

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 818**

51 Int. Cl.:
F28F 3/04 (2006.01)
F28F 3/08 (2006.01)
F28F 21/02 (2006.01)
F28F 21/04 (2006.01)
F28F 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05018507 .3**
96 Fecha de presentación: **25.08.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1757887**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2007**

54 Título: **BLOQUE INTERCAMBIADOR DE CALOR.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.02.2012

73 Titular/es:
SGL CARBON SE
RHEINGAUSTRASSE 182
65203 WIESBADEN, DE

72 Inventor/es:
Franz, Marcus y
Künzel, Jürgen

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 374 818 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

Bloque intercambiador de calor

La presente invención se refiere a un bloque intercambiador de calor.

5 En el documento DE 508965 C se describe un bloque intercambiador de calor con fluidos como medios de intercambio de calor. El diseño del bloque intercambiador de calor con canales igual de grandes para los medios de intercambio de calor sólo hace esperar un sobrecalentamiento del elemento que absorbe calor que sólo tras el bloque intercambiador de calor, en una cámara de expansión rápida, deriva en una evaporación.

Por el modelo de utilidad DE 29604521 U1 se conoce un cuerpo intercambiador de calor compuesto de placas de grafito. En el interior de este intercambiador de calor hay sistemas de canales para dos medios.

10 Los canales para el medio gaseoso que libera calor (en lo que sigue se denominarán canales de gases de humos) se forman por las ranuras hechas en la superficies de las placas en contacto, entre las que quedan nervios. Al menos dos placas de este tipo se ensamblan de modo que las ranuras de las superficies de las dos placas que están en contacto se complementan y de esta manera se forman canales que quedan limitados por los nervios en contacto de ambas placas.

15 Los canales para el segundo medio, medio a calentar, (en lo que sigue se denominará medio frío) son perforaciones que atraviesan las placas. El espesor de las placas se elige de tal modo que entre los dos sistemas de canales sólo haya una barrera de material fina que impida poco la transmisión de calor, pero cuyo espesor sea suficiente para separar los sistemas de canales herméticamente y garantizar resistencia mecánica.

Las superficies de las placas son lisas por fuera.

20 Las placas se mantienen unidas herméticamente mediante un pegamento o mediante juntas de estanqueidad y anclas con tirante o tensoras.

Se pueden disponer varios pares de placas en contacto o uno junto a otro. Esta construcción modular permite una adaptación específica de la capacidad del intercambiador de calor para distintos requisitos.

25 Los sistemas de canales pueden estar dispuestos en paralelo o perpendicularmente dependiendo de si se pretende guiar el medio en el mismo sentido de flujo o a contraflujo o como flujo cruzado. Para la guía en paralelo de los medios es necesario, sin embargo, un coste de fabricación y procesamiento notablemente más alto para conseguir separar la corriente a calentar y a enfriar.

30 En la guía en paralelo de los medios los orificios extremos de ambos sistemas de canales están en el mismo lado frontal de las placas. Es decir, en los lados frontales respectivos están previstos sistemas de conexión (cabeceras) para dos corrientes de medios separadas.

35 Para mantener la barrera de material entre los dos sistemas de canalizaciones tan pequeña como se pueda las perforaciones discurren entre las ranuras hechas en las superficies de las placas, es decir, están en un plano cerca o por encima del fondo de las ranuras. Los sistemas de canales quedan, por decirlo así, entrecruzados. Esto deriva en que los orificios extremos de los canales de gases de humos y los orificios extremos de los canales del medio frío estén en los lados frontales de las placas muy próximos el uno al otro. Así para la alimentación y la distribución de los medios a cada sistema de canales respectivo o para mezclar las subcorrientes de los canales y la descarga resultan necesarias cabeceras especialmente diseñadas que hacen posible en espacio mínimo cargar/descargar por separado los diferentes medios.

40 Como alternativa se propone en el documento DE 29604521 cerrar las perforaciones por sus extremos de los lados frontales, por ejemplo, mediante tapones pegados y hacer perforaciones afluentes desde las superficies de las placas hasta las perforaciones que forman los canales del medio frío de modo que se pueda hacer la carga y la descarga del medio frío desde las superficies de las placas. Esta variante si bien resuelve el problema de espacio en las superficies frontales resulta más costosa de producir ya que para cada perforación se tienen que cerrar herméticamente los orificios extremos frontales y además se tienen que hacer dos perforaciones afluentes.

45 Por tanto, en la práctica se aplica preferentemente la guía de flujo cruzado aunque se consiga un enfriamiento más efectivo a contra flujo.

50 Los canales de gases humos están diseñados preferentemente de tal manera que por un lado se consiga una proporción alta entre la superficie de transmisión (superficie de la pared) y el volumen del canal, y por otro lado la sección transversal libre para la corriente sea suficiente para garantizar la descarga de los gases por convección natural. Esto se consigue mediante canales en forma de rendijas con una proporción alta entre profundidad y anchura. La producción de las ranuras que forman los canales de gases humos se hace mayormente mediante fresado.

Los canales para el medio frío siempre tienen una sección circular ya que se hacen taladrando. El diseño de estos

canales como perforaciones resulta sin embargo inconveniente debido al alto coste de procesamiento.

Además, que las secciones transversales del canal resulten de forma circular debido al proceso de taladrado es desfavorable para la transmisión de calor. Para una forma fija de los canales el coeficiente α de transmisión de calor entre las superficies de las paredes y el medio frío, que por su parte, depende entre otros del estado de flujo del medio frío y de la forma geométrica de la superficie de transmisión de calor, sólo se puede aumentar más incrementando la velocidad del flujo del medio frío por las perforaciones.

Así el objetivo de la presente invención es diseñar un bloque intercambiador de calor compuesto de placas en el que no se haga la guía del medio frío por perforaciones.

Además el intercambiador de calor según la invención hará posible una guía a contraflujo de la corriente de gases y del medio frío sin un coste constructivo alto.

El objetivo se consigue porque en el bloque intercambiador de calor según la invención la transmisión de calor transcurre hacia el medio frío a través de las superficies de las dos placas orientadas hacia fuera que comprenden los canales de gases humos. Para ello en el bloque intercambiador de calor según la invención están previstos espacios que quedan inundados por el medio de frío conectados directamente a las superficies de las placas que orientadas hacia fuera que comprenden los canales de gases de humos.

Un bloque intercambiador de calor según la invención (figura 1) comprende:

- dos placas 1a, 1b que se complementan y cuyas superficies adyacentes tienen ranuras 2a, 2b que quedan delimitadas por nervios 3a, 3b siendo complementarias las ranuras 2a, 2b en ambas superficies de las placas y de esta forma formando canales 2 de flujo para un medio gaseoso que quedan delimitados por los nervios 3a, 3b en contacto de ambas placas 1a, 1b. estando hechas las placas de grafito, un material cerámico o un material compuesto de una matriz polimérica con una alta fracción de partículas conductoras de calor distribuidas en ella.
- espacios 5a, 5b bañados por el medio frío adyacentes a las superficies 4a, 4b de las placas 1a, 1b orientadas hacia fuera y que hacen de superficies de transmisión de calor y que quedan delimitados respectivamente por una cubierta 6a, 6b puesta en la placa 1a respectivamente 1b de material metálico.
- Juntas 7a, 7b perimetrales para la hermetizar el hueco entre las superficies 4a, 4b de las placas y los bordes de las cubiertas 6a, 6b
- Medios para hermetizar el hueco entre las placas 1a, 1b
- Medios 8 para mantener el bloque unido
- Conexiones (9, 9') de gases de humos estando fijada cada conexión (9, 9') de gases humos a ambas cubiertas (6a, 6b) mediante tornillos y un anillo (10, 10') de retención

Otras ventajas, detalles y variantes de la invención se pueden extraer de las figuras y de la siguiente descripción detallada.

Las figuras muestran:

- la figura 1 estructura esquemática de un bloque intercambiador de calor según la invención
- la figura 2: el intercambiador de calor según la invención con las conexiones para los gases de humos
- la figura 3: vista en perspectiva de un diseño ventajoso del bloque intercambiador de calor según la invención
- la figura 4: sección transversal de otro diseño ventajoso del bloque intercambiador de calor según la invención
- la figura 5 bloque intercambiador de calor según el estado de la técnica (ejemplo comparativo)

En las figuras 1-5 se representa el bloque intercambiador de calor según la invención, por sencillez, siempre tumbado, es decir los canales 2 de gases de humos discurren en la dirección horizontal. Esto no supone establecer una forma determinada de la colocación o del montaje, el bloque intercambiador de calor según la invención, por supuesto, se puede hacer funcionar también estando de pie (los canales 2 de gases de humos se prolongan según la dirección vertical). La forma de colocarlo la decide el técnico basándose en el caso de aplicación respectivo.

Las placas 1a, 1b que rodean los canales de gases de humos pueden, como se conoce por el documento DE 29604521 U1, ser de grafito sintético cuyos poros se ocluyen mediante impregnación, o estar hechas de material compuesto de una matriz polimérica con una alta fracción de partículas conductoras de calor distribuidas en ella, por ejemplo, partículas de grafito o de carburo de silicio. La presente invención, sin embargo, no queda solo abierta a estos materiales. Las placas 1a, 1b también podrían hacerse en principio de materiales metálicos. Hay que tener en

cuenta, a la hora de elegir material de las placas 1a, 1b la temperatura y la corrosividad del medio gaseoso a enfriar.

Con respecto al diseño de los canales 2 de gases de humos se aplican las reflexiones ya expuestas en el documento DE 29604521 U1. Para conseguir una sección transversal del canal que sea ventajosa para el flujo y proporcione una superficie grande de transmisión de calor se prefieren ranuras 2a, 2b de una gran profundidad con respecto a su anchura. La proporción de la anchura de la ranura con respecto a la profundidad de la ranura puede llegar hasta aproximadamente 1:50, siendo particularmente ventajosa, considerando la tecnología de producción y procesamiento de aparatos de grafito, una proporción de aproximadamente entre 1:1 y 1:10. Al ensamblar las placas 1a, 1b las ranuras 2a, 2b profundas y estrechas se complementan formando canales 2 de tipo rendija. El espesor de las placas 1a, 1b se diseña de modo que la distancia entre los fondos de la ranuras 2a, 2b que forman los canales 2 de gases de humo y las superficies 4a, 4b de las placas 1a, 1b que hacen de superficies de transmisión de calor sea tan pequeña como se pueda aunque quede una capa de material suficiente para garantizar estabilidad mecánica y hermeticidad. Para materiales de grafito el espesor de la capa mínimo necesario de estabilidad es de aproximadamente 10 mm a 15 mm.

Los nervios 3a, 3b, además de para delimitar los canales 2 de gases de humos sirven también para soportar las placas 1a, 1b que están cargadas por los espacios 5a, 5b adyacentes, que quedan bañados por el medio de frío, y las cubiertas 6a, 6b que cierran estos espacios.

Materiales adecuados para las cubiertas 6a, 6b son los materiales metálicos, por ejemplo, hierro colado. Las cubiertas 6a, 6b que cierran los espacios 5a, 5b bañados por el medio frío no entran en contacto con los gases de humos corrosivos y calientes. Por tanto no hay que imponer unas prestaciones tan altas a los materiales de las cubiertas 6a, 6b relativas a la resistencia a la corrosión. Así en el bloque intercambiador de calor según la invención se puede limitar la utilización de materiales resistentes a la corrosión, que sin embargo son caros y difíciles de procesar, como grafito o cerámicos, a aquellas zonas en las que tales materiales sean a la fuerza necesarios debido al contacto con medios corrosivos calientes.

La separación del espacio 5a, 5b bañado por el medio frío mediante las cubiertas 6a, 6b permite además un diseño casi arbitrario de la guía del flujo del medio frío.

Los bordes de las cubiertas 6a, 6b se hermetizan mediante juntas 7a, 7b planas o anulares en o en contacto con las superficies 4a, 4b de las placas.

Las juntas 7a, 7b flexibles compensan las diferencias de deformación térmica entre las placas 1a, 1b bañadas por los gases de humos calientes y las cubiertas 6a, 6b que comparativamente están frías.

Se tiene que hermetizar también el hueco entre las placas 1a, 1b.

Esto se puede hacer mediante un pegamento, por ejemplo, se podrían enmasillar las placas 1a, 1b hechas de grafito. Una unión permanente de este tipo de las placas 1a, 1b que rodean los canales 2 de gases humos con un pegamento tiene sin embargo el inconveniente de que las placas 1a, 1b no se podrían soltar sin dañarlas.

Por ello se prefiere mantener unido el bloque que comprende las cubiertas 6a, 6b y las placas 1a, 1b mediante un sistema 8 tensor, por ejemplo, un ancla con tirante, quedando hermetizado el hueco entre las placas 1a, 1b por medio de una junta blanda. Esta estructura permite un desensamblaje completo incluyendo la separación de las placas 1a, 1b. Esto facilita las tareas de mantenimiento como, por ejemplo, la limpieza de los canales de gases de humos.

La alimentación o descarga del medio gaseoso a respectivamente de los canales 2 de gases de humos se hace a través de cubiertas 9, 9' de conexión. La figura 2 muestra un bloque intercambiador de calor con las cubiertas 9, 9' de conexión fijadas a él para la entrada y salida de un medio gaseoso, por ejemplo, gases de humos de una planta de combustión. La estructura de estas cubiertas de conexión es conocida y por eso no se describirá más en detalle. Nótese que la cubierta 9' para la salida del medio gaseoso enfriado, eventualmente tiene un dispositivo de eliminación del condensado cuando el medio gaseoso a enfriar incluye componentes que se pueden condensar.

Por el estado de la técnica se conoce el arriostramiento de las cubiertas 9, 9' de conexión de gases, que se prolongan por los caras externas del bloque intercambiador calor, mediante un ancla con tirante. Esto tiene, sin embargo, la desventaja de que las cubiertas de conexión de gases, debido al arriostramiento común mediante el ancla con tirante no se pueden quitar por separado.

La estructura según la invención del intercambiador de calor ofrece la posibilidad de fijar independientemente las conexiones 9, 9' de gases de humo respectivamente a las cubiertas 6a, 6b por medio de tornillos y el anillo 10 de retención respectivo pudiéndose luego soltar. Así las tareas de montaje y mantenimiento de las conexiones 9, 9' de gases de humo se pueden hacer independientemente.

Para la alimentación del medio frío a los espacios 5a, 5b de flujo se prevén conexiones 12a, 12b y para la descarga del medio frío calentado conexiones 12a' 12b' en las cubiertas 6a, 6b.

Para aumentar la superficie de transmisión de calor se pueden disponer varios bloques intercambiadores de calor según la invención uno tras/junto otro.

5 Gracias a la forma simplificada de las placas 1a, 1b que contrariamente al estado de la técnica no tienen perforaciones, para su fabricación, también se pueden aplicar técnicas de conformado sin arranque de material. Son particularmente ventajosas las técnicas como la conformación por prensado la extrusión, entre otras, ya que se evita el coste de procesamiento y las pérdidas de material que están asociadas con un procesamiento de arranque de material.

10 En un perfeccionamiento ventajoso del bloque intercambiador de calor según la invención (figura 3) las superficies 4a, 4b de las placas 1a, 1b que hacen de superficies de transmisión de calor tienen relieves 11 que aumentan la superficie para la transmisión de calor y/o la turbulencia del flujo del medio frío. Estos relieves 11 pueden comprender, por ejemplo, estrías, protuberancias, nervios, nervaduras, resaltes, por ejemplo, bultos o combinaciones de ellos. Ventajosamente, por ejemplo, se trata de nervios desplazados entre sí o nervios con perforaciones dispuestas desplazadas entre sí porque así se aumenta la turbulencia del medio frío. Particularmente ventajosos son los relieves que se utilizan en el transmisor de calor de placas (intercambiador de calor de placas) y que, por ejemplo, se conocen por el documento de patente EP 0203213.

15 Si el espacio 5a, 5b bañado por el medio frío, como se representa en la figura 3, queda hecho en la superficie 4a, 4b de la placa 1a, 1b se puede hacer la cubierta 6a, 6b como una placa plana que descansa sobre el borde realzado de la superficie de la placa 4a, 4b con relieve y que tiene una junta 7a, 7b perimetral, y que se soporta con los elementos 11 de relieve prominentes de las superficies 4a, 4b de las placas.

20 Sin embargo, un soporte de este tipo mediante los elementos del relieve no resulta siempre necesario ya que la técnica de procesamiento puede permitir también tolerancias quedando un pequeño hueco entre los elementos 11 de relieve y las cubiertas 6a, 6b y la función no se ve afectada.

Alternativamente o adicionalmente las caras internas de las cubiertas 6a, 6b que cierran respectivamente el espacio 5a, 5b bañado por el medio frío pueden tener unos relieves 11' adecuados para generar turbulencia (figura 4).

25 La variante de la figura 4 con relieves superficiales internos de las cubiertas 6a, 6b se prefiere a la variante de la figura 3 con superficies 4a, 4b de transmisión de calor de las placas 1a, 1b con relieves porque las cubiertas 6a, 6b son de materiales metálicos que son más fáciles de procesar que las de grafito o materiales cerámicos.

30 Los relieves 11, 11' también son adecuados para dirigir el flujo del medio frío hacia un punto concreto, y es más, casi independientemente de la localización y el tipo de las conexiones 12a', 12b' para la alimentación y 12a' 12b' para la descarga del medio frío. El problema conocido del estado de la técnica de que, en el caso de guía en paralelo, en la misma superficie frontal o superficies laterales del bloque, haya que alojar en el mínimo espacio, conexiones, para dos corrientes de medios diferentes que hay que mantener separadas se evita así en el bloque intercambiador de calor según la invención.

35 Por tanto, haciendo el correspondiente relieve en las superficies 4a, 4b de transmisión de calor y/o en las caras internas de las cubiertas 6a, 6b se puede conseguir en el intercambiador de calor según la invención un contraflujo puro de gases de humos y del medio frío lo que resulta particularmente efectivo para la transmisión de calor.

Ejemplo de realización

Se han diseñado tres intercambiadores de calor que deben cumplir con la misma tarea de enfriamiento.

40 El primer intercambiador de calor presenta, de acuerdo con el documento DE 29604521 U1 conocido del estado de la técnica, canales de enfriamiento que quedan hechos mediante perforaciones 13 en las placas 1a, 1b (figura 5).

En el segundo intercambiador de calor según la invención la transmisión del calor que liberan los gases de humos al medio frío se hace a través de las superficies 4a, 4b externas lisas de las placas 1a, 1b que quedan bañadas por el medio frío (figura 1).

45 En el tercer intercambiador de calor de acuerdo con un perfeccionamiento de la presente invención las superficies 4a, 4b de las placas 1a, 1b orientadas hacia fuera tienen un relieve 11 de flujo del mismo tipo que el de las placas de un intercambiador de calor de placas (figura 3).

La velocidad de flujo del medio frío por las perforaciones del primer intercambiador de calor se asumirá que es de magnitud constante para los tres intercambiadores, es decir, por las superficies de transmisión de calor de los tres intercambiadores de calor el medio frío fluye a la misma velocidad.

50 El coeficiente α de transmisión de calor en el intercambiador de calor según la invención con una superficie de transmisión de calor lisa bañada por el medio frío es de un 50% más que el de perforaciones bañadas por el medio frío según el estado de la técnica. Para un intercambiador de calor según la invención con una superficie de transmisión de calor con relieve el aumento del coeficiente α de transmisión de calor con respecto al estado de la técnica es incluso de 3,5 veces.

La posible mejora de la transmisión de calor al agua fría gracias al diseño del intercambiador de calor según la invención es particularmente ventajosa si el coeficiente de transmisión de calor del gas también es alto. Este es el caso en el que el gas a enfriar contenga fracciones condensables.

5 Puesto que el coeficiente α transmisión de calor, resultado del coeficiente k de conducción de calor, la superficie de transmisión de calor y la diferencia de temperaturas, determina la potencia calorífica que se puede transmitir, en la realización según la invención del intercambiador de calor gracias a un coeficiente de transmisión de calor aumentado se disminuye la superficie de transmisión de calor para una misma potencia de refrigeración. Así, con
10 condiciones de contorno en lo demás iguales resulta posible diseñar el intercambiador de calor de forma más compacta de lo que es posible, por ejemplo, según el estado de la técnica descrito en el documento DE 29604521 U1.

REIVINDICACIONES

1. Bloque intercambiador de calor que comprende:

- 5 • dos placas (1a, 1b) cuyas superficies adyacentes tienen ranuras (2a, 2b), que quedan delimitadas por nervios (3a, 3b), siendo complementarias las ranuras (2a, 2b) en las superficies de ambas placas y constituyendo de esta forma canales (2) de flujo para un medio gaseoso, que quedan delimitados por los nervios (3a, 3b) en contacto de ambas placas (1a, 1b) estando hechas las placas de grafito, de un material cerámico o de un material compuesto de una matriz polimérica con una alta fracción de partículas conductoras de calor distribuidas en ella.
- 10 • espacios (5a, 5b) bañados por un medio frío adyacentes a las superficies (4a, 4b) de las placas (1a, 1b) tumbadas orientadas hacia fuera y que hacen de superficies de transmisión de calor y que quedan delimitados respectivamente por una cubierta (6a, 6b) montada en la placa (1a, 1b) y de material metálico.
- juntas (7a, 7b) perimetrales para hermetizar los huecos entre las superficies (4a, 4b) de las placas y los bordes de las cubiertas (6a, 6b)
- 15 • medios para hermetizar el hueco entre las placas (1a, 1b)
- medios (8) para mantener unido el bloque y
- conexiones (9, 9') de gases de humos estando fijada cada conexión (9, 9') de gases de humos a ambas cubiertas (6a, 6b) por medio de tornillos y un anillo (10, 10') de retención.

20 2. Bloque intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** los huecos entre las superficies (4a, 4b) de las placas y los bordes de las cubiertas (6a, 6b) están hermetizados mediante juntas (7a, 7b) anulares en O.

3. Bloque intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el bloque se mantiene unido mediante un sistema (8) tensor aflojable, estando hermetizado el hueco entre las placas (1a, 1b) por medio de una junta blanda.

25 4. Bloque intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** las superficies (4a, 4b) de las placas y/o las caras internas de las cubiertas (6a, 6b) tienen relieves (11, 11').

5. Bloque intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizado porque** los relieves (11, 11') comprenden al menos uno de los elementos de relieve siguientes estrías, protuberancias, nervios, nervaduras, resaltes, bultos.

30 6. Bloque intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizado porque** los relieves (11, 11') comprenden nervios que están desplazados entre sí o nervios que tienen perforaciones dispuestas desplazadas entre sí.

7. Bloque intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el medio frío se guía por los espacios (5a, 5b) a contra flujo con respecto al medio que hay que enfriar y que fluye por los canales (2) de gases de humos.

35

Figura 1

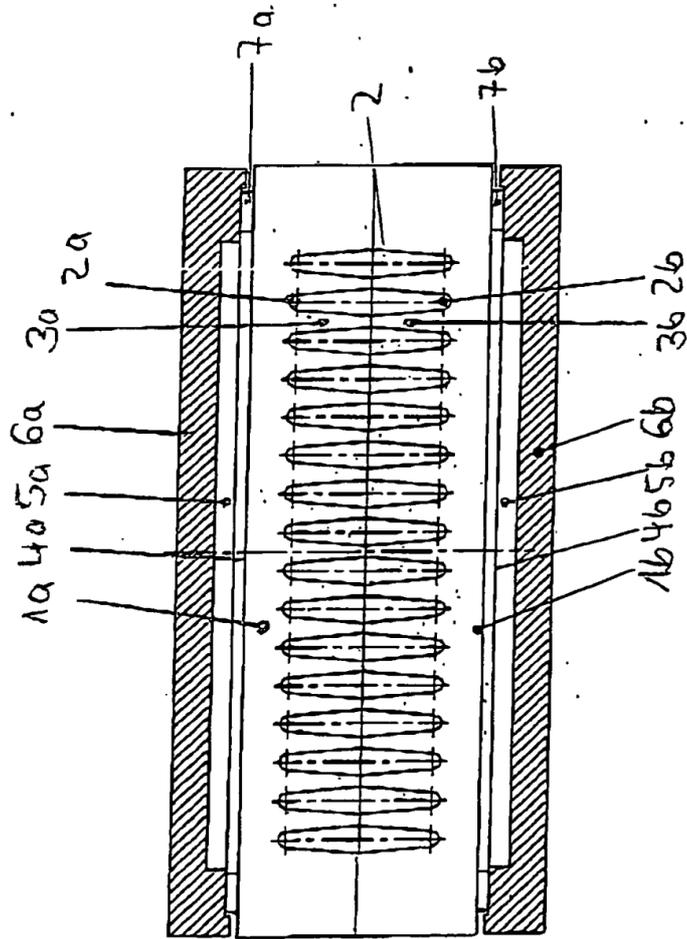


Figura 2

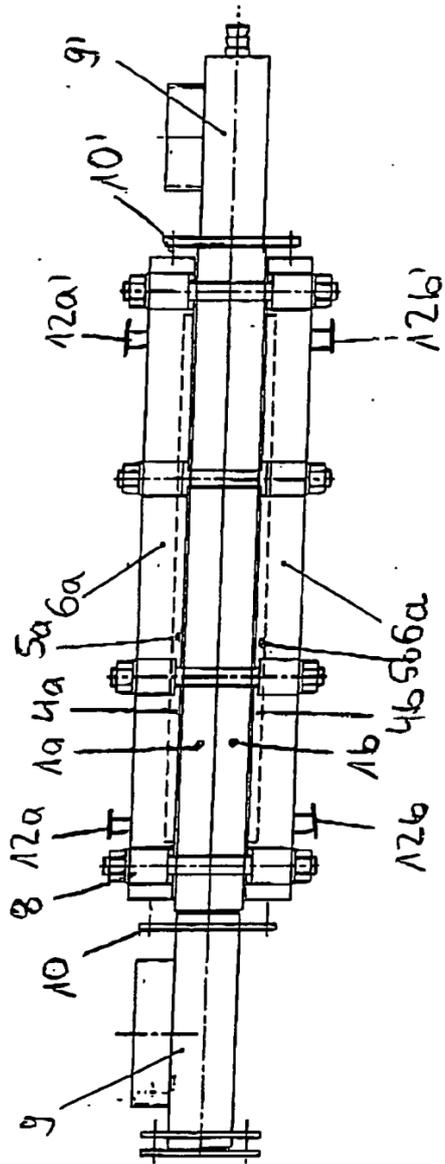


Figura 3

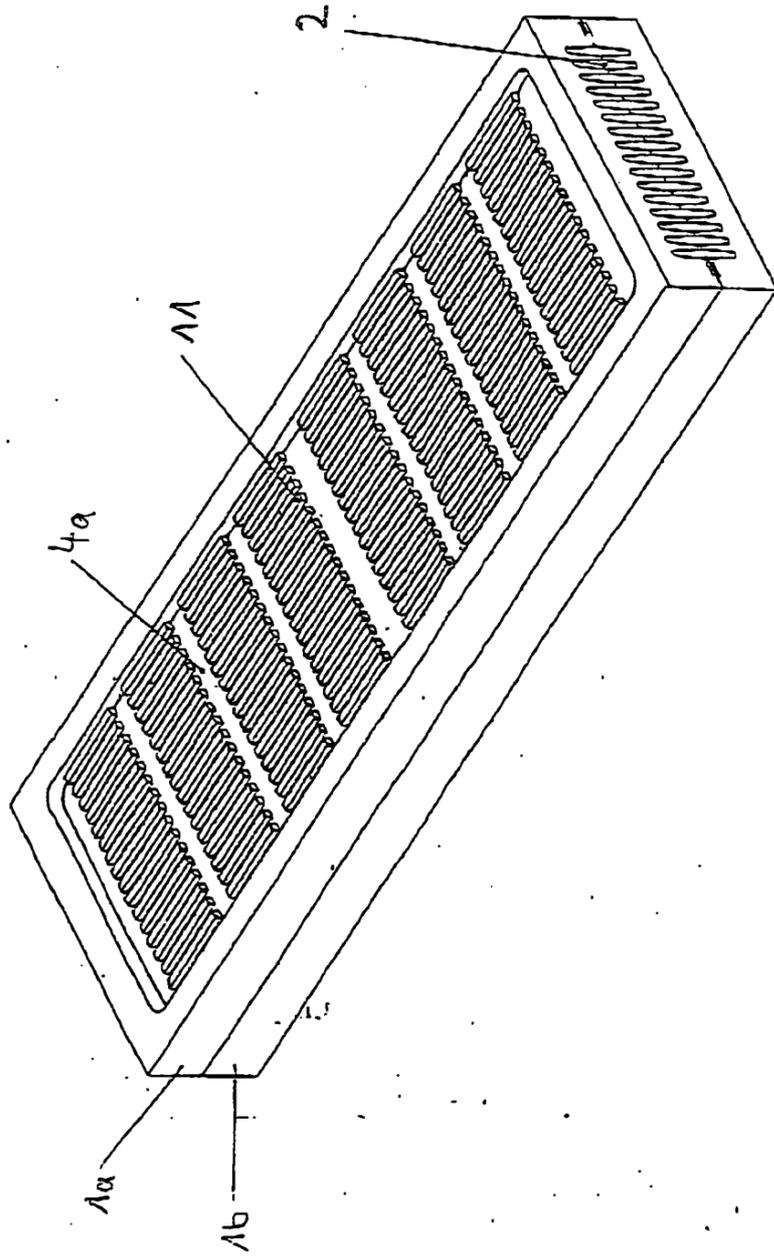


Figura 4

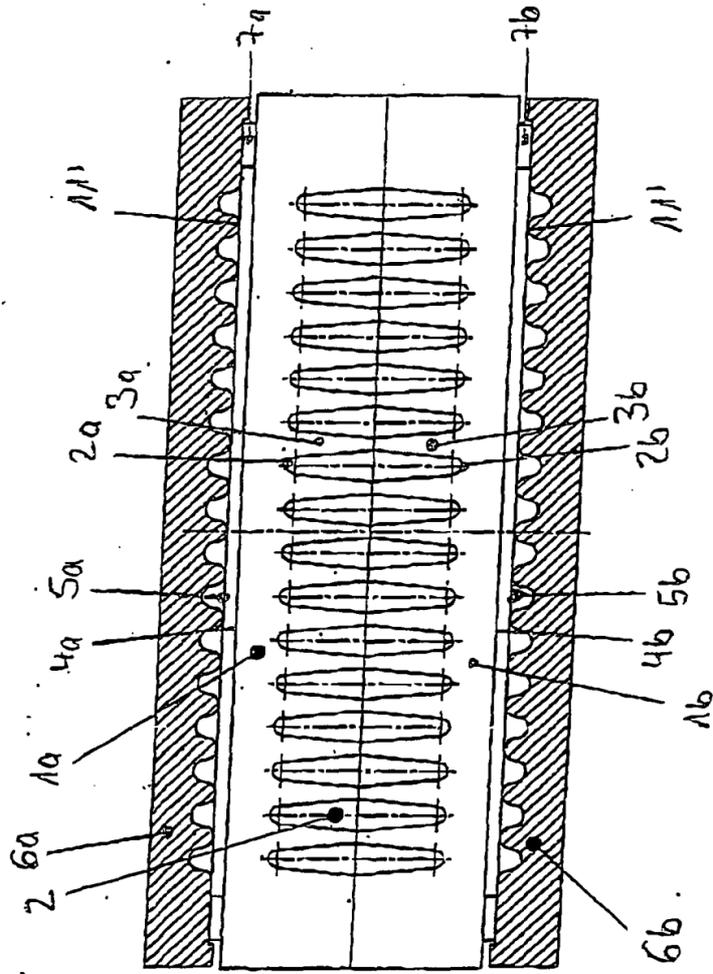


Figura 5

