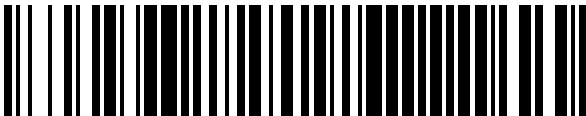


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 317 247**

21 Número de solicitud: 202430209

51 Int. Cl.:

H01F 27/02 (2006.01)
H01F 27/08 (2006.01)
H01F 27/20 (2006.01)
H01F 27/22 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

05.02.2024

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.04.2025

71 Solicitantes:

PREMO SL (100.00%)
Calle Severo Ochoa 47
29590 CAMPANILLAS (Málaga) ES

72 Inventor/es:

ARIZA BAQUERO, Miguel Ángel;
RODRÍGUEZ MUNÍN, Raquel y
RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Pablo

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

54 Título: **DISPOSITIVO ELECTROMAGNÉTICO CON REFRIGERACIÓN MEJORADA**

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO ELECTROMAGNÉTICO CON REFRIGERACIÓN MEJORADA

Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo electromagnético con refrigeración mejorada.

- 5 El dispositivo electromagnético comprende un núcleo magnético con un devanado electroconductor enrollado en torno a él. La refrigeración mejorada se obtiene mediante al menos una estructura refrigerante que incluye un elemento conductor térmico, realizado de un material no magnético, en estrecho contacto con un disipador de calor, incluyendo el elemento conductor térmico una pared plana insertada ajustadamente en una rendija del
- 10 núcleo magnético que divide el núcleo magnético en dos porciones independientes de núcleo magnético.

Antecedentes de la invención

- Se han intentado diferentes enfoques para tratar de eliminar el calor (producido por las corrientes de Foucault generadas) del núcleo de la unidad de potencia magnética, particularmente en el caso de los transformadores de potencia. Algunos de ellos son el
- 15 aumento del tamaño del hilo para reducir las pérdidas resistivas; la inmersión del transformador en aceite de enfriamiento circulante; el enfriamiento por aire de los devanados del transformador; el aumento de la frecuencia de funcionamiento del transformador para reducir los devanados; y el aumento de la conductividad térmica del compuesto de
- 20 encapsulación aislante alrededor de los devanados del transformador. Sin embargo, todo esto afecta al tamaño mecánico y al peso de los diseños del transformador limitando el uso de estas aplicaciones. Sin un enfriamiento apropiado, la eficiencia y la fiabilidad de estos transformadores e inductores se reducen considerablemente.

- El documento DE19814896 da a conocer un transformador de potencia para alta corriente
- 25 que tiene un núcleo cilíndrico cerrado de material magnético blando de alta permeabilidad, inducción de saturación alta y bajas pérdidas magnéticas. Este está enrollado con un devanado primario y un devanado secundario. El núcleo se encuentra dentro de una carcasa que luego se llena con una resina adecuada. Al menos un tubo de calor (9) para enfriar la unidad está colocado en el centro. El tubo de calor forma al menos una parte del devanado
- 30 del transformador.

La superficie de contacto entre el conducto y el núcleo magnético es reducida, por lo que se requiere la circulación de un fluido de enfriamiento a través del tubo para aumentar el enfriamiento, lo que complica y encarece la solución.

El documento US6777835B1 da a conocer una técnica de enfriamiento de potencia eléctrica y, en particular, un aparato para enfriar un transformador eléctrico de alta potencia y motores eléctricos mediante el uso de material térmicamente conductor intercalado entre las capas de espiras de un transformador de alta potencia y materiales laminados de núcleo de hierro para proporcionar una trayectoria térmica de baja resistencia al ambiente. Las tiras dirigen el calor en exceso desde el interior hacia salientes fuera de los devanados (y del núcleo) donde el aire forzado o el compuesto de encapsulación térmicamente conductor extraen el calor. Esta técnica proporciona una reducción significativa de peso y volumen junto con un aumento sustancial de la densidad de potencia mientras se opera a una temperatura modestamente elevada por encima de la temperatura ambiente. En una realización, un transformador está realizado de material tal como hierro laminado, ferrita y otros materiales de núcleo, y el transformador está formado por devanados de cobre aislados envueltos alrededor del núcleo. El calor se disipa a través del núcleo hacia una placa de base, mientras que las tiras térmicamente conductoras se colocan en posiciones preseleccionadas entre los devanados y son preferiblemente de material laminado de grafito de alto módulo, para conducir el calor a lo largo de la orientación de su fibra, que es unidireccional.

El documento US2004257187 A1 da a conocer un dispositivo electromagnético, que comprende una primera sección de núcleo magnético tubular; una segunda sección de núcleo magnético tubular separada de y en alineación sustancialmente paralela con la primera sección de núcleo magnético tubular y un devanado conductor primario, en el que una primera porción del devanado conductor primario está dispuesta dentro de la primera sección de núcleo magnético tubular y una segunda porción del devanado conductor primario está dispuesta dentro de la segunda sección de núcleo magnético tubular. El dispositivo magnético comprende además un medio de extracción de calor con elementos conductores, tales como aletas de enfriamiento, en comunicación con al menos una porción de la superficie exterior de la primera sección de núcleo magnético tubular y al menos una porción de la superficie exterior de la segunda sección de núcleo magnético tubular.

El documento US2015155088A1 da a conocer una estructura de disipación de calor de un transformador para disipar el calor generado a partir de un núcleo del transformador, que comprende una placa de disipación de calor que incluye una placa inferior montada en un alojamiento del transformador, y una placa extendida que se extiende hacia arriba desde la

placa inferior. La placa extendida incluye una placa central y un par de placas laterales dispuestas en lados opuestos de la placa central. El par de placas laterales están separadas de la placa central.

5 El documento CN113257545A se refiere a un transformador de alta potencia, alta eficiencia, de disipación de calor, de alta frecuencia que comprende un radiador de placas de aluminio que incluye una primera placa de aluminio, una segunda placa de aluminio y una tercera placa de aluminio dispuestas una detrás de otra.

10 El documento GB2597670A1 se refiere a la gestión térmica de un dispositivo electromagnético tal como un transformador, que incluye un conjunto de núcleo, devanados 204, una placa térmicamente conductora primaria y varias placas térmicamente conductoras secundarias.

Todos los documentos anteriores incluyen una estructura refrigerante en un lado del dispositivo electromagnético, produciendo un enfriamiento desigual del núcleo magnético.

La presente invención resuelve los problemas anteriores y otros.

Descripción de la invención

15 La presente invención se refiere a un dispositivo electromagnético con refrigeración mejorada, tal como se define en la reivindicación 1.

El dispositivo electromagnético propuesto comprende, en una manera ya conocida en el estado de la técnica disponible:

20 un núcleo magnético con al menos un devanado electroconductor enrollado en torno a él alrededor de un eje central, incluyendo el núcleo magnético al menos una rendija, paralela al eje central, que divide el núcleo magnético en varias porciones independientes de núcleo magnético, y

25 al menos una estructura refrigerante cada una de las cuales incluye un disipador de calor en conexión térmica con al menos un elemento conductor térmico, incluyendo cada elemento conductor térmico una pared plana, realizada de un metal no magnético, insertada ajustadamente en una de las rendijas del núcleo magnético en conexión térmica con las porciones de núcleo magnético.

30 El elemento conductor térmico es un elemento realizado de un material no magnético, que no interfiere con los campos magnéticos generados en el dispositivo electromagnético durante su funcionamiento, y con una alta conductividad térmica, por ejemplo, por encima de

120 W/mK, por encima de 160 W/mK, o preferiblemente por encima de 210 W/mK. Normalmente, el elemento conductor térmico se realizará de un metal no magnético tal como aluminio o una aleación de aluminio.

5 El estrecho contacto entre el elemento conductor térmico y la al menos una superficie de disipación del núcleo magnético permite la transferencia de calor desde el núcleo magnético, donde se genera cuando el dispositivo electromagnético está en funcionamiento, hasta el elemento conductor térmico.

Además, el estrecho contacto entre el elemento conductor térmico y el disipador de calor permite la transferencia de dicho calor desde el elemento conductor térmico hasta el disipador
10 de calor, donde se disipa el calor.

El disipador de calor también se realizará de un material con alta conductividad térmica, por ejemplo, por encima de 120 W/mK, por encima de 160 W/mK, o preferiblemente por encima de 210 W/mK. Normalmente, el disipador de calor se realizará de un metal no magnético tal como aluminio o una aleación de aluminio.

15 El disipador de calor incluirá preferiblemente una configuración de disipación en contacto con un fluido de enfriamiento, por ejemplo, el aire circundante, pero también puede ser un líquido de enfriamiento de un circuito de enfriamiento.

La configuración de disipación puede incluir, por ejemplo, una superficie dotada de hendiduras, nervaduras, varillas, o cualquier otra configuración de ampliación de superficie
20 destinada a aumentar la superficie expuesta del disipador de calor al fluido de enfriamiento.

Por conexión térmica se entenderá un contacto físico entre elementos que permite la transferencia de calor por conducción entre ellos, o un contacto a través de un medio de transferencia de calor interpuesto, tal como una composición conductora de calor, que permite la transferencia de calor por conducción entre ellos a través de dicho medio de transferencia
25 de calor.

Existirá una conexión térmica, por ejemplo, entre partes del mismo objeto de una sola pieza, entre dos componentes soldados, o entre dos superficies superpuestas sin un espacio entre ellas, o entre dos superficies superpuestas sin un espacio entre ellas pero que incluyen una composición conductora de calor entre ellas para rellenar cualquier imperfección, aumentando
30 la conductividad térmica total. La composición conductora de calor es preferiblemente una

pasta que puede extenderse con una conductividad térmica relevante, por ejemplo, por encima de 5 W/mK, por encima de 10 W/mK, o preferiblemente por encima de 40 W/mK.

Según la presente invención, el elemento conductor térmico incluye una pared plana insertada ajustadamente en una rendija del núcleo magnético, dividiendo dicha rendija el núcleo magnético en al menos dos porciones independientes de núcleo magnético. Preferiblemente, dicha rendija divide la región del núcleo magnético rodeada por el devanado electroconductor, de modo que el al menos un elemento conductor térmico se inserta en dicha región del núcleo magnético rodeada por el devanado electroconductor.

Según esto, el núcleo magnético se dividirá en al menos dos porciones independientes de núcleo magnético orientadas entre sí, que definen una rendija en entre ellas, y se propone que el elemento conductor térmico incluya al menos una porción conformada como una pared plana insertada ajustadamente en dicha rendija del núcleo magnético, entre las al menos dos porciones independientes de núcleo magnético.

Esta construcción aumenta enormemente las superficies de contacto entre el núcleo magnético de disipación y el elemento conductor térmico, aumentando el enfriamiento del dispositivo electromagnético.

Preferiblemente, las porciones de núcleo magnético están orientadas entre sí a través de superficies de disipación correspondientes, y la rendija se definirá por tanto entre dichas superficies de disipación. El elemento conductor térmico incluirá dos superficies principales opuestas, correspondientes a las dos superficies principales opuestas de la forma de pared plana, estando cada una en estrecho contacto con una de dichas superficies de disipación.

La presente invención también propone, de manera conocida, lo siguiente:

la estructura refrigerante incluye además canales de enfriamiento conectados a un circuito de enfriamiento, estando definidos los canales de enfriamiento en el disipador de calor y/o en la porción del al menos un elemento térmicamente conductor de la estructura refrigerante; y

los canales de enfriamiento incluyen varias perforaciones paralelas y al menos una perforación transversal que interseca esas varias perforaciones paralelas interconectándolas.

Los canales de enfriamiento pueden conectarse a un circuito de enfriamiento, incluyendo preferiblemente una bomba de líquido de enfriamiento.

Al menos algunas de las perforaciones paralelas pueden ser perforaciones ciegas definidas en el al menos un elemento térmicamente conductor de la estructura refrigerante. Dichas
5 perforaciones ciegas pueden incluir una pared interior insertada ajustadamente en ellas, dividiendo la pared interior longitudinalmente la perforación ciega en dos canales y definiendo una conexión entre esos dos canales en una parte inferior de la perforación ciega.

Al menos algunos de los canales de enfriamiento pueden definirse en la pared plana insertada en la rendija, cuando es suficientemente gruesa, o pueden definirse en porciones de los
10 elementos térmicamente conductores externos a la rendija, constitutivos de elementos térmicamente conductores externos, que están en conexión térmica con la pared plana insertada ajustadamente en la rendija.

Por ejemplo, se propone incluir canales de enfriamiento en porciones engrosadas de los elementos térmicamente conductores externos, más gruesas que la pared plana insertada en
15 la rendija del núcleo magnético.

Dichas porciones engrosadas, que pueden conformarse como una columna, estarán conectadas térmicamente a los bordes de las paredes planas insertadas en la rendija del núcleo magnético directamente o a través del elemento conductor térmico externo interpuesto también conformado como paredes planas perpendiculares a la pared plana insertada en la
20 rendija.

Opcionalmente, la estructura refrigerante puede dividirse en dos mitades, superpuestas en la dirección del eje central, incluyendo cada mitad un disipador de calor y una porción de los elementos conductores térmicos conectados térmicamente al disipador de calor correspondiente. En esta realización, se impedirán las corrientes inductivas a través de la
25 estructura refrigerante mediante un entrehierro, o un aislante eléctrico, ubicado entre las porciones de los elementos conductores térmicos rodeadas por el devanado electroconductor y/o entre las porciones de la estructura refrigerante que rodean el devanado electroconductor.

Según lo anterior, la estructura refrigerante incluye al menos dos disipadores de calor, uno integrado en cada mitad de la estructura refrigerante, y el al menos un elemento conductor
30 térmico está dividido en al menos dos porciones independientes, estando cada porción en conexión térmica con uno de los disipadores de calor.

Las dos mitades de la estructura refrigerante están superpuestas en la dirección del eje central, de modo que las porciones del al menos un elemento conductor térmico de una mitad están separadas de las porciones de la otra mitad a través de una división transversal a la dirección del eje central.

- 5 Preferiblemente, el al menos un elemento conductor térmico se inserta en la región del núcleo magnético rodeada por el devanado electroconductor, y la estructura refrigerante también puede rodear externamente el dispositivo magnético. En este caso, pueden generarse corrientes inductivas no deseadas a través de la estructura refrigerante si está realizada de un material eléctricamente conductor, tal como aluminio o aleación de aluminio.
- 10 Para impedir tales corrientes inductivas, se impedirá un circuito eléctrico circular con una región rodeada por el devanado electroconductor. Para impedir estas corrientes inductivas, se interrumpirá la conexión eléctrica entre las porciones del al menos un elemento conductor térmico, a través de un entrehierro o un aislante eléctrico, en la región del núcleo magnético rodeada por el devanado electroconductor.
- 15 Adicional o alternativamente, la interrupción del circuito circular, evitando las corrientes inductivas, puede lograrse interrumpiendo la conexión eléctrica entre las dos mitades de la estructura refrigerante a través de la región de la estructura refrigerante no rodeada por el devanado electroconductor. En este caso, se impedirán las corrientes inductivas incluso si las porciones del al menos un elemento conductor térmico rodeadas por el devanado
- 20 electroconductor están en conexión eléctrica.

Según una realización de la invención, la pared plana incluida en el al menos un elemento conductor térmico es paralela al eje central alrededor del cual se enrolla el al menos un devanado electroconductor.

- 25 El al menos un elemento conductor térmico puede incluir varios elementos conductores térmicos paralelos, que dividen el núcleo magnético a través de al menos dos rendijas paralelas.

- 30 Alternativamente, el al menos un elemento conductor térmico puede incluir uno o varios elementos conductores térmicos paralelos, que dividen el núcleo magnético a través de al menos dos rendijas paralelas, y uno o varios elementos conductores térmicos perpendiculares a los elementos conductores térmicos mencionados anteriores, que dividen adicionalmente el núcleo magnético a través de al menos una rendija adicional perpendicular a las al menos dos rendijas paralelas mencionadas anteriormente.

Cada disipador de calor puede ser, por ejemplo, un receptáculo que aloja el núcleo magnético, o una porción de dicho receptáculo. Las paredes externas del receptáculo, por ejemplo, pueden disipar calor al aire circundante que actúa como un disipador de calor.

Los elementos conductores térmicos pueden incluir además elementos conductores térmicos
 5 externos, realizados de un metal no magnético y en conexión térmica con el disipador de calor, adyacente al exterior del núcleo magnético, en conexión térmica con el núcleo magnético y/o en conexión térmica con la pared plana insertada ajustadamente en una de las rendijas del núcleo magnético. Según esta realización, el elemento conductor térmico externo estará en
 10 conexión térmica con el exterior del núcleo magnético, directamente o a través de un medio de transferencia de calor interpuesto, que evacua calor desde el exterior del núcleo magnético hasta el disipador de calor, y/o estará en conexión térmica con al menos una pared plana insertada ajustadamente en una rendija del núcleo magnético, ayudando a la pared plana en la evacuación de calor desde el interior del núcleo magnético hasta el disipador de calor.

El elemento conductor térmico y el disipador de calor pueden ser partes del único elemento
 15 de cuerpo que constituye la estructura refrigerante. Esto simplifica la fabricación del mismo y mejora la transferencia de calor entre el elemento conductor térmico y el disipador de calor.

Cada mitad de la estructura refrigerante puede realizarse, por ejemplo, de un metal fundido no magnético, de un aluminio fundido no magnético, o de una aleación de aluminio fundida no magnética. La fabricación de cada mitad de la estructura refrigerante a través de fundición
 20 permite la creación de formas a medida adaptadas para aumentar la disipación de calor y/o reducir el coste de fabricación del dispositivo electromagnético facilitando y simplificando su montaje. Preferiblemente, cada mitad de la estructura refrigerante tendrá una forma que puede producirse en un molde de dos partes.

Alternativamente, cada mitad de la estructura refrigerante puede realizarse de un metal
 25 extruido no magnético, de un aluminio extruido no magnético, o de una aleación de aluminio extruida no magnética que se extruye en una dirección perpendicular al eje central. En este caso, las porciones del elemento conductor térmico de cada mitad de la estructura refrigerante serán una pared plana o varias paredes planas paralelas entre sí, para permitir su fabricación a través de extrusión, pero las porciones del elemento conductor térmico de las dos mitades
 30 de la estructura refrigerante pueden ser paralelas o perpendiculares entre sí.

La fabricación de cada mitad de la estructura refrigerante a través de un procedimiento de extrusión aumenta enormemente la velocidad de fabricación, reduciendo su coste, y permite

una alta precisión dimensional sobre las piezas obtenidas. En este caso, la estructura refrigerante tendrá una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud, o una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud con partes de la misma eliminadas mediante fresado.

- 5 El aluminio y muchas aleaciones de aluminio son conocidos por ser materiales no magnéticos y por tener una alta conductividad térmica.

Según esta invención, el disipador de calor es un receptáculo, o una porción de un receptáculo, del dispositivo electromagnético. Según esto, el dispositivo electromagnético estará contenido en un receptáculo, normalmente un receptáculo rígido para la protección del mismo, y todo el receptáculo, o una porción del mismo, constituirá el disipador de calor, estando el elemento conductor térmico en estrecho contacto con dicho receptáculo o con parte del mismo. Las paredes del receptáculo disiparán el calor, siendo dichas paredes, por tanto, parte de la estructura refrigerante.

Según una realización de la invención, una composición conductora térmica encierra el núcleo magnético y el al menos un devanado electroconductor enrollado alrededor del núcleo magnético. La composición conductora térmica también estará en estrecho contacto con un lado del disipador de calor, para transferir calor desde la composición conductora térmica hasta el disipador de calor, dejando preferiblemente un lado opuesto del mismo sin cubrir para la disipación de calor. Cuando el disipador de calor es un receptáculo o una porción de un receptáculo del dispositivo electromagnético, la composición conductora térmica estará contenida en dicho receptáculo, preferiblemente vertida en ella.

Preferiblemente, la composición conductora térmica comprende una mezcla de una resina de silicona y al menos una primera carga o de una resina de silicona y una primera carga que incluye carga mineral natural. Opcionalmente, la composición conductora térmica comprende además una segunda carga que incluye hidróxido de aluminio.

Según una realización adicional, el núcleo magnético puede incluir además un espacio magnético, perpendicular a la rendija, para potenciar el comportamiento magnético del núcleo magnético, dividiendo dicho espacio completamente cada una de las porciones independientes de núcleo magnético en dos secciones independientes.

- 30 El núcleo magnético puede incluir, por ejemplo, una región central con una forma prismática o cilíndrica alargada en una dirección paralela al eje central, estando enrollado el al menos un

devanado electroconductor alrededor de dicha región central. Dicha región central del núcleo magnético estará dividida por la rendija.

Opcionalmente, el núcleo magnético incluye además una región de armazón que rodea una abertura central, estando contenida la región central del núcleo magnético en dicha abertura central, conectada a la región de armazón en ambos extremos y dividiendo la abertura central en dos. Dicha región de armazón del núcleo magnético también estará dividida por la rendija.

El al menos un devanado electroconductor puede enrollarse alrededor de una bobina interpuesta entre el al menos un devanado electroconductor y el núcleo magnético.

Se entenderá que las referencias a la posición geométrica, tal como paralela, perpendicular, tangente, etc. permiten desviaciones de hasta $\pm 5^\circ$ con respecto a la posición teórica definida por esta nomenclatura.

También se entenderá que cualquier intervalo de valores dado puede no ser óptimo en los valores extremos y puede requerir adaptaciones de la invención para que estos valores extremos sean aplicables, estando tales adaptaciones dentro del alcance de un experto.

15 Breve descripción de las figuras

Las ventajas y características anteriores y otras se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de una realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben considerarse de manera ilustrativa y no limitativa, en los que:

La figura 1 muestra una vista en despiece ordenado en perspectiva del dispositivo electromagnético según una realización en la que la estructura refrigerante incluye un disipador de calor, y un elemento conductor térmico que incluye dos paredes planas perpendiculares entre sí e insertadas en dos rendijas perpendiculares del núcleo magnético, y dos engrosamientos, en forma de columnas paralela al eje central, unidos a los extremos de una de las paredes planas, incluyendo la estructura refrigerante canales de enfriamiento a través del disipador de calor y a través de dichas columnas, produciendo un enfriamiento activo de la estructura refrigerante.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva del dispositivo electromagnético mostrado en la figura 1 donde el núcleo magnético está dividido a través de una rendija, paralela al eje central, y un espacio perpendicular a dicho eje central, no incluyendo esta vista la estructura refrigerante y la composición conductora.

La figura 3 muestra una vista en despiece ordenado en perspectiva del dispositivo electromagnético según una realización alternativa similar a la mostrada en la figura 1, en la que la estructura refrigerante incluye dos mitades, siendo la mitad inferior igual a la descrita en la figura 1, e incluyendo la mitad superior un disipador de calor adicional y dos paredes planas perpendiculares entre sí, careciendo la mitad superior de los canales de enfriamiento.

Las figuras 4 y 5 muestran una sección transversal vertical del elemento conductor térmico mostrado en la figura 3 coplanario con el eje central, que muestra la vista en despiece ordenado en la figura 4 y la vista montada en la figura 5.

La figura 6 muestra una vista en despiece ordenado en perspectiva del dispositivo electromagnético según una realización alternativa similar a la mostrada en la figura 3, en la que cada mitad de la estructura refrigerante incluye una pared plana, y en la que la mitad inferior de la estructura refrigerante incluye, en las cuatro regiones de esquina que rodean el núcleo magnético, cuatro engrosamientos del elemento conductor térmico en forma de columnas paralelas al eje central, estando dichas columnas conectadas térmicamente a los extremos de dicha pared plana a través de un elemento conductor térmico externo interpuesto conformado como una pared plana perpendicular a la pared plana insertada en la rendija del núcleo magnético, y en la que esta mitad inferior incluye además canales de enfriamiento a través del disipador de calor y a través de dichas columnas, produciendo un enfriamiento activo de la estructura refrigerante.

20 Descripción detallada de la invención y de realizaciones particulares

La presente invención se refiere a un dispositivo electromagnético que comprende un núcleo magnético (10), con un devanado electroconductor (20) enrollado alrededor de un eje central (X) que rodea el núcleo magnético (10) o parte del mismo, y una estructura refrigerante (30) en estrecho contacto con el núcleo magnético (10).

25 El núcleo magnético (10) está formado por varias porciones independientes de núcleo magnético (10') orientadas entre sí a través de superficies de disipación correspondientes paralelas al eje central (X), definiendo una rendija (11) entre ellas.

El núcleo magnético (10) también puede dividirse a través de un espacio (12) perpendicular al eje central, para mejorar el comportamiento magnético del dispositivo.

Por ejemplo, en la realización mostrada en la figura 3, el núcleo magnético incluye dos rendijas (11) paralela al eje central (X) y perpendiculares entre sí, y un espacio (12) perpendicular al eje central, que divide el núcleo magnético (10) en ocho porciones de núcleo magnético (10').

El elemento térmicamente conductor no magnético (31) puede incluir canales de enfriamiento conectados a un circuito de enfriamiento, que incluyen preferiblemente una bomba de líquido de enfriamiento. Opcionalmente, los canales de enfriamiento pueden definirse también en el disipador de calor.

Al menos algunos de los canales de enfriamiento pueden definirse en la pared plana insertada en la rendija (11), cuando es suficientemente gruesa, o pueden definirse en elementos térmicamente conductores externos en conexión térmica con la pared plana insertada ajustadamente en la rendija (11).

Por ejemplo, se propone incluir canales de enfriamiento en porciones engrosadas de los elementos térmicamente conductores externos, más gruesas que la pared plana insertada en la rendija (11) del núcleo magnético (10).

Dichas porciones engrosadas, que pueden conformarse como una columna, tal como se muestra en las realizaciones de las figuras 1 y 6, se conectarán térmicamente a los bordes de las paredes planas insertadas en la rendija del núcleo magnético (10) directamente, como en la figura 1, o a través del elemento conductor térmico externo interpuesto también conformado como paredes planas perpendiculares a la pared plana insertada en la rendija (11) como en la figura 6.

Los canales de enfriamiento pueden incluir varias perforaciones paralelas (61) y al menos una perforación transversal (62) que interseca esas varias perforaciones paralelas (61) interconectándolas, tal como se muestra en las figuras 4 y 5.

Preferiblemente, al menos algunas de las perforaciones paralelas (61) son perforaciones ciegas, normalmente paralelas al eje central (X), definidas en la porción del al menos un elemento térmicamente conductor (31) de al menos una de las mitades de la estructura refrigerante (30). Cada perforación ciega incluirá una pared interior (63) insertada ajustadamente en ella y conectada a una tapa unida al extremo abierto de cada perforación ciega, por ejemplo, a través de una rosca, dividiendo la pared interior (63) longitudinalmente la perforación ciega en dos canales y definiendo una conexión entre esos dos canales en una parte inferior de la perforación ciega, produciendo un efecto de enfriamiento a lo largo de toda la longitud de la perforación ciega.

Normalmente, la pared interior (63) es más corta que la perforación ciega donde se inserta, o tiene una abertura transversal en su extremo distal, creando dichos dos canales paralelos en cada perforación ciega, uno conectado a un segmento de la perforación transversal y el otro conectado al otro segmento de la perforación transversal, impulsando el fluido de enfriamiento hacia la parte inferior de cada perforación ciega.

Según la realización mostrada en las figuras 4 y 5, las perforaciones ciegas pasan a través del disipador de calor (32), con un extremo abierto en un lado del disipador de calor (32) opuesto al lado del disipador de calor conectado al elemento conductor térmico (31). Estas perforaciones paralelas (61) están alineadas e intersecadas, en una región adyacente al extremo abierto de las mismas, por una perforación transversal (62) que, en esta realización, es coplanaria y perpendicular a las perforaciones paralelas (61), atravesando dicha perforación transversal completamente el disipador de calor (32) unido al mismo.

La estructura refrigerante (30) puede comprender dos mitades superpuestas en la dirección del eje central, incluyendo cada mitad un disipador de calor (32) en conexión térmica con una porción del elemento conductor térmico (31). Preferiblemente, cada mitad de la estructura refrigerante es un elemento metálico de una sola pieza obtenido de una operación de función o extrusión o soldados entre sí.

Una o ambas mitades de la estructura refrigerante pueden incluir los canales de enfriamiento. Por ejemplo, en las realizaciones mostradas en las figuras 3 y 6 sólo la mitad inferior de la estructura refrigerante incluye el circuito de enfriamiento, pero ambas mitades pueden incluir configuraciones similares o simétricas que incluyen canales de enfriamiento.

La porción del elemento conductor térmico (31) insertada ajustadamente en la rendija (11) está conformada como una pared plana, que está en estrecho contacto con las superficies de disipación de cada una de las porciones independientes de núcleo magnético (10'), es decir, con cada superficie principal de la pared plana que está en estrecho contacto con una de las superficies de disipación.

El elemento térmicamente conductor no magnético (31) de ambas mitades de la estructura refrigerante está interrumpido por un entrehierro, o por un aislante eléctrico, evitando el contacto eléctrico entre las dos mitades de la estructura refrigerante a través de la porción insertada en el núcleo magnético (10) y rodeado por el devanado electroconductor (20).

Según la realización mostrada en la figura 2, cada mitad del disipador de calor (32) está conformada como una caja abierta en la parte superior, formando una porción de un

receptáculo para el dispositivo electromagnético, con la pared plana erigiéndose en su centro, en perpendicular a la base de dicho receptáculo, siendo pared plana constitutiva de una porción del elemento térmicamente conductor no magnético (31) insertado en el núcleo.

En esta realización, el dispositivo electromagnético comprende dos estructuras de enfriamiento simétricas, cada una de las cuales define una mitad del receptáculo, de modo que cuando se monta el dispositivo electromagnético, se forma un receptáculo por la combinación de los dos disipadores de calor (32), encerrando completamente el dispositivo electromagnético.

Según esta primera realización, dicho receptáculo se llena con una composición conductora térmica (40) que rodea el núcleo magnético (10) y el devanado electroconductor (20), potenciando la transmisión térmica de calor también a través de dicha composición conductora térmica (40) desde el núcleo magnético (10) hacia el disipador de calor (32).

En la segunda realización, cada mitad de la estructura refrigerante incluye un disipador de calor (32) que define sólo una placa de base o una placa superior, que puede formar parte de un receptáculo si se unen a la misma paredes adicionales, o puede ser una simple placa de base o placa superior para soportar todos los componentes del dispositivo electromagnético y para facilitar el anclaje del mismo a un soporte, por ejemplo, usando tornillos en orificios pasantes proporcionados en dicha placa de base y placa superior.

Dicha placa también puede incluir paredes laterales paralelas al elemento conductor térmico, sólo en dos lados de la misma, proporcionando las paredes laterales un receptáculo más seguro que la simple placa de base y pudiendo producirse a través de un procedimiento de extrusión junto con la pared plana.

Según la segunda realización, la composición conductora térmica (40) se moldea y se endurece entre los disipadores de calor de la estructura refrigerante (30).

Opcionalmente, cada mitad de la estructura refrigerante incluye al menos una pared plana y también dos paredes laterales paralelas a dicha al menos una pared plana, siendo la pared plana y las paredes laterales de una mitad perpendiculares a la pared plana y las paredes laterales de la otra mitad, de modo que las dos paredes laterales de una mitad y las otras dos paredes laterales de la otra mitad puedan encerrar completamente el dispositivo entre cuatro paredes laterales y dos disipadores de calor, mientras que se realiza cada mitad a través de extrusión de manera económica y fácil.

Según una realización preferida, el núcleo magnético incluye una región central, alargada en la dirección del eje central (X), contenida dentro de una abertura central de una región de armazón y conectada a dicha región de armazón por sus extremos. El devanado electroconductor (20) está enrollado alrededor de la región central, por ejemplo, en una bobina
5 50 interpuesta entre el devanado electroconductor (20) y la región central del núcleo magnético (10).

La región central puede ser de forma cilíndrica o prismática tal como una forma de tipo cubo.

En ambas realizaciones, la rendija (11) divide la región central y también la región de armazón verticalmente por la mitad, pero en la primera realización, la rendija (11) divide la región de
10 armazón transversalmente en dos porciones en forma de C, y en la segunda realización, la rendija (11) divide la región de armazón longitudinalmente en dos armazones más delgados, teniendo cada mitad del elemento conductor térmico una forma de E para insertarse no sólo en la región central del núcleo magnético, sino también entre los armazones más delgados. En este caso, cada mitad del elemento conductor térmico (31) tendrá un borde superior, lejos
15 del disipador de calor (32) conectado al mismo, con un perfil en forma de E que define un saliente central insertado en la región central del núcleo magnético, y dos salientes laterales insertados en la región de armazón del núcleo magnético lejos de la región central. Esta realización puede observarse en las figuras 4 y 5.

En ambas realizaciones, el espacio (12) divide la región central y la región de armazón
20 horizontalmente por la mitad.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo electromagnético con refrigeración mejorada que comprende:

un núcleo magnético (10) con al menos un devanado electroconductor (20) enrollado a su alrededor, en torno a un eje central (X), incluyendo el núcleo magnético (10) al menos una
5 rendija (11), paralela al eje central (X), que divide el núcleo magnético (10) en varias porciones independientes de núcleo magnético (10'), y

al menos una estructura refrigerante (30) cada una de las cuales incluyendo un disipador de calor (32) en conexión térmica con al menos un elemento conductor térmico (31), incluyendo
10 cada elemento conductor térmico (31) una pared plana, realizada de un metal no magnético, insertada ajustadamente en una de las rendijas (11) del núcleo magnético (10) en conexión térmica con las porciones de núcleo magnético (10');

caracterizado porque

la estructura refrigerante (30) incluye además canales de enfriamiento conectados a un circuito de enfriamiento, estando definidos los canales de enfriamiento en el disipador de calor
15 y/o en una porción del al menos un elemento térmicamente conductor (31) de la estructura refrigerante (30); e

incluyendo los canales de enfriamiento varias perforaciones paralelas (61) y al menos una perforación transversal (62) que interseca esas varias perforaciones paralelas (61) interconectándolas.

20

2. Dispositivo electromagnético según la reivindicación 1, en el que al menos algunas de las perforaciones paralelas (61) son perforaciones ciegas definidas en el al menos un elemento térmicamente conductor (31) de la estructura refrigerante (30) e incluyen una pared interior (63) insertada ajustadamente en ellas, dividiendo longitudinalmente la pared interior (63) la
25 perforación ciega en dos canales y definiendo una conexión entre esos dos canales en una parte inferior de la perforación ciega.

3. Dispositivo electromagnético según la reivindicación 1 o 2, en el que el al menos un elemento conductor térmico (31) son varios elementos conductores térmicos paralelos y/o perpendiculares (31).

4. Dispositivo electromagnético según la reivindicación 2 o 3, en el que al menos algunos de los canales de enfriamiento están definidos en la pared plana insertada ajustadamente en la rendija (11) o están definidos en porciones de los elementos térmicamente conductores externos a la rendija (11), constitutivos de elementos térmicamente conductores externos, que
5 están en conexión térmica con la pared plana insertada ajustadamente en la rendija (11).
5. Dispositivo electromagnético según cualquier reivindicación anterior, en el que cada disipador de calor (32) es un receptáculo que aloja al menos parcialmente el núcleo magnético (10), o una porción de dicho receptáculo.
6. Dispositivo electromagnético según cualquier reivindicación anterior, en el que los
10 elementos conductores térmicos (31) incluyen además al menos un elemento conductor térmico externo adyacente a, y en conexión térmica con, el exterior del núcleo magnético (10), estando realizado el elemento conductor térmico externo de un metal no magnético y estando en conexión térmica con el disipador de calor (32), y/o con la pared plana insertada ajustadamente en una de las rendijas del núcleo magnético.
- 15 7. Dispositivo electromagnético según cualquier reivindicación anterior, en el que el disipador de calor (32) y el elemento conductor térmico (31) conectado térmicamente al mismo es un elemento de una sola pieza realizado de metal fundido, aluminio fundido o aleación de aluminio fundido, o un elemento de una sola pieza realizado de metal extruido, aluminio extruido, o aleación de aluminio extruido que se extruye en una dirección perpendicular al eje
20 central (X).
8. Dispositivo electromagnético según cualquier reivindicación anterior, en el que la estructura refrigerante (30) está dividida en dos mitades, superpuestas en la dirección del eje central (X), incluyendo cada mitad un disipador de calor (32) y una porción de los elementos conductores térmicos (31) conectados térmicamente al disipador de calor (32) correspondiente, y se evitan
25 las corrientes inductivas a través de la estructura refrigerante (30) mediante un entrehierro, o un aislante eléctrico, ubicado entre las porciones de los elementos conductores térmicos (31) rodeadas por el devanado electroconductor (20) y/o entre las porciones de la estructura refrigerante (30) que rodean el devanado electroconductor (20).
9. Dispositivo electromagnético según la reivindicación 8, en el que cada mitad de la estructura
30 refrigerante (30) es un elemento de una sola pieza realizado de metal extruido, aluminio

extruido o aleación de aluminio extruido que se extruye en una dirección perpendicular al eje central (X), siendo la pared plana de una mitad perpendicular a la pared plana de la otra mitad.

10. Dispositivo electromagnético según la reivindicación 9, en el que cada mitad de la estructura refrigerante incluye además dos paredes laterales, paralelas a la pared plana, 5
adyacentes a un lado externo del núcleo magnético (10).

11. Dispositivo electromagnético según cualquier reivindicación anterior, en el que el núcleo magnético (10) y el al menos un devanado electroconductor (20) están incorporados en una composición conductora térmica (40), estando la composición conductora térmica (40) en contacto térmico con cada disipador de calor (32).

10 12. Dispositivo electromagnético según la reivindicación 11, en el que la composición conductora térmica comprende:

una mezcla de una resina de silicona y al menos una primera carga o de una resina de silicona y una primera carga que incluye carga mineral natural; o

15 una mezcla de una resina de silicona y al menos una primera carga o de una resina de silicona y una primera carga que incluye carga mineral natural y una segunda carga que incluye hidróxido de aluminio.

13. Dispositivo electromagnético según cualquier reivindicación anterior, en el que el núcleo magnético incluye además un espacio magnético (12), perpendicular al eje central (X), para potenciar el comportamiento magnético del núcleo magnético (10), dividiendo dicho espacio 20
(12) completamente cada una de las porciones independientes de núcleo magnético (10') en dos secciones independientes.

14. Dispositivo electromagnético según cualquier reivindicación anterior, en el que el al menos un devanado electroconductor (20) está enrollado alrededor de una bobina (50) interpuesta entre el al menos un devanado electroconductor (20) y el núcleo magnético (10).

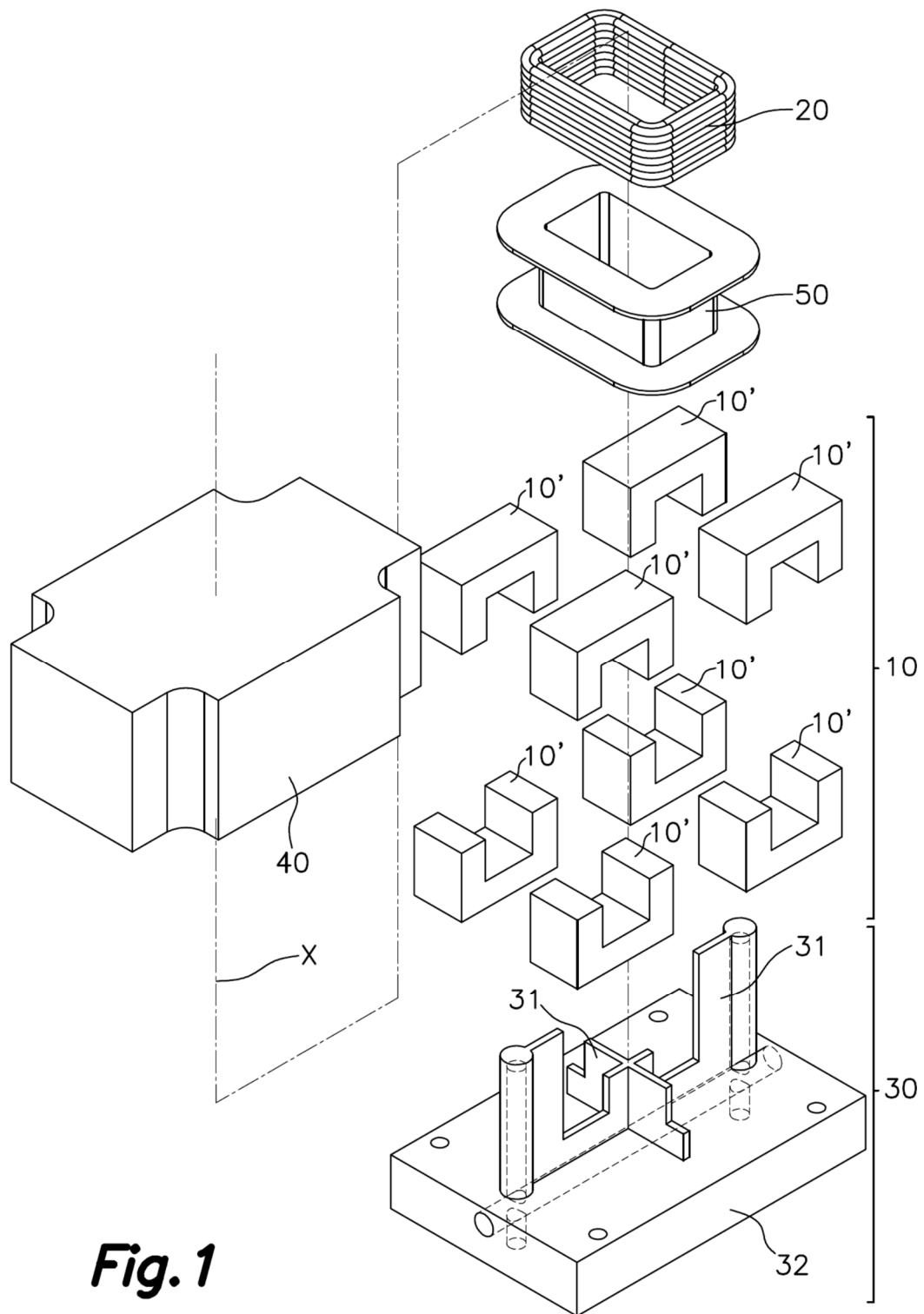


Fig. 1

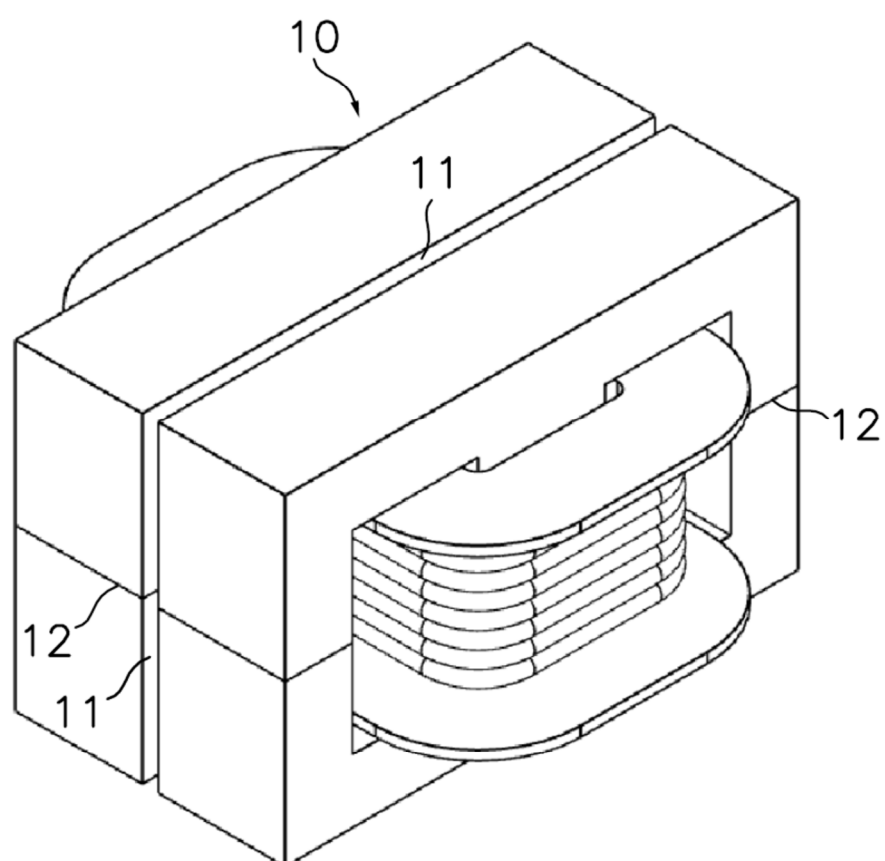


Fig.2

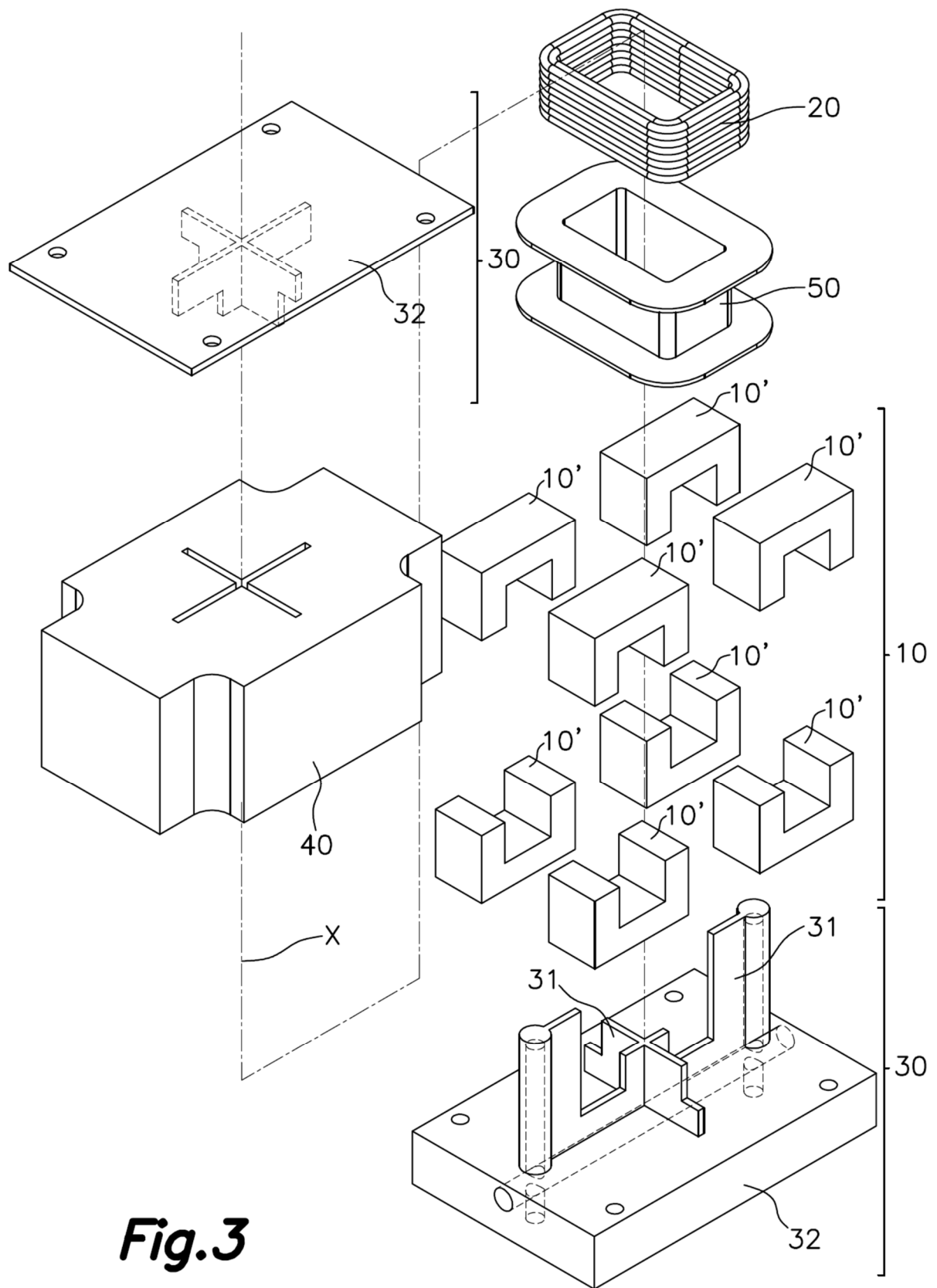


Fig.3

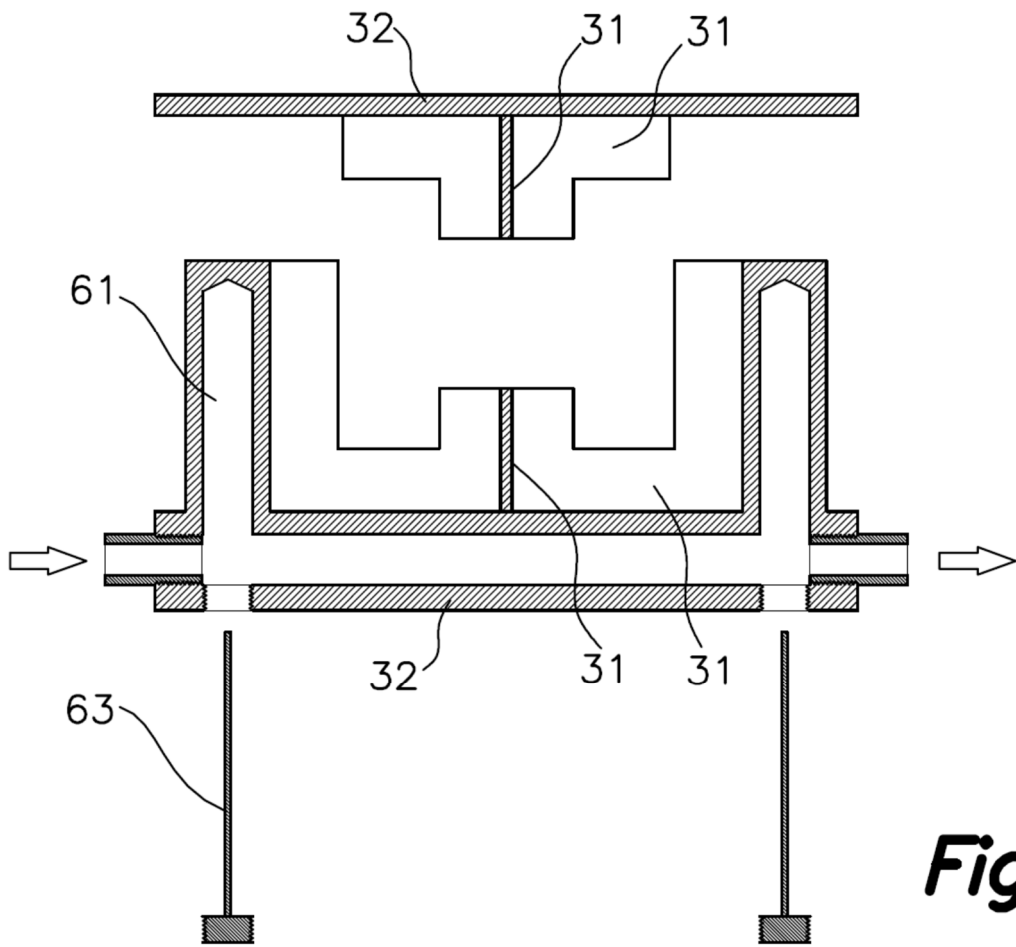


Fig. 4

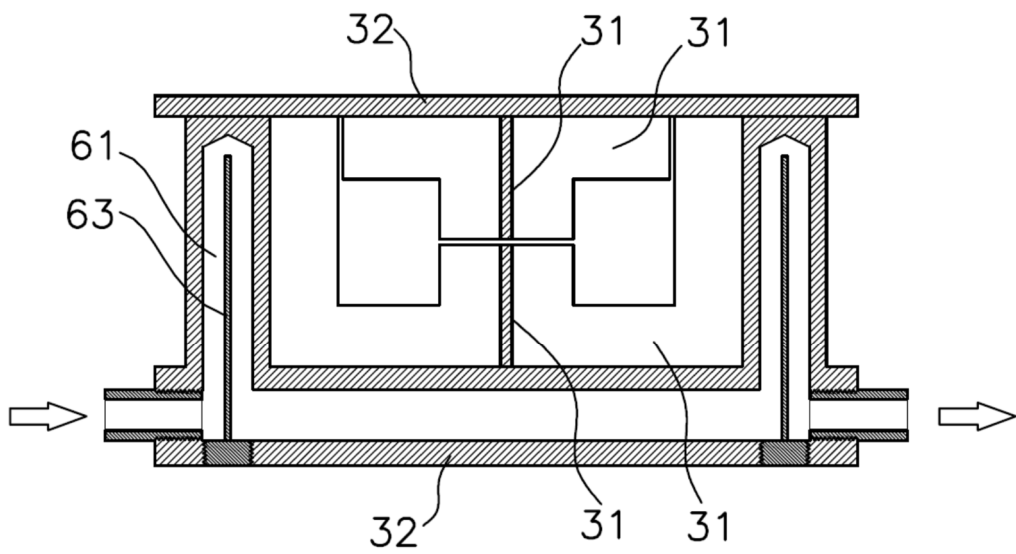


Fig. 5

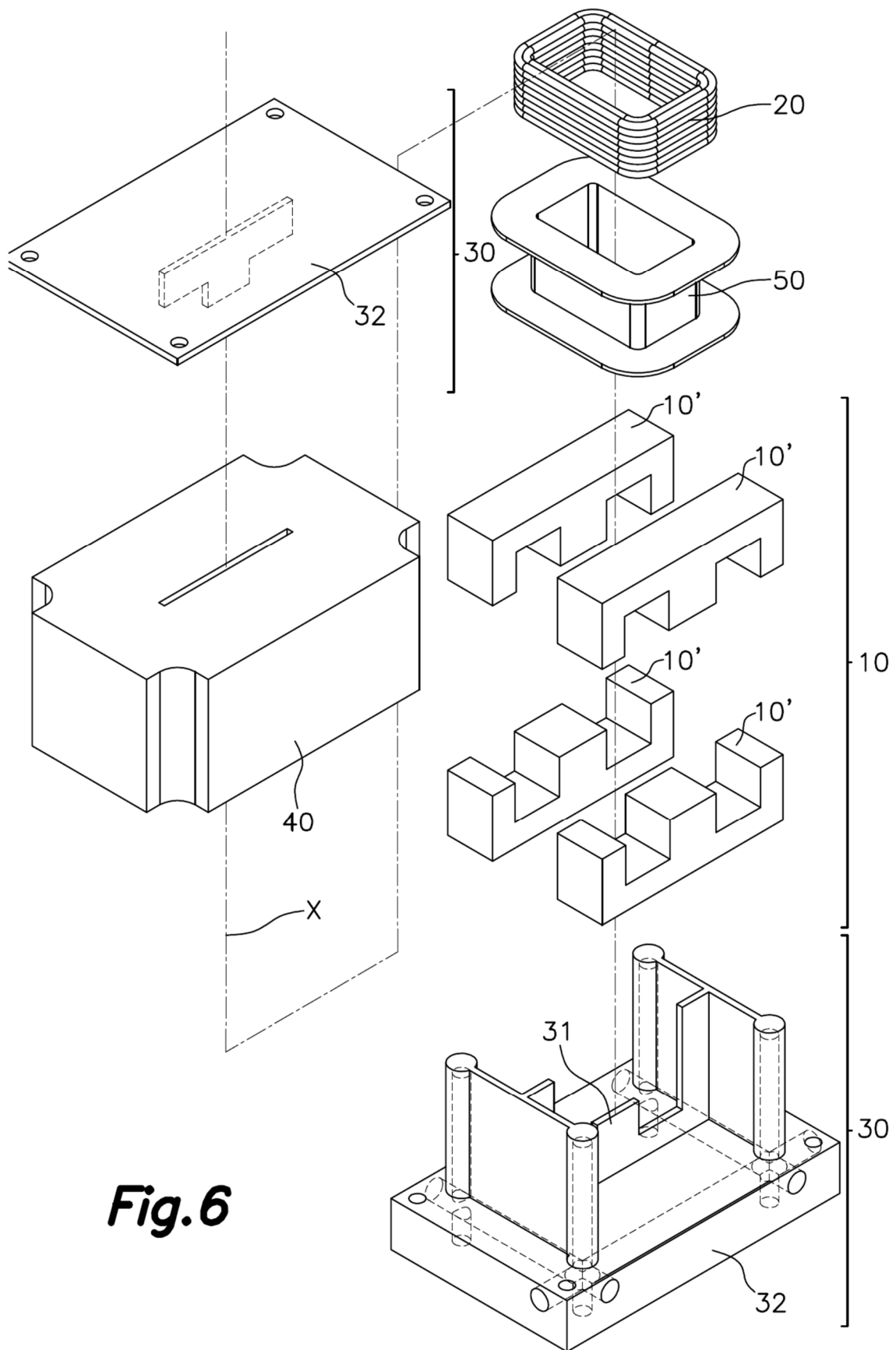


Fig. 6