

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 491**

51 Int. Cl.:

H02B 1/56 (2006.01)

H02G 5/10 (2006.01)

H01B 17/10 (2006.01)

H01B 17/42 (2006.01)

H01B 17/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2013 E 13172881 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2677611**

54 Título: **Tubo de calor**

30 Prioridad:

20.06.2012 DE 102012210427

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.05.2015

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35, rue Joseph Monier, CS 30323
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**SUMMER, RAIMUND y
BEDRANOWSKY, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 491 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

Tubo de calor

La presente invención se refiere a un tubo de calor para transmitir energía térmica a lo largo de un sentido de transporte de una fuente de calor a un sumidero de calor, especialmente para refrigerar componentes bajo corriente sometidos a alta tensión en la tecnología de tensión media y de alta tensión, con un evaporador para evaporar un fluido de trabajo contenido en el tubo de calor, con un condensador para condensar el fluido de trabajo evaporado, y con una sección de transporte de fluido que une el evaporador al condensador formando un trayecto de aislamiento eléctrico.

Durante el funcionamiento de componentes eléctricos en la tecnología de tensión media y de alta tensión como por ejemplo interruptores de potencia o seccionadores, tienen que disiparse al ambiente considerables cantidades de calor de un conductor bajo corriente, superando una diferencia de potencial. Un tubo de calor del tipo mencionado anteriormente, cuyo evaporador está previsto en el conductor bajo corriente y cuyo condensador está previsto por ejemplo en una carcasa puesta a tierra, permite una refrigeración pasiva del conductor mediante la evaporación y condensación continuas del fluido de trabajo. El fluido de trabajo condensado preferentemente se reconduce al evaporador mediante una disposición adecuada del tubo de calor aprovechando la fuerza de gravedad o mediante un efecto capilar, de modo que resulta un circuito cerrado para el fluido de trabajo. En el caso más sencillo, el evaporador y el condensador pueden estar realizados como recipiente de alojamiento para el fluido de trabajo.

Este tipo de tubos de calor no sólo deben evitar con una alta fiabilidad descargas indeseables dentro del trayecto de aislamiento eléctrico, sino que también tienen que resistir cargas mecánicas y térmicas relativamente grandes. En la práctica resulta difícil realizar el trayecto de aislamiento de tal forma que se cumplan todos los requerimientos.

Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un tubo de calor que ofrezca una protección mejorada frente a las descargas y que permita puentear mayores diferencias de potencial y, por tanto, permita también tamaños de construcción más pequeños. El documento EP-A1-1657731 da a conocer el estado de la técnica.

El objetivo se consigue mediante un tubo de calor con las características de la reivindicación 1.

Según la invención, la sección de transporte de fluido para la realización del trayecto de aislamiento eléctrico comprende al menos dos cuerpos de aislamiento eléctrico que están dispuestos uno detrás de otro con respecto al sentido de transporte y separados uno de otro por un elemento electroconductor. Por lo tanto, no se usa un solo aislador, sino una disposición de al menos dos aisladores separados. Por la sucesión de aislador y conductor a lo largo del trayecto de aislamiento, entre el evaporador y el condensador se inserta una capacidad eléctrica que permite un control selectivo del campo eléctrico. De esta manera, en concreto es posible reducir las intensidades de campo eléctrico y, por tanto, mejorar la resistencia del tubo de calor frente a descargas o descargas parciales.

Preferentemente, el elemento electroconductor es flexible y/o elástico. De esta manera, se pueden compensar dilataciones térmicas y deformaciones, incluso si el cuerpo de aislamiento mismo está realizado de forma rígida. Especialmente, el elemento electroconductor puede estar hecho de materiales electroconductivos o materiales no conductivos con un recubrimiento superficial conductivo o de materiales conductivos de forma no lineal en función del campo. Como materiales conductivos se pueden usar por ejemplo metales, óxidos metálicos o materiales semiconductores así como materiales conductivos de forma no lineal como por ejemplo el carburo de silicio. Además, se pueden usar materiales conductivos con un recubrimiento superficial conductivo, por ejemplo caucho de silicona u otros polímeros con un recubrimiento de polímero con dotación conductiva mediante hollín o grafito. Un elemento electroconductor flexible y/o elástico cumple un doble funcionamiento, ya que contribuye al mismo tiempo a controlar el campo eléctrico y a aumentar la resistencia mecánica del tubo de calor.

Según una forma de realización de la invención, el elemento electroconductor presenta una sección de control de campo con una forma adaptada para la homogeneización de un campo eléctrico originado en el trayecto de aislamiento eléctrico. Dicho de otra manera, una parte del conductor puede presentar entre los aisladores una geometría que influye de manera favorable en la carga por el campo eléctrico y por tanto en la seguridad contra la descarga del trayecto de aislamiento. Los incrementos locales pronunciados de la intensidad del campo eléctrico se pueden evitar mediante la sección de control de campo.

Según una realización concreta, la sección de control de campo tiene forma toroidal y sobresale con respecto a una superficie lateral exterior de los cuerpos de aislamiento. De esta manera, se pueden evitar saltos de potencial como se producen en una transición a ras o en forma de canto entre el conductor y el aislador.

Además, el elemento electroconductor puede presentar una sección transversal en forma de perfil hueco. La sección transversal en forma de perfil hueco puede conferir una flexibilidad especial al elemento electroconductor. En particular, un conductor en forma de perfil hueco puede actuar de modo similar a una ballesta. Aparte de ello, un conductor en forma de perfil hueco puede influir favorablemente en la distribución de potencial dentro del tubo de calor.

Según otra forma de realización de la invención, el elemento electroconductor presenta una sección de base interior, anular, a continuación de la que está situada una sección de control de campo exterior toroidal. En particular, un conductor realizado de esta manera se puede insertar entre dos aisladores cilíndricos huecos, extendiéndose la sección de control de campo toroidal radialmente hacia fuera partiendo de la superficie lateral exterior de los cilindros huecos garantizando una distribución más homogénea del potencial.

Un control de campo se puede realizar no sólo mediante la forma de los elementos electroconductivos, sino alternativamente o adicionalmente, también mediante un material aislante previsto en el tubo de calor, que está dotado de aditivos que influyen en las propiedades de aislamiento y por tanto presenta cierta conductividad residual. Dichos aditivos pueden ser por ejemplo metales, óxidos metálicos o microvaristores. En particular, como aditivos pueden estar previstos carburo de silicio, óxido de hierro u óxido de zinc. Preferentemente, los materiales aislantes de este tipo están aplicados en las zonas de transición entre los cuerpos de aislamiento y los elementos electroconductivos, por ejemplo en la superficie exterior del tubo de calor.

Mediante aditivos como los que se han descrito anteriormente se puede conferir al material aislante correspondiente una conductividad eléctrica que sin embargo comienza sólo a partir de una determinada intensidad de campo eléctrico. Cuando se excede un determinado valor límite del campo eléctrico, se anula el comportamiento aislante del material y el material presenta una conductividad eléctrica. La conductividad eléctrica puede ser influida mediante el tipo y la cantidad del material adicional y adaptada al requerimiento correspondiente. Un material aislante tal como se ha descrito anteriormente también puede estar previsto adicionalmente a una sección de control de campo, basada en la forma, de los elementos electroconductivos para coordinar de forma aún más fina el control de campo.

También pueden estar dispuestos unos detrás de otros alternando varios cuerpos de aislamiento y varios elementos electroconductivos. Dicho de otra manera, el trayecto de aislamiento puede estar dividido a lo largo del sentido de transporte en una multiplicidad de segmentos de aislador y conductor. Una segmentación de este tipo corresponde a una conexión en serie de capacidades. De esta manera, se puede eliminar gradualmente la diferencia de potencial entre la fuente de calor y el sumidero de calor, con lo que se consigue una distribución especialmente homogénea del potencial a lo largo del tubo de calor y por tanto una menor intensidad de campo eléctrico y se sigue reduciendo el peligro de descarga en el trayecto de aislamiento.

El evaporador y/o el condensador pueden estar formados por un recipiente en forma de escudilla de un material electroconductor, presentando el recipiente una sección de control de campo con una forma adaptada para homogeneizar un campo eléctrico originado en el trayecto de aislamiento eléctrico. Por lo tanto, en particular, el evaporador y el condensador mismos pueden estar formados por elementos electroconductivos, por lo que en el caso más sencillo, el tubo de calor se compone de una sucesión de elementos electroconductivos y aisladores. Esto permite una construcción especialmente sencilla y económica. Además, resulta ventajoso si tanto los elementos electroconductivos entre los aisladores como los evaporadores y el condensador contribuyen al control de campo o de potencial.

La invención se refiere también a componentes eléctricos como por ejemplo interruptores de potencia con un conductor interior bajo corriente y con un conductor exterior que envuelve el conductor interior a modo de carcasa, estando previsto para la evacuación de calor del conductor interior un tubo de calor tal como se ha descrito anteriormente, estando el evaporador del tubo de calor en contacto térmico y eléctrico con el conductor interior y estando el condensador en contacto térmico y eléctrico con el conductor exterior. La energía térmica originada en el conductor interior durante el funcionamiento de los componentes eléctricos puede ser evacuada por el tubo de calor de manera efectiva a la carcasa del conmutador o al lado exterior de esta.

Si los cuerpos de aislamiento del tubo de calor presentan una gran capacidad en comparación con la capacidad parásita del conductor interior al conductor exterior, por la segmentación se puede realizar un control capacitivo.

Mediante un tubo de calor tal como se ha descrito anteriormente es posible refrigerar componentes eléctricos y aparatos de conmutación con corrientes asignadas notablemente más altas que en aparatos convencionales sin tubo conductor de calor sin usar una refrigeración forzosa, es decir, sólo de forma pasiva.

Algunas variantes de la invención se indican también en las reivindicaciones dependientes, en la descripción y en el dibujo adjunto.

La invención se describe a continuación a título de ejemplo haciendo referencia al dibujo.

5 La figura 1 es una representación en sección de un tubo de calor según una primera forma de realización de la invención, que está montado en un panel de conmutación; y la figura 2 es una representación en sección de una parte de un tubo de calor según una segunda forma de realización de la invención.

10 Un interruptor de potencia representado sólo en parte en la figura 1 presenta un conductor interior 10 bajo corriente y un conductor exterior 12 que envuelve el conductor interior 10 a modo de carcasa. Durante el funcionamiento del interruptor de potencia, el conductor interior 10 se encuentra sobre potencial de alta tensión y constituye una fuente de calor, mientras que el conductor exterior 12 se encuentra sobre potencial de tierra y constituye un sumidero de calor.

15 Para la refrigeración pasiva del interruptor de potencia está previsto un tubo de calor 14 que es capaz de transmitir durante el funcionamiento del interruptor de potencia energía térmica a lo largo de un sentido de transporte T del conductor interior 10 al conductor exterior 12. Para este fin, el tubo de calor 14 contiene un fluido de trabajo 15 de 20 dos fases que se evapora en la fuente de calor y se condensa en el sumidero de calor. En concreto, el tubo de calor 14 se compone de un evaporador 16, un condensador 18 y una sección de transporte de fluido 20 que se extiende entre el evaporador 16 y el condensador 18. El evaporador 16 está en contacto térmico y eléctrico con el conductor interior 10, mientras que el condensador 18 está en contacto térmico y eléctrico con el conductor exterior 12. En el ejemplo de realización representado, el sentido de transporte T discurre a lo largo del eje longitudinal del tubo de calor 14.

25 El fluido de trabajo 15 presenta una fase líquida y una fase gaseosa y es electroaislante. Como fluido de trabajo 15 entra en consideración especialmente una fluoroquetona. La fase líquida del fluido de trabajo 15 se encuentra, debido a la fuerza de gravedad, en el extremo inferior del tubo de calor 14, en concreto, en un recipiente en forma 30 de escudilla de un material electroconductor, formado por el evaporador 16. Por el calor que parte del conductor interior 10 se evapora en el evaporador 16 la fase líquida del fluido de trabajo 15 durante el funcionamiento del interruptor de potencia. El vapor llega al condensador 18 en el extremo superior del tubo de calor 14, que igualmente está formado por un recipiente en forma de escudilla de un material electroconductor. En el condensador 18 se condensa el vapor, y debido a la fuerza de gravedad, la fase líquida originada fluye de vuelta al 35 evaporador 16 en el sentido contrario al sentido de transporte T. De esta manera, por la evaporación y condensación continuas del fluido de trabajo 15 puede ser evacuada energía térmica del conductor interior 10 en el sentido de transporte T y ser transmitida al conductor exterior 12.

40 Dado que entre el conductor interior 10 y el conductor exterior 12 existe una considerable diferencia de potencial, la sección de transporte de fluido 20 forma un trayecto de aislamiento eléctrico 22. Dicho trayecto de aislamiento 22 está basado en tres cuerpos de aislamiento 24 cilíndricos huecos que se componen de un material cerámico y que son sustancialmente rígidos. Los tres cuerpos de aislamiento 24 están separados unos de otros por dos elementos 26 electroconductivos, sustancialmente anulares. En cuanto al sentido de transporte T, los cuerpos de aislamiento 24 y los elementos electroconductivos 26 están dispuestos unos detrás de otros alternando.

45 Preferentemente, los elementos electroconductivos 26 están fabricados de cobre y son flexibles. Presentan una sección transversal en forma de perfil hueco, lo que sigue aumentando la flexibilidad. Como se ve en la figura 1, cada uno de los elementos electroconductivos 26 presenta una sección de base 28 anular que está dispuesta entre los cuerpos de aislamiento 24 correspondientes estando en contacto con estos. Radialmente hacia fuera está 50 dispuesta a continuación de la sección de base 28 anular una sección de control de campo 30 toroidal que sobresale con respecto a una superficie lateral exterior 32 de los cuerpos de aislamiento 24 cilíndricos huecos. La sección de control de campo 30 toroidal sirve para influir en la distribución de campo eléctrico en la zona del trayecto de aislamiento 22. En particular, por la sección de control de campo 30 toroidal se reducen aumentos locales del campo eléctrico o del potencial eléctrico en la transición entre los cuerpos de aislamiento 24 y los 55 elementos electroconductivos 26. También en el evaporador 16 y en el condensador 18 están previstas secciones de control de campo 34 toroidales correspondientes. Por la geometría de las secciones de control de campo 30, 34 se consigue evitar especialmente descargas producidas por ejemplo a causa de un aumento de campo en el punto triple.

60 En la forma de realización representada en la figura 2, el trayecto de aislamiento 22 igualmente consiste en tres cuerpos de aislamiento 24 cilíndricos huecos que están separados unos de otros por dos elementos 26

electroconductivos, sustancialmente anulares. Para el control activo de campo están previstos aquí sin embargo cuerpos de control de campo 40. Estos cuerpos de control de campo 40 están hechos de un material electroaislante al que se confirió una electroconductividad dependiente del campo mediante la adición de aditivos adecuados. Como se ve en la figura 2, los cuerpos de control de campo 40 sustancialmente anulares están dispuestos en los puntos de transición entre los cuerpos de aislamiento 24 y los elementos electroconductivos 26 en la parte exterior del tubo conductor de calor 14.

Mediante la segmentación del trayecto de aislamiento eléctrico 22 en varios cuerpos de aislamiento 24 separados unos de otros por elementos conductivos 26, los segmentos formados por ellos corresponden bajo el aspecto eléctrico a una conexión en serie de varias capacidades, que conlleva un descenso gradual de la potencia a lo largo del trayecto de aislamiento 22. Dado que para el efecto aislante del tubo de calor 14 finalmente es decisivo evitar fuertes gradientes de potencial, un panel de conmutación dotado del tubo de calor 14 puede estar realizado para llevar corrientes más altas de lo que sería posible sin el uso de tubos de calor. Por la segmentación del trayecto de aislamiento eléctrico y el uso de elementos de control de campo adecuados, los tubos de calor o bien se pueden usar en sistemas de tensión con mayores valores asignados que hasta ahora, por ejemplo en interruptores de potencia de generadores hasta 10 kV, o bien, se pueden realizar de forma considerablemente más pequeña las dimensiones constructivas en sistemas existentes con tensiones asignadas. Además, durante el funcionamiento, las desviaciones mecánicas inevitables del conductor interior 10, del conductor exterior 12 y/o del tubo de calor 14 pueden ser compensadas por los elementos flexibles 26 sin necesidad de integrar en el tubo de calor 14 un fuelle separado o similar. Por lo tanto, en total, la invención hace posible un tubo de calor de aislamiento fiable, flexible y fácil de fabricar, que permite una refrigeración mejorada de interruptores de potencia en la tecnología de tensión media y de alta tensión. Dado que un tubo de calor según la invención con el mismo tamaño de construcción permite puentear diferencias de potencial más grandes, con las diferencias de potencial dadas en aplicaciones existentes es posible realizar tamaños de construcción más pequeños.

Lista de signos de referencia

- 10 Conductor interior
- 12 Conductor exterior
- 14 Tubo de calor
- 15 Fluido de trabajo
- 16 Evaporador
- 18 Condensador
- 20 Sección de transporte de fluido
- 22 Trayecto de aislamiento eléctrico
- 24 Cuerpo de aislamiento
- 26 Elemento electroconductivo
- 28 Sección de base
- 30 Sección de control de campo
- 32 Superficie lateral exterior
- 34 Sección de control de campo
- 40 Cuerpo de control de campo

T Sentido de transporte

REIVINDICACIONES

- 1.- Tubo de calor (14) para transmitir energía térmica a lo largo de un sentido de transporte (T) de una fuente de calor (10) a un sumidero de calor (12), especialmente para refrigerar componentes bajo corriente sometidos a alta tensión, con un evaporador (16) para evaporar un fluido de trabajo (15) contenido en el tubo de calor (14), con un condensador (18) para condensar el fluido de trabajo (15) evaporado, y con una sección de transporte de fluido (20) que une el evaporador (16) al condensador (18) formando un trayecto de aislamiento eléctrico (22), **caracterizado porque** la sección de transporte de fluido (20) para la realización del trayecto de aislamiento eléctrico (22) comprende al menos dos cuerpos de aislamiento eléctrico (24) que están dispuestos uno detrás de otro con respecto al sentido de transporte (T) y separados uno de otro por un elemento electroconductor (26).
- 2.- Tubo de calor según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el elemento electroconductor (26) es flexible y/o elástico.
- 3.- Tubo de calor según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el elemento electroconductor (26) presenta una sección de control de campo (30) con una forma adaptada para la homogeneización de un campo eléctrico originado en el trayecto de aislamiento eléctrico (22).
- 4.- Tubo de calor según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la sección de control de campo (30) tiene forma toroidal y sobresale con respecto a una superficie lateral exterior (32) de los cuerpos de aislamiento (24).
- 5.- Tubo de calor según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el elemento electroconductor (26) presenta una sección transversal en forma de perfil hueco.
- 6.- Tubo de calor según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el elemento electroconductor (26) presenta una sección de base (28) interior anular, a continuación del que está situada una sección de control de campo (30) exterior toroidal.
- 7.- Tubo de calor según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** para el control de campo está previsto en el tubo de calor (14) un material aislante (40) que está dotado de aditivos que influyen en las características de aislamiento, por ejemplo metales, óxidos metálicos o microvaristores.
- 8.- Tubo de calor según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** varios cuerpos de aislamiento (24) y varios elementos electroconductivos (26) están dispuestos unos detrás de otros alternando.
- 9.- Tubo de calor según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el evaporador (16) y/o el condensador (18) están formados por un recipiente en forma de escudilla de un material electroconductor, presentando el recipiente una sección de control de campo (34) con una forma adaptada para homogeneizar un campo eléctrico originado en el trayecto de aislamiento eléctrico (22).
- 10.- Interruptor de potencia, especialmente para un panel de conmutación de la tecnología de tensión media, con un conductor interior (10) bajo corriente y un conductor exterior (12) que envuelve el conductor interior a modo de carcasa, **caracterizado porque** para la evacuación de calor del conductor interno (10) está previsto un tubo de calor (14) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, estando el evaporador (16) del tubo de calor (14) en contacto térmico y eléctrico con el conductor interior (10) y estando el condensador (18) en contacto térmico y eléctrico con el conductor exterior (12).
- 11.- Interruptor de potencia según la reivindicación 10, **caracterizado porque** los cuerpos de aislamiento (24) del tubo de calor (14) presentan una gran capacidad en comparación con la capacidad parásita del conductor interior (10) al conductor exterior (14).

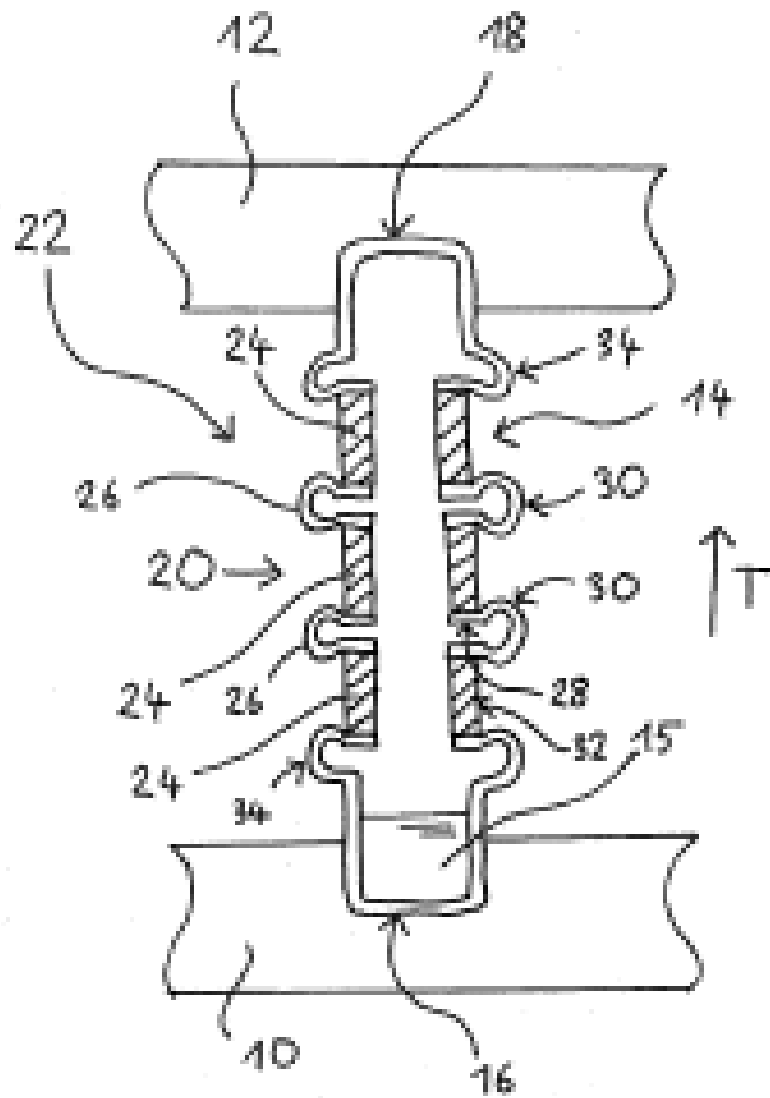


Fig. 1

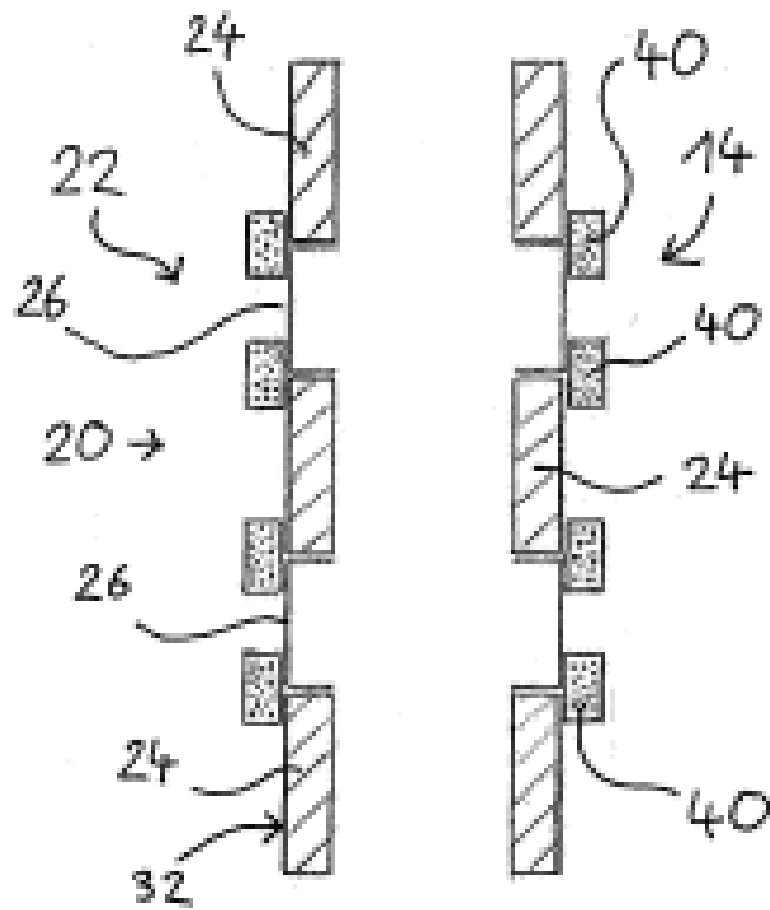


Fig. 2