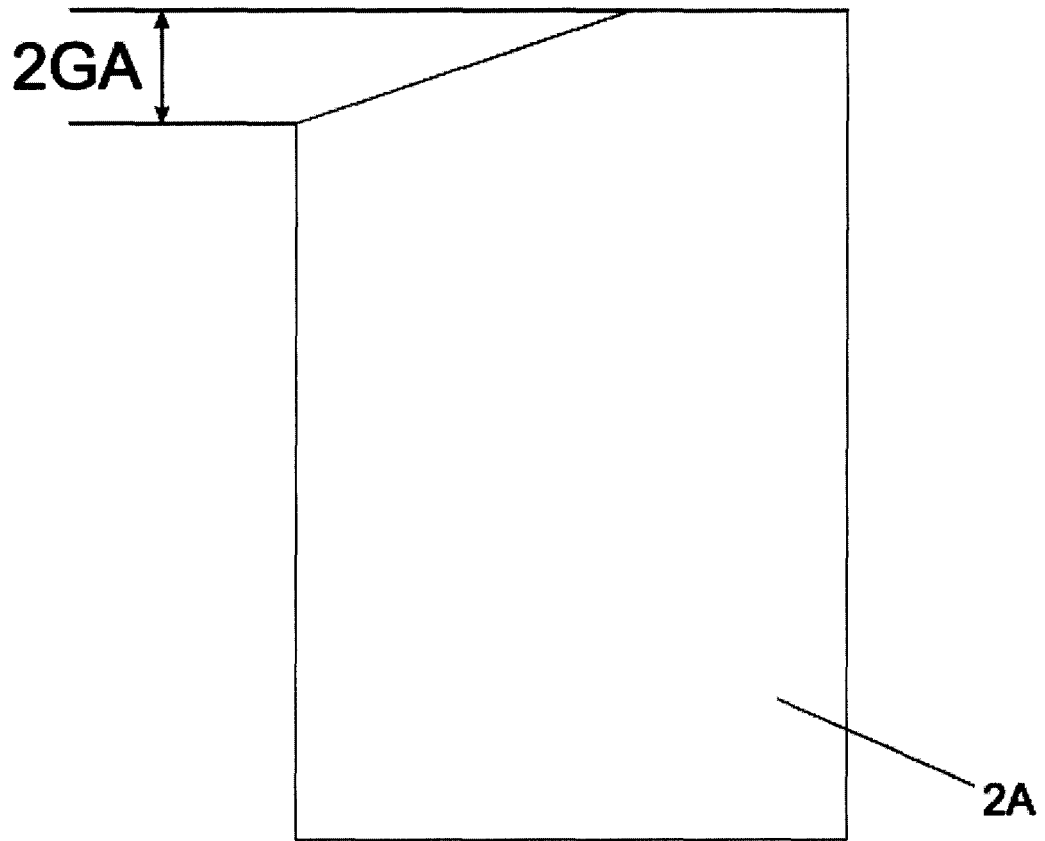


**Fig. 3**



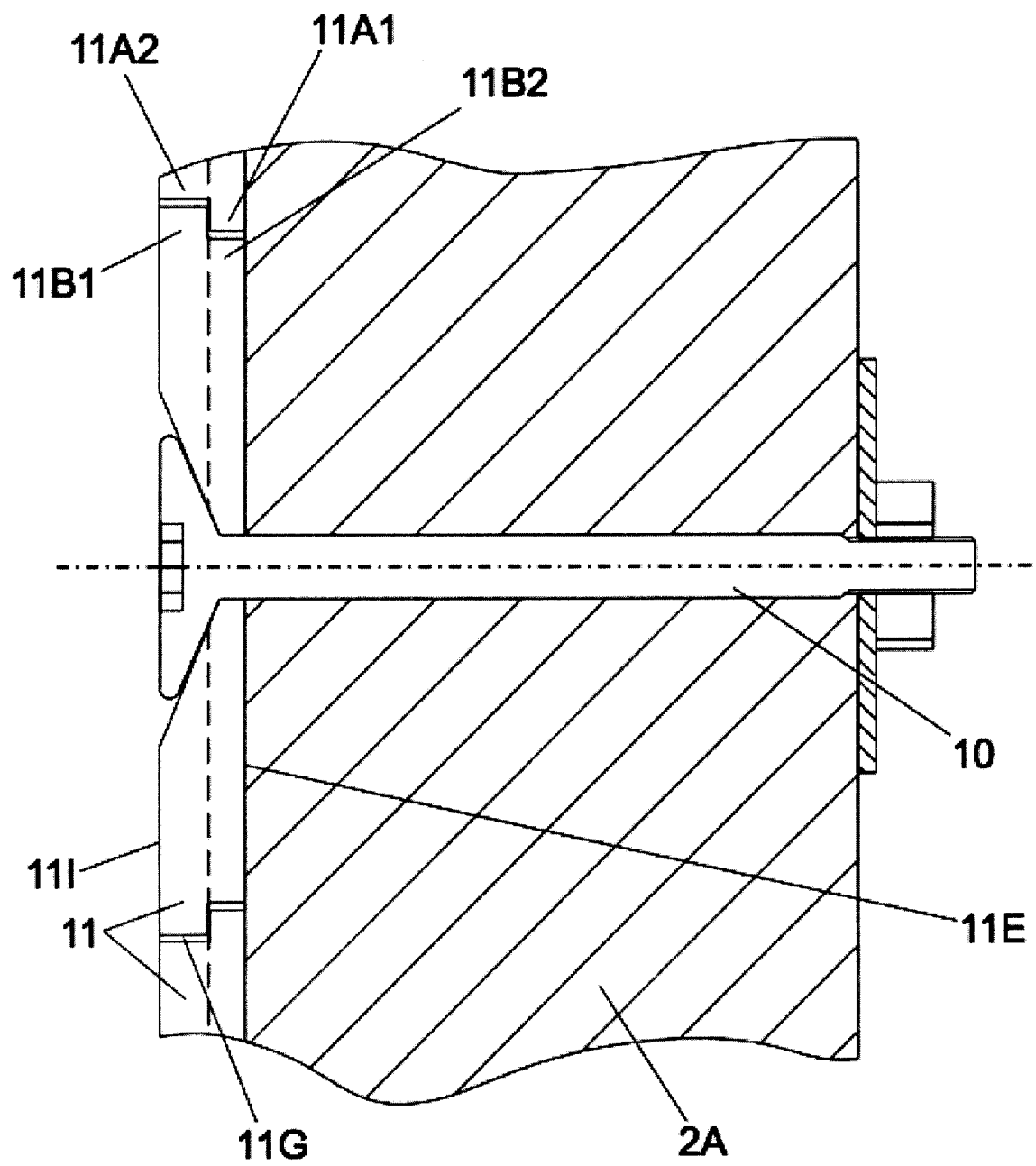


**Fig. 5A**



**A-A**

**Fig. 5B**



**Fig. 6**



- ②① N.º solicitud: 201400769  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.09.2014  
③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                          | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | US 4732177 A (MAUS WOLFGANG et al.) 22.03.1988, columnas 2,3; figuras 1-3.     | 1,3,4,7                    |
| Y         |                                                                                | 9,11,16,17,28              |
| A         |                                                                                | 22,23                      |
| Y         | US 4155377 A (HORIE EIZI et al.) 22.05.1979, columna 3, líneas 45-55; figuras. | 9,11,16,17                 |
| A         |                                                                                | 22,23                      |
| Y         | US 4804207 A (BERCHEM RUETGER et al.) 14.02.1989, resumen; figuras.            | 28                         |
| A         | ES 2028381 T3 01.07.1992, columna 5; figura.                                   | 6,17                       |
| A         | US 4237668 A (MATHUSIMA TOKUNORI et al.) 09.12.1980, todo el documento.        | 1-28                       |
| A         | DE 3341869 A1 (BALCKE DUERR AG) 30.05.1985, todo el documento.                 | 1-28                       |
| A         | GB 2021232 A (KRAFTWERK UNION AG) 28.11.1979, todo el documento.               | 1-28                       |
| A         | US 4582094 A (STAUSEBACH DIETER) 15.04.1986, todo el documento.                | 1-28                       |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
29.02.2016

Examinador  
A. Pérez Igualador

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**F16L59/147** (2006.01)

**F16L59/21** (2006.01)

**F16L9/14** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F16L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.02.2016

**Declaración**

|                                                 |                                         |           |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 2,5,6,8-28             | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1,3,4,7                | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones 2,5,6,8,10,12-15,18-27 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1,3,4,7, 9,11,16,17,28 | <b>NO</b> |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación   | Fecha Publicación |
|-----------|---------------------------------------|-------------------|
| D01       | US 4732177 A (MAUS WOLFGANG et al.)   | 22.03.1988        |
| D02       | US 4155377 A (HORIE EIZI et al.)      | 22.05.1979        |
| D03       | ES 2028381 T3                         | 14.02.1989        |
| D04       | US 4804207 A (BERCHEM RUETGER et al.) | 01.07.1992        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 describe una tubería diseñada para soportar el tránsito de fluidos a presiones y temperaturas muy altas, 950°C, 40 bares, por ejemplo.

Consta de dos capas, una exterior metálica y otra interior formada por placas cerámicas que están superpuestas unas sobre otras. Están solapadas axialmente. El extremo primero de cada placa está configurado para ser superpuesto sobre el extremo segundo de la placa siguiente, y viceversa (ver figura 3).

Por tanto el objeto de las reivindicaciones 1ª, 3ª y 4ª no es nuevo.

Hay un hueco de expansión entre las placas cerámicas como puede verse en la figura 3.

Por ello el objeto de la reivindicación 7ª no es nuevo.

El documento D02 describe un tubo para transportar un fluido muy caliente, por ejemplo el gas generado por un reactor nuclear.

Consta de cuatro capas:

-tubo interior de acero

-tubo refractario compuesto por bloques de sección de cilindro (ver figura 4)

-capa elástica que es aislante térmica

-tubo exterior de acero

La capa compuesta de bloques es expansible y contraíble para responder a la tensión generada por los cambios de temperatura. Por ello este documento divulga la característica técnica de las reivindicaciones 9ª, 11ª. Aunque no las características de las otras reivindicaciones referentes a la capa intermedia (2) de la invención ya que no aparecen en D02 los arcos de conexión ni los huecos radiales y axiales.

Se considera que la capa 6 de D02 (capa exterior intermedia de aislamiento) afecta a las reivindicaciones 16ª y 17ª.

Por ello se considera que D02 en combinación con D01 afecta a la actividad inventiva de dichas reivindicaciones (9ª, 11ª, 16ª, 17ª)

El documento D03 describe un tubo térmicamente aislado para gases calientes bajo presión compuesta de un tubo envolvente metálico, un tubo guiado central concéntrico resistente a altas temperaturas y entre ambos material aislante en forma de fibras, por ejemplo lana mineral. El tubo central es cerámico y se compone de una pluralidad de tubos que se conectan entre sí de modo similar a como se conectan las placas cerámicas de la solicitud según está reivindicado en la reivindicación 6ª. No obstante, por no ser placas no se considera que afecte a la actividad inventiva.

El documento D04 describe un tubo de dos capas que comprende una pluralidad de módulos unidos con bridas. En combinación con D01 afectaría a la actividad inventiva de la reivindicación 28ª.

En conclusión,

-el objeto de las reivindicaciones 1ª, 3ª, 4ª y 7ª no es nuevo,

-el objeto de las reivindicaciones 9ª, 11ª, 16ª, 17ª y 28ª no implica actividad inventiva,

-el objeto de las reivindicaciones 2ª, 5ª, 6ª, 8ª, 10ª, 12ª-15ª, 18ª-27ª es nuevo e implica actividad inventiva.

(Art. 4º, 6º y 8º de la Ley de Patentes 11/1986).