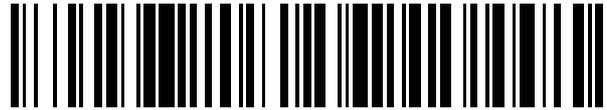


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 523**

51 Int. Cl.:

H01L 35/32 (2006.01)

H01L 35/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2013 E 13731682 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2862208**

54 Título: **Sistemas termoelectrónicos enrollados y plegados, y método para su fabricación**

30 Prioridad:

13.06.2012 DE 102012105086

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2016

73 Titular/es:

**KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE
(100.0%)
Kaiserstrasse 12
76131 Karlsruhe, DE**

72 Inventor/es:

**LEMMER, ULRICH;
KETTLITZ, SIEGFRIED;
GALL, ANDRÉ y
GÜLTIG, MARCEL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 574 523 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

Sistemas termoeléctricos enrollados y plegados, y método para su fabricación

- 5 La invención hace referencia a un sistema termoeléctrico para el aprovechamiento de la termoelectricidad y un método para su fabricación con dos materiales diferentes activos termoeléctricamente que forman un termopar que, en forma de una matriz están aplicados sobre una capa flexible y electroaislante y la matriz es enrollada y plegada para formar el sistema termoeléctrico.
- 10 Los sistemas termoeléctricos formadores de clase usan el efecto de Seebeck, de Peltier y/o de Thomson y, consecuentemente, pueden estar conformados como generadores termoeléctricos que al ser dispuestos en una gradiente térmica suministran corriente eléctrica, o como elemento de Peltier que mediante alimentación de energía eléctrica enfría o genera calor. Para poder aprovechar económicamente estos efectos menores por termopar, se usan, preferentemente, múltiples termopares conectados en serie uno detrás de otro.
- 15 Por ejemplo, por el documento DE 101 22 679 A1 se conoce un así llamado elemento termoeléctricos o sistema termoeléctrico con múltiples elementos de termopares adyacentes el uno al otro. En este caso, los termopares son aplicados sobre un sustrato, por ejemplo una película. De tal manera, diferentes secciones de materiales de diferentes coeficientes de Seebeck termoeléctricamente y alternadamente activos, distanciadas la uno de la otra mediante puentes, se disponen por placas o con forma de ondas entre dos capas de temperaturas diferentes, tales como capas de telas. Mediante los grandes intersticios entre las bandas de los diferentes materiales activos termoeléctricamente, por ejemplo en la estructura ondulada de las ondas entre sí, baja la eficiencia del elemento termoeléctrico. Además, los materiales activos termoeléctricamente se presentan sin aislamientos entre sí, de manera que aquí, ya sólo por motivos de probables cortocircuitos, no es posible una aproximación de los
- 20 termopares. Al fin y al cabo, el elemento termoeléctrico no es intrínsecamente rígido debido al uso de materiales de sustrato de película delgada, de manera que las aplicaciones en la que se requiere rigidez intrínseca necesitan una estructura de soporte adicional.
- 25 Un sistema termoeléctrico estructurado de forma semejante es presentado por Weber et al. (J. Weber, K. Potje-Kamloth, F. Haase, P. Detemple, F. Völklein, T. Doll, "Coin-size coiled-up polymer foil thermoelectric power generator for wearable electronics", Sensors and Actuators, 132 (2006) 325-330). Para fabricar este sistema se han pulverizado películas metálicas sobre una hoja de poliamida que después ha sido enrollada para formar una bobina. Dicho enrollamiento hizo que se pueda realizar una conexión en serie en forma de sinfín, estando los materiales activos termoeléctricamente aislados el uno del otro por medio del enrollamiento. En este caso, el problema es la
- 30 estructura ondulada de los materiales activos termoeléctricamente entre sí, ya que de esta manera se producen espacios intermedios sin aprovechar que pueden producir una corriente térmica parasitaria. Más bien, sería deseable un aprovechamiento óptimo de toda la superficie de estrato mediante los pares electrotérmicos.
- 35 Willfahrt et al. describen un método para la impresión de generadores termoeléctricos (TEG) (A. Willfahrt, G. Hübner, E. Steiner, X. Crispin "Screen printed thermoelectric generator in a five layers vertical setup", Proceedings of Large-Area, Organic and Polymer Electronics Convention 28.-30.06.2011 (LOPE-C 11), Junio 2011, Frankfurt/M., ISBN 978-3-00-034957-7). Para ello se imprimen materiales termoeléctricamente diferentes en capas delgadas sobre un sustrato plano del cual, a continuación, se recortan bandas que, apiladas una encima de la otra son conectadas en serie entre sí con grampas conmutadoras de circuitos. Dicha unión posterior en un proceso industrial sólo es posible
- 40 con grandes complicaciones, por lo cual el método carece de interés industrial. La estructura ondulada de los termopares presenta, además, intersticios que producen los problemas ya mencionados.
- 45 El documento FR 2 620 573 A1 da a conocer un sistema termoeléctrico plegado a manera de acordeón compuesto de una pluralidad de termopares, así como un método para su fabricación. En este método, los diferentes materiales activos termoeléctricamente son aplicados en largas bandas paralelas sobre un sustrato aislante que, a continuación, es recubierto con otra capa aislante y plegado en forma de meandro a lo largo de las bandas paralelas. De esta manera resulta un sistema termoeléctrico que si bien usa la superficie del sustrato completamente con materiales activos termoeléctricamente, sin embargo el recubrimiento aislante adicional hace más complicado el proceso de fabricación y se tiene en el sistema termoeléctrico plegado resultante una capa adicional que puede
- 50 resultar en un escape de calor parasitario. Además, el método presentado en el documento FR 2 620 573 A1 tiene desventajas cuando para el recubrimiento es aplicado un método de impresión por lotes, ya que se está restringido al número de termopares que pueden ser impresos en una dirección.
- 55 Por el documento CH 413 018 A surge un generador termoeléctrico plegado en el cual los elementos termoeléctricos plegados en forma de zigzag son fabricados mediante la aplicación sobre una base de película eléctricamente no conductora de bandas alternativas de materiales de potencial termoeléctrico diferente.
- 60 El documento WO 2005 117 154 A1 da a conocer un módulo semiconductor termoeléctrico que es fabricado mediante el proceso de impresión o precipitación bajo vacío, siendo aplicada alternadamente a lo largo sobre una capa flexible delgada una capa delgada de tipo p y una capa delgada de tipo n. Los módulos termoeléctricos son
- 65

plegados para formar una espiral o en zigzag.

El documento US 2008/173537 A1 da a conocer un sistema termoeléctrico que incluye un sinnúmero de termopares compuestos, en cada caso, de dos brazos termoeléctricos de diferentes materiales activos termoeléctricamente (n/p) que están conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo y están aplicados en forma de una matriz de n filas con cualquier número de brazos termoeléctricos aplicados en columnas de igual anchura sobre una capa flexible y electroaislante.

Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es un perfeccionamiento ventajoso de sistemas termoeléctricos y un método para la fabricación de los mismos con el propósito de un funcionamiento mejorado más seguro y una fabricación en grandes series. Los sistemas termoeléctricos fabricados de esta manera deben estar diseñados a ser posible compactos, de modo que el número de capas aislantes sea minimizado. Al mismo tiempo, el sistema debería poder ser ajustado flexiblemente a las diferentes propiedades de conductibilidad eléctrica de los dos materiales activos termoeléctricamente que forman el termopar. La eficiencia del sistema termoeléctrico debería aumentar al mismo tiempo.

El objetivo se consigue mediante un sistema termoeléctrico para el aprovechamiento de la termoelectricidad con dos diferentes materiales activos termoeléctricamente que forman un termopar conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo. Los materiales activos termoeléctricamente se aplican en capas delgadas sobre un sustrato delgado y son plegados de tal manera que los dos brazos de los termopares puedan ser posicionados de canto en un gradiente térmico, para utilizar el sistema termoeléctrico resultante como elemento de Peltier o como generador termoeléctrico (TEG). Las capas de canto de materiales activos termoeléctricamente se mencionan en lo sucesivo como brazos termoeléctricos.

El sistema termoeléctrico según la invención está estructurado en forma de una matriz compuesta de n filas (con $2 \leq n \leq 1000$) con un número cualquiera de columnas de la misma anchura compuestas de campos de materiales activos termoeléctricamente (brazos termoeléctricos) que están aplicados sobre una capa flexible y electroaislante. Mediante la aplicación alternada de los dos diferentes materiales activos termoeléctricamente se producen los termopares mediante los cuales resulta aprovechable el efecto termoeléctrico. Los sectores de contacto de los dos diferentes materiales activos termoeléctricamente de todos los termopares están dispuestos, en cada caso, sobre una línea de plegadura en sentido de las columnas. La matriz está enrollada paralela a las filas, una encima de otra para formar una banda y, a continuación, la banda está plegada a lo largo de las líneas de plegadura a modo de acordeón con elevaciones y depresiones equidistantes entre sí para formar una pila.

Teóricamente, con la selección de una delgada capa flexible apropiada, la matriz puede ser enrollada con una frecuencia cualquiera, de manera que se produce una banda correspondientemente gruesa. Sin embargo, preferentemente el número de capas es de 2 a 250, particularmente preferente de 50 a 100 capas.

La longitud de filas de la matriz puede ser cualquiera. En una realización preferente de la matriz, cada n filas incluyen el mismo número de campos de materiales activos termoeléctricamente. En otra realización preferente de la matriz, las filas pueden estar desplazadas en uno o más campos. Dicha realización tiene sentido cuando las filas no están aplicadas sobre la capa flexible en ángulo recto respecto de la dirección del recubrimiento.

Preferentemente, el sistema termoeléctrico enrollado y plegado según la invención es compactado para formar un bloque. Opcionalmente, la capa flexible electroaislante puede, con este propósito, estar provista en la cara posterior de una capa adhesiva. Preferentemente es, en este caso, una capa adhesiva activable. Activable es, en este contexto, una capa adhesiva que puede ser activada mediante la modificación de una magnitud física, por ejemplo el aumento de temperatura (con el uso de una capa termosellable), aumento de presión o efecto de radiación electromagnética. La capa adhesiva también puede ser aplicada después de fabricada la matriz, pero antes de la plegadura.

En el margen de la presente invención, un termopar está conformado de dos materiales activos termoeléctricamente con diferentes coeficientes de Seebeck que generan diferentes tensiones de Seebeck. Por ejemplo, pueden ser pares metálicos y sus aleaciones, semiconductores como conductores de tipo p y/o conductores de tipo n y/o polímeros electroconductores o copolímeros que pueden ser, preferentemente de naturaleza orgánica y, dado el caso, pueden presentar dotaciones inorgánicas. Por ejemplo, como materiales orgánicos activos termoeléctricamente son aptos el poliacetileno, la polianilina, el polipirrol, politiofeno y, preferentemente, el poli(3,4-etilendioxitiofeno) dotado de poli(estireno sulfonato) (PEDOT:PSS) y similares. Los polímeros orgánicos, copolímeros y similares son aptos, particularmente, para la fabricación y aprovechamiento de sistemas termoeléctricos particularmente delgados en razón de su gran elasticidad, procesabilidad en capas delgadas y coeficientes de dilatación semejantes respecto de las capas incorporadas. También son bien apropiados como materiales termoeléctricos los materiales compuestos que contienen en una matriz orgánica micropartículas y nanopartículas térmicamente aislantes. Por ejemplo, el agregado de partículas de SiO_2 , que son electro y térmicamente aislantes a un material polímero PEDOT:PSS tiene como resultado que la conductividad térmica del material es reducida en mayor grado que la conductividad eléctrica. Tales materiales han sido dados a conocer

mediante el documento US 2009/0314324 A1.

Mediante el uso de materiales flexibles es posible prever radios de plegadura estrechos durante el enrollamiento y la plegadura de la matriz, lo cual permite una yuxtaposición y una unión recíproca de los pliegues formando un bloque de rigidez intrínseca con frentes de onda previstos en los puntos de inversión, sin que los pliegues o bien los materiales sean estirados demasiado en los frentes de onda e incluso se rompan. En este caso, ha quedado demostrado como particularmente ventajoso que la elasticidad de la capa flexible y electroaislantes y las capas de los materiales que forman el brazo termoeléctrico presentan elasticidades semejantes o iguales.

Como capas flexibles y electroaislantes son aptas, por ejemplo, películas delgadas de 1 μm a 100 μm , preferentemente de aproximadamente 10 μm de espesor, preferentemente de materiales sintéticos termoplásticos, por ejemplo polietileno, polipropileno y semejantes, tejidos de, por ejemplo, fibras naturales y/o fibras sintéticas y/o barnices, por ejemplo sobre la base de resinas sintéticas o semejantes que son atomizadas sobre una superficie lisa y después de endurecer parcial o totalmente procesadas con los materiales activos termoeléctricamente para formar la banda.

O sea, según la invención se pone a disposición una pila de diferentes materiales activos termoeléctricamente que, en cada caso, para que no se produzcan cortocircuitos están separados entre sí mediante la capa flexible y electroaislante. Mediante la plegadura en los puntos de contacto de los termopares se garantiza que la pila se compone, en lo esencial, de capas paralelas de ambas capas termoeléctricamente activas, siendo los puntos de inversión de la plegadura (crestas de onda y pies de onda) orientables, en cada caso, a una fuente de calor o un sumidero de calor, con lo cual se produce un generador termoeléctrico. Para aprovechar el sistema termoeléctrico según la invención como elemento de Peltier, también es posible generar un gradiente térmico de cresta de onda a seno de onda.

Las capas de material de los materiales activos termoeléctricamente de los brazos termoeléctricos están configuradas con un espesor de capa de, por ejemplo, 1 μm a 100 μm , preferentemente 10 μm , y los diferentes campos presentan una anchura entre 2 mm y 40 mm, preferentemente entre 5 mm y 20 mm. Se ha demostrado como ventajoso conectar en paralelo, por ejemplo cerca de 50 a 200 termopares yuxtapuestos por fila, de manera que con una longitud especificada de la banda de 0,5 m a 5 m se producen pilas de pocos milímetros hasta varios centímetros mediante procesos de enrollamiento y plegadura.

Se entiende que para conseguir sistemas termoeléctricos de mayores potencias, una pluralidad de estas pilas puede ser conectada en serie o en paralelo y pueda abarcar unas superficies correspondientemente grandes o disposiciones espaciales con gradientes térmicos. Además, en relación con su magnitud las pilas pueden ser adaptadas a las circunstancias termoeléctricas.

Para aumentar la eficiencia, los materiales termoeléctricos de los brazos termoeléctricos se tocan, preferentemente, en la extensión total de su altura y se solapan para la fabricación de un contacto seguro en toda la extensión de su altura. Alternativamente, entre los cantos de los materiales activos termoeléctricamente se puede aplicar una capa intermedia que mejora el contacto entre los materiales activos termoeléctricamente. Por ejemplo, una capa intermedia de este tipo puede ser metálica. La altura de las capas de material puede ser, preferentemente, configurada de tal manera que una plegadura incluya en cada caso una capa del primer y del segundo material termoeléctricamente activo, con lo cual la conexión de las mismas está prevista en los puntos de inversión. En este caso, la capa intermedia está, en cada caso, dispuesta en los puntos de inversión de las plegaduras y, de este modo, en los lados opuestos del bloque intrínsecamente rígido y puede, además del mejoramiento de contactos respecto de los materiales activos termoeléctricamente, llevar a un mejor acoplamiento térmico de la pila, o bien del bloque formado de la misma, a la fuente de calor o disipador térmico del sistema termoeléctrico.

Con el uso de diferentes materiales termoeléctricos que presentan una diferente conductividad formando un termopar, por ejemplo un polímero conductor de tipo p y un conductor metálico de tipo n, la superficie del campo (brazo termoeléctrico), el material mejor conductor puede ser más pequeño, de manera que dentro de los termopares no varíe demasiado la conductividad y pueda ahorrarse material. El sistema termoeléctrico según la invención permite tal estructura en forma muy compacta, o sea sin que sobre la capa electroaislante se pierda superficie aprovechable. Para esta estructura se ofrece en cada fila de la matriz campos alternados de diferentes materiales con la misma anchura pero de distinta altura. La anchura de los campos debería ser idéntica para que la amplitud de la plegadura en forma de acordeón sea uniforme. Las diferencias de altura de ambos brazos termoeléctricos dentro de una fila son compensadas de nuevo mediante los campos desplazados de la fila adyacente. Cuando, por ejemplo, sobre la matriz un conductor de tipo n tiene una altura de 1 mm y el conductor de tipo p una altura de 4 mm, se producen dentro de una fila unos escalones que en desplazamiento de fase con los conductores de tipo p y n de la fila adyacente son complementados para formar una fila doble. En la fila doble resulta una altura pura de material de 5 mm, debiendo estar dispuesta una banda aislante entre las diferentes filas.

En el caso del uso de brazos termoeléctricos de diferente magnitud, la superficie de contacto entre los campos de material puede ser ajustada a los termopares. En el caso más sencillo, la altura de la superficie de contacto se

5 corresponde con la altura del campo de material menor. Preferentemente, la superficie de contacto es ajustada de tal manera que entre el campo menor y el campo mayor se produce un sector de contacto triangular. Este sector de contacto se produce mediante el solapado de los dos materiales termoeléctricos o bien mediante el contacto con una capa intermedia mejoradora del contacto. Gracias a que el sector de contacto se encuentra siempre en el punto de plegadura, el punto de contacto está expuesto a una carga mecánica. Por consiguiente, el contacto triangular resulta ser ventajoso porque la plegadura se desenrolla sobre un mayor sector de contacto que en el caso del contacto simple.

10 El objetivo de la invención se consigue, además, mediante un método para la fabricación de un sistema termoeléctrico tal como ha sido descrito en la documentación de solicitud. En el método se aplica, en primer lugar, una matriz de termopares formados de brazos termoeléctricos sobre una capa flexible y electroaislante. Los brazos termoeléctricos son fabricados mediante la aplicación de capas delgadas de materiales activos termoeléctricamente y, dado el caso, una capa intermedia que conecta los mismos eléctricamente, de manera que se generan n filas (con $2 \leq n \leq 1000$) con cualquier número de brazos termoeléctricos, estando los sectores de contacto entre los brazos
15 termoeléctricos, en cada caso, dispuestos sobre una línea de plegadura en sentido de la columna, y con lo cual los extremos de fila respectivos conforman un sector de contacto con la fila adyacente, para que se garantice sobre toda la matriz un flujo eléctrico en serie con forma de S. La matriz así originada es enrollada paralela a las filas termopares seriales, de manera que las filas están superpuestas eléctricamente aisladas una de la otra, con lo cual se produce una banda multicapas con cualquier número de capas. Preferentemente, el número de capas está entre 2 y 200, particularmente preferente entre 50 y 100. A continuación la banda multicapas es plegada a manera de acordeón a lo largo de las líneas de plegadura en sentido de las columnas para formar una pila con elevaciones y depresiones equidistantes entre sí.

25 En el uso de barniz como capa flexible y electroaislante se puede en un paso preferente del proceso atomizar barniz sobre una superficie lisa, por ejemplo de material sintético, metal, cerámica, vidrio o semejante y uno o los dos materiales activos termoeléctricamente, en estado seco o parcialmente húmedo del barniz, pueden ser igualmente atomizados, impresos, metalizados o aplicados mediante otro método.

30 Además, el recubrimiento de la capa flexible y electroaislante se puede proseguir, por así decirlo, mediante el método continuo, aplicando en una dirección de fabricación el/los material/es del termopar sobre una bobina en desbobinado, placas o semejantes que respecto de un dispositivo de aplicación fijo son desplazados y/o fijos sobre un dispositivo de aplicación desplazable.

35 Como método para la aplicación de materiales activos termoeléctricamente son apropiados los métodos de serigrafía y, preferentemente, el método de inyección de tinta. Las tintas de impresión respectivas pueden ser emulsiones, separaciones por gravedad o suspensión de metales, semiconductores y/o polímeros conductivos para la formación de los materiales activos termoeléctricamente de los termopares y, dado el caso, auxiliares tales como fluidificantes, emulsores para un mejor flujo durante el proceso de impresión, medios mejoradores de la elasticidad tales como componentes de materiales sintéticos disueltos tales como plastificantes o semejantes. Opcionalmente,
40 también es posible usar métodos de metalización tales como procesos de CVD, procesos de sputtering o semejantes.

45 Después de la fabricación de la matriz, la misma es, primeramente, enrollada para formar una banda. Básicamente, la matriz puede estar enrollada de cualquier manera, siendo esencial solamente que las líneas de plegadura estén superpuestas a lo largo de las columnas. El enrollamiento de la matriz se produce, preferentemente, fila por fila, pero también existe la opción de enrollar varias filas de una vez o múltiples veces dentro de una fila. Durante el enrollamiento debe tenerse cuidado de que las capas termoeléctricamente activas estén aisladas eléctricamente una de la otra, de manera que no se produzca un cortocircuito. Esto se puede producir, por ejemplo, cuando un sector de la capa flexible y electroaislante queda sin imprimir y que el mismo, durante el primer paso de enrollamiento sobre
50 la/s primera/s fila/s, está rodeado de material termoeléctricamente activo. En los enrollamientos siguientes siempre están superpuestas una capa aislante y una capa impresa. Preferentemente, las plegaduras del enrollamiento están dispuestas en los intersticios entre las diferentes filas.

55 Para facilitar el proceso de enrollamiento en el método continuo, existe la posibilidad de aplicar la matriz en sentido de filas acodadas sobre la capa flexible. Dicha matriz achaflanada ofrece durante el método de fabricación de bobina a bobina la ventaja que el enrollamiento puede ser realizado de forma continua al salir la matriz de la bobina. Correspondientemente, la pila resultante se extiende de forma continua debido al enrollamiento inclinado en el mismo ángulo respecto del sentido de fabricación predeterminado por el sentido angulado de las filas. La pila puede ser cortada a la longitud necesaria y llevada al proceso de plegadura.

60 A continuación, las bandas obtenidas mediante el enrollamiento son plegadas en una pila a manera de acordeón formando plegaduras, en cada caso con crestas de onda y pie de onda. Preferentemente, los pliegues resultantes son apretados entre sí y unidos adhesivamente con formación de un bloque intrínsecamente rígido. Respecto de la unión adherente de los pliegues uno con el otro, es posible prever, correspondientemente a la unión de la capa flexible y electroaislante entre sí, un proceso de compresión, pudiendo la adherencia ser producida mediante
65

laminado, pegado o de otra manera, adhesivamente o en unión no positiva, por ejemplo, fusión.

Para ello puede aplicarse, opcionalmente en otro paso, una capa adhesiva sobre el dorso de una capa flexible electroaislante. Al usar una capa adhesiva activable, el recubrimiento se puede producir en cualquier momento del método. En el aprovechamiento de un pegamento adhesivo directamente, el pegamento es aplicado, preferentemente, después del recubrimiento con el material termoeléctrico, pero antes de la plegadura.

Un sistema termoeléctrico producido mediante el método se puede usar como elemento de Peltier que al aplicar una tensión especificada sobre un lado de los picos de onda de los elementos de termopares desprende calor y en el lado opuesto absorbe calor, o sea que puede ser usado para calentar o enfriar. Además, con una diferencia de temperatura entre los picos de onda, en los polos de los elementos de termopares conectados en serie puede absorberse bajo carga corriente eléctrica que es dependiente de la diferencia de temperatura entre los picos de onda. Por ejemplo, en el uso del sistema termoeléctrico, el calor corporal puede ser usado como fuente de energía para la generación de luz, para la carga de artefactos electrónicos tales como handys o semejantes. Además tales sistemas termoeléctricos pueden ser aplicados en la geotermia para la generación de energía usando bajo tierra, por ejemplo, generadores de gran superficie. Estos no requieren mantenimiento y no tienen componentes móviles. Además, es posible operar sensores, equipos indicadores o semejantes así como sus dispositivos de transmisión, tales como equipos de transmisión y recepción, independientemente de tensiones de red, usando los generadores termoeléctricos propuestos, ante la ausencia de otras fuentes de energía para la generación de energía eléctrica, las diferencias de temperatura existentes. Además las pérdidas de energía que generan diferencias de temperatura, por ejemplo el calor remanente perdido en usinas térmicas, pérdida por aislación en casas y semejantes pueden ser impedidas o al menos reducidas mediante la instalación del generador termoeléctrico propuesto.

A continuación, la invención se explica esquemáticamente en detalle mediante las figuras 1 a 5 y los ejemplos de realización.

La figura 1, una matriz de brazos termoeléctricos compuestos de 3 filas de 2 termopares cada uno;
 la figura 2a, una sección de una matriz enrollada de la figura 1;
 la figura 2b, una vista lateral de una matriz enrollada de la figura 1;
 la figura 3, una representación esquemática de un sistema termoeléctrico en vista lateral;
 la figura 4a, una matriz en una forma de realización con materiales activos termoeléctricamente de diferente conductividad;
 la figura 4b, una matriz según la figura 4a con una geometría de superficie de contacto triangular;
 la figura 4c, una matriz según la figura 4a y la figura 4b con una geometría en forma de T;
 la figura 4d, una matriz con sentido acodado de filas;
 la figura 5, una curva de tensión y potencia de un generador termoeléctrico del ejemplo 1 como función de ΔT .

Las figuras 1 - 3 muestran esquemáticamente la generación de un sistema termoeléctrico 11 según la invención en una forma de realización sencilla. En primer lugar se dispone una matriz 1 según la figura 1, compuesta de tres filas 2 con, cada una, dos termopares 3 de dos diferentes materiales activos termoeléctricamente (4, 5), aquí designada simplifícadamente como conductor 4 de tipo n y conductor 5 de tipo p, están aplicados sobre una capa 6 flexible y electroaislante. Los conductores (4, 5) de tipo n y p están, cada uno, conectados en serie y eléctricamente unidos entre sí por medio de un sector de contacto 7, por ejemplo en la forma de un solapado de los diferentes materiales (4, 5) activos termoeléctricamente o una capa intermedia mejoradora de contacto. En la figura 1 se muestran, concretamente, las diferentes filas 2 de la matriz y las líneas de plegadura 8 a lo largo de las columnas 9. Aquí es evidente que las líneas de plegadura 8 se extienden exactamente a lo largo de los sectores de contacto 7 entre los conductores (4, 5) de tipo n y p de las diferentes filas 2. Las superficies de contacto 15 están conectadas de manera electroconductoramente con el primer o bien el segundo conductor 4 de tipo n o bien conductor 5 de tipo p y se usan para el contacto exterior del sistema termoeléctrico 11.

En un primer paso, la matriz 1 es enrollada paralela a las filas 2, debiendo tenerse en cuenta que los materiales (4, 5) activos termoeléctricamente están aislados uno del otro para que no se produzca un cortocircuito en el sistema termoeléctrico 11. En el presente caso, la fila neutralizada de la capa 6 eléctricamente aislante no recubierta es plegada antes que la matriz 1 sea enrollada, a continuación, fila por fila para formar una banda 10. Mediante el recubrimiento unilateral está garantizado que cada fila 2 estará eléctricamente aislada. Básicamente, sin embargo, también es posible cualquier enrollamiento en tanto se desarrolle paralelo a las filas 2. La banda 10 resultante del enrollamiento se muestran esquemáticamente en un dibujo de sección transversal en la figura 2a. La figura 2b muestra una vista lateral de dicha banda 10, de la cual se deduce cómo las capas de los materiales activos termoeléctricamente (brazos termoeléctricos 4, 5) están separados uno del otro mediante una capa 6 eléctricamente aislante. A continuación, para formar una pila, la banda 10 es plegada a manera de acordeón a lo largo de los sectores de contacto 7 que se encuentran uno encima de otro. De esta plegadura resulta un sistema 11 termoeléctrico en una configuración con forma de meandro de los brazos termoeléctricos (figura 3), donde el método de fabricación garantiza que la corriente eléctrica en el conductor 4 de tipo n fluye siempre en el mismo sentido del gradiente térmico y que la corriente eléctrica en el conductor 5 de tipo p fluye, correspondientemente, en sentido

inverso.

La figura 3 muestra, esquemáticamente, una sección transversal del sistema termoelectrico 11 en forma de generador termoelectrico 14, actuante entre los bloques termicos 12, 13 con una diferencia de temperatura ΔT . Para ofrecer el efecto termoelectrico del generador termoelectrico 14 se ha dispuesto entre los bloques termicos 12, 13 una pila que fue fabricada de acuerdo con las figuras 1 – 3, con un termopar 3 compuesto de dos materiales 4, 5 activos termoelectricamente con diferente coeficiente de Seebeck. Los seis ($n = 3$) termopares 3 o bien doce brazos termoelectricos están conectados en serie con lo cual, debido que al efecto termoelectrico en el caso de conexión en serie, se genera entre los polos +, - en función de la diferencia de temperatura ΔT entre los bloques termicos 12, 13, una diferencia de tensión ΔU de la cual bajo carga se puede obtener corriente eléctrica.

En la figura 4a y figura 4b se muestran otras formas de realización de la matriz 1, ventajosas cuando los materiales de los brazos termoelectricos presentan diferentes conductividades eléctricas. Cuando, por ejemplo, el conductor 5 de tipo b conduce mejor que el conductor 4 de tipo n que pertenece al termopar, la superficie material de ambos brazos termoelectricos 4, 5 puede ser ajustada de tal manera que el conductor 5 de tipo p presente una altura menor que el conductor 4 de tipo n. Como se muestra en la figura 4a y figura 4b, los campos de ambos brazos termoelectricos de diferente altura se complementan de manera ajustada con el campo respectivo adyacente de la siguiente fila 2 para formar una fila doble 16, lo cual conduce a un modelo compacto.

En la figura 4c se muestra otra forma de realización de la matriz 1 que es ventajosa cuando los materiales de los brazos termoelectricos presentan, de forma similar a la figura 4a y figura 4b, conductividades eléctricas diferentes y, adicionalmente, el recorrido efectivo de la corriente en el sector de contacto 7 ha de ser minimizado.

En el caso de campos de diferente altura, el sector de contacto 7 puede ser ajustado entre los conductores 4, 5 de tipo n y tipo p. En la figura 4a, la altura del sector de contacto 7 corresponde a la altura del material con la menor conductividad eléctrica. Como en el plegado a modo de acordeón, el sector de contacto 7 es al mismo tiempo el punto inversor, este punto de dobladura debería extenderse sobre una superficie de material lo más grande posible para que mediante la plegadura pueda compensarse la carga mecánica que, eventualmente, podría llevar a fisuras capilares en el sector de contacto 7. En la figura 4b, dicho sector de contacto 7 está estrechado en forma triangular desde el mejor conductor al conductor más potente. De esta geometría resulta un sector de contacto 7 mayor en el punto de dobladura comparado con la realización de la figura 4a.

Otra forma de realización de la matriz 1 comprende una fila acodada de los conductores 4, 5 de tipo n y p, tal como se ilustra en la figura 4d. Aquí se puede ver que la matriz 1 está enrollada en un ángulo respecto del sentido de fabricación, para que el enrollamiento sea paralelo a las filas 2 y las líneas de plegadura 8 se encuentren encima de la otra. La banda 10 que se produce a partir de dicho enrollamiento se alarga con cada capa en el sentido de fila. Dicha realización es ventajosa en el proceso continuo, ya que el proceso de recubrimiento no necesita ser interrumpido cuando se ha conseguido un sistema termoelectrico 11 de la magnitud deseada. Es posible, tronzar la banda 10 obtenida a una longitud apropiada para ser llevado al proceso de plegadura.

Ejemplo 1: Fabricación de un TEG según la invención

Una matriz 1 que comprende once filas 2 con un total de 93 termopares 3 fue impresa como capa flexible 6 aislante sobre una película de sustrato de poliéster de un espesor de 12 μm . A modo de ensayo se usaron como materiales activos termoelectricamente que forman un termopar 4 plata metálica como conductor 5 de tipo n y poli (3,4-etilendioxitiofeno) dotado de poli (estireno sulfonato) (PEDOT:PSS) como conductor 4 de tipo p. En primer lugar, la película 6 se colocó sobre un papel de sala blanca DIN-A4 en una mesa de vacío de una máquina de serigrafía. Después de succionar y alisar la película 6 se imprime, en primer lugar, una pasta de plata mediante un tejido 165-27. Después de la impresión, la película fue secada en horno aproximadamente durante 10 minutos a 120° C. Después, se aplicó tres veces sucesivas tinta PEDOT:PSS mediante un tejido 10-260 y se secó en cada caso aproximadamente durante 10 minutos en horno. Los elementos de termopar estaban conectados mediante una capa intermedia 7 que, en el presente caso, eran un sector de solapado de ambos materiales activos termoelectricamente.

Después de la impresión, lateralmente arriba y abajo se contactaron los inicios de la conexión en serie de los termopares mediante barniz conductor de plata como superficie de contacto 15. A continuación, la película 6 fue recortada de tal manera que encima de la primera fila 2 se encuentre tanta película 6 sin imprimir para que pudiera solapar la primera fila 2. A continuación, la matriz 1 fue enrollada fila por fila, colocando primero la película 6 sin imprimir sobre la fila adyacente 2. Después de replegar el último sobrante de película, este repliegue fue sellado sobre la banda 10 resultante mediante una plancha. De esta manera se evitó un desenrollado por sí solo. Ahora, la banda 10 fue plegada a modo de acordeón para formar una pila como la mostrada en la figura 3. Los puntos de plegadura de cada fila 2 se encuentran uno encima de otro en los sectores de contacto 7. A continuación, la pila fue comprimida mediante una banda de cinta Kapton para formar un bloque.

Ejemplo 2: Medición de tensión

El sistema termoelectrico 11 contenido en el ejemplo 1 fue usado como generador termoelectrico (TEG) 14 y se

registró la tensión eléctrica generada. Para estas mediciones se sujetó un sistema termoeléctrico 11 en un dispositivo de medición que puede generar un gradiente térmico, tal como se ilustra esquemáticamente en la figura 3. Para la medición se mantuvo una cara del TEG a 20° C, mientras que la otra cara se calentó paso a paso hasta 145° C. En los puntos de contacto 15 de la pila se midió simultáneamente la tensión generada. En la figura 6 se ilustra el desarrollo de tensión así como la potencia como función de la diferencia de temperatura ΔT entre ambos bloques térmicos 12, 13. La tensión inicial medida ΔU del TEG cambia proporcionalmente en función de la diferencia de temperatura ΔT aplicada. Del mismo modo, se registró allí el cambio de potencia que, debido a la dependencia cuadrática de la tensión, aumenta en forma cuadrática con el incremento de la diferencia de temperatura ΔT . Estos valores de medición confirman que es posible producir de manera eficiente corriente eléctrica mediante el sistema termoeléctrico 11 según la invención.

Lista de referencias

	1	matriz
15	2	filas
	3	termopar
	4	conductor de tipo n
	5	conductor de tipo p
	6	capa electroaislante
20	7	sector de contacto
	8	líneas de plegadura
	9	columnas
	10	filas
	11	sistema termoeléctrico
25	12	bloque térmico
	13	bloque térmico
	14	generador termoeléctrico
	15	superficie de contacto
	16	fila doble
30	ΔT	diferencia de temperatura
	ΔU	diferencia de tensión

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema termoeléctrico (11) que incluye una pluralidad de termopares (3) de, en cada caso, dos brazos termoeléctricos de diferentes materiales activos termoeléctricamente (4, 5) que están conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo y están aplicados en forma de una matriz (1) de n filas (2) con cualquier número de brazos termoeléctricos aplicados en columnas (9) de igual anchura sobre una capa (6) flexible y electroaislante, de tal manera que los sectores de contacto (7) de brazos termoeléctricos (4, 5) adyacentes se encuentran, en cada caso, superpuestas en sentido de las columnas sobre líneas de plegadura (8) rectas, y estando la matriz (1) enrollada paralela a las líneas (2) una encima de la otra formando una banda plana (10) y siendo, a continuación, plegada a lo largo de las líneas de plegadura (8) a manera de acordeón con elevaciones y depresiones equidistantes.
- 10
- 15 2. Sistema termoeléctrico (11) según la reivindicación 1, en el cual los sectores de contacto (7) están provistos entre los dos brazos termoeléctricos (4, 5) de una capa intermedia mejoradora de contacto.
3. Sistema termoeléctrico según las reivindicaciones 1 o 2, en el cual la banda plegada (10) está comprimida para formar un bloque.
- 20 4. Sistema termoeléctrico (11) según las reivindicaciones 1 a 3, en el cual los diferentes brazos termoeléctricos (4, 5) fabricados de materiales activos termoeléctricamente formadores del termopar (3) están aplicados en diferentes áreas sobre la capa (6) flexible y electroaislante, de acuerdo con su conductividad eléctrica.
- 25 5. Sistema termoeléctrico (11) según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la capa (6) flexible y termoaislante es una película de material sintético, un tejido o un barniz.
6. Sistema termoeléctrico según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la capa (6) flexible y termoaislante abarca sobre el dorso una capa adhesiva activable.
- 30 7. Método para la fabricación de un sistema termoeléctrico (1) según las reivindicaciones 1 a 6, incluyendo los pasos siguientes:
- (i) Fabricación de una matriz (1) de brazos termoeléctricos (4, 5) formadores de termopares (3) mediante la aplicación de capas delgadas de materiales activos termoeléctricamente y, dado el caso, una capa intermedia que conecta los mismos eléctricamente sobre una capa (6) flexible y electroaislante, de manera que se generen n filas (con $n \geq 2$) con cualquier número de brazos termoeléctricos (4, 5), estando los sectores de contacto (7) de los brazos termoeléctricos (4, 5), en cada caso, dispuestos sobre líneas de plegadura (8) en sentido de la columna, y con lo cual los extremos de fila respectivos conforman un sector de contacto (7) con la fila (2) adyacente, para que se garantice sobre toda la matriz (1) un flujo eléctrico en serie con forma de S,
- 35 (ii) enrollamiento de la matriz (1) paralela a las filas (2) de manera que las filas (2) están superpuestas eléctricamente aisladas una de la otra, con lo cual se produce una banda (10) multicapas de 2 a 250 capas, y
- 40 (iii) plegadura a manera de acordeón de la banda (10) multicapas a lo largo de las líneas de plegadura (8) en el sentido de las columnas, con elevaciones y depresiones equidistantes.
- 45 8. Método según la reivindicación 7, en el cual la capa (6) delgada flexible y electroconductora es atomizada como barniz sobre una superficie lisa, antes de que sean aplicados los materiales activos termoeléctricamente (4, 5), así como las capas intermedias.
9. Método según la reivindicación 7, en el cual la capa (6) delgada flexible y electroaislante es provista sobre el dorso de una capa adhesiva.
- 50 10. Método según una de las reivindicaciones 7 a 9, en el cual en un paso subsiguiente el sistema termoeléctrico (11) enrollado y plegado adherido entre sí es comprimido para formar un bloque.
11. Método según una de las reivindicaciones 7 a 10, en el cual los materiales (4, 5) activos termoeléctricamente son impresos sobre la capa (6) electroaislante.
- 55

Fig. 2a

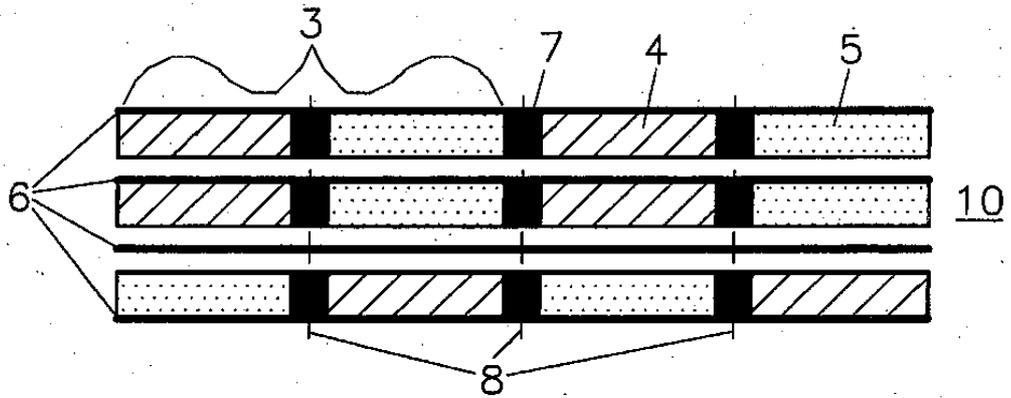


Fig. 2b

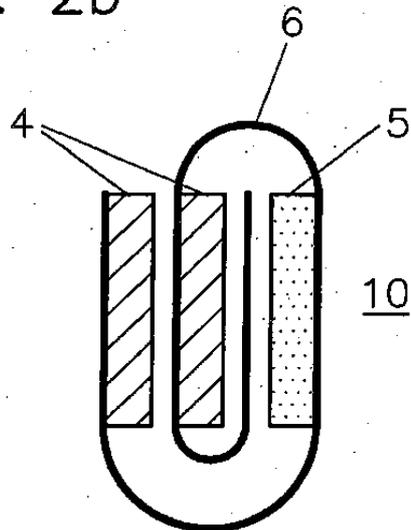


Fig. 3

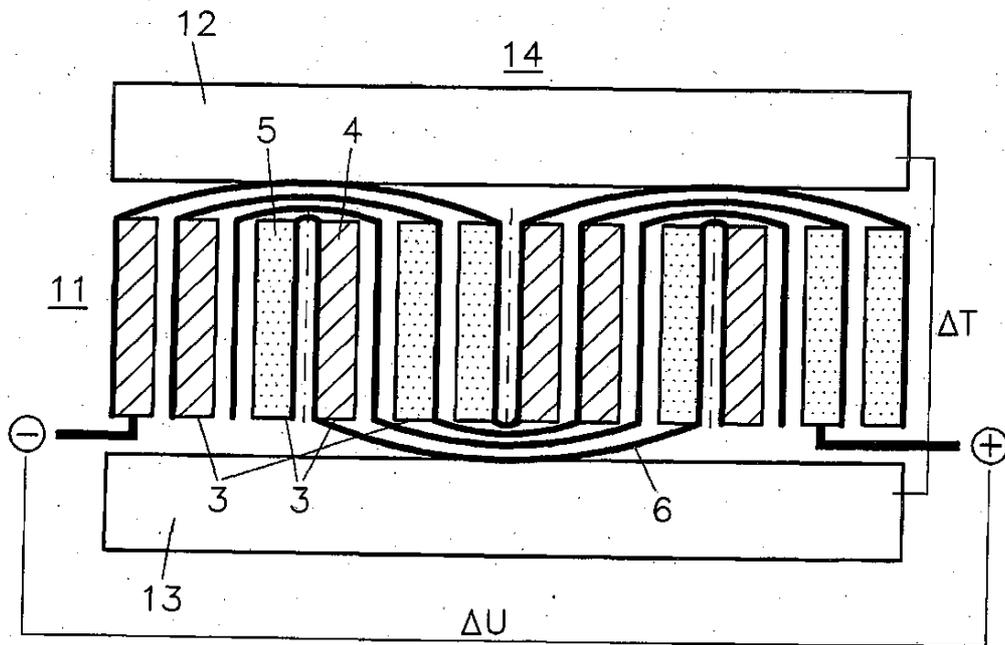


Fig. 4a

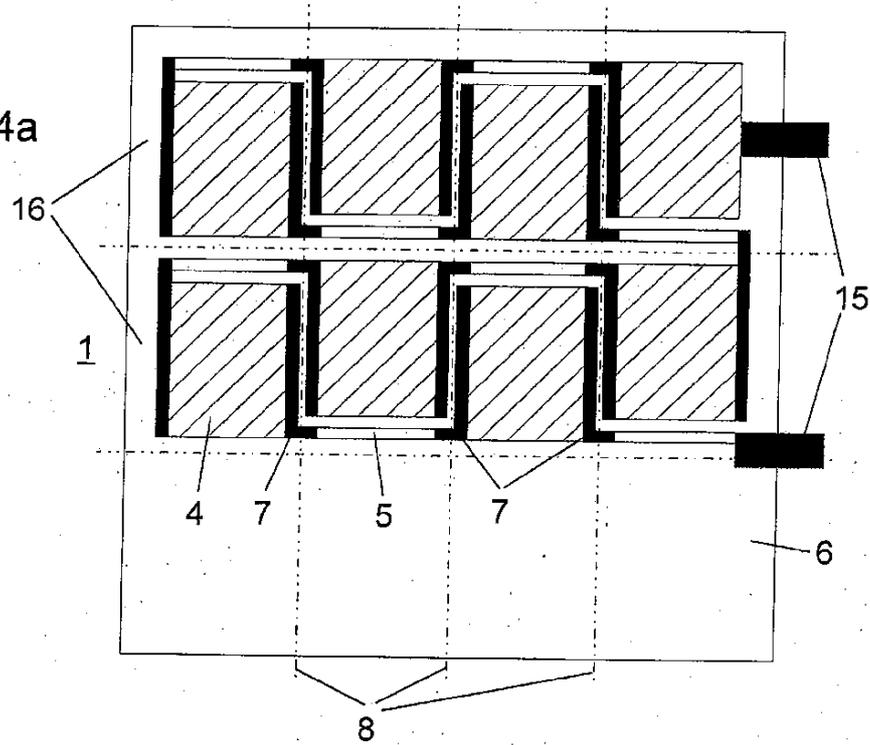
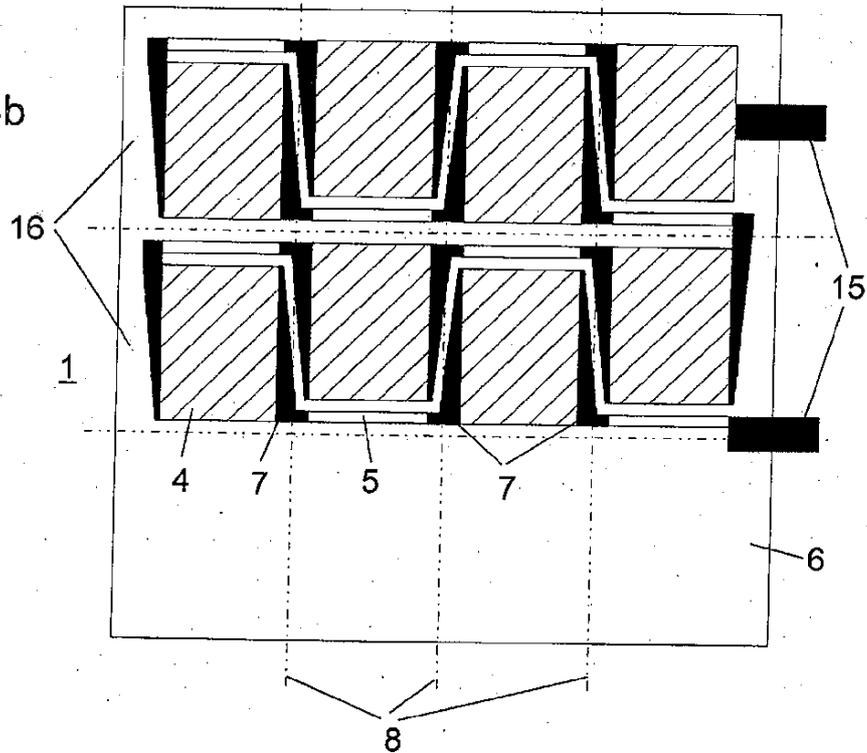


Fig. 4b



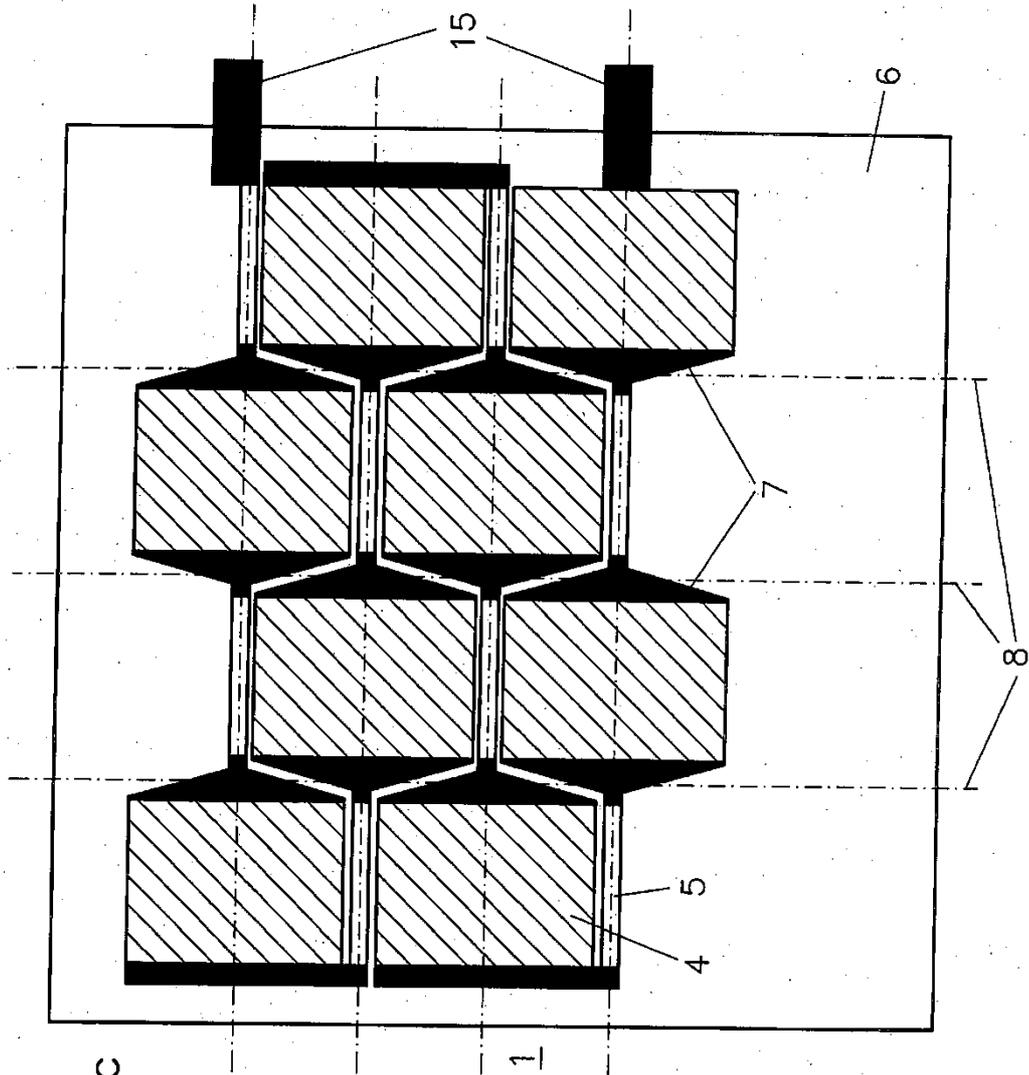


Fig. 4c

Fig. 4d

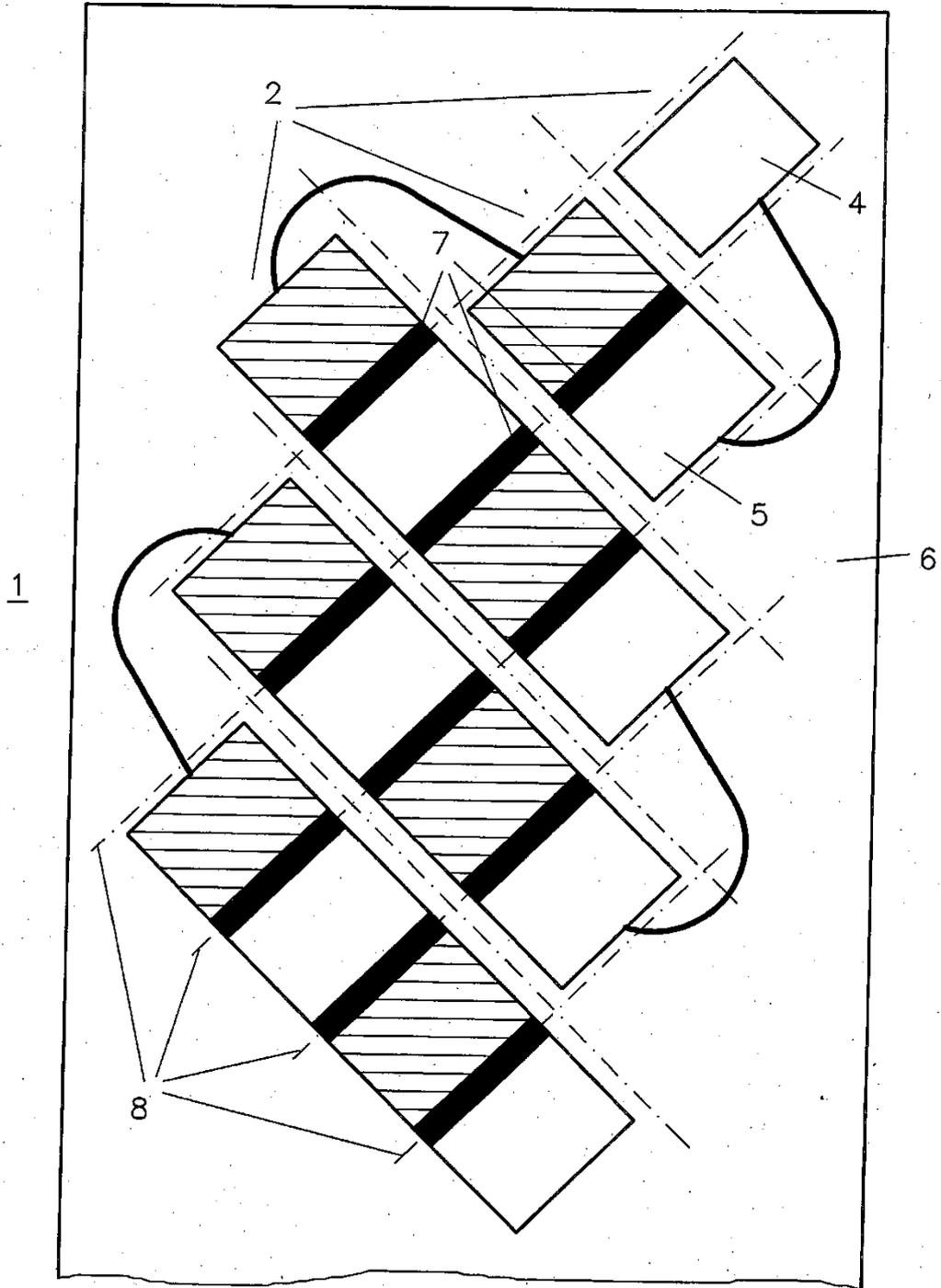


Fig. 5

