

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 201**

51 Int. Cl.:

**H01F 3/10** (2006.01)

**H01F 27/26** (2006.01)

**H01F 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2017** **E 17382800 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020** **EP 3489972**

54 Título: **Dispositivo inductor con configuración ligera**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.12.2020**

73 Titular/es:

**PREMO, S.A. (100.0%)**  
**Av. Severo Ochoa, 47**  
**29590 Campanillas Málaga, ES**

72 Inventor/es:

**COBOS REYES, SERGIO;**  
**CAÑETE CABEZA, CLAUDIO;**  
**ROJAS CUEVAS, ANTONIO;**  
**RODRÍGUEZ, JORGE y**  
**NAVARRO PÉREZ, FRANCISCO EZEQUIEL**

74 Agente/Representante:

**SALIS SULAM, Eli**

ES 2 800 201 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo inductor con configuración ligera

Campo técnico

5 La presente invención versa sobre un dispositivo inductor, incluyendo dicho dispositivo inductor un núcleo magnético, un soporte eléctricamente aislante que soporta dicho núcleo magnético y tres devanados de hilo conductor, dispuestos ortogonales entre sí, enrollados en torno a dicho núcleo magnético.

10 Se puede construir una antena usando el dispositivo inductor mencionado, en particular, una antena transmisora o receptora de baja frecuencia. Un uso preferente de dicha antena es detectar y/o transmitir la posición y el movimiento de objetos que requieren un control preciso tales como los usados, por ejemplo, en sistemas de realidad virtual en los que un sistema electromagnético debe tener la capacidad de ubicar en el mundo virtual (o digital), el objeto real del mundo físico en una ubicación relativa exacta y con los movimientos, velocidades y aceleraciones reales en los tres componentes de coordenadas espaciales del mismo. Se puede lograr este objetivo en función del principio de que la respuesta en términos de tensión inducida por la unidad de inducción de campo magnético de un inductor de baja frecuencia es directamente proporcional a la posición relativa del mismo con respecto a la fuente del campo.

15 El dispositivo inductor de la presente invención que forma un inductor o sensor magnético de tres ejes puede configurarse para generar un campo electromagnético estándar que es isotrópico, tiene una frecuencia e intensidad constantes, así como características idénticas en las tres bobinas ortogonales enrolladas rodeando un único núcleo. De ese modo, es posible inducir una tensión en dicho inductor o componente enrollado en tres ejes ortogonales que tiene un módulo proporcional a la distancia relativa con respecto a la fuente (indicación de posición) y tres coordenadas x, y, z cuya relación determina el ángulo de rotación con respecto al vector de la posición de la fuente. El inductor propuesto genera, de ese modo, un sistema vectorial de referencia ortogonal en tres dimensiones (R3) que se corresponde con las componentes vectoriales de inducción de sus tres devanados ortogonales. Cualquier otro inductor receptor introducido en el sistema de referencia recibirá en cada eje una tensión proporcional a su distancia vectorial, el ángulo de rotación del receptor con respecto al sistema de referencia siendo determinado por la relación entre la tensión de cada eje y de todo el módulo.

Estado de la técnica

20 En el estado de la técnica hay aplicaciones de componente inductivo usados como elementos receptores en aplicaciones de campo cercano o de baja frecuencia cuando funcionan como antenas receptoras para NFC, RFID, o cualquier aplicación de comunicación de campo cercano a menos de 13,56 MHz y, en particular y preferentemente, en bandas entre 10 KHz y 134 KHz que abarcan las aplicaciones de RFID, de NFC y de seguimiento EM, así como soluciones para comunicaciones V2V o para la integración de antenas activas de LF en teléfonos inteligentes.

25 Estas antenas conocidas son antenas transmisoras o receptoras puramente pasivas o amplificadas (activas), estando limitado su rendimiento por los requisitos de peso mínimo en estas aplicaciones.

35 Se conoce que cuanto mayor sea el tamaño y la permeabilidad de los núcleos magnéticos, mayor será la sensibilidad de los devanados idénticos. Dado que los dispositivos inductivos siempre tienden a ser lo más pequeños posibles para maximizar su capacidad de integración, la densidad de dispositivos tiende a crecer. Se conoce que hay una correlación directa entre la permeabilidad de un núcleo magnético y su densidad, teniendo mayor permeabilidad magnética esos materiales que tienen mayores densidades. Por lo tanto, un núcleo magnético fabricado de Mn Zn presenta una permeabilidad magnética inicial de 1000 a 10000 con densidades en torno a 4 Tm/m<sup>3</sup>. Por otra parte, un núcleo magnético fabricado de aleación de Fe Si al 4% presenta una permeabilidad de entre 20000 y 5000 con densidades de 8 Tm/m<sup>3</sup>, y finalmente un núcleo magnético fabricado de Fe Ni de MuMetal presenta una permeabilidad magnética de 200000 con densidades cercanas a 9 Tm/m<sup>3</sup>.

40 El estado de la técnica es el uso de núcleos magnéticos tan pequeños como sea posible, sólidos, siendo, en general, el factor limitante del componente o de la antena transmisora/receptora el volumen y el tamaño y no su peso.

45 El documento de patente US 4287809 (Honeywell) divulga un sistema electromagnético para determinar la orientación, incluyendo la posición de un casco, incluyendo una antena transmisora para transmitir vectores de campo electromagnético, una antena receptora para detectar dichos vectores de campo electromagnético y un aparato de control para determinar la orientación, incluyendo la ubicación del casco, dependiendo de dichos vectores transmitidos y detectados del campo electromagnético. La Figura 3 de los dibujos de este documento de patente describe una realización posible de las antenas transmisoras y receptoras usadas, en la que puede verse que comprenden un núcleo de ferrita en torno a tres devanados enrollados ortogonales entre sí.

50 El documento de patente US 4210859 (Technion Research) describe del mismo modo una estructura para una antena tridimensional con tres devanados ortogonales, respectivamente, adecuados asimismo para proporcionar un

inductor tal como el referido en la presente invención. La Figura 17 de los dibujos muestra una realización particular del núcleo magnético del inductor con la forma de un cubo con salientes en sus vértices que definen canales de enrollamiento para disponer los devanados ortogonales mencionados.

5 Por otra parte, el documento de patente EP 1315178 (ABB) describe una configuración de inductor electromagnético que comprende un núcleo cúbico y tres devanados ortogonales soportados en las caras de dos mitades de cubos huecos formados de material plástico aislante y dotados de salientes en los vértices de los mismos, estando dispuesto el núcleo magnético en el interior de las cavidades de dichas dos mitades de cubos dispuestos con las caras abiertas de los mismos enfrentadas entre sí.

10 El documento WO2016141373A1 describe configuraciones dirigidas a la reducción de peso del núcleo magnético, mostradas en las Figuras 12A a 12E.

La Fig. 12B muestra un núcleo magnético compuesto por múltiples láminas paralelas apiladas, y la Fig. 12D muestra un núcleo magnético sólido que tiene tres ejes ortogonales que pasan a través de agujeros, pero ninguna de las soluciones propuestas propone un núcleo magnético optimizado para ofrecer un área máxima perpendicular a tres campos magnéticos ortogonales ni un peso mínimo.

15 Breve descripción de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo inductor con una configuración ligera, en el que la optimización del peso no ha sacrificado las capacidades del dispositivo como antena transmisora/receptora y en el que se ha maximizado la relación Q/peso y Sensibilidad/peso.

20 Dicho dispositivo inductor incluye un núcleo magnético compuesto, de forma que se obtenga la operación magnética del mismo modo que la de un núcleo magnético monolítico, pero se forma mediante una pluralidad de elementos discretos con la forma de láminas, también denominadas placas delgadas, que presentan la sección transversal máxima con respecto al campo magnético incidente, pero de un grosor mínimo en la dimensión restante.

La combinación de seis de estas láminas puede formar un cubo, teniendo cada lámina una única capa de material magnético o múltiples capas de material magnético apiladas entre sí.

25 El dispositivo inductor de la presente invención puede aplicarse incluso en antenas RFID de bobinas tridimensionales muy ligeras, mejorando, por ejemplo, los aspectos de fiabilidad en los que la masa es crítica, tales como la resistencia a las vibraciones o un ensayo por caída.

En detalle, el dispositivo inductor propuesto con una configuración ligera comprende:

- 30 • un soporte electroaislante rectangular prismático con tres pares de caras paralelas externas que definen un eje, un eje, y un eje ortogonales entre sí perpendiculares a dichas caras externas y que definen ocho esquinas, una en cada intersección entre las tres caras ortogonales externas;
- un núcleo magnético rectangular prismático soportado por dicho soporte electroaislante;
- 35 • tres devanados de hilo conductor dispuestos ortogonales entre sí, enrollados en torno a los tres ejes que rodean el núcleo magnético.

A diferencia de las soluciones indicadas en el estado de la técnica, la presente invención proporciona un soporte eléctricamente aislante, en general, un soporte cúbico, que soporta el núcleo magnético también cúbico.

40 Dicho soporte electroaislante puede obtenerse, por ejemplo, mediante moldeo por inyección de elevada precisión, que permite la obtención de un soporte electroaislante de elevada precisión sobre el que se puede fijar con precisión el núcleo magnético.

La presente invención también propone las siguientes características:

- 45 • el núcleo magnético es un núcleo magnético hueco compuesto por tres pares de láminas, estando compuesto cada par de láminas por dos láminas paralelas enfrentadas entre sí perpendiculares a uno de dichos ejes, y en el que
- cada lámina está fabricada de un material magnético, tiene dos caras principales paralelas en lados opuestos de la lámina, estando rodeadas dichas caras principales por un área perimetral, encontrándose en contacto dicha lámina con el soporte electroaislante y fijada al mismo, a través de una de dichas caras principales, y encontrándose
- 50 en contacto con las láminas ortogonales circundantes a través de dicha área perimetral.

Según la invención propuesta, el núcleo magnético está compuesto por seis láminas diferentes, preferentemente láminas planas de grosor uniforme. Las láminas están enfrentadas entre sí de dos en dos creando tres pares de láminas, siendo cada lámina de cada par de láminas perpendicular a uno de los tres ejes ortogonales y

encontrándose en contacto con las láminas ortogonales circundantes mediante su área perimetral. La combinación de las seis láminas crea un núcleo magnético de tipo caja con un interior hueco.

5 Las caras principales del núcleo magnético hueco propuesto ofrecen una superficie máxima perpendicular a cada campo magnético generado por los tres devanados ortogonales de hilo proporcionando un rendimiento elevado, proporcionando especialmente una sensibilidad elevada (que es proporcional a la ganancia de antena) cuando se usa el dispositivo inductor como una antena transmisora o receptora.

Al mismo tiempo, el interior hueco del núcleo magnético reduce su peso sin afectar a su rendimiento en comparación con un dispositivo inductor de tamaño similar con un núcleo magnético sólido.

10 Como resultado, la presente invención proporciona un dispositivo inductor con una relación optimizada y elevada de peso / rendimiento, apreciada especialmente en algunas aplicaciones en las que el peso es un factor relevante, como en su uso en dispositivos portátiles.

Opcionalmente, el área perimetral de las láminas puede ser al menos parcialmente biselada. Dicha área perimetral biselada puede fijarse a un área perimetral biselada complementaria de una lámina adyacente que garantiza un contacto perfecto entre las mismas.

15 Según una realización adicional de la presente invención:

- el soporte electroaislante tiene una cámara interna hueca rectangular prismática definida por caras internas del soporte electroaislante que son paralelas a las caras externas,

20 • todas las láminas, o todas menos una, tienen una cara de cada lámina fijada a una cara interna del soporte electroaislante; y

- los devanados de hilo están enrollados en torno a las caras externas del soporte electroaislante y en contacto con las mismas.

25 Es decir, el soporte electroaislante es hueco que define una cámara interna que está rodeada por paredes de una anchura constante definidas entre las caras externas y las caras internas del soporte electroaislante. Todas las láminas del núcleo magnético, o todas menos una, tienen una cara principal acoplada a una cara interna del soporte electroaislante.

30 En este caso, la cámara interna del soporte electroaislante es accesible, preferentemente, a través de una abertura de acceso definida al menos en una de las caras externas del soporte electroaislante, siendo la abertura de acceso al menos del mismo tamaño que la cámara interna hueca, permitiendo la introducción de las láminas dentro de la misma. Opcionalmente, se cierra la abertura de acceso mediante una tapa electroaislante.

También se propone que dicho soporte electroaislante puede estar compuesto por un primer soporte electroaislante parcial, que contiene parte de la cámara interna hueca, y un segundo soporte electroaislante parcial, que contiene el resto de la cámara interna hueca.

35 El montaje de ambos soportes electroaislantes parciales primero y segundo crea el soporte hueco electroaislante. Cuando se desmontan ambos soportes electroaislantes parciales primero y segundo, la cámara interna hueca es accesible para la introducción de las láminas constitutivas del núcleo magnético compuesto.

Cuatro caras externas e internas del soporte electroaislante pueden dividirse entre los soportes electroaislantes parciales primero y segundo.

40 De forma alternativa, pueden incluirse completamente tres o cuatro caras externas e internas del soporte electroaislante en el primer soporte electroaislante parcial y se pueden incluir completamente las otras dos o tres caras externas e internas del soporte electroaislante en el segundo soporte electroaislante parcial.

45 Según estas realizaciones en las que el soporte electroaislante es hueco y contiene el núcleo magnético, el soporte electroaislante puede incluir ocho salientes de esquina en las ocho esquinas del soporte electroaislante, incluyendo cada saliente de esquina caras limitantes del devanado perpendiculares a las caras externas ortogonales coincidentes en dicha esquina, estando orientada cada cara limitante del devanado hacia caras limitantes del devanado de otros salientes de esquina, definiendo canales de devanado entre las mismas. Los devanados están enrollados en torno al soporte electroaislante en el interior de dichos canales de devanado, garantizando una simetría uniforme y repetitiva de devanado, permitiendo dichos canales de devanado la fijación de las espiras de los devanados en un procedimiento automático de enrollamiento de alta velocidad en dicho soporte electroaislante.

50 De forma alternativa, el soporte electroaislante solamente tiene cuatro salientes de esquina en cuatro esquinas que rodean una de las caras externas del soporte electroaislante, preferentemente, que rodean las caras externas opuestas a la cara externa en la que se define la abertura de acceso. Un soporte electroaislante que solamente tiene

cuatro salientes de esquina puede moldearse y desmoldarse fácilmente de un molde de dos piezas, siendo su producción más sencilla y más económica.

5 Según una realización alternativa de la presente invención, una cara principal de cada lámina está acoplada con una cara externa del soporte electroaislante, rodeando dicho soporte electroaislante con las láminas constitutivas del núcleo magnético. Los devanados de hilo estarán enrollados en torno a las caras principales, y en contacto con las mismas del núcleo magnético no fijado al soporte electroaislante.

En este caso también se propone que:

- 10 • el soporte electroaislante incluya cuatro salientes de esquina en al menos cuatro esquinas que rodean una de las caras externas del soporte electroaislante, o incluya ocho salientes de esquina en las ocho esquinas del soporte electroaislante, incluyendo cada saliente de esquina caras limitantes de devanado perpendiculares a las caras externas ortogonales coincidentes en dicha esquina y orientado hacia caras limitantes de devanado de otros salientes de esquina, definiendo canales de devanado entre las mismas, y en el que
- 15 • las láminas incluyen muescas en su área perimetral complementarias de los salientes de esquina, sobresaliendo dichos salientes de esquina del núcleo magnético.

Según la presente realización, los cuatro u ocho salientes de esquina sobresalen del núcleo magnético a través de las muescas definidas en las láminas que rodean el soporte electroaislante, definiendo canales de devanado que contienen las caras principales de las láminas en los que se enrolla el devanado.

20 Según se ha descrito anteriormente, se puede producir con facilidad la solución solamente con cuatro salientes de esquina.

También se propone que cada lámina pueda ser una lámina de múltiples capas, estando fabricada cada capa de un material magnético.

25 El material magnético constitutivo de cada lámina puede estar compuesto por ferrita, aleación metálica cristalina, aleación metálica nanocristalina, aleación metálica amorfa, o nanopartículas magnéticas unidas por polímeros (PBM).

En una realización alternativa, las láminas son flexibles, fabricadas de un material flexible.

Preferentemente, se incluye el dispositivo inductor en un dispositivo seleccionado entre: un dispositivo electrónico portátil, gafas de realidad virtual, control remoto, guantes de control remoto, reloj inteligente, casco, tableta, teléfono inteligente, tejido inteligente.

30 En una realización preferente, todas las láminas tienen forma cuadrada y tienen el mismo tamaño, mismo grosor y la misma permeabilidad magnética, y todos los devanados son iguales entre sí, produciendo un inductor isométrico.

35 De forma alternativa, las láminas tienen forma cuadrada o forma rectangular y/o tienen diferentes grosores y/o diferentes permeabilidades magnéticas entre sí y/o los devanados son diferentes entre sí. Con que uno de esos parámetros sea diferente, el dispositivo inductor no será un inductor isométrico, pero si varios de esos parámetros son diferentes entre sí, se puede configurar el inductor para obtener un inductor isométrico.

Por ejemplo, un núcleo magnético de forma no cuadrada puede producir un inductor planario isométrico si se compensa el tamaño menor de algunas láminas teniendo un mayor grosor, una mayor permeabilidad magnética, o usando diferentes devanados en diferentes ejes, logrando el comportamiento isométrico del inductor a pesar de las irregularidades citadas.

40 Preferentemente, dichas láminas, constitutivas del núcleo magnético, tienen un grosor igual o inferior a 0,5 mm.

Aparecen otras características de la invención a partir de la siguiente descripción detallada de una realización.

#### Breve descripción de las Figuras

45 Se comprenderá más completamente lo que antecede y otras ventajas y características a partir de la siguiente descripción detallada de una realización con referencia a los dibujos adjuntos, que han de considerarse ilustrativos y no limitantes, en los que:

50 la Fig. 1 muestra una vista despiezada en perspectiva según una primera realización en la que el soporte electroaislante es hueco e incluye ocho salientes de esquina con forma de cubo, en el que las láminas constitutivas del núcleo magnético hueco están conformadas definiendo un inductor isométrico, están configuradas para insertarse en la cámara interna del soporte electroaislante hueco, mostrándose dichas láminas también en una disposición despiezada, e incluyendo el soporte electroaislante un devanado enrollado en torno al mismo;

la Fig. 2 muestra una vista en perspectiva según una segunda realización, igual que la primera realización, en la que el soporte electroaislante también es hueco, pero solamente incluye cuatro salientes de esquina. En la presente realización, se muestran las seis láminas (configuradas para incluirse en el interior de la cámara interna del soporte electroaislante hueco) constitutivas del núcleo magnético en una configuración montada que define un núcleo magnético cúbico y hueco;

la Fig. 3 muestra una vista en perspectiva según una tercera realización, en la que el soporte electroaislante también es hueco, pero está constituido por dos mitades simétricas, estando constituido el núcleo magnético por seis láminas, mostradas en esta figura en una disposición despiezada, configurado para incluirse en el interior de la cámara interna del soporte electroaislante hueco;

la Fig. 4 muestra una vista en perspectiva según una cuarta realización, en la que las láminas, mostradas en una disposición despiezada en torno al soporte electroaislante, son láminas cuadradas que tienen una muesca cuadrada en cada esquina y, en la que el soporte electroaislante incluye ocho salientes de esquina con forma de cubo complementarios de las muescas cuadradas de las láminas de tal forma que cada lámina pueda acoplarse con una cara externa del soporte electroaislante, estando alojado un saliente de esquina en cada muesca cuadrada de dicha lámina y sobresaliendo de dicha lámina;

la Fig. 5 muestra una vista en perspectiva del dispositivo inductor acabado, según cualquiera de las realizaciones precedentes, en las que los tres devanados están enrollados en torno al núcleo magnético ortogonales entre sí en los canales de devanado definidos entre los salientes de esquina del soporte electroaislante.

#### Descripción detallada de una realización

Se comprenderá más completamente lo que antecede y otras ventajas y características a partir de la siguiente descripción detallada de una realización con referencia a los dibujos adjuntos, que han de considerarse ilustrativos y no limitantes, en los que:

las Figuras 1 y 2 muestran realizaciones primera y una segunda de la presente invención, en las que un soporte electroaislante 10, fabricado de plástico, tiene tres pares de caras externas cuadradas 11 que definen un cubo y tres ejes ortogonales X, Y, y Z.

Dicho soporte electroaislante 10 es hueco, definiendo una cámara interna accesible a través de una abertura de acceso definida en una de las caras externas 11. La cámara interna está definida entre cinco caras internas 12 del soporte electroaislante 10, paralelas a las caras externas 11 del mismo.

La abertura de acceso tiene el mismo tamaño que la cámara interna, por lo tanto, una de las caras internas 12 se corresponde con dicha abertura de acceso.

Se encaja un núcleo magnético cuadrado hueco 20 en el interior de dicha cámara interna. Dicho núcleo magnético 20 está constituido por seis láminas cuadradas 21 dispuestas en tres pares, siendo cada par de láminas ortogonal con respecto a los otros pares de láminas e incluyendo dos láminas paralelas enfrentadas entre sí.

Cada lámina está fabricada de un material magnético, tiene un grosor constante, por ejemplo, inferior a 0,5 mm, y tiene dos caras principales planas opuestas 22 que están rodeadas por un área perimetral 23.

Dichas seis láminas están encajadas en la cámara interna del soporte electroaislante 10, teniendo cada lámina 21 una cara principal 22 fijada a una cara interna 12 del soporte electroaislante 10, y teniendo un área perimetral 23 en contacto con el área perimetral 23 de una lámina circundante 21.

Dichas áreas perimetrales 23 de las láminas 21 pueden estar biseladas de tal forma que se produzca el contacto con las láminas circundantes 21 a través de dichas áreas perimetrales biseladas 23 de cada lámina 21. Alternativamente, las áreas perimetrales 23 pueden ser, en algunos casos, coplanarias con la cara principal 22 de la lámina 21 y, en otros casos, perpendiculares a la cara principal 22 de la lámina 21 en un borde plano, de tal forma que un área perimetral 23 coplanaria con la cara principal 22 de una lámina 21 puede hacer contacto con un área perimetral 23 perpendicular a la cara principal 22 de una lámina adyacente 21.

Esta disposición de las láminas 21 define un núcleo magnético hueco con forma de cubo 20 encajado en el interior del soporte electroaislante 10.

Opcionalmente, se puede sellar la abertura de acceso con una tapa electroaislante, que puede ser, por ejemplo, una lámina de plástico o una resina o un polímero vertido y endurecido en la abertura de acceso del soporte electroaislante 10 que cubre el núcleo magnético 20.

Una vez se encaja el núcleo magnético 20 en el interior de la cámara interna del soporte electroaislante 10, se enrollan tres devanados DX, DY y DZ en torno a tres ejes ortogonales y se soportan en las caras externas 11 del

soporte electroaislante 10, que rodean el núcleo magnético 20, siendo dichos devanados ortogonales entre sí, según se muestra en la Fig. 5.

5 Además, el soporte electroaislante 10 puede incluir un saliente 13 de esquina en sus esquinas, en las que se intersecan entre sí tres caras externas ortogonales 11 del soporte electroaislante 10. Preferentemente, dichos salientes 13 de esquina pueden estar incluidos en las ocho esquinas del soporte electroaislante 10, pero también es posible incluir solamente cuatro salientes 13 de esquina en las esquinas del soporte electroaislante 10 separados de la abertura de acceso a la cámara interna, siendo esta solución más sencilla de fabricar en un molde.

10 En estas realizaciones, los salientes 13 de esquina tienen forma de cubo, y cada saliente 13 de esquina incluye caras limitantes 14 de devanado perpendiculares a las caras externas 11 del soporte electroaislante 10. Cada cara limitante 14 de devanado está orientada hacia una cara paralela limitante de devanado de otro saliente 13 de esquina que define un canal de devanado entre las mismas, donde se pueden enrollar los devanados DX, DY, DZ. Dichos salientes 13 de esquina ayudan en el posicionamiento correcto de los devanados, permitiendo un devanado automático preciso.

15 También se contemplan los salientes 13 de esquina que tienen caras limitantes de devanado y que tienen formas distintas a la forma de cubo.

La tercera realización de la presente invención, mostrada en la Fig. 3, es similar a las realizaciones primera y segunda, teniendo el mismo núcleo magnético 20 y los mismos salientes 13 de esquina que dichas realizaciones primera y segunda. Por supuesto, los salientes 13 de esquina son características opcionales de esta realización.

20 Pero se propone que el soporte electroaislante 10 de esta tercera realización esté compuesto por un primer soporte electroaislante 15, que contiene parte de la cámara interna hueca, y un segundo soporte electroaislante parcial 16, que contiene el resto de la cámara interna hueca.

25 En la presente realización, estos soportes electroaislantes parciales primero y segundo 15, 16 son simétricos, y también se dividen cuatro caras externas 11 y cuatro caras internas 12 del soporte electroaislante 10 entre los soportes electroaislantes parciales primero y segundo 10. A pesar de las otras realizaciones anteriores no mostradas en las figuras, se contempla, por ejemplo, una en la que el primer soporte electroaislante parcial 15 incluye tres caras completas externas 11 ortogonales entre sí y tres caras internas 12 correspondientes, y en la que el segundo soporte electroaislante parcial 16 incluye las otras tres caras completas externas 11 ortogonales entre sí.

30 Cuando se desacoplan entre sí dichos soportes electroaislantes parciales primero y segundo 15 y 16, la cámara interna del soporte electroaislante 10 es accesible para insertar el núcleo magnético 20 en el interior de la misma. Una vez que se ha encajado el núcleo magnético 20 en la cámara interna, los soportes electroaislantes parciales primero y segundo 15 y 16 pueden acoplarse entre sí orientando y alineando entre sí las partes de la cámara interna contenida en cada uno de dichos soportes electroaislantes parciales primero y segundo 15, 16. Debido a dicho acoplamiento, se obtiene un soporte electroaislante 10 en el que se aloja y se aísla completamente el núcleo magnético 20.

35 Los tres devanados ortogonales DX, DY, DZ pueden enrollarse en torno al núcleo magnético 20 soportado en las caras externas 11 del soporte electroaislante 10.

40 La Fig. 4 muestra una cuarta realización de la presente invención en la que el soporte electroaislante 10 tiene forma de cubo que define seis caras externas 11, y en la que las seis láminas 21 constitutivas del núcleo magnético 20 están fijadas rodeando el soporte electroaislante 10, teniendo cada lámina 21 una cara principal 22 acoplada con una cara externa 11 del soporte electroaislante 10.

Cada lámina está fabricada de un material magnético, tiene un grosor constante, por ejemplo, inferior a 0,5 mm, y tiene dos caras principales planas opuestas 22 que están rodeadas por un área perimetral 23.

45 Se fijan dichas seis láminas rodeando el soporte electroaislante 10, teniendo cada lámina 21 un área perimetral 23 en contacto con el área perimetral 23 de una lámina circundante 21. Dichas áreas perimetrales 23 de las láminas 21 pueden estar biseladas, de tal forma que se produzca el contacto con las láminas circundantes 21 a través de dichas áreas perimetrales biseladas 23 de cada lámina 21.

Según la presente cuarta realización, los tres devanados ortogonales DX, DY, DZ están soportados directamente en las láminas 21. Preferentemente, en este caso, los devanados estarán fabricados de bobinas aisladas.

50 En esta realización, el soporte electroaislante 10 puede ser hueco para reducir su peso, pero no es esencial dado que el peso del plástico es inferior al peso del material magnético.

Preferentemente, el soporte electroaislante 10 de esta cuarta realización también tiene salientes 13 de esquina similares a esos salientes de esquina definidos anteriormente en las anteriores realizaciones. En este caso, las láminas 21 constitutivas del núcleo magnético 20 incluirán muescas en sus esquinas, siendo dichas muescas complementarias de los salientes 13 de esquina del soporte electroaislante 10, de forma que cuando se fijan las

láminas 21 en torno al soporte electroaislante 10, los salientes 13 de esquina no interfieren con dichas láminas 21 y sobresalen del núcleo magnético 20, definiendo los canales de devanado en las caras principales externas 22 de las láminas 21.

5 El enrollamiento de los devanados DX, DY y DZ, según se muestra en la Fig. 5, en torno al núcleo magnético producirá un dispositivo inductor similar en las realizaciones primera, segunda, tercera o cuarta. Las únicas diferencias serán que, en las realizaciones primera, segunda y tercera, los devanados DX, DY y DZ están soportados en el soporte electroaislante 10 pero en la cuarta realización los devanados DX, DY, DZ están soportados directamente en el núcleo magnético 20.

10 El dispositivo inductor resultante de la segunda realización solo tendrá cuatro salientes 13 de esquina. En este caso, se propone fijar cuatro salientes separables provisionales de esquina durante las operaciones de enrollamiento para definir canales temporales de devanado.

Según entenderá un experto, cualquier realización de la presente invención puede adaptarse para que tenga una configuración con forma no cúbica, pero que tenga una configuración prismática, sin salirse del alcance de protección de la presente solicitud de patente.

15 Dicha configuración con forma no cúbica puede proporcionar un dispositivo inductor no isométrico, pero también puede proporcionar un dispositivo inductor isométrico, por ejemplo, un dispositivo isométrico planario. Esto puede lograrse produciendo al menos dos asimetrías que se compensan entre sí.

20 Por ejemplo, si un par de láminas 21 son cuadradas, y las otras láminas 21 son rectangulares, el uso de diferentes grosores de las láminas 21, diferente conductividad magnética de las láminas 21, o incluso un número diferente de vueltas en los diferentes devanados puede compensar las diferencias producidas por la forma diferente de las láminas 21, proporcionando un dispositivo inductor isométrico.

Se entenderá que diversas partes de una realización de la invención pueden combinarse libremente con partes descritas en otras realizaciones, incluso sin estar descrita explícitamente dicha combinación, siempre y cuando no haya peligro en tal combinación.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo inductor de configuración ligera que comprende:

- un soporte electroaislante rectangular prismático (10) con tres pares de caras paralelas externas (11) que definen un eje (X), un eje (Y), y un eje (Z) ortogonales entre sí perpendiculares con respecto a dichas caras externas (11) y que definen ocho esquinas, una en cada intersección entre tres caras externas ortogonales (11);
- un núcleo magnético rectangular prismático (20) soportado por dicho soporte electroaislante (10);
- tres devanados de hilo conductor (DX, DY, DZ) dispuestos ortogonales entre sí, enrollados en torno a los tres ejes (X, Y, Z) rodeando el núcleo magnético (20);

caracterizado porque

- el núcleo magnético (20) es un núcleo magnético hueco (20) compuesto por tres pares de láminas (21), estando compuesto cada par de láminas (21) por dos láminas paralelas (21) enfrentadas entre sí perpendiculares a uno de dichos ejes (X, Y, Z), y en el que
- cada lámina (21) está fabricada de un material magnético, tiene dos caras principales paralelas (22) en lados opuestos de la lámina (21), estando rodeadas dichas caras principales (22) por un área perimetral (23), encontrándose en contacto dicha lámina (21) con el soporte electroaislante (10) y estando fijada al mismo a través de una de dichas caras principales (22), y encontrándose en contacto con las láminas ortogonales circundantes (21) a través de dicha área perimetral (23).

2. Un inductor según la reivindicación 1, en el que el área perimetral (23) está al menos parcialmente biselada.

3. Un inductor según la reivindicación 1 o 2, en el que:

- el soporte electroaislante (10) tiene una cámara interna hueca rectangular prismática definida por caras internas (12) del soporte electroaislante (10) que son paralelas a las caras externas (11),
- todas las láminas (21), o todas menos una, tienen una cara principal (22) acoplada con una cara interna (12) del soporte electroaislante (10); y
- los devanados de hilo (DX, DY, DZ) están enrollados en torno a las caras externas (11) y se encuentran en contacto con las mismas del soporte electroaislante (10).

4. Un inductor según la reivindicación 3, en el que dicha cámara interna es accesible a través de una abertura de acceso definida al menos en una de las caras externas (11) del soporte electroaislante (10), siendo la abertura de acceso al menos del mismo tamaño que la cámara hueca interna.

5. Un inductor según la reivindicación 4, en el que se cierra la abertura de acceso por medio de una tapa electroaislante.

6. Un inductor según la reivindicación 3, en el que dicho soporte electroaislante (10) está compuesto por un primer soporte electroaislante parcial (15), que contiene parte de la cámara hueca interna, y un segundo soporte electroaislante parcial (16), que contiene el resto de la cámara hueca interna.

7. Un inductor según la reivindicación 3, 4, 5 o 6, en el que el soporte electroaislante (10) incluye cuatro salientes (13) de esquina en al menos cuatro esquinas que rodean una de las caras externas (11) del soporte electroaislante (10), o incluye ocho salientes (13) de esquina en las ocho esquinas del soporte electroaislante (10), incluyendo cada saliente (13) de esquina caras limitantes (14) del devanado perpendiculares a las caras externas ortogonales (11) que coinciden en dicha esquina, estando orientada cada cara limitante (14) del devanado hacia las caras limitantes (14) del devanado de los otros salientes (13) de esquina, definiendo canales de devanado entre los mismos.

8. Un inductor según la reivindicación 1 o 2, en el que una cara principal (22) de cada lámina (21) está acoplada con una cara externa (11) del soporte electroaislante (10), estando enrollados los devanados (DX, DY, DZ) de hilo en torno a las caras principales (22) y en contacto con las mismas del núcleo magnético (20) no fijado al soporte electroaislante (10).

9. Un inductor según la reivindicación 8, en el que:

- el soporte electroaislante (10) incluye cuatro salientes (13) de esquina en al menos cuatro esquinas que rodean una de las caras externas (11) del soporte electroaislante (10), o incluye ocho salientes (13) de esquina en las ocho esquinas del soporte electroaislante (10), incluyendo cada saliente (13) de esquina caras limitantes (14) del devanado perpendiculares a las caras externas ortogonales (11) que coinciden en dicha esquina y orientadas hacia

las caras limitantes (14) del devanado de los otros salientes (13) de esquina, definiendo canales de devanado entre los mismos, y en el que

- 5
- las láminas (21) incluyen muescas en su área perimetral (23) complementarias de los salientes (13) de esquina, sobresaliendo dichos salientes (13) de esquina del núcleo magnético (20).

10. Un inductor según cualquier reivindicación precedente, en el que cada lámina (21) es una lámina de múltiples capas, estando fabricada cada capa de un material magnético.

- 10
11. Un inductor según cualquier reivindicación precedente, en el que las láminas (21) tienen forma cuadrada y tienen el mismo tamaño, mismo grosor y la misma permeabilidad magnética, y todos los devanados son iguales entre sí, produciendo un inductor isométrico.

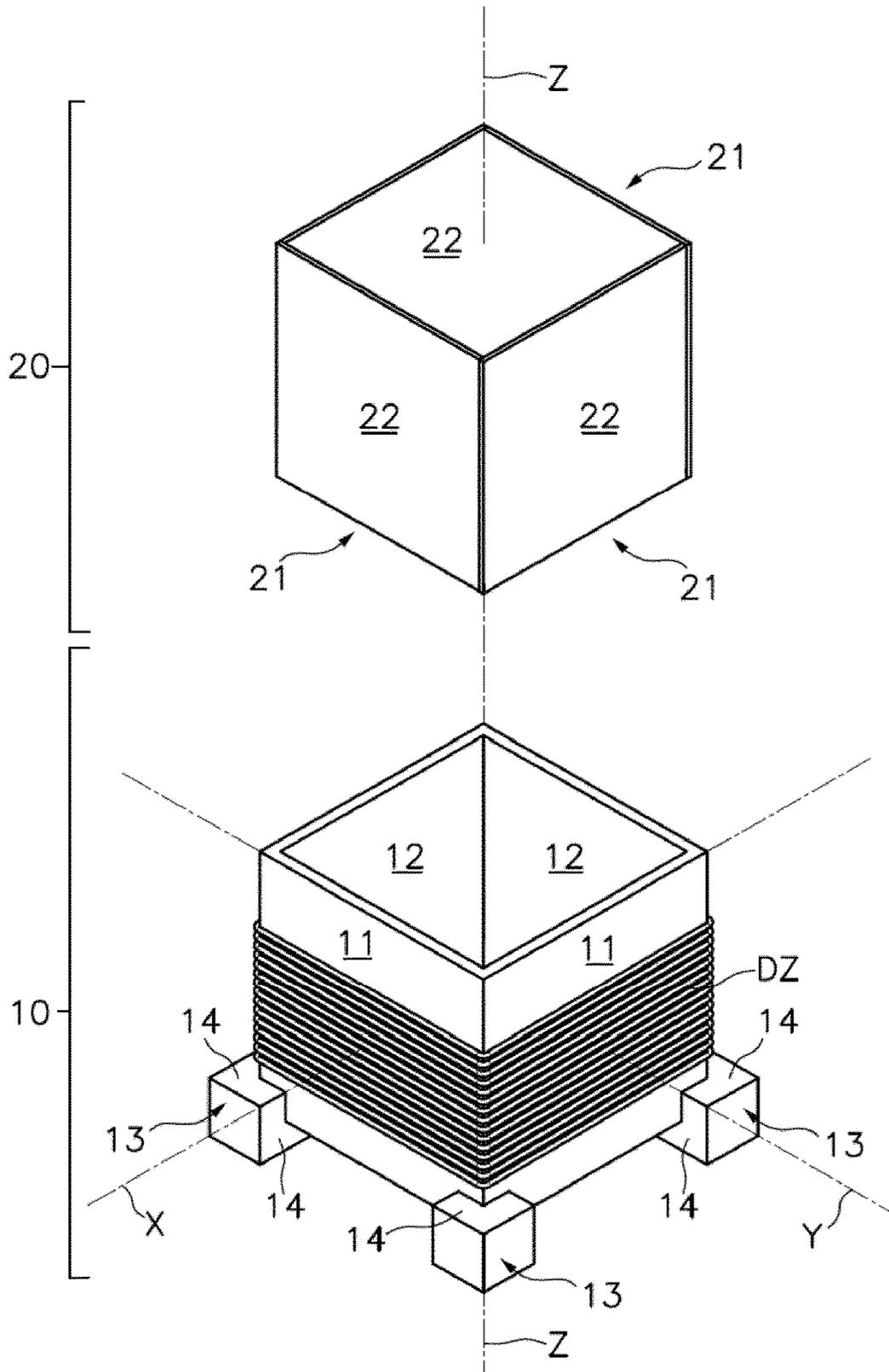
12. Un inductor según cualquier reivindicación precedente 1 a 10, en el que las láminas (21) tienen forma cuadrada o forma rectangular y/o tienen diferentes grosores y/o diferentes permeabilidades magnéticas entre sí y/o los devanados son diferentes entre sí.

- 15
13. Un inductor según cualquier reivindicación precedente, en el que el material magnético constitutivo de cada lámina (21) está compuesto por ferrita, aleación metálica cristalina, aleación metálica nanocristalina, aleación metálica amorfa, o nanopartículas magnéticas unidas por polímeros.

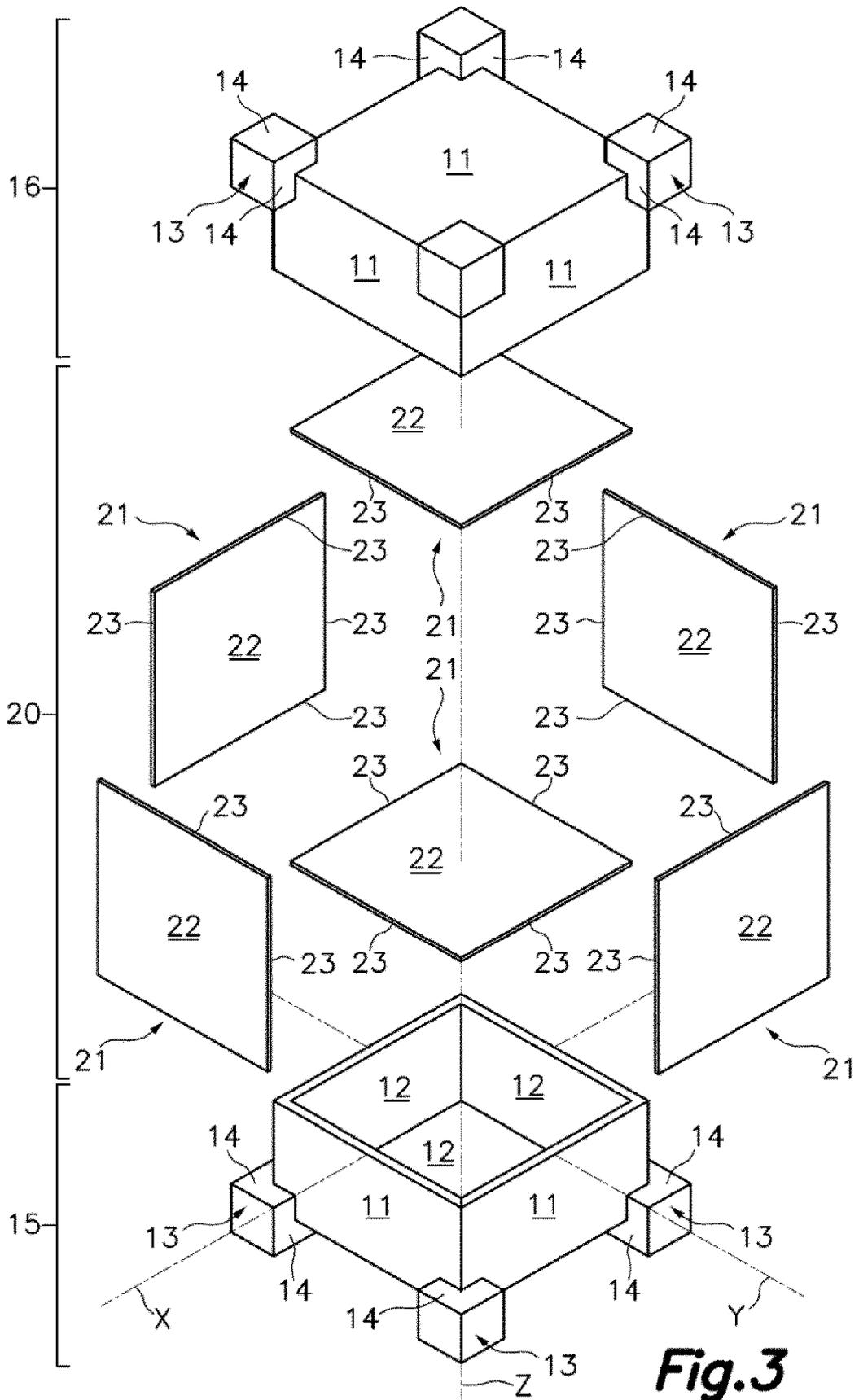
14. Un inductor según cualquier reivindicación precedente, en el que las láminas (21) son flexibles.

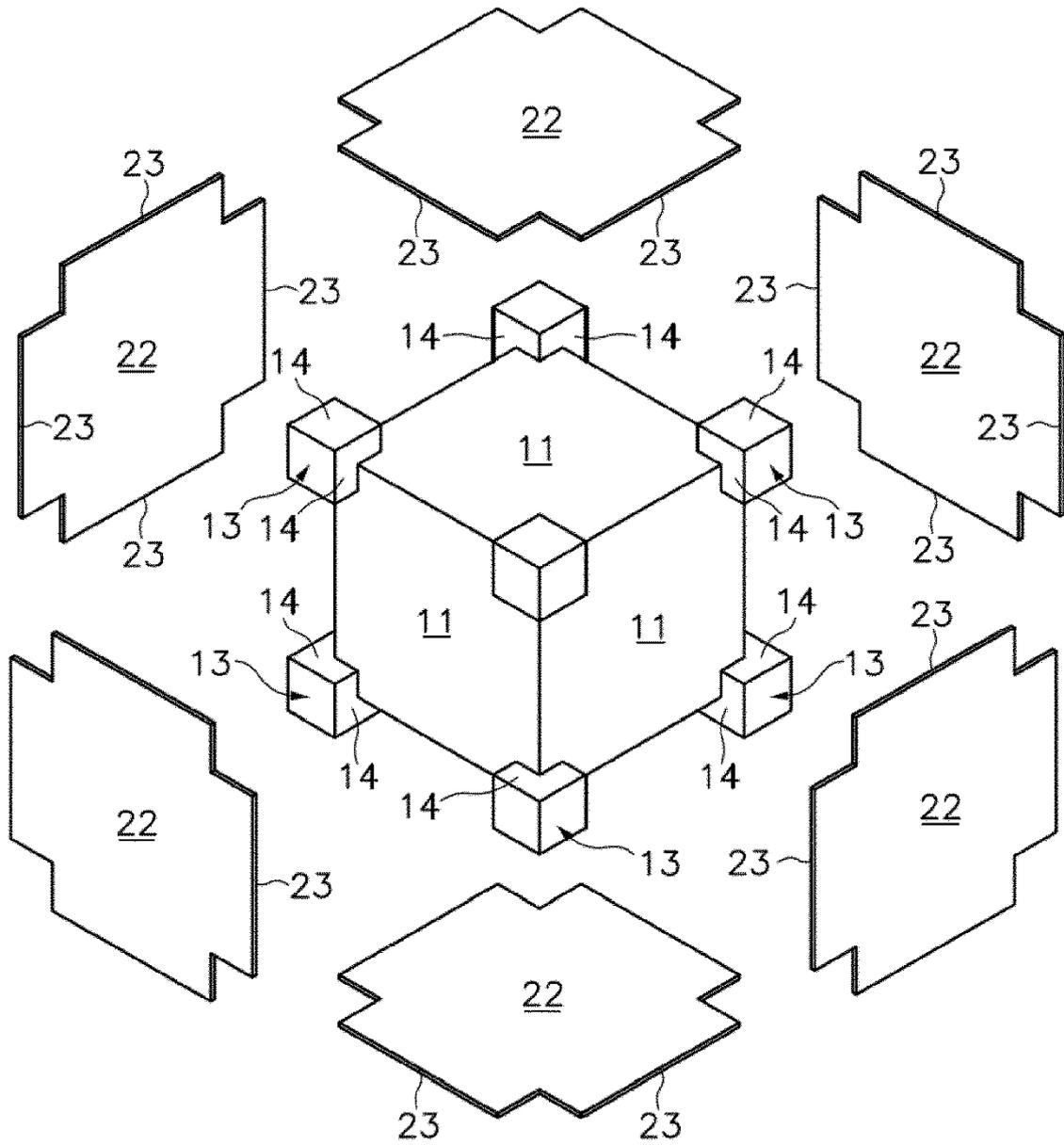
- 20
15. Un inductor según la reivindicación 1, en el que se incluye el dispositivo inductor en un dispositivo seleccionado entre: un dispositivo electrónico portátil, gafas de realidad virtual, control remoto, guantes de control remoto, reloj inteligente, casco, tableta, teléfono inteligente, tejido inteligente.



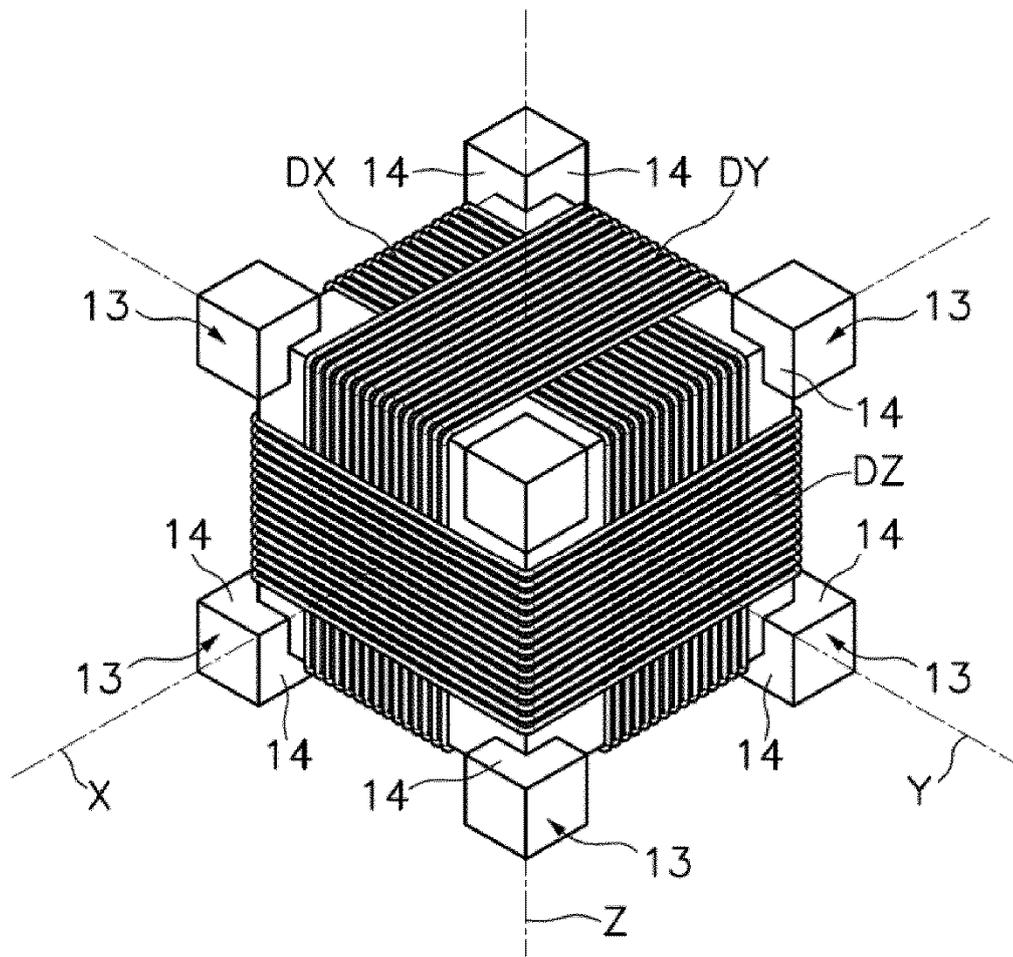


**Fig.2**





**Fig. 4**



**Fig.5**