

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 296**

51 Int. Cl.:

F01N 5/02 (2006.01)

F02G 5/04 (2006.01)

F02G 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2016 PCT/EP2016/062689**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16193453**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2016 E 16727478 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3303788**

54 Título: **Generador termoeléctrico**

30 Prioridad:
05.06.2015 DE 102015210398

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2019

73 Titular/es:
**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Eichhornstrasse 3
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:
**BARTHELMES, GEORG;
GERADTS, KARLHEINZ y
BUCHER, SAMUEL**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 731 296 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

Generador termoeléctrico

5 La presente invención se refiere a un generador termoeléctrico para convertir calor de un flujo de gas caliente en energía eléctrica, a un vehículo ferroviario con un generador eléctrico de esa clase y a un procedimiento para fabricar un generador termoeléctrico de esa clase.

10 Por ejemplo, por la solicitud DE 10 2009 058 550 A1 se conoce la utilización de un generador termoeléctrico en una línea de gas de escape de un motor de combustión interna. De ese modo, calor del flujo de gas de escape puede convertirse en energía eléctrica. Un módulo termoeléctrico del generador, con una pluralidad de elementos termoeléctricos conectados en serie, los cuales están dispuestos entre un lado de alta temperatura y un lado de baja temperatura, se encuentra respectivamente entre una placa de la carcasa del módulo, sobre el lado de alta temperatura y el lado de baja temperatura. Las placas de la carcasa del módulo forman parte de una carcasa del módulo que rodea
15 por completo los elementos termoeléctricos y un elemento elástico de compensación. Mediante el módulo completamente aislado, creado de ese modo, debe impedirse que los elementos termoeléctricos se dañen o se ensucien.

20 En la solicitud WO 2011/107282 A1 se describe un dispositivo para el aprovechamiento de calor del gas de escape en motores de combustión interna de vehículos a motor. Una carcasa por la que circula gas de escape presenta una entrada y una salida para un flujo de gas de escape. Una pluralidad de módulos termoeléctricos está colocada en la carcasa de forma térmicamente conductora. Los módulos se extienden a través de aberturas de una sección tubular, alcanzando tanto un canal de circulación de la carcasa, como también un flujo de gas de refrigeración por fuera de la carcasa. Para mejorar el acoplamiento térmico de los módulos termoeléctricos pueden estar proporcionadas
25 nervaduras de conducción de calor.

La invención no se limita a la utilización de un generador termoeléctrico en una línea de gas de escape de un motor de combustión interna, por ejemplo, de un motor diésel de un vehículo a tracción ferroviario. El flujo de gas caliente puede tratarse también más bien de otro flujo de gas diferente a un flujo de gas de escape, por ejemplo, en una
30 instalación industrial de producción y/o de procesamiento, o en una central energética térmica (por ejemplo, una central de cogeneración). En particular también es posible que el flujo de gas caliente, mediante un intercambiador de calor, esté acoplado a un flujo de gas de escape, por ejemplo, de un motor de combustión interna o a otro flujo de calor y, por tanto, que el calor proveniente del flujo de calor, mediante el intercambiador de calor, se transfiera al flujo de gas caliente, el cual circula a lo largo del lado de alta temperatura del generador termoeléctrico. En esa variante, el flujo
35 de gas caliente actuaría como medio portador térmico entre por ejemplo el flujo de gas de escape o en general una fuente de calor caliente, y el lado de alta temperatura del generador termoeléctrico.

Para los generadores termoeléctricos es problemática la dilatación térmica y la contracción térmica en el transcurso de los ciclos térmicos, las cuales son causadas por cambios de carga del motor de combustión interna o en general
40 de la fuente de calor caliente, y que respectivamente comienzan con el calentamiento del generador termoeléctrico al inicio de la actividad y terminan con el enfriamiento del generador termoeléctrico al finalizar el funcionamiento. El dispositivo para aprovechar el calor del gas de escape descrito en la solicitud WO 2011/107282 A1, mediante el alojamiento de los módulos termoeléctricos en aberturas de la pared de la carcasa, permite ciertamente una dilatación térmica sin compresiones en la dirección del gradiente de temperatura que se extiende desde el lado externo de la
45 carcasa hacia el interior de la carcasa. No obstante, compresiones de los módulos termoeléctricos, condicionadas térmicamente, se producen transversalmente con respecto a la dirección del gradiente de temperatura.

Otro problema reside en la eficiencia de la conversión de calor en energía eléctrica. Junto con la selección de los materiales para los elementos termoeléctricos es importante la diferencia de temperatura efectiva. La eficiencia es alta
50 cuando es elevada la diferencia de temperatura entre el lado de alta temperatura y el lado de baja temperatura del módulo termoeléctrico. Durante el funcionamiento solamente una parte del calor, en el lado de alta temperatura, se convierte en energía eléctrica. Otra parte del calor no solo calienta el módulo termoeléctrico en el lado de alta temperatura, sino también, aun cuando en menor medida, en el lado de baja temperatura. Por ese motivo, la carcasa del dispositivo de la solicitud WO 2011/107282 A1 se enfría en su lado externo.

55 A pesar de la refrigeración, por ejemplo, en el caso de relaciones fijas con un flujo de gas caliente constante y un flujo de fluido de refrigeración constante, en el módulo termoeléctrico se presenta una diferencia de temperatura entre el flujo de gas caliente y el flujo de fluido de refrigeración. La separación entre el contacto del par de materiales del lado de alta temperatura y el contacto del par de materiales del lado de baja temperatura, en la práctica, asciende con
60 frecuencia solo a unos pocos milímetros.

De manera adicional con respecto al flujo de calor útil en el lado de alta temperatura del módulo termoeléctrico, del cual una parte puede convertirse en potencia eléctrica, entre el lado de alta temperatura y el lado de baja temperatura se presentan flujos de calor parasitarios que circulan delante del módulo termoeléctrico. Esos flujos de calor
65 parasitarios, por una parte, mediante el espacio de gas, se transfieren al entorno de los módulos termoeléctricos a través de conducción térmica, convección y radiación térmica y, por otra parte, mediante puentes de calor de cuerpos

sólidos entre el lado de alta temperatura y el lado de baja temperatura. Esos puentes de calor de cuerpos sólidos, en otros generadores termoelectricos distintos al descrito en la solicitud WO 2011/107282 A1, se forman por ejemplo a través de estructuras de apoyo que deben mantener reducida la carga mecánica de los módulos termoelectricos.

5 Otro problema del uso de los módulos termoelectricos con una pluralidad de elementos termoelectricos, en particular conectados en serie, reside en la sensibilidad de los módulos termoelectricos con respecto a los componentes del flujo de gas caliente. Es habitual la utilización de materiales semiconductores para los elementos termoelectricos. Pero también soportes, en particular soportes a modo de platinas, de los elementos termoelectricos, pueden ser sensibles con respecto a componentes del flujo de gas caliente. Por ejemplo, ese es el caso cuando áreas superficiales del
10 módulo termoelectrico están encobradas. En particular partículas en el flujo de gas de escape, pero también otros componentes, como por ejemplo azufre, pueden dañar las superficies del módulo termoelectrico mediante reacciones químicas.

15 Un objetivo de la presente invención consiste en indicar un generador termoelectrico para convertir calor de un flujo de gas caliente en energía eléctrica, el cual posibilite una conversión del calor en el flujo de gas caliente en energía eléctrica, con una eficiencia elevada, el cual posibilite una gran cantidad de ciclos térmicos sin dañar o destruir módulos termoelectricos a través de compresiones mecánicas, y proteja los elementos termoelectricos y/o los módulos con respecto a componentes del flujo de gas caliente. Otro objetivo consiste en indicar un vehículo ferroviario con un generador termoelectrico de esa clase, y en un procedimiento para fabricar un generador termoelectrico de esa clase.

20 Las reivindicaciones que se adjuntan definen el alcance de protección.

25 Según una idea central de la presente invención se utiliza un intercambiador de calor que transfiere calor desde el flujo de gas caliente hacia el respectivo módulo termoelectrico. Un ejemplo de un intercambiador de calor de esa clase es la nervadura de conducción de calor mencionada en la solicitud WO 2011/107282 A1, la cual se extiende desde el módulo termoelectrico hacia dentro del flujo de gas caliente. En general, como intercambiador de calor se considera preferente una pieza (elemento de conducción de calor) de material sólido, la cual en particular posee un coeficiente de conducción térmica elevado. Como ejemplo puede mencionarse el aluminio.

30 De manera adicional se utiliza un sistema de estanqueidad que puede denominarse también como separador de espacios. Dicho sistema de estanqueidad separa el espacio a través del cual circula el flujo de gas caliente, de un espacio que se encuentra entre el espacio para el flujo de gas caliente y el lado de baja temperatura del respectivo módulo termoelectrico. Ese espacio separado contiene una sección de al menos un intercambiador de calor, pero también gas y/o un material de aislamiento térmico. Tanto en el caso de gas, como también de material de aislamiento
35 térmico, se impide que el gas caliente en el flujo de gas entre en contacto directo con el lado de baja temperatura del módulo termoelectrico. El sistema de estanqueidad impide por tanto ese contacto. En el caso de un material de aislamiento térmico, su superficie que se encuentra orientada hacia el flujo de gas caliente puede denominarse como sistema de estanqueidad. En el caso de que el espacio separado por el sistema de estanqueidad contenga gas, en particular exclusivamente gas, y contenga una sección del intercambiador de calor, el sistema de estanqueidad puede
40 ser por ejemplo en forma de placas, en forma de capas o en forma de láminas, es decir, que el dimensionamiento del sistema de estanqueidad, en la dirección hacia la cual el intercambiador de calor transfiere el calor desde el flujo de gas caliente hacia el módulo termoelectrico, es más reducido que las dimensiones del sistema de estanqueidad en las direcciones de forma transversal con respecto a la dirección de transferencia de calor del intercambiador de calor. En ese caso, el sistema de estanqueidad puede denominarse también como a modo de pared, ya que el mismo separa
45 el espacio para el flujo de gas caliente del espacio con gas.

50 El sistema de estanqueidad, por ejemplo, puede componerse de un material cerrado o poroso. En el caso de que el sistema de estanqueidad se componga de material poroso o presente material poroso, se considera entonces preferente que la resistencia al flujo de una circulación de gas a través del sistema de estanqueidad sea marcadamente más elevada que la resistencia al flujo del flujo de gas caliente.

55 Se considera preferente que el sistema de estanqueidad se componga de un material flexible. Esto significa que fuerzas mecánicas que actúan sobre el mismo conducen a una deformación del sistema de estanqueidad. Por lo tanto, mediante el sistema de estanqueidad, al módulo termoelectrico solo se transmiten fuerzas reducidas y que preferentemente son mínimas, y el módulo termoelectrico, junto con el intercambiador de calor, puede dilatarse y contraerse, sin compresiones, durante los ciclos térmicos antes mencionados.

60 Como material del sistema de estanqueidad se considera especialmente preferente una tela no tejida o un tejido de fibras, en el que la tela no tejida o el tejido de fibras, de manera opcional, están combinados con al menos otro material, de manera preferente igualmente flexible, por ejemplo, con un revestimiento de las fibras individuales y/o de la tela no tejida o del tejido. Debido a su resistencia a la temperatura, también en el caso de temperaturas elevadas del flujo de gas de hasta unos 100 °C o más elevadas, para la producción de la tela no tejida o del tejido son muy adecuadas las fibras minerales, en particular las fibras minerales artificiales.

65 En particular, el sistema de estanqueidad, al menos en un punto, puede estar penetrado por el elemento de conducción de calor o por uno de los elementos de conducción de calor o por el módulo termoelectrico. De manera alternativa o

adicional, partes del sistema de estanqueidad, al menos en un punto, están separadas unas de otras mediante el elemento de conducción de calor o mediante uno de los elementos de conducción de calor o mediante el módulo termoelectrico, es decir, que las distintas partes del sistema de estanqueidad se extienden sobre lados opuestos, unos con respecto a otros, del elemento de conducción de calor o del módulo termoelectrico, en el que la conexión de los lados opuestos, unos con respecto a otros, se extiende a lo largo de la dirección de circulación del flujo de gas caliente. En particular, de ese modo es posible que una gran cantidad o una pluralidad de elementos de conducción de calor o de salientes, de al menos un elemento de conducción de calor, se extiende a través del sistema de estanqueidad y/o entre distintas partes del sistema de estanqueidad, a saber, en una dirección que se extiende hacia dentro del mismo, desde el lado de baja temperatura del módulo termoelectrico, de forma transversal con respecto a la dirección de circulación del flujo de gas caliente, o de forma inversa. Por lo tanto, durante el funcionamiento del generador termoelectrico puede tener lugar un flujo de calor a través del elemento de conducción de calor, hacia los elementos termoelectricos, mientras que el sistema de estanqueidad, en distintos lados del elemento de conducción de calor, separa el espacio para el flujo de gas caliente del espacio entre el sistema de estanqueidad y el lado de baja temperatura del módulo termoelectrico.

Al menos un elemento de conducción de calor, dentro del espacio para el flujo de gas caliente, tiene un extremo libre que puede ser atravesado por el flujo de gas caliente, por el gas caliente, en todos los lados, a excepción del lado en la dirección del desarrollo del elemento de conducción de calor hacia el lado de baja temperatura del módulo termoelectrico, y que durante el funcionamiento también es atravesado por el flujo. En particular, por lo tanto, salientes que están formados por el elemento de conducción de calor o por una pluralidad de los elementos de conducción de calor pueden extenderse hacia dentro del canal de gas, el cual forma el espacio para la circulación del gas caliente. Por ejemplo, los salientes pueden estar realizados como nervaduras de un intercambiador de calor para transferir el calor del flujo de gas caliente al módulo termoelectrico. Por lo tanto, por ejemplo, existe la posibilidad de que un elemento de conducción de calor de una pieza forme varios salientes y en articular varios salientes en forma de nervaduras. De manera alternativa o adicional, diferentes cuerpos de conducción de calor pueden formar un saliente, en particular un saliente en forma de nervadura.

El extremo libre no está en contacto con otros cuerpos sólidos. Por lo tanto, mediante dilatación térmica y contracción no pueden ejercerse fuerzas mecánicas sobre el extremo libre y el elemento de conducción de calor y, por lo tanto, no tienen lugar compresiones del módulo termoelectrico.

Dependiendo del tipo de elemento de conducción de calor, pero también de los materiales del módulo termoelectrico, en particular en función de la conductividad térmica y de una eventual necesidad de protección contra componentes perjudiciales del flujo de gas caliente, el sistema de estanqueidad puede estar posicionado/posicionarse en diferentes posiciones en la dirección de la conducción térmica, a través del elemento de conducción de calor. Por ejemplo, el sistema de estanqueidad puede estar posicionado/posicionarse en una sección de un saliente formado por el elemento de conducción de calor, de manera que el saliente penetra el sistema de estanqueidad y/o separa unas de otras distintas partes del sistema de estanqueidad. Sin embargo, también es posible que el sistema de estanqueidad esté posicionado en el área del extremo fijo del elemento de conducción de calor, es decir, en el área en la que los distintos materiales de los elementos termoelectricos del módulo termoelectrico, en su lado de alta temperatura, están en contacto unos con otros. Además, es posible que el sistema de estanqueidad esté dispuesto en una posición entre el área de contacto de los pares de materiales en el lado de alta temperatura y el área de contacto de los pares de materiales del generador termoelectrico, del lado de baja temperatura. En ese caso, el área de contacto de los pares de materiales del módulo termoelectrico se encuentra en el espacio por el que circula el gas caliente. De manera general, sin embargo, se considera preferente que en el caso de elementos termoelectricos que respectivamente presentan un par de materiales diferentes que, en una primera área de contacto, en el lado de baja temperatura, están en contacto unos con otros, y en una segunda área de contacto, en el lado de alta temperatura, están en contacto uno con otro, de manera que debido a una temperatura más elevada en la segunda área de contacto que en la primera área de contacto, una tensión eléctrica se genera entre la primera y la segunda área de contacto, la primera área de contacto se encuentre en el espacio que separa el sistema de estanqueidad del canal de gas. Además, se considera preferente que la segunda área de contacto se encuentre igualmente en el espacio que separa el sistema de estanqueidad del canal de gas. Sin embargo, preferentemente, el sistema de estanqueidad se encuentra cerca de la segunda área de contacto. En particular, la separación de la segunda área de contacto con respecto al sistema de estanqueidad, en la dirección del desarrollo del elemento de conducción de calor, hacia su extremo libre en el canal de gas, preferentemente, es de una décima parte, y en particular como máximo es de una vigésima parte de la longitud del elemento de conducción de calor desde la posición del sistema de estanqueidad hasta el extremo libre en el canal de gas o, en otro caso, de la longitud del área del extremo del módulo termoelectrico, partiendo desde la posición del sistema de estanqueidad más la longitud del elemento de conducción de calor hasta su extremo libre en la dirección mencionada, en la cual tiene lugar el transporte térmico.

Ya se ha mencionado que el sistema de estanqueidad puede extenderse entre distintos salientes del elemento de conducción de calor o de una pluralidad de elementos de conducción de calor, así como partes del sistema de estanqueidad pueden extenderse entre medio. En ese caso, sin embargo, pero también en general según las reivindicaciones, el sistema de estanqueidad se extiende desde los elementos de conducción de calor hacia una pared del canal de gas o hacia una parte soporte del generador termoelectrico, por ejemplo, hacia una parte de la carcasa del generador termoelectrico. Como una parte soporte se entiende una parte del generador que posee alguna función

de soporte. Esta puede ser la función de soportar el módulo termoelectrico y/o de soportar otra parte del generador termoelectrico. En particular, la parte soporte puede estar conectada a un cuerpo de refrigeración para enfriar el módulo termoelectrico. Si bien el sistema de estanqueidad se extiende hacia la parte soporte, sin embargo, preferentemente, no está conectado de forma fija a la parte soporte. Esto impide la compresión, es decir, la transmisión de fuerzas mecánicas, en un alcance considerable, desde la parte soporte hacia el módulo termoelectrico, o de forma inversa.

En lo que respecta a la invención se considera preferente utilizar un refrigerante para el transporte de calor desde el cuerpo de refrigeración, con una capacidad térmica elevada, es decir, que líquidos como el agua se consideran preferentes en comparación con gases.

De manera opcional, el espacio que separa el sistema de estanqueidad del canal de gas, de forma separada del canal del gas, puede presentar una entrada y una salida, a través de las cuales, durante y/o después de un funcionamiento del generador termoelectrico, un fluido de purga (preferentemente un gas de purga) puede entrar y salir para purgar el espacio. Como una entrada y una salida separadas se entiende que el fluido de purga puede entrar hacia el espacio y puede salir, sin circular por el canal de gas. Esto permite limpiar el espacio y en particular limpiarlo de residuos o de componentes que, debido a una falta de estanqueidad del sistema de estanqueidad, llegan o han llegado al espacio desde el canal de gas. En particular, cuando por el canal de gas circulan también partículas de negro de carbón durante el funcionamiento, el purgado se considera ventajoso, en particular durante el funcionamiento del generador termoelectrico, pero también antes y/o después. Si el fluido de purga circula durante el funcionamiento a través del espacio separado, este puede tratarse por ejemplo de un gas (por ejemplo, aire), el cual circula por el espacio bajo una presión más elevada que la presión del gas en el flujo de gas caliente. Esto impide que una parte del flujo de gas caliente llegue al espacio purgado, ya que la presión es más elevada en el espacio purgado.

Según otra idea fundamental de la invención, el generador termoelectrico presenta un cuerpo de refrigeración que sirve para enfriar el módulo termoelectrico. En particular el cuerpo de refrigeración es atravesado por un fluido de refrigeración, preferentemente un líquido de refrigeración, de manera que tiene lugar una refrigeración efectiva del cuerpo de refrigeración y, con ello, del módulo termoelectrico. El cuerpo de refrigeración, en un lado de baja temperatura del módulo termoelectrico, se encuentra en contacto con el mismo. Naturalmente, el generador termoelectrico puede presentar una gran cantidad de módulos termoelectricos que están en contacto con el mismo cuerpo de refrigeración y/o que en su lado de baja temperatura están en contacto con cuerpos de refrigeración diferentes, separados.

Se sugiere un generador termoelectrico según la reivindicación 1.

Además, dentro del alcance de la invención se encuentra un vehículo ferroviario con un generador termoelectrico en una de las variantes del generador termoelectrico que están contenidas en esta descripción, en las reivindicaciones y en el dibujo, en el que el vehículo ferroviario presenta un motor de combustión interna y el generador termoelectrico está dispuesto en una línea de gas de escape del motor o está acoplado térmicamente con la línea de gas de escape.

Se sugiere, además: un procedimiento para fabricar un generador termoelectrico según la reivindicación 11.

En la práctica, el sistema de estanqueidad no hermetizará por completo el espacio con respecto al canal de gas, como tampoco sucede generalmente en las juntas de cualquier clase. Por ejemplo, en puntos de contacto entre el sistema de estanqueidad y el elemento de conducción de calor y/o el módulo termoelectrico, puede ser posible un pasaje de gas caliente hacia el espacio. En todo caso, sin embargo, el sistema de estanqueidad provoca una separación entre el espacio y el canal de gas, la cual obstaculiza la entrada de gas caliente en el espacio o incluso la impide por completo.

Se considera preferente que el cuerpo de refrigeración soporte el módulo termoelectrico. Por lo tanto, puede prescindirse de estructuras de apoyo y, con ello, de puentes de calor de cuerpos sólidos entre el lado de alta temperatura y el lado de baja temperatura de los módulos termoelectricos, de modo que las influencias térmicas parasitarias se mantienen reducidas y la diferencia de temperatura, mediante los módulos termoelectricos, se ubica lo más cerca posible de la diferencia de temperatura entre el flujo de gas caliente y el fluido de refrigeración.

En particular en vehículos, por ejemplo, en vehículos ferroviarios, y en el área inferior del piso, ya se aprovecha muy bien el espacio disponible para motores de combustión interna. Para el generador termoelectrico, por tanto, no se dispone de espacio adicional o solo se dispone de poco espacio adicional. Esto se refiere también a eventuales intercambiadores de calor de gas de escape adicionales para transferir calor del gas de escape en un flujo de gas caliente separado, desde el intercambiador de calor de gas de escape hacia el generador termoelectrico, y/o a un sistema de refrigeración separado para enfriar el generador termoelectrico. Lo correspondiente aplica para el peso adicional, el cual debe ser tan reducido como sea posible. Ya por esa razón en los vehículos se prefieren sistemas sin circuitos adicionales para el flujo de gas caliente.

En particular para la utilización en vehículos, pero también en general, se considera por tanto preferente aprovechar bien el espacio de construcción para el generador termoelectrico, proporcionándose o utilizándose una pluralidad de

elementos de conducción de calor que se extienden desde distintos lados del canal de gas, para el flujo de gas caliente, hacia dentro del canal de gas, presentando allí un extremo libre. Por ejemplo, un primer grupo de varios elementos de conducción de calor o salientes, a modo de un peine, puede extenderse desde un lado del canal de gas, hacia el interior del mismo, y un segundo grupo de elementos de conducción de calor o salientes, a modo de un segundo peine, puede extenderse desde otro lado, hacia el interior del canal de gas, de manera que salientes individuales del primer peine se extienden en espacios intermedios de salientes del segundo peine, y de forma inversa. Los salientes de los distintos peines se cruzan entre sí.

En particular, los dos peines, de los lados opuestos unos de otros, pueden extenderse hacia el interior del canal de gas, de modo que los extremos libres de salientes del primer peine se encuentran entre salientes del segundo peine, y de forma inversa. En particular, los salientes del primer peine y del segundo peine forman paredes de canales de circulación para el flujo de gas caliente, es decir, que esos canales de circulación juntos, y opcionalmente con canales de circulación adicionales, forman toda la sección transversal que se encuentra disponible para la circulación con el gas caliente. De manera transversal con respecto a la dirección de circulación, a lo largo de los lados opuestos desde los cuales se extienden los salientes de los dos peines, hacia el interior del canal de gas, los salientes del primer peine y los salientes del segundo peine pueden sucederse de forma alternada. En ese caso, sin embargo, se considera preferente que los salientes del primer peine y los salientes del segundo peine no se toquen unos con otros.

No solo en el caso de los grupos de salientes a modo de peines, antes descritos, sino en general de varios salientes que se extienden hacia el interior del canal de gas y que suministran calor en al menos un módulo termoeléctrico, se considera preferente que la pluralidad de los salientes, en particular del modo ya descrito, o de otro modo, formen canales de circulación que juntos contribuyen a la sección transversal de circulación total del canal de gas. Los canales de circulación individuales, por tanto, presentan una sección transversal de circulación más reducida que la totalidad del canal de gas. Esto implica una propiedad isonorizante, de modo que el generador termoeléctrico puede utilizarse en particular como silenciador de gas de escape en el flujo de gas de escape de un motor de combustión interna. A su vez, esto posibilita reemplazar un silenciador de gas de escape existente o que por lo demás se encuentra presente en instalaciones del mismo tipo, por el generador termoeléctrico. Por lo tanto, no se necesita espacio adicional o solo se necesita muy poco. Lo correspondiente aplica para el peso adicional.

Independientemente de la posibilidad de conformar varios canales de circulación parciales, se considera preferente que el generador termoeléctrico presente cualquier combinación de las siguientes características:

- Una pluralidad de módulos termoeléctricos (por ejemplo, módulos en forma de tiras o módulos en forma de bloques), los cuales respectivamente presentan una pluralidad de elementos termoeléctricos, se acoplan térmicamente al canal de gas mediante elementos de conducción de calor, preferentemente en un canal de gas sin circuito intermedio.

- El generador termoeléctrico se encuentra estructurado de forma modular a partir de unidades base.

- Cada una de las unidades base puede presentar al menos un módulo termoeléctrico que, en su lado de baja temperatura, está acoplado al cuerpo de refrigeración, al menos un elemento de conducción de calor con salientes que, en su desarrollo, hasta sus extremos libres, se proyectan hacia el interior del canal de gas, el sistema de estanqueidad según la invención y de manera opcional al menos una conexión entre el cuerpo de refrigeración y el respectivo módulo termoeléctrico. Esa conexión sirve para un buen acoplamiento térmico del módulo termoeléctrico al cuerpo de refrigeración. Los ejemplos se describen de forma más detallada. A través de esa estructura modular pueden fabricarse generadores termoeléctricos con una cantidad diferente de unidades base, en correspondencia con los flujos térmicos previstos.

- Varias unidades base pueden estar dispuestas unas junto a otras en una dirección de forma transversal con respecto a la dirección de circulación del gas caliente. En particular, del modo antes descrito, unidades base pueden estar dispuestas/disponerse en lados opuestos unos a otros del canal de gas, es decir, que en los lados opuestos del canal de gas se encuentra al menos un módulo termoeléctrico, desde el cual elementos de conducción de calor o salientes se extienden hacia el interior del canal de gas. En particular en el extremo de un conjunto compuesto por varias unidades base puede encontrarse solamente una unidad base, es decir, que hacia un canal de gas solamente desde un lado llegan elementos de conducción de calor y/o salientes, hacia el interior del canal de gas, o penetran el canal de gas hasta aproximadamente el lado opuesto. Se describe otro ejemplo.

- En particular, el cuerpo de refrigeración de la unidad base forma la parte soporte que soporta al menos un módulo termoeléctrico acoplado al mismo. Por lo tanto, el cuerpo de refrigeración se acopla mecánicamente a una parte soporte del generador termoeléctrico, es decir, que se conecta. El módulo termoeléctrico se conecta solo de forma indirecta a la parte soporte del generador termoeléctrico, mediante el cuerpo de refrigeración. Esto posibilita disponer los módulos termoeléctricos sin compresiones. La parte soporte del generador termoeléctrico, en un ejemplo de realización, es un marco soporte, por ejemplo, un marco soporte que sitúa debajo. Puede estar proporcionado otro marco soporte, por ejemplo, situado de forma superior, el cual no soporta el cuerpo de refrigeración, pero forma parte de una carcasa del generador termoeléctrico.

- 5 - Si se encuentra presente, así como se proporciona, la conexión ya mencionada, entre el cuerpo de refrigeración y al menos un módulo termoeléctrico, la conexión puede componerse de al menos un elemento de conducción de calor por ejemplo en forma de nervadura o puede presentar el mismo, en el que ese elemento de conducción de calor se extiende desde el cuerpo de refrigeración hacia el módulo termoeléctrico y se encuentra dispuesto sobre su lado de baja temperatura. Una conexión de esa clase, por ejemplo, puede formar parte integral del cuerpo de refrigeración, es decir, que no se requiere otra transición mecánica desde el cuerpo de refrigeración hacia la conexión. De forma alternativa, sin embargo, la conexión puede estar realizada como un elemento de conexión separado. En particular en el caso de módulos termoeléctricos en forma de tiras, respectivamente una conexión puede estar presente entre el módulo y el cuerpo de refrigeración. De este modo, en particular al menos una de las conexiones puede no solo conectar el cuerpo de refrigeración con un módulo termoeléctrico, sino con una pluralidad de módulos termoeléctricos, por ejemplo, con dos módulos termoeléctricos.
- 10 - El elemento de conducción de calor o los elementos de conducción de calor que se encarga/n de suministrar calor al respectivo módulo termoeléctrico durante el funcionamiento, desde el flujo de gas caliente, pueden formar parte integral del módulo termoeléctrico, estar acoplado/s mecánicamente y, con ello, también térmicamente, al respectivo módulo termoeléctrico, o puede estar presente una conexión adicional, por ejemplo un elemento de conexión adicional que conecta el módulo termoeléctrico con el elemento de conducción de calor, de forma mecánica y, con ello, de forma térmica. En el caso de los módulos termoeléctricos en forma de tiras, de manera similar a lo descrito para el lado de baja temperatura, una conexión, o directamente el elemento de conducción de calor, del lado de alta temperatura, pueden estar conectados con una pluralidad de módulos termoeléctricos, por ejemplo, con dos módulos termoeléctricos, en lados opuestos unos a otros de la conexión o del elemento de conducción de calor.
- 15 - En particular, del modo antes descrito, en lados opuestos de un canal de gas pueden estar dispuestos grupos de salientes, respectivamente a modo de peines, en el que los salientes de los distintos grupos a modo de peines se extienden hacia el interior del mismo canal de gas. En el caso de las unidades base, de este modo, en los lados opuestos del canal de gas, se encuentra respectivamente una unidad base con respectivamente al menos un módulo termoeléctrico. El canal de gas, en cada uno de los lados, es delimitado por un sistema de estanqueidad preferentemente flexible, respectivamente en cuanto a un espacio que se encuentra entre el canal de gas y el lado de baja temperatura del respectivo módulo termoeléctrico. Si los salientes de las unidades base opuestas unas con respecto a otras no se tocan, es posible una dilatación térmica y una contracción sin compresiones. Por ejemplo, los salientes pueden estar diseñados en forma de nervaduras y pueden realizarse/estar realizados de modo que se crucen entre sí, tal como se mencionó anteriormente. De ese modo se ahorra espacio de construcción y se agranda en total la superficie de los elementos de conducción de calor, por volumen, de manera que en conjunto se mejora la transferencia térmica desde el flujo de gas caliente hacia los módulos termoeléctricos.
- 20 - De manera opcional, en el caso de la utilización de las unidades base, pero también en general, en el caso de una pluralidad de salientes que se extienden hacia el interior del canal de gas, puede variarse la longitud de los salientes, sobre la cual los salientes se extienden hacia el canal de gas, hasta su extremo libre. En particular, dicha longitud puede aumentar en la dirección de circulación del gas caliente para agrandar la superficie de los elementos de conducción de calor en la dirección de circulación del gas caliente. Debido a esto se compensa al menos parcialmente el descenso de la temperatura del gas caliente en la dirección de circulación, y en diferentes posiciones en la dirección de circulación se genera respectivamente de forma aproximada un flujo térmico a través de los elementos de conducción de calor, en la misma magnitud. En particular, una primera unidad base puede presentar elementos de conducción de calor de una primera longitud, constante dentro de la unidad base, y una segunda unidad base puede presentar elementos de conducción de calor de una segunda longitud, constante dentro de la unidad base. La primera unidad base, en la dirección de circulación, se dispone antes de la segunda unidad base. De manera alternativa, sin embargo, es posible variar la longitud de los elementos de conducción de calor dentro de una unidad base, de modo que la misma aumenta en la dirección de circulación.
- 25 - No solamente en cuanto a las unidades base el material del sistema de estanqueidad puede presentar por ejemplo rebajes en forma de ranuras o aberturas de paso en forma de ranuras para los elementos de conducción de calor. Los cortes para producir rebajes o aberturas de esa clase pueden realizarse por ejemplo con herramientas mecánicas y/o mediante cortes a través de chorros de agua.
- 30 - No solo en las unidades base el sistema de estanqueidad puede estar producido de un material compresible.
- 35 - De manera alternativa, con respecto a rebajes o aberturas de paso en el material del sistema de estanqueidad, no solo en el caso de las unidades base, sino en general, partes del sistema de estanqueidad pueden ser partes flexibles en forma de tiras, por ejemplo, pueden ser láminas curvadas (por ejemplo, de metal, cerámica o polímeros resistentes a la temperatura), de haces de fibras producidos de fibras (por ejemplo sogas) y/o de cuerpos huecos de caucho y/o de polímero. En todos esos casos debe prestarse atención a que el material inicial utilizado sea resistente a la temperatura, es decir, que resista de forma permanente la temperatura del flujo de gas caliente.
- 40 - No solamente en cuanto a la posibilidad antes mencionada, de la purga del espacio que está separado del sistema de estanqueidad, con respecto al canal de gas, la purga puede usarse de manera alternativa o adicional con el fin del limpiado, para una refrigeración del espacio. En ese caso se alcanza una refrigeración adicional del espacio
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

separado por el sistema de estanqueidad, mediante el fluido de purga (preferentemente del gas de purga), en particular con aire de purga, la cual tiene lugar de forma adicional con respecto a la refrigeración del cuerpo de refrigeración. La diferencia de temperatura de las áreas de contacto de los pares de materiales del módulo termoelectrico entre el lado de alta temperatura y el lado de baja temperatura, por lo tanto, puede ser mayor durante el funcionamiento del generador termoelectrico. En particular, en este caso, el sistema de estanqueidad se extiende en una posición entre las áreas de contacto de los pares de materiales, en el lado de alta temperatura y en las áreas de contacto de los pares de materiales, en el lado de baja temperatura. A través del fluido de purga, por lo tanto, se enfría esencialmente solo el área de contacto en el lado de baja temperatura.

- No solo en el caso de la longitud variable de los elementos de conducción de calor las unidades base pueden estar dispuestas/disponerse unas detrás de otras en la dirección de circulación del gas caliente. De manera opcional, en al menos un área de transición, en la cual dos unidades base dispuestas una detrás de otra en la dirección de circulación son contiguas una con respecto a otra, puede estar proporcionada al menos una estructura de apoyo que se encuentra en particular por fuera del canal de circulación o de los canales de circulación para el gas caliente. En particular, la estructura de apoyo puede extenderse cerrada alrededor de toda la sección transversal de circulación para el flujo de gas caliente. Esto posibilita en particular que las unidades base se apoyen en la estructura de apoyo y/o unas contra otras, o que se fijen y, por tanto, se estabilicen de forma mecánica. Además, de manera opcional, la estructura de apoyo puede servir de apoyo para sistemas de estanqueidad entre el canal de gas y el espacio separado.

- Las unidades base y en particular las distintas unidades base dispuestas unas detrás de otras en la dirección de circulación, en la dirección de circulación, preferentemente solo se encuentran conectadas a una estructura soporte del generador en un lado (por ejemplo, solo en la dirección de circulación al inicio del generador termoelectrico o al final del generador termoelectrico), que puede tratarse por ejemplo de un marco soporte. Esto posibilita la dilatación térmica y la contracción sin compresiones. De manera opcional, en la dirección de circulación, distanciada con respecto a la fijación de las unidades base en la estructura soporte, puede encontrarse una guía o puede extenderse en la dirección de circulación, en el que la guía posibilita una dilatación térmica y una contracción de la disposición de las unidades base. Por lo tanto, es posible un movimiento relativo al menos de la unidad base y de la guía, es decir, que la guía no está conectada de forma fija a ninguna de las unidades base soportadas por la estructura soporte. La guía se encuentra en particular al costado, es decir, por fuera del borde del canal de gas o de los canales de gas. También puede estar proporcionada una pluralidad de guías de esa clase.

- En particular en el caso de la utilización de módulos termoelectricos en forma de tiras, los módulos termoelectricos pueden estar dispuestos unos junto a otros en una dirección de forma transversal con respecto a la dirección de circulación del gas caliente. De este modo, los mismos forman una pila de módulos en forma de tiras, en la que los módulos en forma de tiras están separados unos de otros, respectivamente en forma de pares. En ese caso pueden proporcionarse elementos de terminación en forma de placas, por ejemplo, planchas de terminación que, en un lado de la pila, forman el último elemento de la pila en el orden de los módulos en forma de tiras. Por consiguiente, los elementos de terminación delimitan el espacio que se encuentra disponible parcialmente para la circulación con gas caliente, de forma lateral, conformando así el borde de ese espacio. Varios elementos de terminación en forma de placas de esa clase pueden estar realizados de manera que puedan desplazarse unos contra otros, para evitar o mantener reducidas compresiones mecánicas debido a la dilatación térmica y a la contracción. Los elementos de terminación en particular pueden ser portados por la estructura soporte antes mencionada o al menos pueden ser soportados por momentos, dependiendo del estado de la dilatación térmica o de la contracción. De manera opcional puede estar proporcionada una segunda estructura soporte que está distanciada relativamente con respecto a la primera estructura soporte en la dirección de circulación, y que está montada de forma desplazable relativamente con respecto a la primera estructura soporte en la dirección de circulación, y en particular es guiada de forma desplazable. Esto evita también compresiones térmicas.

- De manera alternativa o adicional con respecto a la guía en la dirección de circulación, los cuerpos de refrigeración de las unidades base pueden conectarse entre sí, respectivamente entre dos niveles de cuerpos de refrigeración consecutivos en la dirección de circulación, de forma perpendicular con respecto a la dirección de circulación, a través de estructuras de apoyo en forma de placas, para provocar una estabilización del generador termoelectrico, de forma transversal con respecto a la dirección de circulación. Las estructuras de apoyo, de manera preferente, poseen rebajes para los canales de circulación del gas caliente, en caso de que se encuentre presente, del gas de purga. De manera adicional, esas estructuras de apoyo pueden usarse para respaldar el sistema de estanqueidad entre el canal de gas caliente y el espacio por el que no circula el gas caliente, en la dirección de circulación o en contra de la misma.

La conexión en circuito hidráulica de varios canales de refrigeración del cuerpo de refrigeración o de los cuerpos de refrigeración es común para el experto y no se describe aquí en detalle. Lo mismo aplica para la conexión en circuito eléctrica de varios módulos termoelectricos o unidades base. Las conexiones eléctricas hacia los módulos termoelectricos pueden ubicarse en particular en el espacio que está separado del canal del gas, a través del sistema de estanqueidad. De ese modo, las conexiones eléctricas se protegen frente a temperaturas especialmente elevadas, al nivel de temperatura del flujo de gas caliente.

En lugar de los módulos termoelectricos en forma de tiras, antes mencionados, pueden utilizarse módulos termoelectricos en forma de bloques, en particular en forma de cuboides. En particular, esos módulos en forma de bloques, en el lado de baja temperatura, pueden presentar una superficie plana que posibilita un acoplamiento térmico en una gran superficie, con los cuerpos de refrigeración asociados. De manera alternativa o adicional, al menos un módulo termoelectrico en forma de bloque, en el lado de baja temperatura, puede presentar una superficie plana que posibilita un acoplamiento en una gran superficie, de uno o varios cuerpos de refrigeración, en el que cada cuerpo de refrigeración puede presentar una gran cantidad de salientes que se extienden hacia el interior del canal de gas. En ese caso, el sistema de estanqueidad se encuentra en una posición, desde la perspectiva del lado de baja temperatura del módulo, más allá del lado de alta temperatura del módulo, es decir, en el área de los salientes del cuerpo de refrigeración o de los cuerpos de refrigeración.

En particular, varios de los módulos en forma de bloques pueden acoplarse térmicamente a un cuerpo de refrigeración en común, por ejemplo, pueden disponerse en una rejilla rectangular.

De manera alternativa o adicional con respecto a la disposición de un sistema de estanqueidad entre los salientes individuales del elemento de conducción de calor, un sistema de estanqueidad puede estar dispuesto/disponerse entre distintas disposiciones formadas por al menos un módulo termoelectrico en forma de bloque y un elemento de conducción de calor acoplado térmicamente al mismo. También en ese caso, el sistema de estanqueidad separa el canal de gas de un espacio entre el canal de gas y el lado de baja temperatura de los distintos módulos termoelectricos en forma de bloques.

De manera alternativa con respecto a los elementos de conducción de calor con varios salientes, los cuales por ejemplo pueden fabricarse mediante extrusión o fresado, también pueden utilizarse los elementos de conducción de calor individuales ya mencionados, por ejemplo, en forma de nervaduras. En esos casos, salientes, por ejemplo, nervaduras, que se extienden desde lados opuestos del canal de gas, dentro del mismo, a modo de un peine, pueden cruzarse entre sí, es decir, que los salientes de un lado se alternan con los salientes del otro lado.

Las nervaduras individuales, en el caso de módulos termoelectricos en forma de bloques, pueden presentar una sección transversal en forma de L o de T, de modo que en particular un lado corto de la L o de la T, en el lado de alta temperatura, se conecta con el módulo termoelectrico.

En general, para todas las conexiones de piezas ya mencionadas y también para las conexiones que se mencionan a continuación, pueden aplicarse diferentes técnicas de unión, en particular pegado, soldadura, soldadura blanda, unión no positiva y/o unión positiva.

En los módulos termoelectricos en forma de bloques pueden producirse arqueados condicionados térmicamente en las superficies, de manera que en particular se empeora el contacto de una gran superficie con respecto al cuerpo de refrigeración y/o al elemento de conducción de calor. Para solucionar ese problema se sugiere disponer elementos de compensación planos, por ejemplo, elementos de compensación elásticos, entre el cuerpo de refrigeración y el módulo, y/o entre el módulo y el elemento de conducción de calor.

Dependiendo de la realización del sistema de estanqueidad, el mismo amortigua vibraciones mecánicas más o menos intensas, las cuales en particular pueden provocarse en el caso de un flujo de gas de escape en la línea de gas de escape de un motor de combustión. En particular los elementos de conducción de calor en forma de nervaduras pueden producir vibraciones. Si bien el sistema de estanqueidad o las partes del sistema de estanqueidad preferentemente son flexibles, sin embargo, las fuerzas requeridas para la deformación del sistema de estanqueidad pueden amortiguar vibraciones mecánicas. En particular, la rigidez y/o la resistencia del sistema de estanqueidad pueden adaptarse a las frecuencias previstas de las vibraciones mecánicas para amortiguar vibraciones en esas frecuencias, de forma especialmente conveniente. Lo correspondiente aplica para vibraciones mecánicas que pueden provocarse de otra forma que mediante un flujo de gas de escape. Por ejemplo, vibraciones de un motor de combustión interna pueden transmitirse al generador termoelectrico mediante contactos mecánicos.

Al menos un cuerpo de refrigeración puede fabricarse en particular de un metal, preferentemente de un metal con conductividad térmica elevada, por ejemplo, de aluminio, una aleación de aluminio, una aleación de cobre o de acero al carbono.

El cuerpo de refrigeración puede realizarse con base en un bloque de material, por ejemplo, a través de fresado o de perforación. De ese modo pueden producirse los canales para el fluido de refrigeración y las conexiones. De manera alternativa, el cuerpo de refrigeración puede realizarse como perfil hueco extruido. Otra variante es la fabricación en un procedimiento de moldeo por inyección. También es posible fabricar el cuerpo de refrigeración con base en piezas individuales, por ejemplo, perfiles, tubos y placas, por ejemplo, mediante soldadura. Como otro procedimiento de fabricación posible para el cuerpo de refrigeración puede mencionarse la fabricación aditiva (en el lenguaje no especializado conocida también como «impresión 3D»). En particular en el caso de cuerpos de refrigeración fresados, moldeados, soldados o fabricados de forma aditiva, la superficie que señala hacia el lado de baja temperatura del módulo termoelectrico puede realizarse como superficie plana. La conexión mecánica y térmica entre el cuerpo de refrigeración y el módulo puede establecerse en particular mediante al menos un elemento de conexión adicional. De

manera alternativa, el cuerpo de refrigeración, en el lado que señala hacia al menos un módulo termoelectrico, puede fabricarse con salientes, por ejemplo, salientes en forma de nervaduras, en las cuales se fijan módulos termoelectricos, en particular módulos en forma de tiras. Los módulos en forma de bloques y en particular en forma de cuboides pueden fijarse directamente sobre una superficie plana del cuerpo de refrigeración, de manera opcional con elementos de compensación para compensar la deformación térmica de la superficie plana. En particular en el caso de un cuerpo de refrigeración con base en perfiles extruidos, así como en el caso de cuerpos de refrigeración moldeados, soldados o fabricados de forma aditiva, la superficie para la conexión con al menos un módulo puede tratarse posteriormente (por ejemplo, puede retirarse material mediante arranque de virutas), antes de que al menos un módulo en forma de bloque se fije en la superficie. Preferentemente, las superficies del material del cuerpo de refrigeración, incluyendo las superficies situadas en el interior, en el borde de canales de líquido de refrigeración, pueden revestirse para conformar el material de forma resistente contra el oxígeno del aire, el refrigerante y/o componentes que se encuentran presentes en el gas caliente.

Los elementos de conexión para la conexión mecánica y térmica del cuerpo de refrigeración y los módulos termoelectricos pueden realizarse en particular del mismo material mencionado anteriormente para el cuerpo de refrigeración. Preferentemente, el elemento de conexión y el cuerpo de refrigeración se componen del mismo material. Los elementos de conexión pueden ser punzonados, aserrados o cortados de chapas y opcionalmente pueden ser curvados o achaflanados en una forma deseada (por ejemplo, con perfil en L o en T). Los elementos de conexión pueden unirse al cuerpo de refrigeración por ejemplo a través de soldadura blanda, pegado o soldadura. En particular mediante soldadura blanda o pegado pueden producirse conexiones mecánicas entre los elementos de conexión y los módulos termoelectricos (en particular tiras modulares).

Del modo antes mencionado, los módulos termoelectricos pueden ser por ejemplo en forma de tiras o en forma de bloques, en particular en forma de cuboides. Los módulos de esa clase pueden conseguirse en el mercado. Por lo tanto, en esta descripción no se describen en detalle particularidades de su estructura y de sus materiales. En particular para posibilitar una soldadura blanda, el módulo puede estar fabricado de un metal en el lado de baja temperatura y/o en el lado de alta temperatura. Esto incluye la posibilidad de que la superficie esté metalizada/se metalice en el área de conexión hacia el elemento de conexión o el elemento de conducción de calor. Esto aplica tanto para los módulos en forma de tiras, como también en forma de bloques. Preferentemente, el área de contacto entre el elemento de conducción de calor y el módulo y/o entre el módulo y el cuerpo de refrigeración y el elemento de conexión hacia el cuerpo de refrigeración (o alternativamente entre el elemento de conexión y el cuerpo de refrigeración) se encuentra térmicamente aislada.

Para el elemento de conducción de calor que durante el funcionamiento transfiere calor desde el flujo de gas caliente hacia el módulo termoelectrico, se consideran preferentes los mismos materiales que se mencionaron más arriba con respecto al cuerpo de refrigeración. En el caso de una tira modular termoelectrica, los elementos de conducción de calor pueden estar fabricados por ejemplo como tiras de material en forma de placas (tiras de chapa) o como tiras de chapa onduladas. De este modo, los senos de las ondas en el canal de gas se extienden preferentemente en la dirección de circulación, a saber, para obtener una superficie aumentada, pero sin aumentar esencialmente la resistencia a la circulación en el canal de gas. De este modo, las tiras de chapa onduladas pueden disponerse en el canal de gas del mismo modo que las tiras de chapa rectas, de forma opuesta y cruzadas entre sí. Una pluralidad de nervaduras u otros salientes que se proyectan dentro del canal de gas, por ejemplo, con la ayuda de plantillas, matrices u otras herramientas espaciadoras, pueden alinearse de manera que resulte una distancia uniforme entre los mismos. Preferentemente, la distancia individual no debe diferir en más de 20 % de la distancia media de dos salientes. Los elementos de conducción de calor en forma de tiras o de nervaduras, de modo conocido, pueden punzonarse, cortarse o aserrarse desde paneles más grandes o desde un material en forma de cintas.

En el caso de módulos termoelectricos en forma de bloques, los elementos de conducción de calor se producen por ejemplo a través de fresado o de extrusión, como cuerpos de nervaduras. Del modo antes mencionado, de manera alternativa, pueden producirse elementos de conducción de calor con sección transversal en forma de L o de T, cuyo lado corto del perfil se conecta con la mayor superficie posible con la superficie del módulo en forma de bloque. De manera alternativa pueden utilizarse cuerpos de refrigeración en forma de clavijas como elementos de conducción de calor, es decir, que una gran cantidad de salientes en forma de clavijas se extiende hacia el interior del canal de gas. En particular, el elemento de conducción de calor puede conectarse al módulo a través de soldadura blanda o de pegado. Otra posibilidad consiste en producir el módulo ya con salientes, por ejemplo, en forma de nervaduras o en forma de clavija, en el lado de alta temperatura. En ese caso se suprime la conexión del módulo con un elemento de conducción de calor adicional.

Un sistema de estanqueidad flexible, es decir, un sistema de estanqueidad que se deforma bajo el efecto de fuerzas externas, puede componerse en particular de material ya flexible antes de la fabricación o de material que se vuelve flexible a través de la fabricación. Por ejemplo, en la fabricación del sistema de estanqueidad pueden producirse cavidades que en conjunto flexibilizan el material. Como sistema de estanqueidad, sin embargo, se considera preferente una tela no tejida o una malla de fibras minerales. Por ejemplo, en la tela no tejida o en la malla puede cortarse o punzonarse un orificio en forma de ranura. La forma del orificio depende de la forma de la sección transversal del elemento de conducción de calor, el cual penetra o debe penetrar el sistema de estanqueidad en el orificio. La función de estanqueidad entre el sistema de estanqueidad y el elemento de conducción de calor se garantiza

preferentemente mediante la fricción de las dos partes. Sin esa fricción, el sistema de estanqueidad podría desplazarse relativamente con respecto al elemento de conducción de calor, perjudicando su función de estanqueidad. Otra posibilidad reside en el hecho de que extremos libres de los elementos de conducción de calor que se extienden desde un lado opuesto del canal de gas hacia el interior del canal de gas, mantienen al sistema de estanqueidad posicionado, es decir, que el sistema de estanqueidad no puede continuar desplazándose en la dirección del lado opuesto del canal de gas. De manera alternativa o adicional, el sistema de estanqueidad puede sostenerse mediante un soporte en un elemento de terminación del borde del canal de gas y/o en una estructura de refuerzo, limitando de ese modo al menos la libertad de movimiento del sistema de estanqueidad. De manera alternativa o adicional, el sistema de estanqueidad puede pegarse de forma fija en el elemento de conducción de calor. Un sistema de estanqueidad no solo puede separar el espacio mencionado, del canal de gas. Más bien, al menos un sistema de estanqueidad también puede utilizarse para hermetizar la transición entre módulos dispuestos unos detrás de otros en la dirección de circulación, en particular, las unidades base. Para ello se consideran los mismos materiales que para el sistema de estanqueidad de separación. También esos sistemas de estanqueidad pueden pegarse de forma fija o pueden posicionarse mediante fuerzas de apriete.

Ejemplos de realización de la invención se explican haciendo referencia al dibujo que se adjunta. Las figuras individuales del dibujo muestran:

Figura 1 un corte longitudinal a través de una disposición con dos cuerpos de refrigeración en lados opuestos de un canal de gas, en el que, partiendo desde cada uno de los cuerpos de refrigeración, en la dirección del interior del canal de gas, se extienden módulos termoelectricos con elementos de conducción de calor fijados en los mismos,

Figura 2 un corte transversal a través de la disposición representada en la figura 1, a lo largo de la línea II-II,

Figura 3 una representación tridimensional isométrica de una disposición con un cuerpo de refrigeración, desde el cual se extienden módulos termoelectricos en lados opuestos unos con respecto a otros, con elementos de conducción de calor fijados en los mismos,

Figura 4 una representación tridimensional isométrica de una gran cantidad de las disposiciones representadas en la figura 3, las cuales están dispuestas unas junto a otras y en niveles, unos sobre otros,

Figura 5 una representación de tres disposiciones, similar a la disposición representada en la figura 3, en la que las tres disposiciones están dispuestas unas detrás de otras en la dirección de circulación del gas caliente, y presentan diferentes longitudes de forma transversal con respecto a la dirección del flujo de gas, sobre las cuales los elementos de conducción de calor se extienden hacia el interior del canal de gas,

Figura 6 la disposición representada en la figura 4 con un marco soporte adicional, una entrada de gas y una salida de gas,

Figura 7 un corte transversal a través de un cuerpo de refrigeración que puede utilizarse como cuerpo de refrigeración en una de las disposiciones en la figura 1 a la figura 6, así como en la figura 8 y en la figura 9,

Figura 8 un corte longitudinal similar al corte longitudinal de la figura 1, pero a través de una disposición con módulos termoelectricos en forma de cuboides, en lugar de con módulos termoelectricos en forma de tiras,

Figura 9 un corte transversal a través de la disposición representada en la figura 8, a lo largo de la línea IX-IX,

Figura 10 un sector correspondiente al área central de la disposición representada en la figura 2, para representar una forma de realización concreta, que difiere de la figura 2, del elemento de conducción de calor con forma ondulada, y

Figura 11 un ejemplo de realización concreto para una de las estructuras de apoyo representadas en la figura 4.

La disposición representada en la figura 1 y en la figura 2 presenta dos cuerpos de refrigeración 1a, 1b, los cuales presentan una gran cantidad de canales 5a, 5b para un flujo de líquido de refrigeración. En la representación de la figura 1, los canales 5 se extienden con su dirección de circulación de forma perpendicular con respecto al plano de la figura, mientras que en la figura 2 se extienden con su dirección de circulación en el plano de la figura, desde arriba hacia abajo, o de forma inversa. Superficies externas de los cuerpos de refrigeración 5a, 5b, no orientadas hacia los canales 5, se encuentran orientadas unas hacia otras. Entre los cuerpos de refrigeración 5a, 5b se encuentran espacios en los que están dispuestos elementos termoelectricos 3a, 3b en forma de tiras y -en el centro entre los cuerpos de refrigeración 5a, 5b- un canal de gas de escape 6. La dirección de circulación para el gas de escape de un motor de combustión que circula a través del canal de gas de escape 6, en la figura 1 se extiende desde abajo hacia arriba, en el plano de la figura, y en la figura 2 de forma perpendicular con respecto al plano de la figura, hacia el observador.

En el ejemplo de realización representado en la figura 1 y la figura 2, las nervaduras 4a, 4b están conformadas como componente integral de los cuerpos de refrigeración 1a, 1b. Se prescinde por tanto de una unión de nervaduras y

cuerpos de refrigeración. Desde cada uno de los cuerpos de refrigeración 1a, 1b, en el ejemplo de realización, se extienden diez nervaduras 4a, 4b en la dirección del canal de gas de escape 6. Las nervaduras 4a, 4b sirven como conexión hacia los elementos termoeléctricos 3a, 3b en forma de tiras. A cada una de las nervaduras 4a, 4b se encuentran conectados dos elementos termoeléctricos 3a, 3b, por ejemplo, pegados o soldados, de modo que durante el funcionamiento de la disposición el calor excedente se transfiere desde los elementos termoeléctricos 3a, 3b, mediante las nervaduras 4a, 4b, hacia la pared interna del cuerpo de refrigeración 1a, 1b; y desde allí hacia el líquido de refrigeración dentro del canal 5a, 5b. El líquido de refrigeración transporta el calor excedente. De ese modo, el lado de baja temperatura de los elementos termoeléctricos 3a, 3b conectado a las nervaduras 4a, 4b se mantiene a una temperatura reducida.

Los elementos termoeléctricos en forma de tiras, en la sección transversal representada en la figura 2, presentan una superficie de la sección transversal mucho más reducida en comparación con la superficie mucho más grande que está representada en la figura 1. En particular, desde arriba hacia abajo, en la superficie de los elementos termoeléctricos 3a, 3b representada en la figura 1, los pares de materiales de muchos elementos termoeléctricos pueden estar dispuestos unos sobre otros, tal como esto se conoce ya por el estado de la técnica. Los elementos termoeléctricos en sí mismos no están representados en la figura 1.

En los lados de alta temperatura que señalan hacia el canal de gas de escape 6, los elementos termoeléctricos 3a, 3b están conectados respectivamente en forma de pares con un elemento de conducción de calor 7a, 7b en forma de nervadura, por ejemplo, nuevamente a través de pegado o soldadura blanda. Las áreas del extremo de los elementos termoeléctricos 3a, 3b que señalan hacia el canal de gas de escape 6 comprenden entre sí, respectivamente en forma de pares, un área del extremo del elemento de conducción de calor 7a, 7b. El elemento de conducción de calor, por lo tanto, estabiliza mecánicamente los pares de elementos termoeléctricos 3a, 3b del mismo modo que las nervaduras 4a, 4b.

Los cuerpos de refrigeración 1a, 1b, mediante las nervaduras 4a, 4b conformadas integralmente en los mismos en el ejemplo de realización mostrado, soportan los elementos termoeléctricos 3a, 3b, los cuales a su vez soportan los intercambiadores de calor 7a, 7b. El peso total de los elementos termoeléctricos 3a, 3b y de los intercambiadores de calor 7a, 7b es soportado por tanto por los cuerpos de refrigeración 1a, 1b.

Cerca de los extremos del lado de alta temperatura de los elementos termoeléctricos 3a, 3b se extiende un sistema de estanqueidad 2a, 2b de material flexible, en el ejemplo de realización una tela no tejida de fibras minerales. Los intercambiadores de calor 7a, 7b penetran el sistema de estanqueidad 2a, 2b, el cual se sostiene en los elementos de conducción de calor 7a, 7b a través de fuerzas de apriete y opcionalmente a través de un adhesivo adicional. Los elementos de conducción de calor 7a soportados por el primer cuerpo de refrigeración 1a sostienen de este modo el sistema de estanqueidad 2a, y los segundos elementos de conducción de calor 7b soportados por el segundo cuerpo de refrigeración 1b sostienen el segundo sistema de estanqueidad 2b. Los sistemas de estanqueidad 2a, 2b son en forma de mallas, es decir, que presentan dos superficies grandes que están dispuestas en lados opuestos del sistema de estanqueidad 2a, 2b. Respectivamente, la superficie externa de las mismas está orientada hacia los elementos termoeléctricos 3a, 3b y, con ello, también hacia el cuerpo de refrigeración 1a, 1b, mientras que la otra de las superficies grandes forma la pared del canal de gas de escape 6.

Dentro del canal de gas de escape 6, los elementos de conducción de calor 7a, 7b, del modo antes descrito, están cruzados entre sí a modo de un peine, es decir, que en la sección transversal de la figura 2, en el orden en el plano de la figura, desde arriba hacia abajo, se suceden un primer elemento de conducción de calor 7a que se extiende hacia el interior del primer canal de gas de escape 6, un elemento de conducción de calor 7b que se extiende desde la derecha hacia el interior del canal de gas de escape, etc. En correspondencia con la cantidad de diez nervaduras 4a, 4b en el ejemplo de realización, y de veinte elementos termoeléctricos 3a, 3b en forma de tiras, se encuentran presentes diez primeros elementos de conducción de calor 7a y diez segundos elementos de conducción de calor 7b. Respectivamente, un primer elemento de conducción de calor 7a y un segundo elemento de conducción de calor 7b forman canales de circulación 16 estrechos en comparación con la sección transversal total del canal de gas de escape 6. En el ejemplo de realización están formados en total diecinueve canales de circulación 16 estrechos de esa clase. En la figura 2, arriba y abajo, puede estar formado respectivamente otro canal de circulación estrecho o un poco más ancho, cuando se encuentra allí una cubierta (no representada en la figura 2), cuya superficie interna grande se encuentra orientada hacia los elementos termoeléctricos 3a, 3b en forma de tiras y dentro del canal de gas de escape 6 está orientada hacia los elementos de conducción de calor 7a, 7b. Los sistemas de estanqueidad 2a, 2b pueden estar apoyados en la respectiva cubierta, de manera que junto con las cubiertas que pueden disponerse arriba y abajo en el plano de la figura, de la figura 2, forman las paredes circunferenciales del canal de gas de escape 6. Las cubiertas, por lo tanto, pueden denominarse también como paredes.

Tal como puede observarse claramente en la figura 2, los sistemas de estanqueidad 2a, 2b separan el canal de gas de escape 6 de respectivamente un espacio en el cual se encuentran los primeros elementos termoeléctricos 3a (espacio 10), así como los segundos elementos termoeléctricos 3b (espacio 20). Debido a la disposición en forma de tiras de los elementos termoeléctricos 3, los espacios 10, 20 están divididos en espacios parciales 9a, 9b estrechos. Por ejemplo, los segundos elementos termoeléctricos 3b más inferiores, representados a la derecha, abajo, en la figura 2, los cuales se indican con el símbolo de referencia 8, delimitan uno de esos espacios parciales 9b. De manera

opcional, los espacios parciales 9a, 9b durante y/o después del funcionamiento de la disposición pueden ser atravesados por un gas de purga, en los que la dirección de circulación se ubica paralelamente con respecto a la dirección de circulación del gas caliente en el canal de gas de escape 6 y, por lo tanto, en la figura 2 se extiende perpendicularmente con respecto al plano de la figura.

La figura 3 muestra una unidad base con un cuerpo de refrigeración 1, el cual por ejemplo puede ser el cuerpo de refrigeración 1a, 1b de la figura 1 y la figura 2, cuando en la disposición de la figura 1 y de la figura 2 se encuentran elementos termoeléctricos, nervaduras y elementos de conducción de calor a ambos lados del cuerpo de refrigeración 1a, 1b. En ese caso, las representaciones de la figura 1 y la figura 2 solo serían representaciones parciales y no mostrarían las nervaduras, elementos termoeléctricos y elementos de conducción de calor dispuestas del lado externo de los cuerpos de refrigeración 1a, 1b.

Partiendo desde el cuerpo de refrigeración 1 en la figura 3, a ambos lados, hacia la derecha y hacia la izquierda, en la representación de la figura 3 se extienden nervaduras 4, en las que están fijados elementos termoeléctricos 3 en forma de tiras. Los elementos de conducción de calor 7 están conectados con los elementos termoeléctricos 3, de manera que respectivamente, partiendo desde el cuerpo de refrigeración 1, se extiende la sucesión de nervadura 4, elemento termoeléctrico 3 y elemento de conducción de calor 7, alejándose del cuerpo de refrigeración 1. En el ejemplo de realización representado en la figura 3, de cada lado del cuerpo de refrigeración 1 se extienden dieciséis disposiciones de esa clase, las cuales en conjunto forman pilas en forma de láminas, en el que entre los elementos de conducción de calor 7 de las láminas están conformados los canales de circulación 16 estrechos. Cada una de las láminas con una nervadura 4, un elemento termoeléctrico 3 en forma de tiras y un elemento de conducción de calor 7 en forma de nervadura, en particular puede estar conformada tal como se describió mediante la figura 1 y la figura 2.

En la figura 3 no están representados los sistemas de estanqueidad, de los cuales respectivamente uno debe disponerse a la izquierda y a la derecha del cuerpo de refrigeración 1 representado en la figura 3. Tampoco están representadas respectivamente otra unidad base o una pared de la carcasa, las cuales respectivamente deben disponerse a la izquierda y a la derecha del cuerpo de refrigeración 1 representado en la figura 3.

El cuerpo de refrigeración 1 en la figura 3 presenta ocho canales de líquido 5 que se extienden desde adelante a la derecha hacia atrás a la izquierda, en el que los extremos de la mayoría de esos canales 5 preferentemente están cerrados, a excepción de al menos un extremo que se usa como abertura de entrada de flujo o abertura de salida de flujo, para introducir líquido de refrigeración en el cuerpo de refrigeración 1, o para descargarlo desde el mismo. Además, el cuerpo de refrigeración 1 presenta dos canales 15 que se extienden perpendicularmente con respecto a los canales 5, uno en el primer plano de la imagen y uno en el segundo plano de la imagen. Esos canales 15 que se extienden de forma vertical conectan unos con otros todos los canales 5, de manera que un distribuidor está formado en el lado de entrada de flujo y un colector está formado en el lado de salida de flujo. Los extremos de los canales de refrigeración 15 que se extienden de forma vertical preferentemente están cerrados.

La figura 4 muestra una disposición con nueve de las unidades base representadas en la figura 3, en el que respectivamente tres unidades base 14 dispuestas unas junto a otras están dispuestas en tres niveles, unos sobre otros. En cada nivel, los elementos de conducción de calor 7 de la unidad base dispuesta en el centro del nivel, con los elementos de conducción de calor que señalan hacia el interior, de la unidad base dispuesta exteriormente en el nivel, están cruzados a modo de un peine. Tal como puede observarse también en la figura 3, abajo y arriba en la imagen, los cuerpos de refrigeración 1, adelante y atrás, así como abajo y arriba, presentan respectivamente un saliente de fijación. En la transición de los niveles se encuentra respectivamente una estructura de apoyo 12 que rodea la pila a la altura de la transición del nivel y en la cual se encuentran fijados los cuerpos de refrigeración 1, mediante sus salientes de fijación 13. De este modo, preferentemente solo el saliente de fijación inferior 13 o el saliente de fijación superior 13 del cuerpo de refrigeración 1 se encuentra conectado de forma fija a la estructura de apoyo 12. El otro saliente de fijación, preferentemente, solo es guiado de forma desplazable en la estructura de apoyo 12. De ese modo, las unidades base pueden desplazarse relativamente con respecto a otras unidades base, en el caso de una dilatación térmica y una contracción. Sin embargo, de manera alternativa es posible que todos los salientes de fijación 13 estén conectados de forma fija con las estructuras de apoyo 12 en las transiciones de los niveles, y que las estructuras de apoyo 12 puedan desplazarse relativamente con respecto a una carcasa que no se encuentra representada en la figura 4.

En todo caso, se considera preferente que los salientes de fijación inferiores 13 del nivel más inferior de unidades base 14 estén conectados de forma fija con una carcasa no representada en la figura 4, pero no los salientes de fijación superiores 13 del nivel superior. De manera alternativa, los salientes de fijación superiores 13 del nivel superior podrían estar conectados de forma fija a la carcasa, mientras que los salientes de fijación inferiores 13 del nivel inferior no se encuentran conectados de forma fija con el sistema. Los salientes de fijación 13 no conectados de forma fija con la carcasa, preferentemente, son guiados de forma desplazable relativamente con respecto a la carcasa, para posibilitar una dilatación condicionada térmicamente y una contracción. En la figura 5 se encuentra dispuesta una pila de tres, unas detrás de otras, en la dirección de circulación (representada mediante flechas que señalan desde abajo hacia arriba). Cada una de las unidades base presenta un cuerpo de refrigeración 1 y elementos termoeléctricos 3 que se encuentran conectados en lados opuestos con el cuerpo de refrigeración 1, y elementos de conducción de calor 7 fijados en el mismo. La longitud de los elementos de conducción de calor 7 en la dirección alejándose del cuerpo de

refrigeración 1, hacia el interior del canal de gas (las delimitaciones del canal de gas por los sistemas de estanqueidad no están representadas en la figura 5), varía sin embargo en las unidades base. La unidad base 14a, que se sitúa adelante en la dirección de circulación, tiene el elemento de conducción de calor 7 con la menor longitud. La unidad base central 14b tiene el elemento de conducción de calor 7 con una longitud un poco mayor y la unidad base 14c que se sitúa en el extremo de la disposición en la dirección de circulación tiene el elemento de conducción de calor 7 con la mayor longitud, la cual es un poco mayor que la longitud de los elementos de conducción de calor 7 de la unidad base central 14b. Debido a la diferente longitud y, con ello, a las superficies de diferente tamaño de los elementos de conducción de calor 7, se compensa el descenso de la temperatura del flujo de gas caliente.

La figura 5 muestra también para cada una de las unidades base 14 una conexión 25 para la introducción o la descarga del líquido de refrigeración en el cuerpo de refrigeración 1, es decir, que el extremo correspondiente del canal de refrigeración se encuentra abierto en la conexión 25.

La figura 6 muestra un generador termoelectrico con una pila de unidades base como en la figura 4, pero en el que se encuentran partes de la carcasa adicionales y conexiones. Además de las cubiertas 11 ya representadas en la figura 4, las cuales cierran la pila de láminas adelante y atrás y forman las paredes de los canales de gas adelante y atrás, se representan también paredes laterales 18 de los canales de gas que se sitúan a la derecha y a la izquierda en la representación. Además, se representan abajo una entrada de gas de escape 10 con ampliación en forma de embudo hasta un marco soporte inferior 41 y una salida de gas de escape 30 con una disminución en forma de embudo, partiendo desde un marco soporte superior 31. El marco soporte inferior 41 presenta tres aberturas para la entrada de gas de purga hacia los espacios separados por los sistemas de estanqueidad. El marco soporte superior 31 presenta tres aberturas de salida 32 para descargar el gas de purga. En la figura 6 no están representadas paredes externas de la carcasa que se encuentran conectadas abajo con el marco soporte inferior 41 y arriba con el marco soporte superior 31, o que pueden guiarse a través del respectivo marco.

Preferentemente, solo el marco soporte inferior 41 está conectado de forma fija a la pila de las unidades base 14, mientras que el marco soporte superior 31 solamente limita la libertad de movimiento del nivel superior de las unidades base 14, posibilitando un movimiento debido a la dilatación térmica y a la contracción. El corte transversal representado en la figura 7, a través de un cuerpo de refrigeración 1, por ejemplo, el cuerpo de refrigeración de una de las unidades base de la figura 3 a la figura 6, en el ejemplo de realización muestra 8 canales de líquido 5 que se extienden paralelamente unos con respecto a otros y los dos canales de líquido 15 que se extienden perpendicularmente con respecto a éstos. No están representadas las conexiones hacia los elementos termoelectricos, tampoco representados, las cuales en la representación de la figura 7 pueden disponerse o están dispuestas en el cuerpo de refrigeración 1, en el primer plano y en el segundo plano.

El segundo situado más abajo, de los ocho canales de líquido de refrigeración 5 que se extienden de forma paralela, presenta a la izquierda en la figura 7 una abertura, la cual forma la entrada 25 para el líquido de refrigeración. El segundo situado más arriba, de los ocho canales de líquido de refrigeración 5 que se extienden de forma paralela, presenta a la derecha arriba en la figura 7 una abertura, la cual forma la salida de líquido de refrigeración 26. Todos los otros extremos de los canales 5, 15 están cerrados, por ejemplo, con tapones. La utilización de tapones permite producir canales de líquido de refrigeración 5, 15 a través de perforación, en un bloque macizo. A la derecha y a la izquierda, respectivamente arriba y abajo, se encuentran representados los salientes de fijación 13.

La disposición representada en la figura 8 y en la figura 9, como variante con respecto a la disposición representada en la figura 1 y en la figura 2, presenta módulos termoelectricos 300a, 300b en forma de bloques. De forma similar a la figura 1 y la figura 2, respectivamente a la derecha y a la izquierda en la disposición, está representado un cuerpo de refrigeración 101a, 101b con varios canales de líquido de refrigeración 105 que se extienden paralelamente unos con respecto a otros. En la superficie plana de los cuerpos de refrigeración 101 que señala hacia el interior, una gran cantidad de los módulos termoelectricos 300a, 300b en forma de bloques se encuentra conectada en toda la superficie con el cuerpo de refrigeración 101, de forma opcional respectivamente mediante un elemento de compensación no representado. En el lado interno de los módulos termoelectricos 300a, 300b se encuentra dispuesto respectivamente un elemento de conducción de calor 109a, 109b que, en el ejemplo de realización, presentan respectivamente nervaduras 107a, 107b que disminuyen en su desarrollo hacia sus extremos libres, en la sección transversal. Los salientes 107 están cruzados entre sí a modo de un peine. Debido a esto se forma un espacio intermedio 116 en forma de meandro, en la sección transversal representada en la figura 9, el cual forma parte del canal de gas de escape 106.

En la representación de la figura 8, la dirección de circulación del canal de gas de escape 106 se extiende desde abajo hacia arriba, y en la representación de la figura 9 de forma perpendicular con respecto al plano del dibujo, desde atrás hacia delante. Con el elemento de conducción de calor 109a se encuentra combinado un primer sistema de estanqueidad que presenta dos partes 102a, 102c. Con el segundo elemento de conducción de calor 109b se encuentra combinado un segundo sistema de estanqueidad que presenta dos partes 102b, 102d. En la representación de la figura 9 puede observarse que las partes 102a, 102b se encuentran de un lado de la disposición con los elementos de conducción de calor 109 cruzados unos con otros, y las partes 102c, 102d se encuentran en el lado opuesto de la disposición de los elementos de conducción de calor 109. De manera correspondiente, en la representación de la figura 8 pueden observarse los lados frontales solamente de las partes del sistema de estanqueidad 102c, 102d. El primer sistema de estanqueidad con las partes 102a, 102c separa el canal de gas 106

de un espacio 100 que se encuentra entre el sistema de estanqueidad y el cuerpo de refrigeración, y en el cual se encuentran los primeros módulos termoeléctricos 300a. De manera correspondiente, el segundo sistema de estanqueidad con las partes 102b, 102d separa el canal de gas 106 de un espacio 200, en el cual se encuentran los segundos módulos termoeléctricos 300b. De ese modo se impide que gas caliente que circula en el canal de gas 106 entre en contacto directo con los módulos termoeléctricos 300. Al igual que en los módulos termoeléctricos en forma de tiras de la disposición en la figura 1 y la figura 2, por lo tanto, puede alcanzarse una diferencia de temperatura más elevada mediante los módulos termoeléctricos. De este modo, desde el canal de gas, calor puede introducirse hacia el lado de alta temperatura de los módulos termoeléctricos, con una eficiencia elevada.

La figura 10 muestra un detalle de una variante preferente de la disposición mostrada en la figura 2. El detalle se refiere a la conformación de los elementos de conducción de calor en el área local que se forma a través del canal de gas de escape y que está limitada por los sistemas de estanqueidad 2a, 2b en lados opuestos. Mientras que los elementos de conducción de calor 7a, 7b en la forma de realización representada en la figura 2 están conformados en forma de placas con un desarrollo recto a lo largo del eje longitudinal (extendiéndose en la figura 2 desde la derecha hacia la izquierda y desde la izquierda hacia la derecha), los elementos de conducción de calor 207a, 207b, en la forma de realización representada en la figura 10, presentan un desarrollo ondulado en la dirección longitudinal, con crestas de las ondas y senos de las ondas. Las crestas de las ondas y los senos de las ondas se extienden perpendicularmente con respecto al plano de la figura, de la figura 10. Solamente están representados dos primeros intercambiadores de calor 207a y un segundo intercambiador de calor 207b. Los senos de las ondas y las crestas de las ondas de los primeros y los segundos elementos de conducción de calor 207a, 207b más próximos se extienden paralelamente unos con respecto a otros, de manera que la distancia de las superficies de los elementos de conducción de calor 207 más próximos es constante o aproximadamente constante en el desarrollo de los elementos de conducción de calor 207, desde los elementos termoeléctricos 3a, 3b, hacia los extremos libres de los elementos de conducción de calor 207. Como aproximadamente constante se entiende que no se produce ninguna variación de la distancia en el desarrollo mencionado, la cual pueda atribuirse a un desplazamiento en la dirección longitudinal o a una forma diferente de los senos de las ondas y las crestas de las ondas. En la práctica, sin embargo, puede presentarse en particular una distancia variable porque las secciones del extremo onduladas de los elementos de conducción de calor 207 se encuentran curvadas de forma accidental.

Puesto que la figura 10 se trata de una representación en detalle, solamente están representados los tres elementos de conducción de calor 207 mencionados, respectivamente una sección parcial de los sistemas de estanqueidad 200a, 200b y solamente las áreas del extremo del lado de alta temperatura de los elementos termoeléctricos 3a, 3b, en las cuales están fijados los tres elementos de conducción de calor 207 representados. En la forma representada en la figura 2, en la práctica, se encuentran presentes otros elementos termoeléctricos y elementos de conducción de calor, en el que los elementos de conducción de calor, sin embargo, tienen igualmente secciones del extremo onduladas.

La disposición ondulada, entrecruzada, de las secciones del extremo de los elementos de conducción de calor, conduce a una superficie agrandada de los elementos de conducción de calor en comparación con la conformación en la figura 2 y, con ello, a una transferencia térmica mejorada desde el gas caliente hacia los elementos de conducción de calor. Preferentemente, la circulación del gas caliente en el canal de gas de escape, sin embargo, no se torna turbulenta debido a la forma ondulada de los elementos de conducción de calor.

Se agranda la superficie de las secciones del extremo de los elementos de conducción de calor, referida a la sección longitudinal, es decir, el cociente del coeficiente de transferencia térmica y de la longitud de la sección del extremo es mayor en la dirección longitudinal. Esto permite seleccionar la longitud de la sección más reducida del extremo y, a pesar de ello, lograr una buena transferencia térmica desde el gas caliente hacia los elementos de conducción de calor. Cuando la circulación del gas caliente a través del canal de gas no se torna turbulenta, la resistencia a la circulación es solo mínimamente más elevada que en el caso de la realización recta de las secciones del extremo de los elementos de conducción de calor en la figura 2.

La figura 11 muestra una estructura soporte 212 similar a aquella de la figura 4, la cual puede disponerse en la dirección de circulación del gas caliente, entre dos niveles de unidades base dispuestas unas detrás de otras, para soportar al menos las unidades base de uno de los dos niveles en la estructura de apoyo 212. La estructura soporte 212 en particular está hecha de una plancha metálica y presenta tres sectores 213, 214, 215 (a excepción de convexidades adicionales) aproximadamente rectangulares para uno de los niveles, para los niveles o para una transición de los niveles. En la representación en perspectiva de la figura 11, la dirección de circulación para el gas caliente se extiende desde abajo hacia arriba.

REIVINDICACIONES

1. Generador termoeléctrico para convertir calor de un flujo de gas caliente en energía eléctrica, en el que el generador termoeléctrico presenta:

- 5 • al menos un módulo termoeléctrico (3; 300) con una pluralidad de elementos termoeléctricos,
- un canal de gas (6; 106) en un lado de alta temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300) para conducir el flujo de gas caliente en una dirección de circulación del canal de gas (6; 106),
- 10 • un cuerpo de refrigeración (1; 101) para enfriar el módulo termoeléctrico (3; 300) y
- al menos un elemento de conducción de calor (7; 109), que en el lado de alta temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300) se extiende hacia dentro del canal de gas (6; 106) en una dirección que se extiende de forma transversal con respecto a la dirección de circulación y dentro del canal de gas (6; 106) presenta un extremo libre, en el que el elemento de conducción de calor forma parte del módulo termoeléctrico (3; 300) o en el lado de alta temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300) está conectado al módulo termoeléctrico (3; 300),

en el que el generador termoeléctrico presenta un sistema de estanqueidad (2; 102), **caracterizado porque**

- 20 - el cuerpo de refrigeración (1; 101) en un lado de baja temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300), se encuentra en contacto con el mismo,
- el sistema de estanqueidad separa del canal de gas (6; 106) un espacio que está dispuesto entre el cuerpo de refrigeración (1; 101) y el canal de gas (6; 106), y durante el funcionamiento del generador termoeléctrico hermetiza con respecto al flujo de gas caliente que circula en el canal de gas (6; 106) y
- 25 - el sistema de estanqueidad (2; 102) se extiende desde el elemento de conducción de calor (7; 109) o desde uno de los elementos de conducción de calor (7; 109) hacia una pared del canal de gas o hacia una parte soporte del generador termoeléctrico, pero no está conectado a la pared del canal de gas o a la parte soporte del generador termoeléctrico.

2. Generador termoeléctrico según la reivindicación 1, en el que el sistema de estanqueidad (2, 102) se compone de un material flexible.

3. Generador termoeléctrico según la reivindicación 2, en el que el material flexible está diseñado para deformarse bajo la influencia de fuerzas externas.

4. Generador termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el material del sistema de estanqueidad (2; 102) presenta una tela no tejida o un tejido de fibras.

5. Generador termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1-4, en el que el sistema de estanqueidad (2; 102), al menos en un punto, está penetrado por el elemento de conducción de calor (7; 109) o por uno de los elementos de conducción de calor (7; 109) o por el módulo termoeléctrico y/o partes del sistema de estanqueidad (2; 102), al menos en un punto, están separadas unas de otras mediante el elemento de conducción de calor (7; 109) o mediante uno de los elementos de conducción de calor (7; 109) o mediante el módulo termoeléctrico.

6. Generador termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1-5, en el que salientes están formados mediante el elemento de conducción de calor (7; 109) o mediante una pluralidad de elementos de conducción de calor (7; 109) y se extienden hacia dentro del canal de gas (6; 106), y están diseñadas como nervaduras de un intercambiador de calor para transferir el calor del flujo de gas caliente al módulo termoeléctrico (3; 300).

7. Generador termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1-6, en el que los elementos termoeléctricos respectivamente presentan un par de materiales diferentes que, en una primera área de contacto, en el lado de baja temperatura, están en contacto unos con otros, y en una segunda área de contacto, en el lado de alta temperatura, están en contacto uno con otro, de manera que debido a una temperatura más elevada en la segunda área de contacto que en la primer área de contacto, una tensión eléctrica se genera entre la primera y la segunda área de contacto, y en el que la primer área de contacto se encuentra en el espacio que separa el sistema de estanqueidad (2; 102) del canal de gas (6; 106).

8. Generador termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1-7, en el que el espacio que separa el sistema de estanqueidad (2; 102) del canal de gas (6; 106), de forma separada del canal del gas (6; 106), presenta una entrada y una salida, a través de las cuales, durante y/o después de un funcionamiento del generador termoeléctrico, un gas de purga puede entrar y salir para purgar el espacio.

9. Generador termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1-8, en el que el cuerpo de refrigeración (1; 101) está conectado a una parte que soporta el peso del generador termoeléctrico y es soportado por la parte soporte, y en el que el cuerpo de refrigeración (1; 101) soporta el módulo termoeléctrico (3; 300).
- 5 10. Vehículo ferroviario con un generador termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1-9, en el que el vehículo ferroviario presenta un motor y el generador termoeléctrico está dispuesto en una línea de gas de escape del motor o está acoplado térmicamente con la línea de gas de escape.
- 10 11. Procedimiento para fabricar un generador termoeléctrico para convertir calor de un flujo de gas caliente en energía eléctrica, con los siguientes pasos:
- puesta a disposición de al menos un módulo termoeléctrico (3; 300) con una pluralidad de elementos termoeléctricos,
 - 15 • puesta a disposición de un canal de gas (6; 106) para conducir el flujo de gas caliente en una dirección de circulación del canal de gas (6; 106) en un lado de alta temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300),
 - disposición de un cuerpo de refrigeración (1; 101) para enfriar el módulo termoeléctrico (3; 300) en un lado de baja temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300),
 - 20 • acoplamiento del cuerpo de refrigeración (1; 101) al módulo termoeléctrico (3; 300) en el lado de baja temperatura, y disposición de al menos un elemento de conducción de calor (7; 109) en el lado de alta temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300), de manera que el elemento de conducción de calor (7; 109) se extiende hacia dentro del canal de gas (6; 106) en una dirección que se extiende de forma transversal con respecto a la dirección de circulación y dentro del canal de gas (6; 106) presenta un extremo libre, en el que el elemento de conducción de calor (7; 109) forma parte del módulo termoeléctrico (3; 300) o en el lado de alta temperatura del módulo termoeléctrico (3; 300) está conectado al módulo termoeléctrico (3; 300),
 - 25
- 30 en el que un sistema de estanqueidad (2, 102) se dispone de manera que el mismo separa del canal de gas (6, 106) un espacio que está dispuesto entre el cuerpo de refrigeración (1; 101) y el canal de gas (6; 106), y durante el funcionamiento del generador termoeléctrico hermetiza el espacio con respecto al flujo de gas caliente que circula en el canal de gas (6; 106), y
- 35 en el que el sistema de estanqueidad (2; 102) se dispone de manera que el mismo se extiende desde el elemento de conducción de calor (7; 109) o desde uno de los elementos de conducción de calor (7; 109) hacia una pared del canal de gas o hacia una parte soporte del generador termoeléctrico, pero no está conectado a la pared del canal de gas o a la parte soporte del generador termoeléctrico.

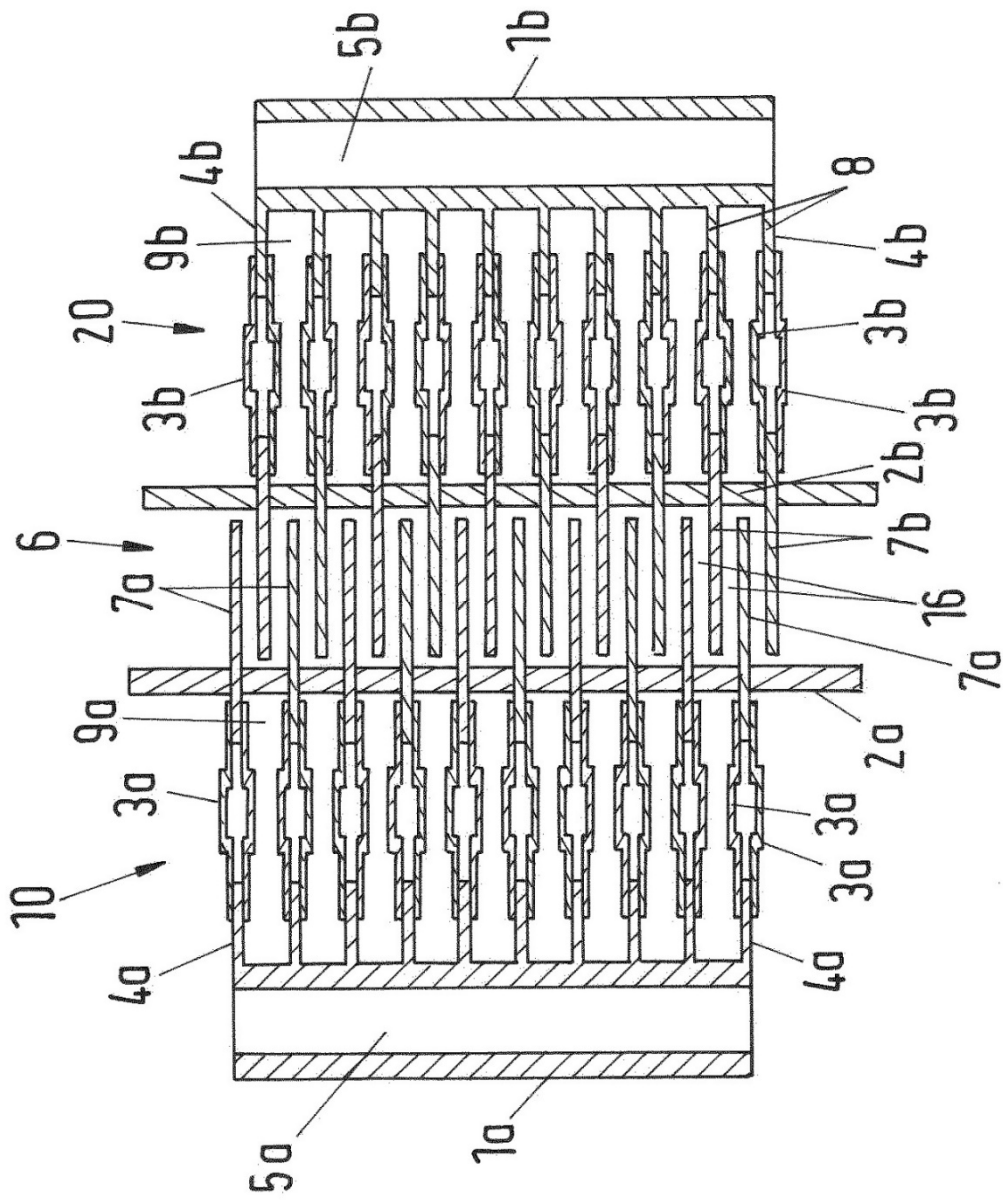


Fig.2

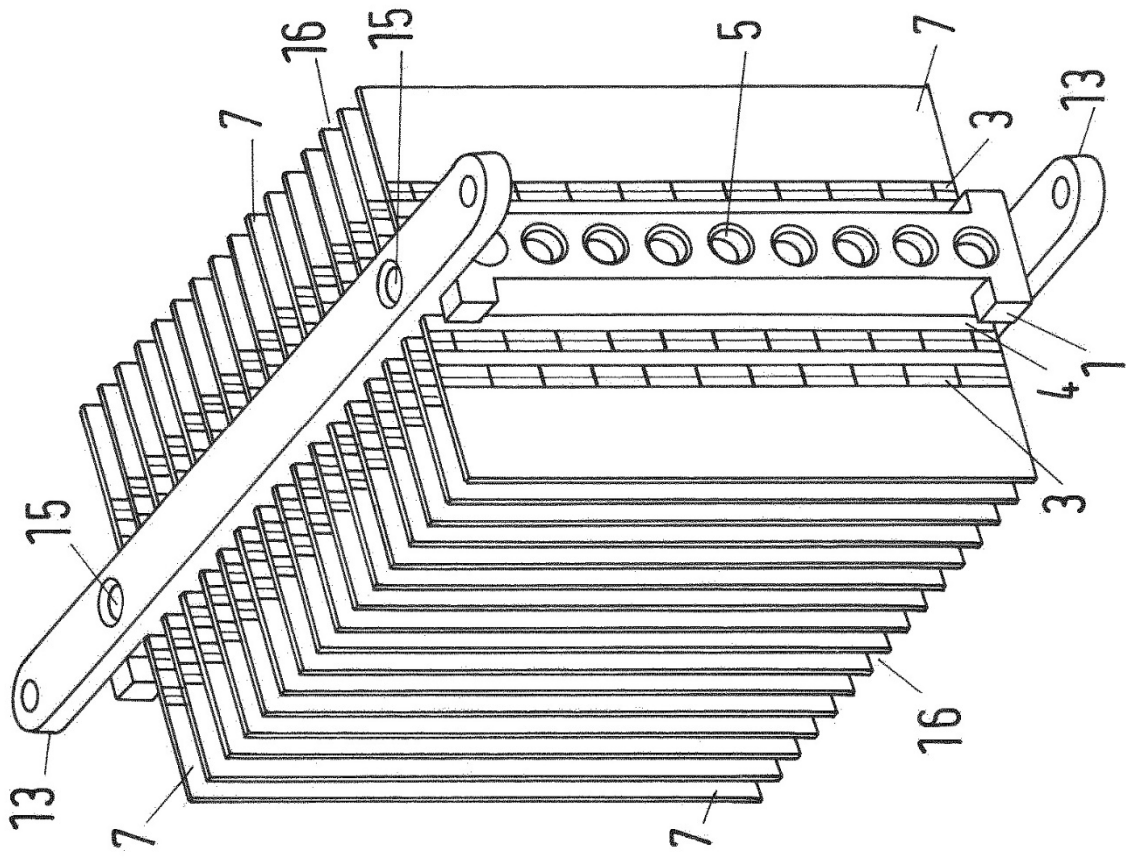


Fig.3

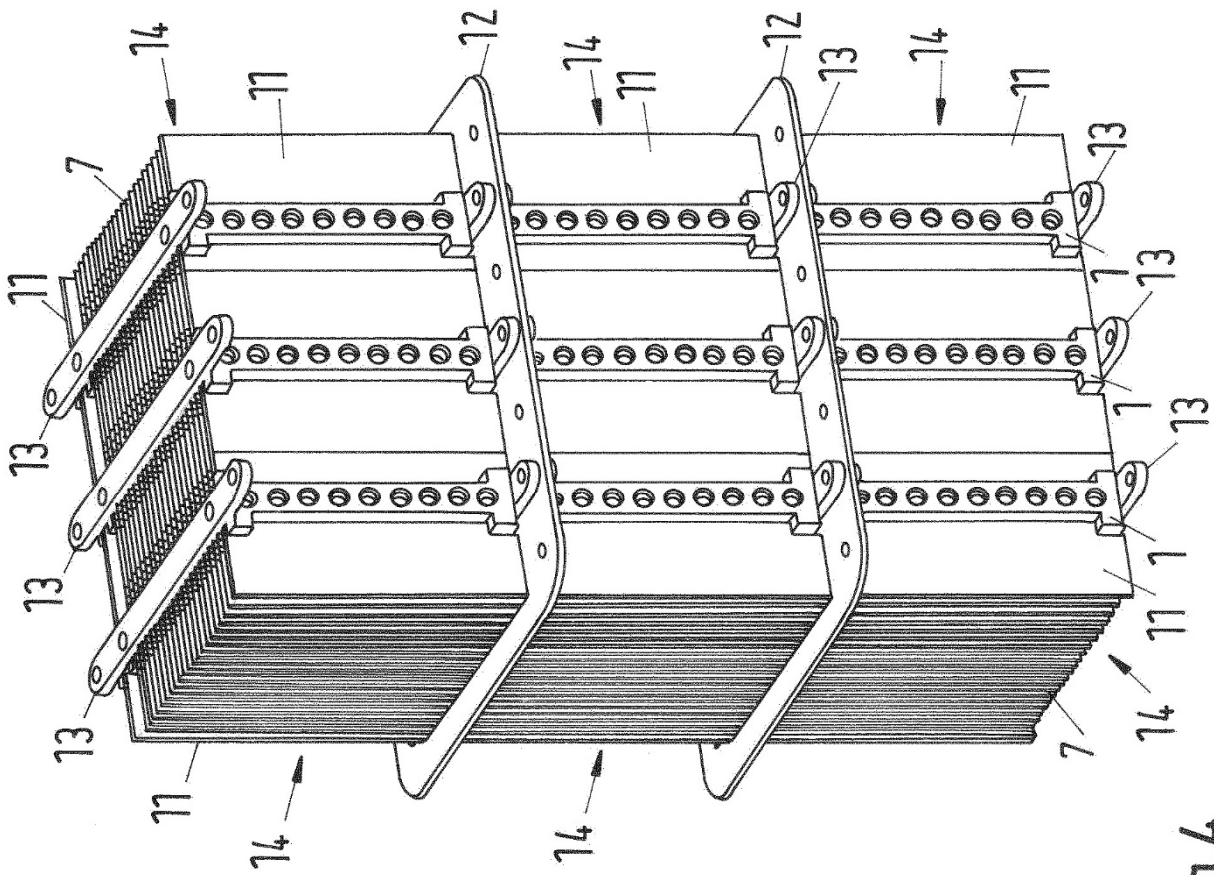


Fig.4

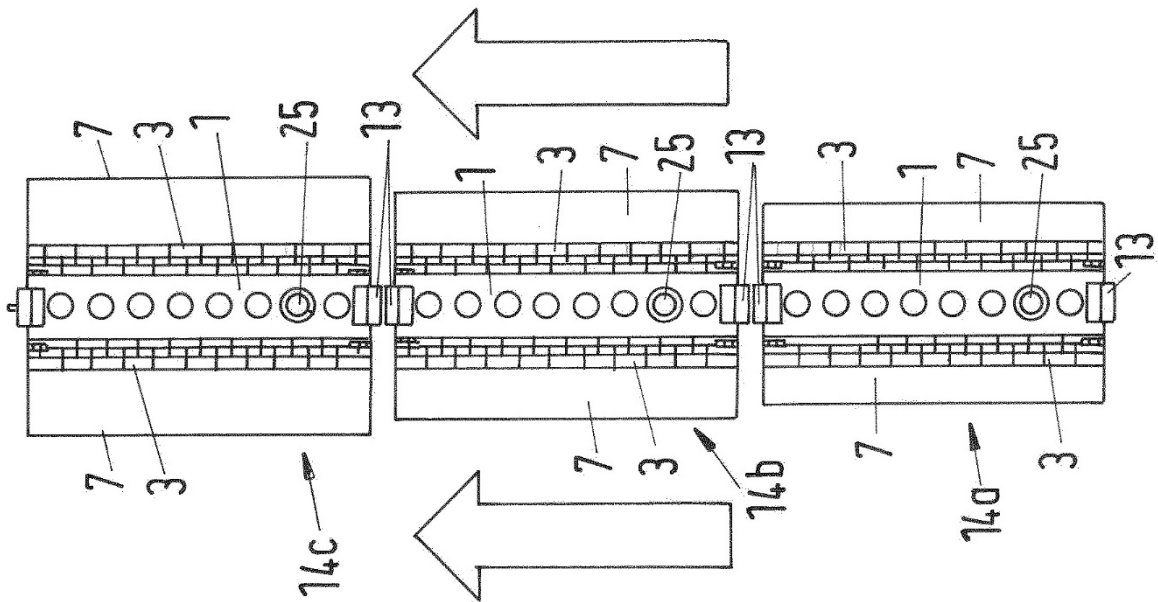


Fig.5

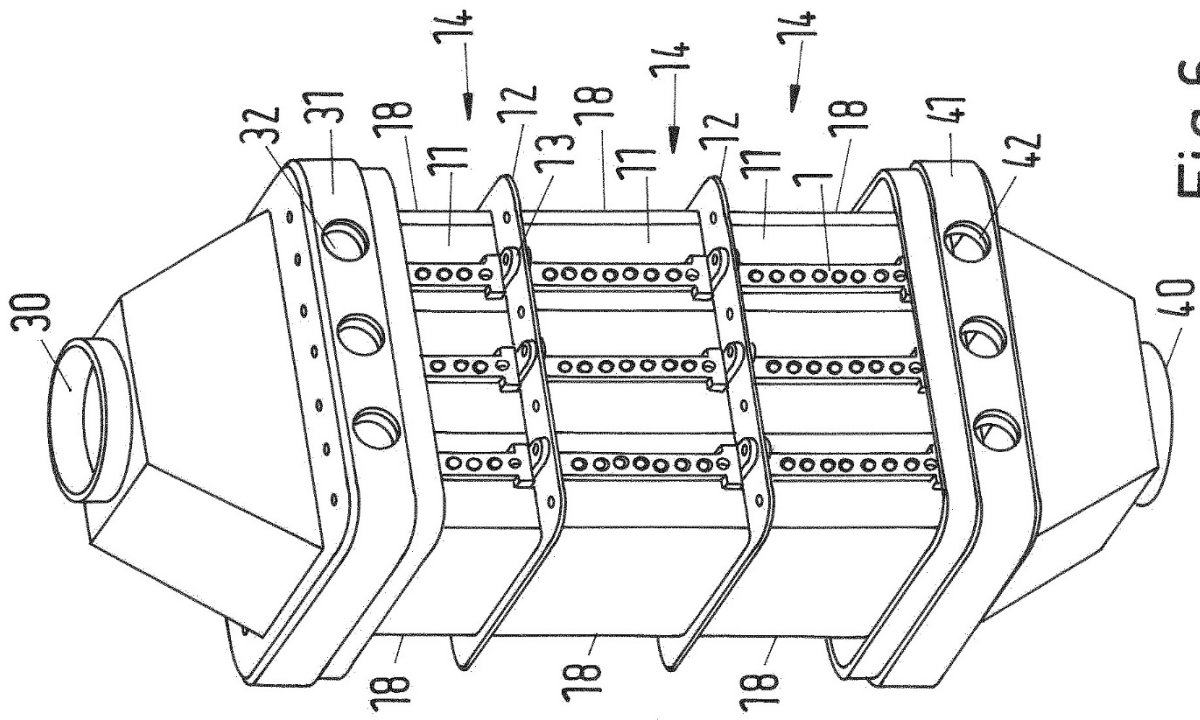


Fig.6

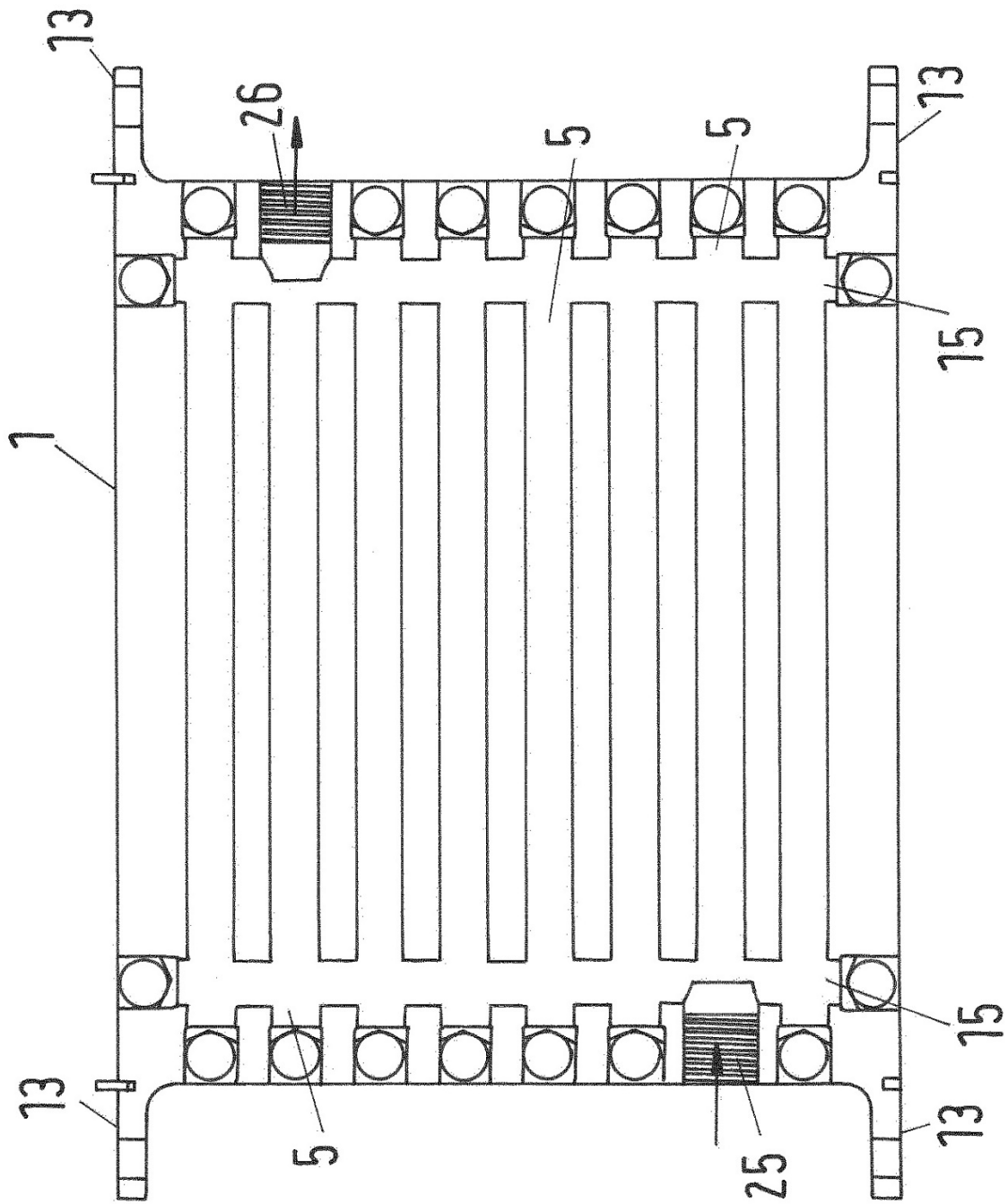


Fig.7

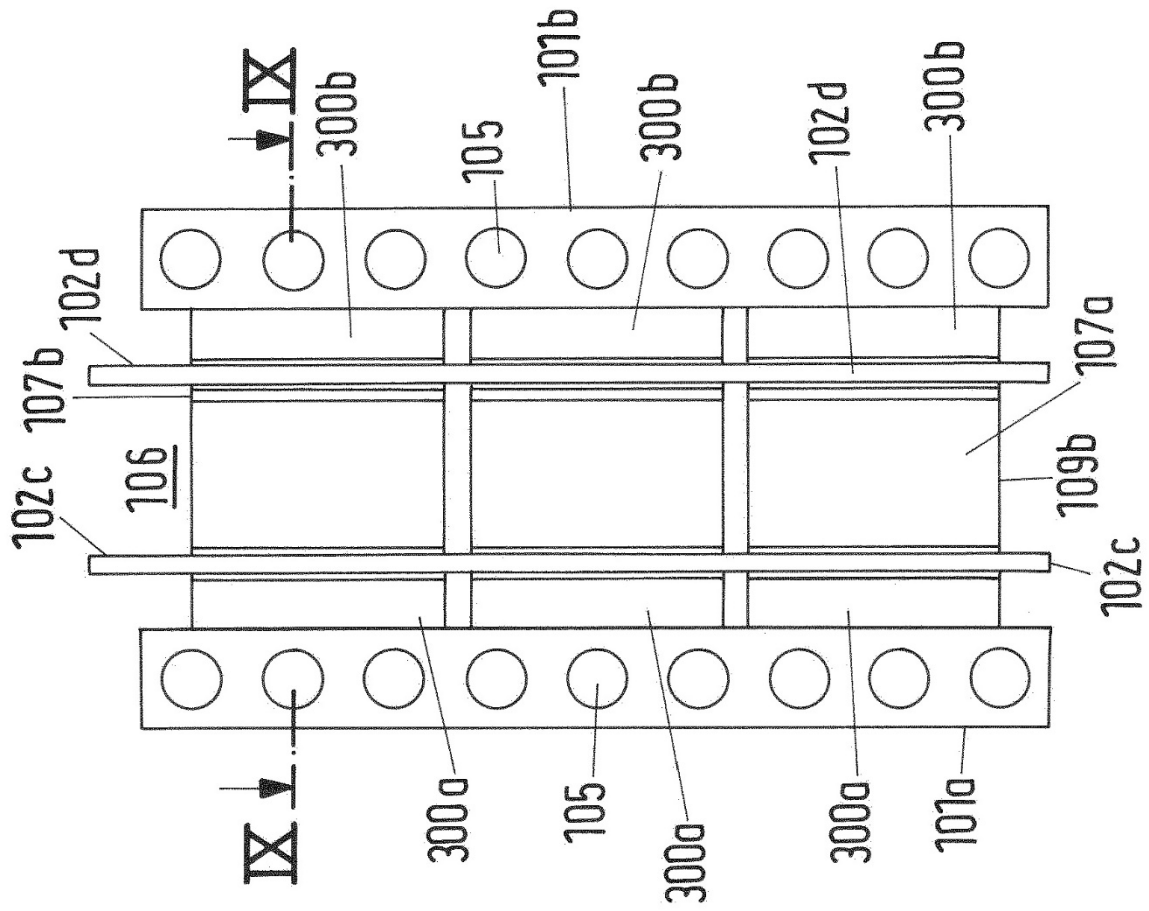


Fig.8

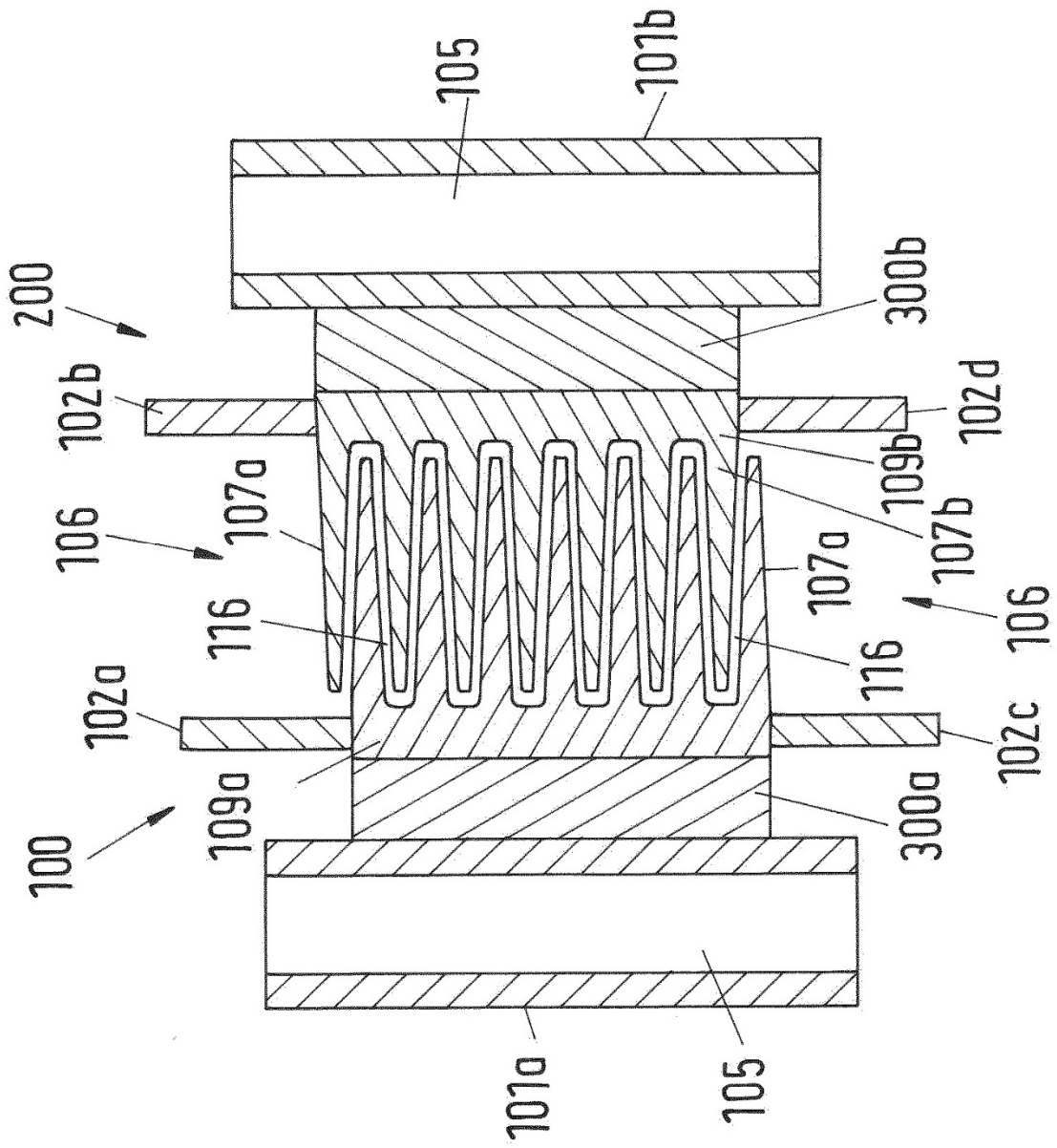


Fig.9

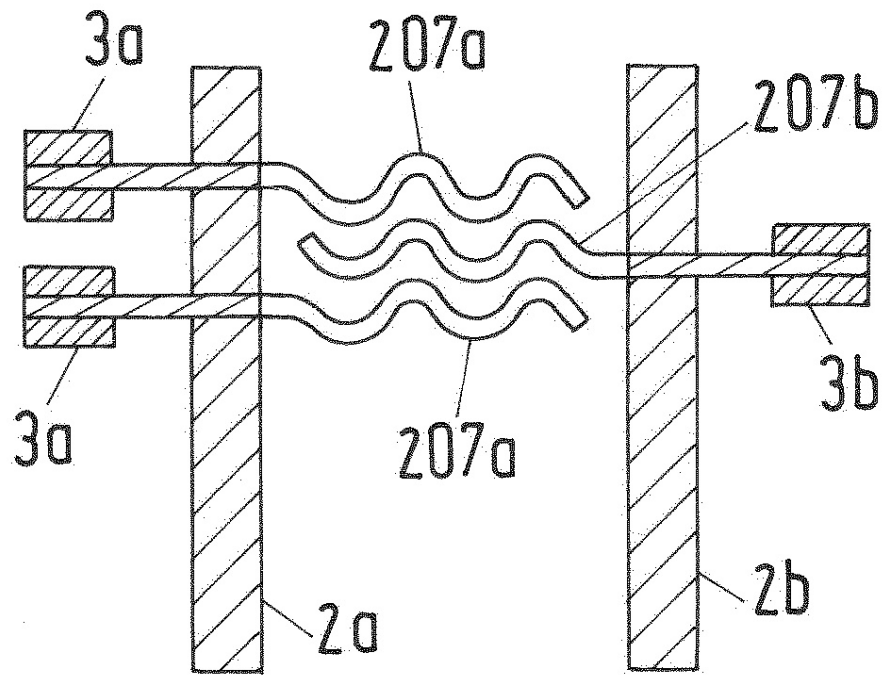


Fig.10

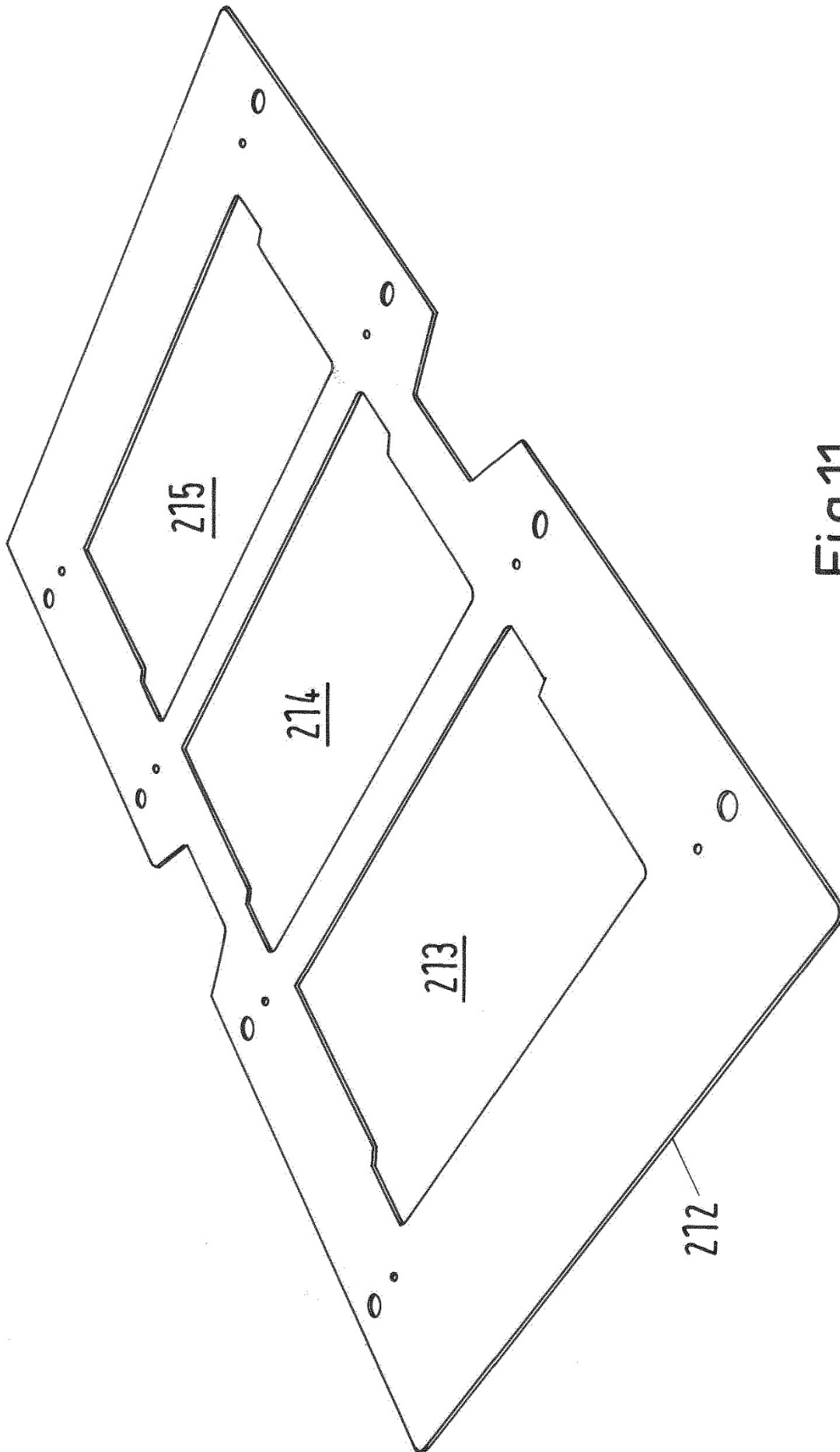


Fig.11