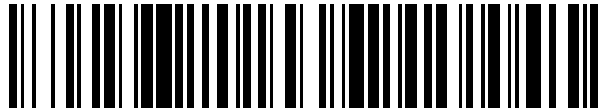


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 733**

51 Int. Cl.:

H01L 35/30 (2006.01)

F28D 7/00 (2006.01)

F28F 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2009 E 09769210 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2291871**

54 Título: **Dispositivo de generación de energía eléctrica, haz de intercambio de calor que comprende tal dispositivo e intercambiador de calor que comprende tal haz**

30 Prioridad:

24.06.2008 FR 0803518

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

02.11.2015

73 Titular/es:

**VALEO SYSTEMES THERMIQUES (100.0%)
8, rue Louis Lormand La Verrière
78320 Le Mesnil Saint-Denis, FR**

72 Inventor/es:

SIMONIN, MICHEL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 549 733 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

Dispositivo de generación de energía eléctrica, haz de intercambio de calor que comprende tal dispositivo e intercambiador de calor que comprende tal haz

5 El invento se refiere al dominio de la termoelectricidad y, más particularmente, a la conversión de la energía calorífica (calor) en energía eléctrica (electricidad).

Uno de los objetos del invento es limitar la emisión de partículas contaminantes por un vehículo automóvil limitando su consumo de energía extraída del carburante y utilizando, como sustituto parcial, energía eléctrica generada por los elementos termoeléctricos.

10 Se conocen elementos termoeléctricos, que tienen al menos dos caras, que tienen la particularidad de generar una corriente eléctrica entre las dos caras del elemento cuando las caras están a temperaturas diferentes. Dicho de otra manera, si se calienta una cara del elemento termoeléctrico enfriando al mismo tiempo su otra cara, se crea un desplazamiento de electrones entre las caras caliente y fría del elemento termoeléctrico, formando el desplazamiento de electrones una corriente eléctrica. Cuanto más importante es la diferencia de temperaturas entre las caras del elemento termoeléctrico, mayor es la energía eléctrica generada por el elemento. La generación de una corriente eléctrica por un
15 elemento termoeléctrico sometido a una diferencia de temperaturas (gradiente térmico) es conocida bajo la designación de «efecto Seebeck».

Los elementos termoeléctricos son utilizados principalmente en la fabricación de las alas de los satélites espaciales. Un ala de satélite comprende, tradicionalmente, una primera cara caliente que está girada hacia el sol y una segunda cara fría, opuesta a la primera, que está girada hacia el espacio sideral. Así, disponiendo un elemento termoeléctrico entre las
20 dos caras de un ala de un satélite espacial, se puede generar una corriente eléctrica para alimentar diferentes equipos eléctricos del satélite.

Uno de los inconvenientes de los elementos termoeléctricos consiste en el hecho de que poseen un rendimiento muy débil de conversión de la energía calorífica en energía eléctrica, siendo este rendimiento tradicionalmente del orden del 1 al 10%. También, es necesario proporcionar una gran cantidad de calor al elemento termoeléctrico para generar una
25 corriente eléctrica suficiente que permita alimentar al menos un equipo eléctrico.

Con el fin de limitar las pérdidas térmicas y de aumentar el rendimiento de conversión, se conocen dispositivos de generación de energía eléctrica en los que las caras de un elemento termoeléctrico, que tiene al menos dos caras, están directa y respectivamente en contacto con una fuente de calor fría y con una fuente de calor caliente. Durante el contacto
30 directo entre una fuente de calor (fría o caliente) y una cara del elemento termoeléctrico, la energía calorífica que proviene de la fuente de calor es transmitida con pocas pérdidas térmicas al elemento termoeléctrico. Por el contrario, desde el punto de vista eléctrico, por el hecho del contacto directo entre la fuente de calor (fría o caliente) y la cara del elemento termoeléctrico, la energía eléctrica tiene tendencia a dispersarse en la fuente de calor sin poder ser explotada.

A título de ejemplo, cuando las fuentes de calor caliente y fría se presentan respectivamente en forma de fluidos caliente y frío que circulan en conductos de fluido metálicos, aparecen fugas eléctricas tanto en los conductos de fluido metálicos
35 como en los propios fluidos. En razón de las pérdidas eléctricas, la cantidad de energía que se puede explotar es muy pequeña.

La corriente eléctrica que se crea entre las dos caras del elemento termoeléctrico por efecto Seebeck es tradicionalmente encaminada fuera del dispositivo de generación de energía eléctrica por cables eléctricos unidos a las caras de dicho elemento termoeléctrico. Sin embargo, tales cables son complejos de conectar al elemento termoeléctrico cuando este
40 último está «emparedado» (intercalado) entre dos conductos de fluido metálicos. Además, la presencia de cables de encaminamiento de la corriente eléctrica aumenta el riesgo de cortocircuito en el seno del dispositivo de generación de energía eléctrica.

El documento US 2005/087222 A1 (MULLER-WERTH BERNHARD [DE]) de 28 de abril de 2005 (2005-04-28) describe un dispositivo en el que elementos termoeléctricos p, n están en contacto con aletas calientes 6 y frías 6'. Las aletas calientes 6 están en comunicación con conductos de calor 8 y las aletas frías 6' están en comunicación con conductos de calor 8'. Los conductos de calor 8, 8' están a su vez en relación con los depósitos de fluido, un depósito 11 de fluido caliente para los conductos de calor 8 y un depósito 11' de fluido frío para los conductos de calor 8'. Dicho de otra
45 manera, los conductos de calor 8, 8' están interpuestos entre los depósitos 11, 11' y las aletas 6, 6'. El documento US 2006/157102 A1 (NAKAJIMA KENCHIRO [JP] ET AL) 20 de Julio de 2006 (2006-07-20) describe un dispositivo en el que placas 9A, 9B están intercaladas entre los elementos termoeléctricos 25 y conductos de circulación de fluidos 15, 21. Son paralelas a los conductos y, no son por tanto, atravesadas por los tubos.

Con el fin de eliminar estos inconvenientes, el invento se refiere a un dispositivo de generación de energía eléctrica por conversión de energía calorífica en energía eléctrica, que comprende:

55 - un primer conducto de circulación de un fluido caliente, teniendo el fluido caliente una temperatura T1; - un segundo conducto de circulación de un fluido frío, teniendo el fluido frío una temperatura T2 que es inferior a la temperatura T del fluido caliente; y - un elemento termoeléctrico, que tiene al menos dos caras, dispuesto para generar

ES 2 549 733 T3

- una corriente eléctrica entre sus caras cuando están a temperaturas diferentes, -medios de conducción térmica que se presentan en forma de una primera placa intercalada caliente de conducción térmica, por ejemplo una placa metálica, unida al conducto de fluido caliente, y una segunda placa intercalada fría de conducción térmica, por ejemplo una placa metálica, unida al conducto de fluido frío, estando unidas las placas intercaladas caliente y fría a dos caras diferentes del elemento termoelectrico y atravesando cada conducto de fluido las dos placas intercaladas.
- 5 Los medios de conducción térmica del dispositivo de generación de energía eléctrica permiten ventajosamente favorecer la transmisión de calor entre el elemento termoelectrico y los conductos de fluidos, permitiendo así proporcionar una gran cantidad de energía calorífica y generar una gran cantidad de energía eléctrica por efecto Seebeck.
- 10 Además, los medios de conducción térmica forman un elemento intermedio para la conducción eléctrica entre los conductos de fluidos y el elemento termoelectrico, limitando así las pérdidas eléctricas desde el elemento termoelectrico hacia los conductos de fluidos y los propios fluidos.
- De preferencia, los medios de conducción térmica están dispuestos para formar, con el elemento termoelectrico, una pila eléctrica cuyos dichos medios de conducción térmica son los bornes.
- 15 Así, se puede tomar la corriente eléctrica generada por el elemento termoelectrico por los medios de conducción térmica, evitando así recurrir a cables eléctricos suplementarios dedicados al transporte de la corriente eléctrica que son voluminosos y susceptibles de crear cortocircuitos.
- De preferencia, los medios de conducción térmica están dispuestos para aislar eléctricamente los conductos de fluido del elemento termoelectrico, permitiendo ventajosamente limitar aún mejor las pérdidas eléctricas en el dispositivo.
- 20 Los medios de conducción térmica desempeñan así ventajosamente una doble función (conducción térmica y aislamiento térmico), lo que permite aumentar el rendimiento de conversión de la energía calorífica conservando un dispositivo compacto.
- De preferencia aún, los medios de conducción térmica están dispuestos para asegurar el mantenimiento en posición de los conductos de fluidos. Los medios de conducción térmica desempeñan así una función suplementaria de mantenimiento, lo que permite formar dispositivos de generación de energía muy compactos.
- 25 Según el invento, los medios de conducción térmica se presentan en la forma de una primera placa intercalada caliente de conducción térmica, por ejemplo una placa metálica, unida al conducto de fluido caliente, y una segunda placa intercalada fría de conducción térmica, por ejemplo una placa metálica, unida al conducto de fluido frío, estando unidas las placas intercaladas caliente y fría a dos caras diferentes del elemento termoelectrico.
- 30 De preferencia, cada placa intercalada incluye un orificio de aislamiento térmico y un orificio de conducción térmica. Según el invento, atravesando cada conducto de fluido las dos placas intercaladas.
- El invento se refiere igualmente a un haz de intercambio de calor de un intercambiador de calor de vehículo automóvil destinado a refrigerar un fluido a enfriar, circulando dicho fluido a enfriar en al menos un conducto de fluido a enfriar, siendo refrigerado dicho fluido a enfriar por un fluido portador de calor, de temperatura inferior a la del fluido a enfriar, circulando dicho fluido portador de calor en al menos un conducto de fluido portador de calor, comprendiendo dicho haz un dispositivo de generación de energía eléctrica tal como se ha descrito precedentemente, formando el conducto de fluido a enfriar el conducto de fluido caliente y formando el conducto de fluido portador de calor el conducto de fluido frío.
- 35 La integración, en un haz de intercambio de calor, de un dispositivo de generación de energía permite recuperar la energía de los gases calientes del motor, que es inutilizada, y convertirla en energía eléctrica que puede alimentar equipos eléctricos del vehículo.
- 40 La integración de un elemento termoelectrico entre los conductos de circulación de los fluidos (gas y/o líquido) del haz de intercambio de calor permite de manera ventajosa generar energía sin modificar la disposición ni aumentar el volumen del intercambiador de calor.
- De preferencia, comprendiendo el haz una pluralidad de conductos de fluido a enfriar y una pluralidad de conductos de fluido portador de calor, en el que los conductos de fluido a enfriar se alternan espacialmente con los conductos de fluido refrigerante.
- 45 De preferencia aún, la pluralidad de conductos de fluido portador de calor es mantenida en posición por una pluralidad de placas intercaladas frías y la pluralidad de conductos de fluido a enfriar es mantenida en posición por una pluralidad de placas intercaladas calientes, alternándose espacialmente las placas intercaladas frías con las placas intercaladas calientes.
- 50 De preferencia, los conductos de fluido refrigerante y los conductos de fluido a enfriar son paralelos y coplanarios y forman, con las placas intercaladas calientes y frías, una fila del haz de intercambio de calor.
- De preferencia siempre, elementos termoelectricos están dispuestos entre las placas intercaladas frías y las placas intercaladas calientes, teniendo cada elemento termoelectrico una cara en contacto con una placa intercalada caliente y

una cara en contacto con una placa intercalada fría.

De preferencia, unas uniones termoelectricas, están dispuestas entre dos placas intercaladas frías sucesivas, comprendiendo una unión termoelectrica dos elementos termoelectricos montados en sentido inverso y separados por una placa intercalada caliente.

- 5 Las uniones termoelectricas permiten aumentar la cantidad de energía eléctrica generada sin modificar la configuración del intercambiador de calor.

Según otra característica del invento, las placas intercaladas frías están conectadas eléctricamente en serie unas con otras.

- 10 Se puede recuperar así, de manera ventajosa, la tensión eléctrica generada por el conjunto de los elementos termoelectricos de una fila del haz de intercambio de calor.

De preferencia aún, el haz de intercambio de calor comprende una pluralidad de filas. Los conductos de fluido refrigerante y los conductos de fluido a enfriar, que son paralelos, coplanarios y mantenidos por las placas intercaladas frías y calientes, forman una fila del haz de intercambio de calor.

- 15 De preferencia siempre, las filas del haz de intercambio de calor están conectadas eléctricamente en serie unas con otras.

Se puede recuperar así, de manera ventajosa, la tensión eléctrica generada por el conjunto de filas del haz de intercambio de calor.

Según una forma de realización ventajosa, el fluido a enfriar es un flujo de gas de escape de un motor térmico de combustión interna del vehículo automóvil.

- 20 Ello permite disminuir ventajosamente el calor de los gases de escape del vehículo generando al mismo tiempo electricidad.

El invento se refiere igualmente a un intercambiador de calor que comprende un haz de intercambio de calor tal como se ha descrito precedentemente.

El invento será mejor comprendido con la ayuda del dibujo adjunto en el que:

- 25 La fig. 1 representa esquemáticamente un intercambiador de calor según el invento;

La fig. 2 representa esquemáticamente un apilamiento de tubos del haz de intercambio de calor del intercambiador de calor de la fig. 1;

La fig. 3 representa una vista esquemática en perspectiva de la unión de dos tubos de un haz de intercambio de calor con dos placas intercaladas de conducción térmica y un elemento termoelectrico;

- 30 La fig. 4 representa una vista despiezada ordenadamente de la fig. 3;

La fig. 5 representa una vista de frente de una placa intercalada de la fig. 3;

La fig. 6 representa una vista esquemática superior de dos tubos de un haz de intercambio de calor con tres placas intercaladas de conducción térmica y dos elementos termoelectricos;

- 35 La fig. 7 representa una vista esquemática desde arriba de un haz de intercambio de calor según el invento, estando representadas las placas intercaladas de conducción térmica en vista de frente;

La fig. 8a representa una fila de un haz de intercambio de calor con las placas intercaladas de conducción térmica montadas eléctricamente en paralelo; y

La fig. 8b representa una fila de un haz de intercambio de calor con las placas intercaladas de conducción térmica montadas eléctricamente en serie.

- 40 A título de ejemplo, el invento va a ser presentado en relación con un intercambiador de calor de vehículo automóvil con generación de energía eléctrica. Sin embargo, es evidente que este invento se aplica a cualquier dispositivo de generación de energía eléctrica que incluye dos fuentes de calor de temperaturas diferentes.

- 45 De manera clásica, un intercambiador de calor 1, o refrigerador, para vehículo automóvil está montado en una línea de refrigeración de gas del vehículo. Con referencia a las figs. 1 y 2, el intercambiador de calor 1 comprende un haz 3 de intercambio de calor que incluye tubos 5 o conductos de circulación de un fluido a enfriar, aquí gases calientes de temperatura T1, designados a continuación tubos 5 de gases calientes, y tubos 6 o conductos de circulación de un fluido refrigerante de temperatura T2 inferior a la temperatura T1 de los gases calientes, designados a continuación tubos 6 de refrigeración. El haz 3 de intercambio de calor se extiende según un eje X, designado a continuación eje X del

intercambiador de calor 1.

Los tubos 5 de gases calientes y los tubos 6 de refrigeración forman conductos de fluidos de temperaturas diferentes.

5 Los gases calientes y el fluido portador de calor son introducidos en el haz de tubos del intercambiador de calor 1 por medio de una caja colectora de entrada 2 situada a la entrada del haz 3 de tubos del intercambiador de calor 1. Una caja colectora de salida 4, del mismo tipo que la montada a la entrada del intercambiador de calor 1, está instalada a la salida del intercambiador 1 para recibir los fluidos que han atravesado los tubos 5 de gases calientes y los tubos de refrigeración 6. La caja colectora de entrada 2 comprende aquí una tubería 21 de entrada de los gases calientes y una tubería de entrada 22 del fluido portador de calor, comprendiendo la caja colectora de salida 4, de manera similar, dos tuberías de salida 41, 42 que permiten respectivamente evacuar los gases calientes y el fluido portador de calor.

10 Los tubos 5 de gases calientes y los tubos de refrigeración 6 del haz 3 de intercambio de calor son mantenidos en sus extremidades por placas colectoras (o colectores) alojadas en las cajas colectoras de entrada 2 y de salida 4, incluyendo las placas colectoras no representadas, orificios para el mantenimiento de los tubos 5 de gases calientes y de los tubos de refrigeración 6.

15 Con referencia ahora a la fig. 2, los tubos 5 de gases calientes están dispuestos en paralelo sobre una o varias filas (R1, R2) en el haz 3 de intercambio de calor, estando destinados estos tubos 5 a la circulación de gases calientes que son, en este ejemplo, gases de escape del motor térmico de combustión interna del vehículo. Estos gases de escape, que tienen una temperatura que sobrepasa los 200° C, están destinados a ser enfriados por el intercambiador de calor 1 por circulación del fluido portador de calor cuya temperatura es inferior a la de los gases de escape.

20 Con referencia a la fig. 2, el haz 3 de intercambio de calor comprende igualmente tubos de refrigeración 6 que están dispuestos entre los tubos 5 de gases calientes para cada fila de tubos (R1, R2) del haz del intercambiador de calor 1, estando destinados los tubos de refrigeración 6 a la circulación de un fluido portador de calor, aquí agua adicionada con glicol cuya temperatura T2 es de alrededor de 60° C.

25 Dicho de otro modo, una fila de tubos de intercambio de calor (R1, R2) se presenta en forma de un conjunto de tubos de refrigeración 6 y de tubos 5 de gases calientes, todos dispuestos en paralelo en un mismo plano a igual distancia unos de los otros. Los tubos de refrigeración 6 están alternados con los tubos 5 de gases calientes con el fin de permitir un intercambio de calor desde los gases de escape caliente ($T1 > 200^{\circ} \text{C}$) hacia el fluido portador de calor ($T2 = 60^{\circ} \text{C}$). Con referencia a la fig. 2, los tubos de refrigeración 6 y los tubos 5 de gases calientes están dispuestos, a título de ejemplo, según dos filas (R1, R2).

30 En este ejemplo, los fluidos calientes y fríos circulan en tubos metálicos rectilíneos 5, 6 que se extienden de una extremidad a la otra del haz 3 de intercambio de calor según el eje X del intercambiador de calor 1, estando realizados los tubos metálicos 5, 6 del haz 3 de intercambio de calor de un metal tal como aluminio, cobre o acero inoxidable. El diámetro de los tubos 5, 6 podrá ser diferente en función de los fluidos que circulan en ellos.

35 Además de su función de refrigeración, el intercambiador de calor 1 comprende una función secundaria que consiste en generar energía eléctrica a partir de la energía calorífica de los gases de escape del vehículo. Tal intercambiador de calor 1 permite alimentar equipos eléctricos del vehículo (faros, sistema de climatización, etc.) limitando el consumo de carburante del vehículo y, como consecuencia, el rechazo a la atmósfera de las partículas contaminantes tales como dióxido de carbono (CO_2).

40 Con el fin de generar energía eléctrica, el intercambiador de calor 1 comprende elementos termoelectrónicos 10, que tienen al menos dos caras 10A, 10B. Un elemento termoelectrónico 10 permite generar una corriente eléctrica entre sus dos caras 10A, 10B cuando están a temperaturas diferentes. Dicho de otro modo, si se calienta una cara 10A del elemento termoelectrónico 10 refrigerando al mismo tiempo su otra cara 10B, se crea un desplazamiento de electrones entre las caras caliente 10A y fría 10B del elemento termoelectrónico 10, formando el desplazamiento de electrones una corriente eléctrica. Cuanto más importante es la diferencia de temperaturas ($T1 - T2$) entre las caras 10A, 10B del elemento termoelectrónico 10, mayor es la energía eléctrica generada por el elemento termoelectrónico 10.

45 Con referencia a la fig. 3, un elemento termoelectrónico 10 está dispuesto entre dos placas intercaladas de conducción térmica 15, 16, que están respectivamente en contacto con las dos caras 10A, 10B del elemento termoelectrónico 10.

50 A título de ejemplo, con referencia a las figs. 3 y 4, una primera placa intercalada 15 de conducción térmica, designada a continuación placa intercalada caliente 15, une térmicamente un tubo 5 de gases calientes a una primera cara 10A del elemento termoelectrónico 10, llamada cara caliente 10A del elemento termoelectrónico 10. Del mismo modo, una segunda placa intercalada 16 de conducción térmica, designada a continuación placa intercalada fría 16, une térmicamente un tubo de refrigeración 6 a una segunda cara 10B del elemento termoelectrónico 10, llamada cara fría 10B del elemento termoelectrónico 10. Aquí, las placas intercaladas calientes 15 y las placas intercaladas frías 16 están atravesadas a la vez por los tubos de refrigeración 5 y por los tubos 6 de gases calientes.

55 Con referencia a la fig. 4, que representa el posicionamiento del elemento termoelectrónico 10 con respecto a las placas intercaladas caliente 15 y fría 16, el elemento termoelectrónico 10 se presenta en forma de un paralelepípedo único o de un conjunto de varios paralelepípedos independientes que forman un cuadrado de lado sensiblemente igual a 10 mm y de

ES 2 549 733 T3

espesor sensiblemente igual a 5 mm. El elemento termoelectrico 10 es conocido en sí y comprende, en este ejemplo, Bismuto y Telurio (Bi_2Te_3). Es evidente que el elemento termoelectrico podría comprender igualmente TAGS (Telurio, Arsénico, Germanio, Silicio), PbTe (Plomo-Telurio) u otros componentes reunidos en capas paralelas.

5 Un elemento termoelectrico 10 posee una orientación propia que está determinada por la disposición de las capas de materiales que incluye. Así, a título de ejemplo, para un elemento termoelectrico 10 que incluye una capa de Bi_2Te_3 y una capa de PbTe, la cara fría 10B del elemento termoelectrico 10 corresponde a la capa de Bi_2Te_3 , mientras que su cara caliente 10A corresponde a la capa de PbTe. Así, cuando se monta un elemento termoelectrico 10 entre dos placas intercaladas 15, 16 es necesario vigilar la orientación del elemento termoelectrico 10 con el fin de que sus caras caliente 10A y fría 10B estén respectivamente en contacto con las placas intercaladas caliente 15 y fría 16.

10 Las placas intercaladas de conducción térmica 15, 16 se extienden ortogonalmente a los tubos 5, 6 del haz 3 de intercambio de calor y paralelamente unas a las otras, alternándose las placas intercaladas calientes 15 con las placas intercaladas frías 16. Las placas intercaladas de conducción térmica 15, 16, calientes o frías, se presentan en forma de bandas rectilíneas de espesor sensiblemente igual a 1 mm. Las bandas son metálicas y pueden incluir aluminio, cobre, acero inoxidable u otro material metálico conductor de calor.

15 Cada placa intercalada de conducción térmica, caliente 15 o fría 16, incluye, en su longitud, orificios 151, 152, 161, 162 previstos para permitir el paso de los tubos metálicos 5 de gases calientes y de los tubos metálicos de refrigeración 6, cada placa intercalada de conducción térmica 15, 16 comprende dos tipos de orificios: orificios de conducción térmica 152, 162 y orificios de aislamiento térmico 151, 161 que se alternan en la placa intercalada 15, 16 según su longitud.

20 Con referencia a las figs. 3, 4 y 5, un tubo de refrigeración 6 y un tubo 5 de gases calientes del haz 3 de intercambio de calor están unidos a un elemento termoelectrico 10 por dos placas intercaladas de conducción térmica 15, 16.

25 Con referencia más particularmente a la fig. 5, la placa intercalada caliente 15 comprende un orificio 152 de conducción térmica en el que es mantenido en posición el tubo 5 de gases calientes, estando aquí dispuestos unos medios de aislamiento eléctrico 70 entre la superficie externa del tubo 5 de gases calientes y la superficie interna del orificio de conducción 152 de la placa intercalada caliente 15. En este ejemplo, el tubo 5 de gases calientes está recubierto de una pintura o barniz de aislamiento eléctrico 70 evitando la conducción de una corriente eléctrica entre la placa intercalada caliente 15 y el tubo metálico 5 de gases calientes. Podrían igualmente convenir otros medios de aislamiento eléctrico 70, tales como un anillo de elastómero que estaría dispuesto entre el tubo 5 de gases calientes y orificios de conducción 152 de la placa intercalada caliente 15, siendo lo importante que los medios de aislamiento eléctrico 70 no perturben la conducción térmica.

30 La placa intercalada caliente 15 también comprende un orificio 151 de aislamiento térmico en el que se introduce el tubo de refrigeración 6, estando aquí dispuestos unos medios de aislamientos térmicos y eléctricos 80 entre la superficie externa del tubo de refrigeración 6 y la superficie interna del orificio de aislamiento 151 de la placa intercalada caliente 15. En este ejemplo, el tubo frío 6 es introducido sin contacto con el orificio de aislamiento 151, aire 80 que aísla la placa intercalada caliente 15 y el tubo metálico de refrigeración 6. Podrían igualmente convenir otros medios de aislamientos térmicos y eléctricos 80 tal como anillos de cerámica con el fin de evitar la conducción de la energía térmica y eléctrica entre la placa intercalada caliente 15 y el tubo de refrigeración 6, permitiendo además los anillos de cerámica 80 asegurar el mantenimiento en posición de los tubos de refrigeración 6 por las placas intercaladas calientes 15.

35 De manera similar, la placa intercalada fría 16 incluye un orificio de aislamiento 161 en el que es mantenido en posición el tubo 5 de gases calientes, estando igualmente dispuestos unos medios de aislamientos térmicos y eléctricos 80, similares a los descritos precedentemente, entre el tubo 5 de gases calientes y el orificio de aislamiento 161 de la placa intercalada fría 16. Del mismo modo, la placa intercalada fría 16 comprende igualmente un orificio de conducción 162 en el que es mantenido en posición el tubo de refrigeración 6, estando igualmente dispuestos unos medios de aislamiento eléctrico 70, similares a los descritos precedentemente, entre la superficie externa del tubo de refrigeración 6 y la superficie interna del orificio de conducción 162 de la placa intercalada fría 16.

40 Con referencia a la fig. 3, el tubo 5 de gases calientes es introducido sucesivamente en el orificio de mantenimiento y de conducción térmica 152 de la placa intercalada caliente 15 y en el orificio de aislamiento térmico 161 de la placa intercalada fría 16. Del mismo modo, el tubo de refrigeración 6 es introducido sucesivamente en el orificio de aislamiento térmico 151 de la placa intercalada caliente 15 y en el orificio de mantenimiento y de conducción térmica 162 de la placa intercalada fría 16.

45 El mantenimiento del conjunto de tubos 5 de gases calientes, tubos de refrigeración 6, placas intercaladas calientes 15 y placas intercaladas frías 16 podrá ser realizado, por ejemplo, por engaste por medio de una herramienta introducida en el interior de los tubos de manera que deforme sus paredes y les aplica una fuerza contra los orificios 151, 152, 161 y 162 previstos en las placas intercaladas 15 y 16. Este tipo de ensamblaje es llamado de tipo mecánico. Como ya se indicado más arriba, las extremidades de los tubos desembocan en cajas colectoras al nivel de orificios previstos en una placa colectoras de dicha caja. Según el modo de ensamblaje mecánico, podrá preverse una junta entre dichos tubos y dicha placa al nivel de dichos orificios.

El mantenimiento del conjunto de tubos 5 de gases calientes, tubos de refrigeración 6, placas intercaladas calientes 15 y placas intercaladas frías 16 también podrá realizarse por inflado mecánico de los tubos 5, 6 con el fin de pretensarlos

sobre las placas intercaladas 15, 16.

El elemento termoelectrico 10 es, por su parte, mantenido entre las placas intercaladas calientes 15 y frías 16, estando en contacto las caras 10A, 10B del elemento termoelectrico 10 con las partes de superficie de las placas intercaladas de conduccion comprendidas entre un orificio de mantenimiento y de conduccion 152, 162 y un orificio de aislamiento 151, 161.

Despues de haber descrito la estructura de los medios del invento, vamos a abordar ahora su funcionamiento y su puesta en practica.

El funcionamiento del invento va ser descrito en primer lugar desde un punto de vista elemental, para un unico elemento termoelectrico, luego para dos elementos termoelectricos acoplados y finalmente generalizado al conjunto del haz de intercambio de calor del intercambiador de calor.

Generación de energía eléctrica por un único elemento termoelectrico

Con referencia a la fig. 3, el tubo metalico 5 de conduccion de gases calientes esta unido termicamente a la placa intercalada caliente 15 cuya temperatura es sensiblemente igual a la temperatura de los gases de escape que circulan en dicho tubo 5 de gases calientes. Igualmente, el tubo metalico 6 de conduccion de fluido refrigerante esta unido termicamente a la placa intercalada fria 16 cuya temperatura es sensiblemente igual a la temperatura del fluido portador de calor que circula en dicho tubo de refrigeracion 6.

Las caras caliente 10A y fria 10B del elemento termoelectrico 10 estan respectivamente en contacto superficial con las placas intercaladas caliente 15 y fria 16, entrañando un gradiente termico entre las caras 10A, 10B del elemento termoelectrico 10 la formacion de una corriente electrica entre dichas caras 10A, 10B por efecto Seebeck. La corriente electrica circula en las placas intercaladas caliente 15 y fria 16 para a continuacion ser recuperada en sus extremidades con el fin de ser explotada. La recuperacion de la corriente electrica se detallara a continuacion.

Generación de energía eléctrica por dos elementos termoelectricos acoplados

Aunque el efecto Seebeck puede tener lugar para un unico elemento termoelectrico 10, se puede reforzar este efecto y asi aumentar la energia electrica generada, acoplando dos elementos termoelectricos 10 y formar asi una union termoelectrica generadora de corriente.

Una union termoelectrica comprende un primer elemento termoelectrico 10, llamado de tipo p, y un segundo elemento termoelectrico 10', llamado de tipo n. Estos dos elementos termoelectricos 10, 10' estan unidos en serie por un material conductor cuyo poder termoelectrico se ha supuesto nulo.

A titulo de ejemplo, con referencia a la fig. 6, una union termoelectrica es prevista en un apilamiento que comprende sucesivamente una primera placa intercalada fria 16, un primer elemento termoelectrico 10 (que forma la union P), una placa intercalada caliente 15, un segundo elemento termoelectrico 10' (que forma la union N) y una segunda placa intercalada fria 16'. Los elementos termoelectricos 10, 10' estan aqui montados en sentidos opuestos. La orientacion de cada elemento termoelectrico 10, 10' esta representada por flechas en la fig. 6, apuntando las flechas hacia la cara fria del elemento termoelectrico 10, 10'. En efecto, como se ha indicado precedentemente, un elemento termoelectrico 10, 10' posee una orientacion determinada por la disposicion de las capas de materiales que incluye. En este ejemplo, los elementos termoelectricos 10, 10' estan orientados en sentidos opuestos con el fin de que sus caras calientes 10A, 10A' esten en contacto con la placa intercalada caliente 15 y que sus caras frias 10B, 10B' esten respectivamente en contacto con la primera y segunda placas intercaladas frias 16, 16'.

Debido al efecto Seebeck, se forma en cada uno de los elementos termoelectricos 10, 10' una corriente electrica elemental. Debido a la orientacion de los elementos termoelectricos 10, 10' en sentidos opuestos, se forma una corriente electrica cuya intensidad es más importante que la de una corriente elemental procedente de un unico elemento termoelectrico 10 o 10'.

Asi, se forma una corriente electrica entre la primera y segunda placas intercaladas frias 16, 16', pudiendo ser recuperada esta corriente electrica global para alimentar equipos electricos.

Generación de energía eléctrica en una fila de tubos de un haz de intercambio de calor

Con referencia a la fig. 8A, en una fila de tubos de un haz de intercambio de calor, se alternan las placas intercaladas calientes 15 y frias 16 para mantener los tubos metalicos 5, 6 paralelos y coplanarios.

Con referencia a la fig. 7, que representa una vista más cercana de la fila del haz 3 de intercambio de calor, las hay previstas unas uniones termoelectricas entre dos placas intercaladas frias sucesivas 16, y esto, entra cada tubo 5 de gases calientes y cada tubo de refrigeracion 6.

Con referencia a la fig. 6, las corrientes electricas generadas por cada una de las tres uniones termoelectricas, dispuestas entre las dos placas intercaladas frias 16, se suman para generar una diferencia de potencial electrico (ΔV) de fuerte amplitud entre las placas intercaladas frias 16. Dicho de otro modo, cuanto más elevado es el número de tubos y

de placas intercaladas, más importante es la cantidad de energía eléctrica generada.

Siempre con referencia a la fig. 8A, las placas intercaladas frías 16 de una misma fila de tubos de un haz 3 de intercambio de calor están montadas eléctricamente en paralelo. Un montaje en paralelo de las placas intercaladas frías 16 permite recuperar ventajosamente una corriente eléctrica con una intensidad eléctrica importante para alimentar equipos eléctricos del vehículo. Las extremidades (P1, P2, P3, P4) de las placas intercaladas frías 16 forman bornes eléctricos dispuestos para permitir la recuperación de la corriente generada por la fila de tubos del haz 3 de intercambio de calor.

En este modo de realización, los elementos termoeléctricos intercalados entre una placa intercalada caliente y una placa intercalada fría adyacentes son del mismo tipo (dicho de otro modo, son todos del tipo p o del tipo n). Dicho de otra manera, en este modo de realización, se alternan, entre un tubo caliente y un tubo frío adyacentes, elementos termoeléctricos de diferentes tipos (p luego, n, luego p, luego n), estando separado cada elemento termoeléctrico de su vecino por una placa intercalada.

Según otra forma de realización, con referencia a la fig. 8B, las placas intercaladas frías 16 de una misma fila de tubos de un haz 3 de intercambio de calor están montadas eléctricamente en serie. Dicho de otro modo, para una placa intercalada fría dada, sus extremidades están unidas respectivamente a las placas intercaladas frías de su fila que son las más cercanas a ella, es decir, las placas intercaladas montadas por encima y por debajo de dicha placa intercalada fría dada como se ha representado en la fig. 8B. Un montaje en serie de las placas intercaladas frías 16 permite recuperar ventajosamente una tensión eléctrica importante para alimentar equipos eléctricos del vehículo. Con referencia a la fig. 8B, las cuatro placas intercaladas frías 16 del haz 3 de intercambio de calor están aquí unidas en serie, teniendo una placa intercalada fría situada sensiblemente en el centro de la fila una extremidad conectada a la placa intercalada fría situada por encima de ella y una extremidad conectada a la placa intercalada fría situada por debajo de ella.

Siempre con referencia a la fig. 8B, las placas intercaladas frías 16 dispuestas en las extremidades de la fila del haz 3 de intercambio de calor presentan cada una de ellas una extremidad libre S1, S2, que no está conectada a las otras placas intercaladas frías 16 de la fila. Estas extremidades libres S1, S2 forman bornes eléctricos S1, S2 para los que la energía eléctrica generada por la fila del haz 3 de intercambio de calor puede ser tomada con vistas a su explotación. A continuación, se designará por fila «serie» del haz de intercambio de calor: tubos 5 de gases calientes y tubos de refrigeración 6, que son paralelos, coplanarios y mantenidos por placas intercaladas calientes y frías 15, 16, y cuyas placas intercaladas frías están conectadas en serie.

Generación de energía eléctrica en un haz de intercambio de calor

Además, en una forma de realización no representada, un haz 3 de intercambio de calor, comprende filas del tipo en «serie» que están unidas eléctricamente en serie unas con las otras.

Para un haz 3 de intercambio de calor que comprende un apilamiento vertical de varias filas del tipo en «serie», cada fila incluye dos bornes libres S1, S2 como se ha detallado precedentemente. Para una fila R_n de este apilamiento, su primer borne libre S_{n1} está conectado eléctricamente a un borne libre (S_{n+11} , S_{n+12}) de la fila R_{n+1} del apilamiento montado por encima de dicha fila R_n . Igualmente, el segundo borne libre S_{n2} de dicha fila R_n está conectado eléctricamente a un borne libre (S_{n-11} , S_{n-12}) de la fila R_{n-1} del apilamiento montado por debajo de dicha fila R_n .

Una vez conectadas todas las filas del tipo en «serie» unas con las otras, sólo las filas dispuestas en las extremidades superior e inferior del apilamiento vertical poseen bornes eléctricos no conectados. La energía eléctrica generada por el apilamiento de filas del tipo en «serie» del haz de intercambio de calor es tomada por las placas intercaladas de dichos bornes eléctricos no conectados.

En los ejemplos precedentes, se ha descrito una unión termoeléctrica entre dos placas intercaladas frías 16. Es evidente que una unión termoeléctrica podría crearse igualmente entre dos placas intercaladas calientes 15.

Según otra forma de realización no representada, cada tubo de circulación de fluido está acodado y se presenta en forma de una U. Según esta alternativa, los gases calientes son introducidos y evacuados del intercambiador de calor por tuberías de gases calientes formadas en una primera caja colectora dispuesta en una primera extremidad del intercambiador de calor, siendo introducido y evacuado el fluido portador de calor del intercambiador por tuberías formadas en una segunda caja colectora dispuesta en una segunda extremidad del intercambiador de calor, opuesta a la primera extremidad por la que circulan los gases calientes.

Dicho de otro modo, los gases calientes son introducidos y evacuados por una extremidad del haz de intercambio de calor mientras que el fluido de refrigeración es introducido y evacuado por la extremidad opuesta. Tal configuración del intercambiador de calor permite disociar ventajosamente la circulación de los fluidos calientes de la circulación de los fluidos fríos, siendo reservada una extremidad del haz de intercambio de calor para la circulación de los fluidos calientes y otra para la circulación de los fluidos fríos.

Se han presentado tubos metálicos en los ejemplos de realización precedentes. Sin embargo, es evidente que los tubos podrían ser realizados de otros materiales con el fin de permitir una conducción térmica del calor de los fluidos que circulan en los tubos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de generación de energía eléctrica por conversión de energía calorífica en energía eléctrica, que comprende:
- un primer conducto (5) de circulación de un fluido caliente, teniendo el fluido caliente una temperatura T1;
- 5 - un segundo conducto (6) de circulación de un fluido frío, teniendo el fluido frío una temperatura T2 que es inferior a la temperatura T1 del fluido caliente; y
- un elemento termoelectrico (10, 10'), que tiene al menos dos caras (10A, 10B), dispuesto para generar una corriente eléctrica entre sus caras (10A, 10B) cuando están a temperaturas diferentes,
- 10 - medios de conducción térmica (15, 16) que se presentan en forma de una primera placa intercalada caliente de conducción térmica (15), por ejemplo una placa metálica, unida al conducto (5) de fluido caliente, y de una segunda placa intercalada fría de conducción térmica (16), por ejemplo una placa metálica, unida al conducto (6) de fluido frío, estando unidas las placas intercaladas caliente y fría (15, 16) a dos caras diferentes (10A, 10B) del elemento termoelectrico (10, 10') y atravesando cada conducto de fluido (5, 6) las dos placas intercaladas (15, 16).
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que los medios de conducción térmica (15, 16) están dispuestos para formar, con el elemento termoelectrico (10, 10'), una batería eléctrica en la que dichos medios de conducción térmica (15, 16) son los bornes.
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 2, en la que los medios de conducción térmica (15, 16) están dispuestos para aislar eléctricamente los conductos de fluidos (5, 6) del elemento termoelectrico (10, 10').
- 20 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los medios de conducción térmica (15, 16) están dispuestos para asegurar el mantenimiento en posición de los conductos de fluidos (5, 6).
5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada placa intercalada (15, 16) comprende un orificio de aislamiento térmico (151, 161) y un orificio de conducción térmica (152, 162).
- 25 6. Haz (3) de intercambio de calor de un intercambiador de calor (1) de vehículo automóvil destinado a refrigerar un fluido a enfriar, circulando dicho fluido a enfriar en al menos un conducto de fluido a enfriar, siendo refrigerado dicho fluido a enfriar por un fluido portador de calor, de temperatura inferior a la del fluido a enfriar, circulando dicho fluido portador de calor en al menos un conducto de fluido portador de calor, comprendiendo dicho haz (3) un dispositivo de generación de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 5, formando el conducto de fluido a enfriar el conducto (5) de fluido caliente y formando el conducto de fluido portador de calor el conducto (6) de fluido frío.
- 30 7. Haz según la reivindicación 6, que comprende una pluralidad de conductos (5) de fluido a enfriar y una pluralidad de conductos (6) de fluido portador de calor, en el que los conductos (5) de fluido a enfriar se alternan espacialmente con los conductos (6) de fluido portador de calor.
- 35 8. Haz según la reivindicación 7, en el que la pluralidad de conductos (6) de fluido portador de calor es mantenida en posición por una pluralidad de placas intercaladas frías (16) y la pluralidad de conductos (5) de fluido a enfriar es mantenida en posición por una pluralidad de placas intercaladas calientes (15), alternándose espacialmente las placas intercaladas frías (16) con las placas intercaladas calientes (15).
9. Haz según la reivindicación 8, en el que los conductos (6) de fluido portador de calor y los conductos (5) de fluido a enfriar son paralelos y coplanarios y forman, con las placas intercaladas calientes y frías (15, 16), una fila (R1, R2) del haz (3) de intercambio de calor.
- 40 10. Haz según una de las reivindicaciones 8 y 9, en el que elementos termoelectricos (10) están dispuestos entre las placas intercaladas frías (16) y las placas intercaladas calientes (15), teniendo cada elemento termoelectrico (10) una cara en contacto con una placa intercalada caliente (15) y otra cara en contacto con una placa intercalada fría (16).
11. Haz según la reivindicación 10, en el que las uniones termoelectricas están dispuestas entre dos placas intercaladas frías sucesivas (16), comprendiendo una unión termoelectrica dos elementos termoelectricos (10, 10') montados en sentido inverso y separados por una placa intercalada caliente (15).
- 45 12. Haz según una de las reivindicaciones 7 a 11, en el que las placas intercaladas frías (16) están conectadas eléctricamente en serie unas con las otras.
13. Haz según las reivindicaciones 9 a 12, en el que el haz (3) de intercambio de calor comprende una pluralidad de filas (R1, R2).
- 50 14. Haz según la reivindicación 13, en el que las filas (R1, R2) del haz (3) de intercambio de calor están conectadas eléctricamente en serie unas con las otras.

15. Haz según una de las reivindicaciones 7 a 14, en el que el flujo de gas caliente a enfriar es un flujo de gas de escape de un motor térmico de combustión interna del vehículo automóvil.

16. Intercambiador de calor que comprende un haz de intercambio de calor según una de las reivindicaciones 7 a 15.

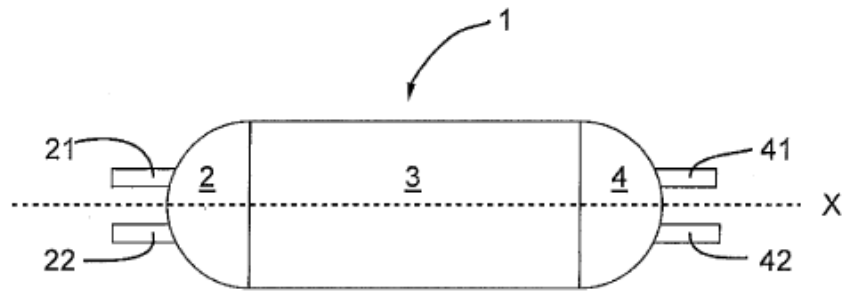


FIGURA 1

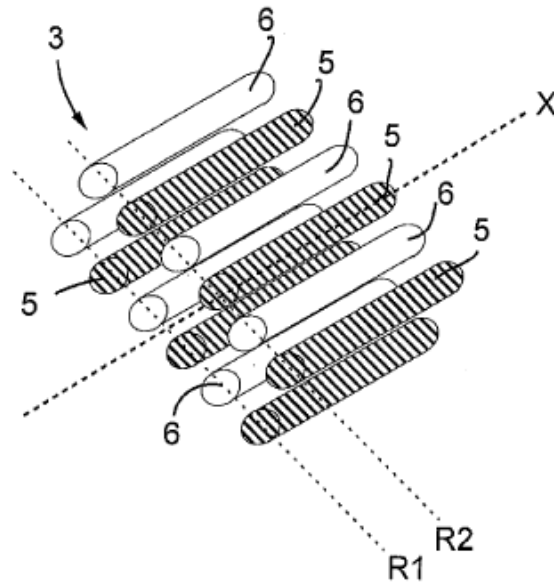


FIGURA 2

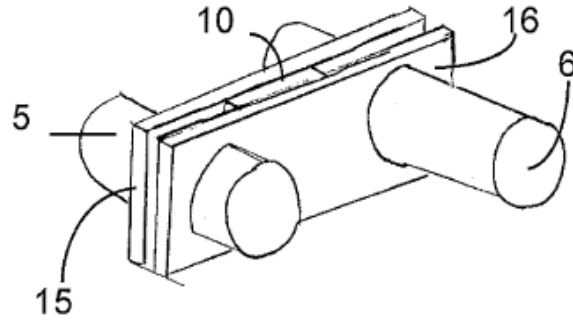


FIGURA 3

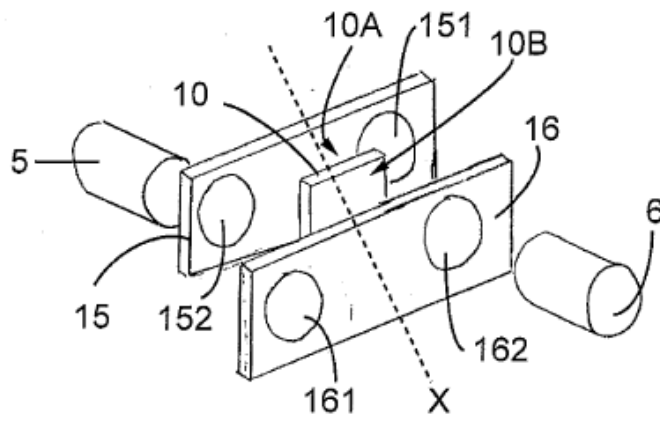


FIGURA 4

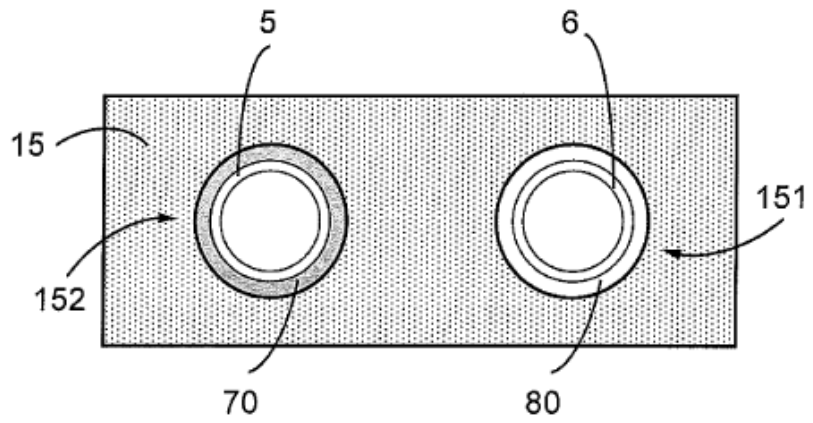


FIGURA 5

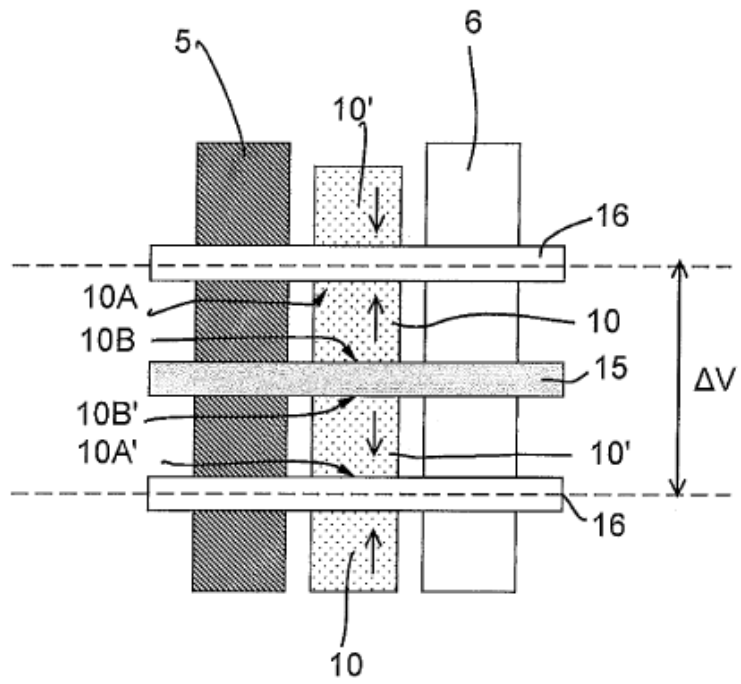


FIGURA 6

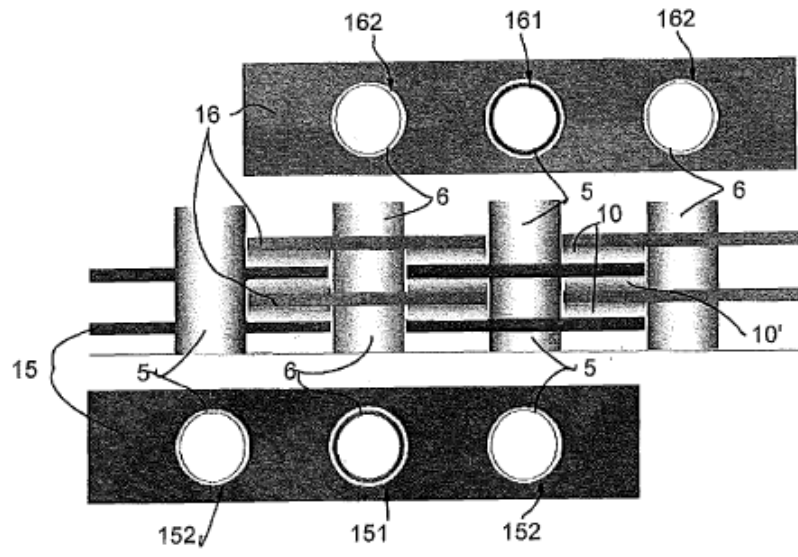


FIGURA 7

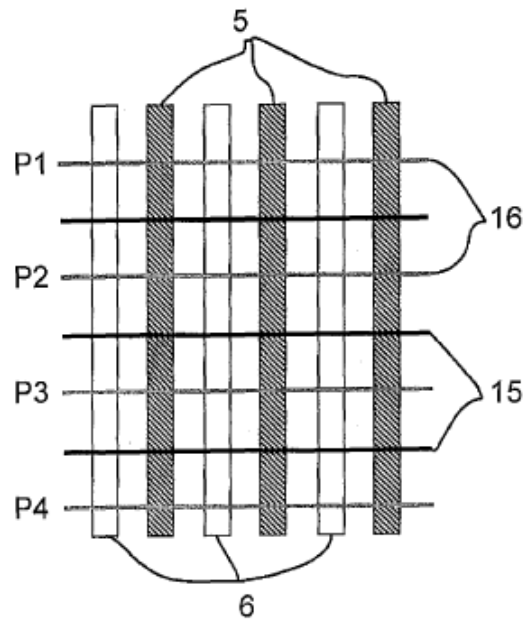


FIGURA 8A

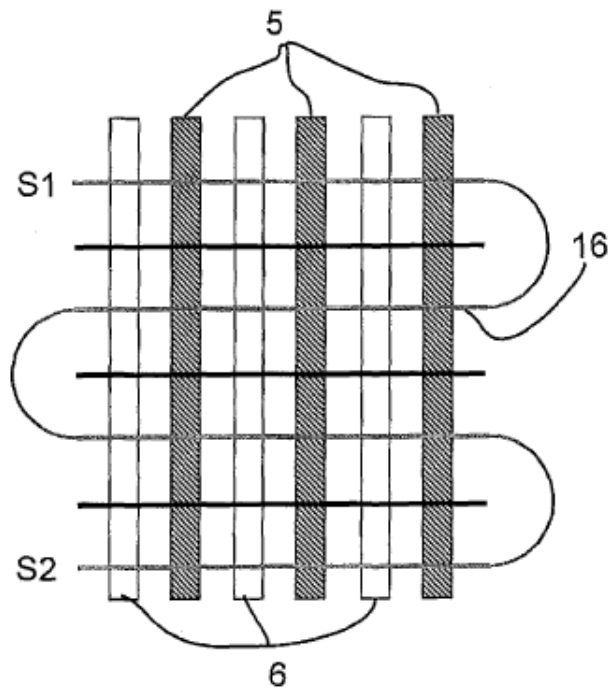


FIGURA 8B