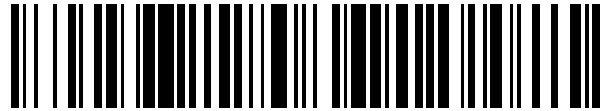


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 661**

51 Int. Cl.:

**H01F 27/26** (2006.01)  
**H01F 27/06** (2006.01)  
**H01F 27/30** (2006.01)  
**H01F 27/245** (2006.01)  
**H01F 3/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2017** **E 17209160 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020** **EP 3503134**

54 Título: **Dispositivo de sujeción para sostener un núcleo de apilamiento magnético blando de un transformador y transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.10.2020**

73 Titular/es:

**EHMANN, BERTRAM (100.0%)**  
**Eberlinweg 30**  
**89081 Ulm, DE**

72 Inventor/es:

**EHMANN, BERTRAM**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 785 661 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de sujeción para sostener un núcleo de apilamiento magnético blando de un transformador y transformador

**Ámbito técnico**

5 La invención se refiere a un dispositivo de sujeción para sostener un núcleo de apilamiento de transformador magnético blando, con capas con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, especialmente de una aleación de FeSiB, presentando el núcleo de apilamiento de transformador al menos dos patas de bobina, que transcurren paralelas entre sí, y una culata que une entre sí a dos extremos consecutivos opuestos de las patas de bobina, y presentando el dispositivo de retención al menos dos dispositivos de sujeción, que pueden colocarse respectivamente en una de las dos culatas, de tal forma que las unidades de sujeción estén dispuestas en zonas  
10 finales opuestas del núcleo de apilamiento de transformador, y presenta al menos un medio de sujeción mecánica que encastra en las dos unidades de sujeción, a través del cual las dos unidades de sujeción están conectadas de forma desmontable y no destructiva entre sí.

Además, la invención se refiere a un transformador, en particular un transformador trifásico, que presenta al menos un núcleo de apilamiento de transformador magnético blando, con capas con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, en particular de una aleación de FeSiB, presentando el núcleo de apilamiento de transformador al menos dos patas de bobina, que transcurren paralelas entre sí, y una culata que une entre sí a dos extremos consecutivos opuestos de las patas de bobina, y al menos un dispositivo de sujeción para sostener el núcleo de apilamiento de transformador.

**Estado de la técnica**

20 Los transformadores convierten una tensión alterna de entrada en una tensión alterna de salida que es distinta de la tensión alterna de entrada. Los transformadores se utilizan, por ejemplo, para la conversión del voltaje en sistemas de alimentación de energía y en aparatos eléctricos.

Un transformador presenta una bobina primaria y una bobina secundaria para cada fase de la tensión alterna de entrada a transformar, las cuales están dispuestas en un núcleo común del transformador el cual está fabricado de materiales ferromagnéticos o de ferritas. El núcleo del transformador, en conexión con las bobinas, concentra el flujo magnético y aumenta la inductancia del transformador y la densidad del flujo magnético. El núcleo del transformador puede formarse a partir de un paquete de chapas, formado por varias chapas de transformador aisladas eléctricamente entre sí. A través de ello se pueden reducir las pérdidas por corrientes parásitas del transformador durante la transformación de la tensión.

30 Un transformador trifásico presenta un núcleo de transformador magnético blando, que presenta tres patas de bobina, que transcurren paralelas entre sí, y dos culatas conectadas respectivamente en los extremos de las patas de las bobinas. Una bobina primaria y una bobina secundaria de la misma fase de corriente están dispuestas en cada pata de la bobina. Una de las culatas puede estar conectada monolíticamente con las tres patas de bobina, a través de lo cual se forma una sección del núcleo del transformador, configurada en forma de E. Después de que las bobinas se han colocado en las patas de las bobinas, la segunda culata puede conectarse a los extremos libres de las patas de las bobinas.

El documento DE 10 2009 048 658 A1 publica un núcleo de transformador convencional, presentando un núcleo de capas magnéticas blandas de un material conductor eléctrico, con una estructura amorfa y/o nanocristalina, separadas entre sí por capas de separación de un material aislante eléctrico. Varias de las capas magnéticas blandos forman, al menos con las capas de separación entre ellas, un compuesto monolítico. Por lo tanto, el núcleo de apilamiento de transformador consiste en un paquete de chapas metálicas, consistiendo respectivamente las chapas del transformador, de forma completa, en un compuesto monolítico de capas magnéticas blandos y capas de separación. Para la fabricación del núcleo de apilamiento de transformador, se precipita electroquímicamente sobre un cuerpo base una capa magnética blando de un material conductor eléctrico del núcleo. Sobre la capa magnética blando se genera una capa de separación aislante eléctricamente. Estos procesos se repiten hasta que el núcleo de apilamiento de transformador ha alcanzado su forma prevista. Como capa magnética blando, se depositan conjuntamente al menos un elemento magnético blando, especialmente uno o más de los elementos hierro (Fe), níquel (Ni) o cobalto (Co), y al menos un elemento formador de vidrio, en particular fósforo (P) y/o boro (B).

50 La configuración de un núcleo de apilamiento de transformador, con la utilización de capas magnéticas blandos amorfas, va acompañada de una reducción de las pérdidas en el núcleo de apilamiento de transformador durante su uso en un transformador. Esto se debe a la menor fuerza del campo coercitivo magnético, de forma que las pérdidas por histéresis se pueden mantener reducidas al invertir la polarización magnética del núcleo de apilamiento de transformador.

El documento DE 10 2011 083 521 A1 se refiere a una estructura de bastidor de prensa convencional para un transformador, con varios elementos de tracción, con varios puntales que están ejecutados, al menos parcialmente, saliendo de forma inclinada a partir de un núcleo del transformador, y con varias placas prensoras de tracción, que están colocadas en el núcleo del transformador o cerca del mismo. Los elementos de tracción están dispuestos fuera

de los devanados del transformador. Los elementos de tracción están conectados a las placas prensoras de tracción según los puntales. Los elementos de tracción conectan el bastidor de prensa superior del transformador con el bastidor de prensa inferior del transformador. Los elementos de tracción provocan que el núcleo esté empotrado entre los dos bastidores de prensa. Los documentos CN 102 543 384 B, CN 202 443 832 U, y WO 00/02211 A1 publican un dispositivo de sujeción según el preámbulo de la reivindicación 1. Los documentos CN 203 312 000 U y CN 201 594 447 U publican un dispositivo de sujeción con un elemento amortiguador de vibraciones entre la unidad de sujeción y el núcleo de apilamiento de transformador.

### Publicación de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar un transformador más eficiente energéticamente, en particular un transformador trifásico del tipo mencionado al principio.

Este problema se resuelve mediante la reivindicación independiente 1. Las configuraciones ventajosas se reproducen en las reivindicaciones subordinadas, en la descripción siguiente, y en las figuras, pudiendo representar estas configuraciones, consideradas por sí mismas o en diferente combinación de al menos dos de estas configuraciones entre sí, un aspecto ventajoso y/o de perfeccionamiento de la invención. En ello, las configuraciones ventajosas del dispositivo de sujeción pueden corresponder a configuraciones ventajosas del transformador, y viceversa, incluso si no se hace referencia explícita a ello en lo siguiente.

Un dispositivo de sujeción según la invención sirve para sostener un núcleo de apilamiento de transformador magnético blando, con capas con una microestructura amorfa y/o nanocrystalina de una aleación de hierro, especialmente de una aleación de FeSiB, presentando el núcleo de apilamiento de transformador al menos dos patas de bobina, que transcurren paralelas entre sí, y una culata que une entre sí a dos extremos consecutivos opuestos de las patas de bobina. El dispositivo de retención presenta al menos dos dispositivos de sujeción, que pueden colocarse respectivamente en una de las dos culatas, de tal forma que las unidades de sujeción estén dispuestas en zonas finales opuestas del núcleo de apilamiento de transformador, y presenta al menos un medio de sujeción mecánica que encastra en las dos unidades de sujeción, a través del cual las dos unidades de sujeción están conectadas de forma desmontable y no destructiva entre sí. Además, el dispositivo de sujeción presenta al menos un separador, empotrado entre las unidades de sujeción, y al menos un elemento de resorte que puede situarse entre una unidad de sujeción y el núcleo de apilamiento de transformador, estando configurado el dispositivo de retención de tal forma que el elemento de resorte, en el núcleo de apilamiento de transformador dispuesto en el dispositivo de sujeción, está deformado elásticamente a través de un contacto al menos indirecto, que se forma en ello, con el núcleo de apilamiento de transformador.

El dispositivo de sujeción, según la invención, está configurado como un dispositivo de sujeción estable en sí mismo, lo que significa que el dispositivo de sujeción puede ser llevado a su estado de sujeción, y mantenido en este sin que otros componentes, como por ejemplo el núcleo de apilamiento de transformador, se requieran como apoyo para proporcionar una estabilidad al dispositivo de sujeción. Por lo tanto, el dispositivo de retención según la invención no se forma especialmente de acuerdo con una estructura de bastidor de prensa convencional, como está publicado, a título de ejemplo, en el documento DE 10 2011 083 521 A1. En una estructura convencional de bastidor de prensa de ese tipo, es necesario, por lo general, llevar y mantener a la estructura de bastidor de prensa en un estado de sujeción, con la ayuda del núcleo del transformador. En ello, el núcleo del transformador se empotra entre dos elementos del bastidor, por lo que actúan sobre el núcleo del transformador fuerzas de sujeción relativamente altas, por ejemplo en el rango de unos 10.000 N, especialmente para poder asegurar una adherencia, o bien una fricción suficiente entre las capas de un paquete convencional de chapas magnéticas.

Fuerzas de sujeción correspondientemente altas conducen a tensiones mecánicas dentro del núcleo del transformador. En un núcleo de apilamiento de transformador, es decir, un núcleo de transformadores de varias capas apiladas, las cuales están aisladas eléctricamente entre sí y están fabricadas con una microestructura amorfa, y/o nanocrystalina, de una aleación de hierro, especialmente de una aleación de FeSiB, tales tensiones mecánicas conducen a un empeoramiento de la eficiencia energética, y por lo tanto a mayores pérdidas del transformador. Esto es especialmente así, dado que las tensiones mecánicas en las aleaciones de hierro magnético blando reducen la permeabilidad magnética de las aleaciones de hierro. La permeabilidad magnética es un factor esencial de influencia en la pérdida de la remagnetización específica del material (pérdida por histéresis). Especialmente, la muy elevada permeabilidad magnética de las aleaciones de hierro con microestructura amorfa y/o nanocrystalina se ve dañada de forma desproporcionadamente elevada a través del efecto de tensiones mecánicas. A través de ello se reduce la eficiencia energética del núcleo de apilamiento de transformador, y el rendimiento del transformador. Esto se evita con la presente invención dado que, con el dispositivo de sujeción, según la invención, solamente la fuerza de retroceso generada por la deformación elástica del elemento de resorte, al menos uno, actúa sobre el núcleo de apilamiento de transformador del transformador, la cual está reducida considerablemente en comparación con las fuerzas mecánicas convencionales de sujeción descritas. Además, según la invención, y a través de la estabilidad inherente del dispositivo de sujeción, no es necesario el cierre por fricción entre los hierros de prensa, unidos a la culata y a los puntos de conexión de las patas de la bobina, y los estratos individuales del núcleo, laminado en capas de chapa magnética de grano orientado. Además, por medio del elemento de resorte especificado, al menos uno, se introducen en el bastidor, con estabilidad inherente, solamente fuerzas preestablecidas y ajustadas previamente para la sujeción, o bien para la sujeción del núcleo de apilamiento de transformador, o bien de los arrollamientos de bobinas, las cuales influyen

mínimamente en el núcleo de apilamiento de transformador. La introducción fuerza para sostener el núcleo de apilamiento de transformador es muy reducida (a título de ejemplo, puede ser de aproximadamente  $0,5 \text{ N/mm}^2$ ) y se realiza de forma preajustada a través del elemento de resorte, al menos uno. De aquí, la eficiencia energética de un núcleo de apilamiento de transformador, con capas que están aisladas eléctricamente entre sí, y que están fabricadas con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, especialmente de una aleación FeSiB, no se ve afectada por el dispositivo de retención según la invención.

Esta ventaja se logra especialmente, según la invención, a través de que las dos unidades de sujeción para el establecimiento de la condición de retención del dispositivo de retención se sujetan entre sí mediante el medio mecánico de sujeción, al menos uno, que actúa sobre las dos unidades de sujeción a través del separador rígido, al menos uno, de forma que las fuerzas de sujeción mecánicas son absorbidas por el separador, y no se transfieren al núcleo de apilamiento de transformador. Las dos unidades de sujeción también pueden estar sujetas correspondientemente entre sí a través de dos o más, por ejemplo cuatro fijadores mecánicos. Entre las dos unidades de sujeción pueden estar correspondientemente empotrados también dos o más, por ejemplo en cuatro separadores. El separador puede estar fabricado para ello, por ejemplo, a partir de un metal, de una aleación de metal, o bien de otro material rígido, o con estabilidad dimensional. El separador puede transcurrir en las inmediaciones de una pata de bobina, o bien estar en contacto con una pata de bobina, o estar dispuesto con una separación tal respecto a la pata de la bobina, que entre el espaciador y la pata de la bobina se disponga de un espacio de montaje para las bobinas a colocar en la pata de la bobina.

Las únicas fuerzas que actúan sobre el núcleo de apilamiento de transformador, fijado por el dispositivo de retención según la invención, son las fuerzas de retroceso generadas por la deformación elástica del elemento de resorte, al menos uno. Las fuerzas de retroceso de ese tipo son significativamente menores que las fuerzas de sujeción mecánicas convencionales aplicadas con un marco de presión. Las fuerzas que actúan sobre el núcleo de apilamiento de transformador se pueden determinar, según la presente invención, o sea, a través de la elección del tipo y la configuración del elemento de resorte, cuya constante de resorte, o bien módulo de elasticidad, causa las fuerzas de sujeción deseadas. En especial, el elemento de resorte puede presentar un transcurso de la fuerza con recorrido lineal o no lineal. El núcleo de apilamiento de transformador puede someterse a una fuerza, mediante los elementos de resorte correspondientes, por ejemplo, en la dirección x, en la dirección y, y en la dirección z. A título de ejemplo, un elemento de resorte puede estar dispuesto en la zona de un choque amortiguado entre una pata de bobina y una culata.

El dispositivo de sujeción puede tener también dos o más elementos de resorte correspondientes, los cuales pueden estar situados en diferentes lugares entre la unidad de retención respectiva, o bien las unidades de retención, y el núcleo de apilamiento de transformador. El elemento de resorte puede ser, por ejemplo, un cuerpo configurado a partir de un elastómero, el cual está dispuesto en un único lado del núcleo de apilamiento de transformador, o bien en dos o más lados del núcleo de apilamiento de transformador, o bien está adaptado a su diseño. El cuerpo del elastómero puede estar configurado, por ejemplo, con forma cuadrada, con forma de placa, o similar. Alternativamente, el elemento de resorte puede estar configurado por ejemplo como un resorte de compresión, como un muelle helicoidal, como un muelle espiral, o bien como un resorte de disco.

El dispositivo de sujeción según la invención está configurado de tal forma, en su estado de retención, que el núcleo de apilamiento de transformador, sin el elemento de resorte, al menos uno, está colocado en el dispositivo de sujeción con un determinado juego. Solamente a través de la disposición del elemento de resorte, al menos uno, en el dispositivo de sujeción, y un contacto directo, o bien un contacto indirecto con el elemento de resorte, realizado a través de al menos otro componente del núcleo de apilamiento de transformador, y de la deformación elástica que se origina con ello en el elemento de resorte, se establece una unión positiva de forma entre el núcleo de apilamiento de transformador y el dispositivo de sujeción.

Se puede configurar el medio de sujeción mecánico, al menos uno, a título de ejemplo, como una conexión atornillada. Un eje roscado de una conexión roscada de ese tipo puede estar dispuesto a través del separador, por ejemplo, configurado el mismo, por ejemplo, en forma de manguito, o bien por el exterior y distanciado del separador. El separador en forma de manguito puede ser alargado, y estar configurado con una superficie de la sección transversal con forma poligonal, por ejemplo cuadrada o rectangular, o una superficie redonda, por ejemplo circular, elíptica u ovalada.

El dispositivo de sujeción según la invención ofrece además la ventaja de que un montaje de bobinas en un núcleo de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción, se puede llevar a cabo de forma relativamente sencilla, soltando primeramente el fijador, o bien los fijadores mecánicos, pudiéndose retirar a continuación una unidad de sujeción, de forma que, después de esto la culata, sostenida de antemano con esta unidad de retención, se pueda retirar del núcleo de apilamiento de transformador restante. A continuación, las bobinas se pueden colocar sobre las patas de bobina del núcleo de apilamiento de transformador, después de lo cual se coloca primeramente de nuevo la culata previamente retirada en el núcleo de apilamiento de transformador restante, y a continuación se coloca de nuevo la unidad de retención, previamente removida, en el dispositivo de retención restante. Por último, los fijadores mecánicos se aprietan de nuevo, a fin de conseguir el estado de sujeción del dispositivo de sujeción.

Las dos unidades de sujeción se pueden configurar respectivamente en forma esencialmente de U, en una sección

transversal, y estar dispuestas en la culata respectiva de tal forma que no estén colocadas exclusivamente solo en un lado de la culata respectiva, opuesto a la otra respectiva culata, sino que además abracen por ambos lados a una sección de la culata respectiva, pero sin que exista una unión positiva de forma entre la unidad de retención respectiva y la respectiva culata. A través de ello la culata respectiva puede apoyarse tanto en su lado opuesto a la otra respectiva culata, como también lateralmente sobre sus dos lados longitudinales, especialmente a través de al menos un resorte dispuesto entre la unidad de sujeción respectiva y la respectiva culata, el cual está deformado elásticamente en el núcleo de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción, a través de un contacto, al menos indirecto, que se origina en ello con el núcleo de apilamiento de transformador, especialmente con la respectiva culata. Alternativamente, dos o más elementos de resorte pueden estar también presentes para ese soporte de la culata.

El elemento de resorte, o bien los elementos de resorte, ocasionan adicionalmente una compensación de las tolerancias de fabricación, a través de lo cual se reduce, con bajada de costes, la precisión de fabricación requerida de todos los componentes del dispositivo de sujeción, y del núcleo de apilamiento de transformador.

Según una configuración ventajosa, al menos una unidad de retención presenta al menos dos elementos de sujeción, que se pueden situar en áreas de culatas opuestas entre sí de las culatas respectivas, al menos un elemento mecánico de sujeción que agarra a los dos elementos mecánicos de sujeción, a través del cual los dos elementos de sujeción están unidos entre sí de forma desmontable y no destructiva, al menos un separador, sujeto entre los elementos de sujeción, y al menos un elemento de resorte que puede colocarse entre al menos un elemento de sujeción y la culata respectiva estando configurado el elemento de sujeción de tal forma que el elemento de resorte está deformado elásticamente, en el núcleo de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción, a través de un contacto, al menos indirecto, que se origina en ello con el núcleo de apilamiento de transformador. A través de ello puede fijarse también la respectiva culata en la dirección transversal, al empotrarse la culata, bajo la deformación elástica del elemento de resorte, en la respectiva unidad de retención. El elemento de resorte, al menos uno, entre el elemento de sujeción, al menos uno, y la respectiva culata, ocasiona adicionalmente una compensación de las tolerancias de fabricación, a través de lo cual puede reducirse, con bajada de costes, la precisión de fabricación requerida de todos los componentes del dispositivo de sujeción, y del núcleo de apilamiento de transformador.

También según esta configuración, solamente la fuerza de retorno generada a través de la deformación elástica del elemento de resorte, al menos uno, entre al menos un elemento de sujeción y la culata respectiva, actúa sobre el núcleo de la pila de transformadores, la cual, en comparación con las fuerzas de sujeción mecánicas convencionales, descritas anteriormente, están reducidas considerablemente. Los dos elementos de sujeción se amarran entre sí, para la creación del estado de retención del dispositivo de retención, mediante el elemento mecánico de sujeción, al menos uno, que actúa sobre los dos elementos de sujeción, a través del separador rígido, al menos uno, entre los elementos de retención, de forma que las fuerzas de sujeción mecánicas sean absorbidas por el separador, y no se transfieran al núcleo de apilamiento de transformador.

Los dos elementos de retención también pueden estar amarrados entre sí a través de dos o más, por ejemplo cuatro, fijadores mecánicos. Entre los dos elementos de retención, pueden estar empotrados correspondientemente dos o más, por ejemplo cuatro separadores. El separador entre los elementos de sujeción puede fabricarse para ello, por ejemplo, de un metal, de una aleación de metal, o de otro material rígido, o bien estable en sus dimensiones.

Las fuerzas que actúan sobre el núcleo de apilamiento de transformador se pueden determinar a través de la elección del tipo y de la configuración del elemento de resorte entre el elemento de sujeción respectivo y la culata, cuya constante de resorte, o bien módulo de elasticidad, origina las fuerzas deseadas. El dispositivo de retención puede presentar también dos o más elementos de resorte correspondientes, los cuales se pueden colocar en diferentes lugares entre los elementos de sujeción y el núcleo de apilamiento de transformador. El elemento de resorte puede ser, por ejemplo, un cuerpo configurado a partir de un elastómero, el cual está dispuesto en un único lado del núcleo de apilamiento de transformador, o bien en dos o más lados del núcleo de apilamiento de transformador, o bien está adaptado a su diseño. Alternativamente, el elemento de resorte puede estar configurado como un resorte de compresión, por ejemplo, como un muelle helicoidal, como un muelle espiral, o bien como un resorte de disco.

Se puede configurar el medio de sujeción mecánico, al menos uno, a título de ejemplo, como una conexión atornillada. Un eje roscado de una conexión roscada de ese tipo puede estar dispuesto por ejemplo a través del separador, configurado el mismo, por ejemplo, en forma de manguito, o bien por el exterior y distanciado del separador.

Los dos elementos de sujeción se pueden configurar en su respectiva sección transversal, por ejemplo, esencialmente en forma de S, y estar colocados en la culata respectiva de tal forma que no estén colocados exclusivamente en un lado de la otra culata respectiva, opuesta a la otra respectiva culata, sino que además abarque por un lado a una sección de la otra culata respectiva. A través de ello, la culata respectiva puede apoyarse tanto en su lado opuesto a la otra respectiva culata, como también lateralmente sobre sus dos lados longitudinales, especialmente a través de al menos un resorte dispuesto entre la unidad de sujeción respectiva y la respectiva culata, el cual está deformado elásticamente en el núcleo de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción, a través de un contacto, al menos indirecto, que se origina en ello con el núcleo de apilamiento de transformador, especialmente con la respectiva culata.

Según otra configuración ventajosa, al menos un elemento de resorte está configurado en forma de U, de tal forma

que, a lo largo del núcleo de apilamiento de transformador, abarca con unión positiva de forma a al menos una sección de la culata respectiva, de tal forma que un área de conexión entre al menos una pata de bobina y la culata respectiva se encuentra entre patas paralelas del elemento de resorte. A través de ello se puede reducir el número de elementos de resorte necesarios, lo cual simplifica la instalación de un transformador equipado correspondientemente. El elemento de resorte configurado en forma de U puede abarcar la culata respectiva, por ejemplo, sobre el lado opuesto a la otra culata respectiva, y sobre secciones de los lados longitudinales que se añaden lateralmente a la misma. Dado que el área de conexión entre la pata de la bobina y la culata se encuentra entre las patas paralelas del elemento de resorte, esta zona de conexión está asegurada por el elemento de resorte en el curso de una unión positiva de forma, lo cual es especialmente ventajoso en el caso de una conexión de la pata de la bobina con la culata a través de una unión a tope.

Según otra configuración ventajosa, el dispositivo de sujeción presenta al menos un elemento de resorte que puede colocarse, al menos parcialmente, entre el separador y el núcleo de apilamiento de transformador, estando configurado el elemento de sujeción de tal forma que el elemento de resorte está deformado elásticamente, en el núcleo de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción, a través de un contacto, al menos indirecto, que se origina en ello con el núcleo de apilamiento de transformador. A través de ello puede apoyarse lateralmente, por ejemplo, una pata de bobina unida a los extremos finales equiláteros de la culata. Adicionalmente, el extremo final puede ser apoyado por una de esas culatas en el lado frontal, donde el elemento de resorte se extiende sobre un área de conexión entre la culata y la pata de la bobina. El elemento de resorte puede apoyarse directa o indirectamente sobre el separador y/o sobre el núcleo de apilamiento de transformador, y puede configurar en ello una unión positiva de forma con el separador y/o con el núcleo de apilamiento de transformador.

Según otra configuración ventajosa, el dispositivo de sujeción presenta al menos una pieza separadora colocada entre dos patas de bobina colocadas de forma adyacente una respecto a la otra, sobre la cual están apoyadas lateralmente entre, sí de forma indirecta, las dos patas de bobina. A través de ello, las patas de la bobina pueden apoyarse indirectamente entre sí, lo que es ventajoso especialmente en el caso de una unión a tope entre la pata de la bobina y la culata respectivas, ya que entonces la conexión, especialmente con unión positiva de forma, entre la respectiva pata de la bobina y la culata, no ofrece un tope lateral. La pieza separadora está fabricada preferentemente de un material no conductor. La pieza separadora puede estar fabricada de un material rígido o elástico, especialmente elástico.

Según otra configuración ventajosa, el dispositivo de sujeción presenta al menos dos elementos de soporte, que pueden situarse sobre lados opuestos de una pata de bobina, los cuales están unidos respectivamente en el lado del extremo, y especialmente con unión positiva de forma, con las dos unidades de sujeción. Los elementos de soporte soportan lateralmente a la pata de la bobina, con unión positiva de forma, y transfieren en ello las fuerzas de soporte sobre las unidades de sujeción. Cada elemento de soporte puede estar configurado, por ejemplo, en forma de placa o en forma de varilla. En las unidades de retención, se han configurado escotaduras en las que encastran las secciones finales de los elementos de soporte, a fin de apoyarse lateralmente sobre lados opuestos entre sí.

Según otra configuración ventajosa, el dispositivo de sujeción presenta al menos cuatro elementos de soporte de bobinas, para el soporte axial de bobinas dispuestas en una pata de bobinas, estando dispuestos dos elementos de soporte de bobina en una unidad de sujeción y los otros dos elementos de soporte de bobina están dispuestos en la otra unidad de sujeción, pudiendo colocarse los elementos de soporte de bobina en pares en lados opuestos de la pata de la bobina. Además, el dispositivo de sujeción, de acuerdo con configuración, por cada elemento de soporte de bobina muestra al menos un elemento de resorte colocado, o bien entre la unidad de retención respectiva y el elemento de soporte de bobina respectivo, o bien situado o situable entre el elemento de soporte de bobina respectivo y las bobinas respectivas, estando configurado el dispositivo de sujeción de tal forma que el elemento de resorte, en el núcleo de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción, con bobinas dispuestas en el mismo, está deformado elásticamente a través del contacto, al menos indirecto, con las bobinas. A través de ello, las bobinas se apoyan en el dispositivo de retención, separadas del núcleo de apilamiento de transformador. Esto es ventajoso dado que las bobinas, especialmente cuando se trata de bobinas con arrollamientos no adheridos, o bien sueltos, tienen que ser fijadas en el dispositivo de retención, en comparación con el núcleo de apilamiento de transformador, con fuerzas de sujeción mecánicas significativamente más elevadas. Las fuerzas de mecánicas sujeción, correspondientemente altas, actúan sobre el dispositivo de sujeción, por una parte, a través del desacoplamiento de las fijaciones mecánicas del núcleo de la pila de transformadores, y por otra parte a través de las bobinas, es decir, no actúan sobre el núcleo de la pila del transformador. Los elementos de resorte, según esta configuración, pueden estar configurados, por ejemplo, a partir de cuerpos de un elastómero, o como un resorte de compresión. Alternativamente, los elementos de soporte de la bobina, que están dispuestos cerca de la unidad de sujeción respectiva, pueden estar conectados entre sí, a fin de configurar un cuerpo monolítico de soporte de bobinas, en el que está configurada una abertura propia para cada pata de bobina.

Según otra configuración ventajosa, se puede ajustar por separado una fuerza de retroceso, aplicable con el elemento de resorte respectivo. A través de ello se puede modificar posteriormente, por ejemplo, la fuerza de retroceso, reajustarla o incrementarla, o bien optimizarla. Para ello, el elemento de resorte puede apoyarse en un componente del dispositivo de sujeción, cuya posición es variable en relación con el otro dispositivo de sujeción. Este componente puede ser, por ejemplo, un cuerpo de tornillo atornillado en un orificio roscado en una unidad de sujeción, o bien en un elemento de sujeción. También puede ser correspondientemente ajustables por separado dos o más, y

especialmente todas las fuerzas de retroceso aplicables con los elementos de resorte.

Un transformador según la invención, especialmente un transformador trifásico, presenta al menos un núcleo de apilamiento de transformador magnético blando, con capas con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, especialmente de una aleación de FeSiB, presentando el núcleo de apilamiento de transformador al menos dos patas de bobina, que transcurren paralelas entre sí, y una culata que une entre sí a dos extremos consecutivos opuestos de las patas de bobina. Además, el transformador presenta al menos un dispositivo de sujeción para sostener el núcleo de pilas de transformadores, estando configurado el dispositivo de sujeción de acuerdo con una de las configuraciones anteriores, o según cualquier combinación de al menos dos de estas configuraciones conjuntamente.

5  
10 Con el transformador, están conectadas correspondientemente las ventajas mencionadas anteriormente con referencia al dispositivo de sujeción. La aleación de hierro contiene preferentemente al menos un elemento magnético blando, especialmente uno o más de los elementos Fe, silicio (Si), Ni o Co, y al menos un elemento formador de vidrio, especialmente P y/o B. El elemento formador de vidrio sirve para formar la estructura amorfa y/o nanocristalina de la respectiva capa amorfa. Las capas amorfas están preferiblemente separadas eléctricamente entre sí.

15 Al menos una pata de bobina puede estar unida, con unión positiva de material, y/o con unión positiva de forma, con al menos una culata. Para la fabricación del núcleo de apilamiento de transformador, se puede fabricar, por ejemplo, un componente configurado en forma de E, el cual presenta una sección configurada como una culata, y tres secciones configuradas como patas de bobina. Una culata separada se puede unir con los extremos libres de las patas de bobina, tras la colocación de las bobinas en las patas de bobina. Las culatas pueden estar configuradas con forma de paralelepípedo, mientras que las patas de la bobina pueden presentar respectivamente una superficie transversal escalonada. A través de la configuración de las culatas con forma de paralelepípedo, estas se pueden fabricar con menos consumo de material, lo que reduce los costes para fabricar el transformador.

20  
25 Se puede conectar al menos una pata de bobina a la culata respectiva a través de una unión de tope, es decir, con un ángulo de corte de 90°. No obstante, al menos una pata de bobina también se puede conectar a la culata respectiva utilizando un ángulo de corte diferente, por ejemplo, un ángulo de corte de 45°. Alternativamente, las secciones de conexión de la pata de la bobina respectiva y la culata respectiva, se pueden configurar de tal manera que secciones de la pata de la bobina y de la culata se superpongan entre sí. Las secciones superpuestas se pueden unir entre sí con unión positiva de material. Alternativamente, una sección de la unión de una pata de bobina puede presentar una llamada "capa escalonada". Las patas de bobina individuales de un núcleo de apilamiento de transformador se pueden configurar de diferente forma, y estar conectadas a la culata respectiva. Además, al menos una pata de bobina puede estar unida mediante al menos dos formas diferentes de los tipos citados, con al menos una culata.

30  
35 Al menos una superficie a tope de las superficies de tope a unir entre sí, de una pata de bobina y una culata, puede estar tratadas, al menos parcialmente, física y/o químicamente. A través de esto se le puede proporcionar a la superficie de tope, por ejemplo, una rugosidad superficial deseada. Además, el tratamiento de la superficie de tope se puede utilizar para establecer un paralelismo ortogonal entre las superficies de tope que se van a unir. Las dos superficies de tope que van a conectarse entre sí también se pueden tratar correspondientemente. El tratamiento físico puede ser, por ejemplo, mecánico, especialmente por mecanizado, y/o térmico, y/o químico, por ejemplo por decapado.

40 En el transformador según la invención, es posible, para el montaje de bobinas en las patas de las bobinas, soltar primero el medio, o bien los medios de sujeción mecánica a través de los cuales las dos unidades de sujeción están conectadas entre sí, y a continuación, tras la retirada de cada unidad de sujeción, soltar la culata, fijada con la misma, del resto del núcleo de apilamiento de transformador. Entonces, las bobinas se pueden colocar en las patas de la bobina. Este procedimiento es considerablemente más simple y rápido de ejecutar que un proceso de montaje convencional, en el que, para colocar bobinas en las patas de bobina, primero hay que desestratificar a mano laboriosamente miles de arrollamientos de un núcleo de transformador, y, después de la colocación de las bobinas en las patas de las bobinas, volver a estratificarlos a mano laboriosamente. A través de la posible producción, significativamente más rápida, del transformador según la invención, el rendimiento de una planta para la fabricación de los correspondientes transformadores puede aumentarse notablemente.

45  
50 Según una configuración ventajosa, las patas de bobina y la culata están formadas respectivamente por una pila de cuerpos compuestos, unidos entre sí con unión positiva de material, estando formado cada cuerpo compuesto por secciones compuestas, unidas entre sí con unión positiva de material, cortadas de un cuerpo de varios componentes con forma de banda, presentando el cuerpo de varios componentes al menos dos capas compuestas unidas con unión positiva de material, estando configurada cada capa compuesta por un compuesto laminado, presentando cada compuesto laminado al menos dos láminas magnéticamente blandos, con forma de banda, con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, especialmente de una aleación de FeSiB, estando las láminas unidas entre sí con unión positiva de material. Cada lámina amorfa configura una capa amorfa del núcleo de apilamiento de transformador. A través de ello, el transformador se puede fabricar de forma más rentable y rápida que, por ejemplo, el transformador descrito en el documento DE 10 2009 048 658 A1, especialmente dado que las capas individuales de un núcleo de apilamiento de transformador se destratifican secuencialmente, de acuerdo con el documento DE 10 2009 048 658, lo que consume mucho tiempo.

60

La respectiva lámina magnéticamente blanda, en forma de banda, con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, especialmente de una aleación FeSiB, se puede fabricar de forma continua con la utilización de un proceso de fundición, que es manifiestamente más rápido que una separación convencional sucesiva de capas individuales de determinada forma y tamaño. Para la fabricación continua de la lámina amorfa, una colada se puede fabricar primero a partir de la aleación de hierro, por ejemplo con la utilización de un horno de fusión por inducción. La colada se puede verter sobre un rodillo giratorio, donde el fundido se enfría progresivamente, con la formación de la lámina amorfa, o bien se solidifica con la formación de la microestructura amorfa y/o nanocristalina. La lámina amorfa así formada se puede retirar del rodillo, y después de otros posibles pasos de procesamiento y/o mecanizados, se puede bobinar un rollo de la lámina. Para otros pasos del proceso, la lámina amorfa se puede volver a bobinar.

El que la lámina amorfa se fabrique de forma continua significa que la lámina amorfa no está adaptada a un tamaño y forma determinados de un componente magnético blando a fabricar, sino que se configura como una banda alargada, la cual que puede presentar una longitud de, por ejemplo, varios 10.000 m. El espesor de la lámina amorfa, por ejemplo, puede estar en un rango de unos 20 nm hasta alrededor de 60 nm. La anchura máxima de la lámina amorfa puede estar, por ejemplo, en un rango de aproximadamente 180 mm hasta unos 300 mm, especialmente hasta unos 400 mm. Por ejemplo, con un espesor de unos 25 nm, la longitud de la película amorfa puede ser de 35.000 m.

Además, el compuesto de láminas en forma de banda se puede fabricar de forma continua mediante la unión positiva de material, especialmente plana o local, de la lámina amorfa, con al menos otra lámina amorfa producida correspondientemente, lo cual es también es evidentemente más rápido que la fabricación convencional de un compuesto especial de láminas, mediante la separación de capas individuales, como publica, por ejemplo, el documento DE 10 2009 048 658 A1. Por ejemplo, las dos láminas amorfas pueden ser desbobinadas simultáneamente a partir de diferentes rollos de láminas, para la fabricación continua del compuesto de láminas en forma de banda.

Sobre al menos una de las dos secciones de láminas desbobinadas se puede aplicar continuamente un adhesivo para la configuración de la unión positiva de material entre las láminas amorfas, por ejemplo durante el desbobinado continuo de las láminas amorfas, por ejemplo por medio de un rodillo aplicador, o bien rociando el adhesivo. El adhesivo se puede aplicar alternativamente en forma de puntos o en líneas. El adhesivo forma una capa adhesiva entre cada dos respectivas láminas amorfas adyacentes entre sí del compuesto de láminas, la cual puede ser aislante eléctricamente, a fin de separar eléctricamente las láminas amorfas entre sí. Esto permite que las pérdidas por corrientes parásitas en el núcleo de apilamiento de transformador se mantengan lo más bajas posible.

Alternativamente, la capa adhesiva puede que no ocasione ningún aislamiento eléctrico, o solamente reducido, pudiendo tener lugar la separación eléctrica de las láminas amorfas entre sí de una forma diferente. A título de ejemplo, al menos un lado principal de una lámina amorfa, por ejemplo, puede tratarse de tal forma, mediante un proceso de difusión o similar, que una sección de la lámina amorfa, adyacente al lado principal, presente una conductividad eléctrica reducida en comparación con el resto de lámina amorfa, la cual se utiliza para el aislamiento eléctrico entre láminas amorfas interconectadas.

Alternativamente, se puede aplicar continuamente otro agente durante el desbobinado continuo de las láminas amorfas, por ejemplo un aceite, sobre al menos una de las dos secciones de lámina desbobinada, lo cual produce o refuerza una adhesión entre las láminas amorfas. El agente se puede aplicar alternativamente con forma de punto o en líneas. Más alternativamente, el cierre por unión positiva de material entre las láminas amorfas se puede generar a través de que al menos un lado de unión de al menos una lámina amorfa se caliente, al menos por zonas, antes de fusionar las láminas amorfas, y a través de ello se funda parcialmente, de forma que el material fundido de esta lámina amorfa se solidifique sobre la otra lámina amorfa, y provoque la unión positiva de material.

La lámina amorfa también se puede combinar con dos o más, por ejemplo de dos a siete láminas amorfas presentando el compuesto de láminas, a través de ello, un número correspondiente de capas de láminas. El compuesto de láminas se puede bobinar a continuación hasta una bobina de compuesto de láminas, a fin de estar disponible para otros pasos de tratamiento y/o de mecanizado. Se puede fabricar un compuesto de láminas con cinco capas de láminas amorfas, con un espesor respectivo de aproximadamente 25 μm alrededor, con una longitud, por ejemplo, de unos 7.000 m. El espesor del compuesto de láminas, por ejemplo, puede estar en un rango de aproximadamente 40 μm hasta unos 400 μm.

Antes de bobinar el compuesto de láminas, se puede aplicar al menos una capa de separación eléctricamente aislante, en una superficie continua al menos sobre una cara, sobre el compuesto de láminas, o bien configurarse sobre el compuesto de láminas. Esto es especialmente ventajoso cuando el compuesto de láminas se va a unir más adelante con al menos otro compuesto de láminas fabricado correspondientemente, ya que entonces los compuestos de láminas para la reducción de las pérdidas por corrientes parásitas están separados eléctricamente entre sí. Alternativamente, se puede utilizar también un adhesivo eléctricamente aislante para unir los compuestos de láminas. También se puede colocar una capa de separación eléctricamente aislante sobre cada lado del compuesto de láminas. El compuesto de láminas, provisto de al menos una capa de separación, se puede bobinar a continuación hasta una bobina de compuesto de láminas, con el fin de estar disponible para su posterior tratamiento y/o mecanizado. La capa de separación se puede configurar, por ejemplo, sobre un lado del compuesto de láminas, al tratarse el lado principal correspondiente, por ejemplo a través de un procedimiento de difusión o similar, de tal forma que una sección del lado principal, adyacente al compuesto de láminas, presente, en comparación con el compuesto de láminas restante, una conductividad eléctrica reducida, que se utiliza para el aislamiento eléctrico entre compuestos de láminas unidos entre sí.



La aplicación o configuración en una superficie continua, al menos sobre una cara, de al menos una capa de separación aislante eléctricamente sobre, o bien en el compuesto de láminas, puede realizarse claramente de forma más rápida que, por ejemplo, mediante la separación de capas individuales, como publica, por ejemplo, el documento DE 10 2009 048 658 A1. La aplicación de la capa de separación aislante eléctricamente al compuesto de láminas, puede tener lugar mediante una unión continua positiva de material, por ejemplo con la utilización de un adhesivo pulverizado u otros medios adhesivos, del compuesto de láminas, con una capa de separación formada por una lámina. La configuración de la capa de separación aislante eléctricamente en el compuesto de láminas se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante una aplicación continua, por ejemplo mediante un rodillo de aplicación, o mediante pulverización de un material aislante sobre el compuesto de láminas, el cual se endurece tras su aplicación lo más rápido posible, con la configuración de la capa de separación. Alternativamente, la configuración de la capa de separación en el compuesto de láminas se puede llevar a cabo a través del tratamiento, descrito anteriormente, de lado principal del compuesto de láminas.

Antes de la fabricación del compuesto de láminas, se puede aplicar al menos una capa de separación eléctricamente aislante, en una superficie continua al menos sobre una cara, sobre el compuesto de láminas, o bien configurarse sobre el compuesto de láminas. La aplicación o configuración en una superficie continua, al menos sobre una cara, de al menos una capa de separación aislante eléctricamente sobre, o bien en la lámina amorfa respectiva, puede realizarse claramente de forma más rápida que, por ejemplo, mediante la separación de capas individuales, como publica, por ejemplo, el documento DE 10 2009 048 658 A1. La aplicación de la capa de separación aislante eléctricamente a la lámina amorfa respectiva, puede tener lugar mediante una unión continua positiva de material, por ejemplo con la utilización de un adhesivo pulverizado u otro medio adhesivo, de la lámina amorfa respectiva, con una capa de separación formada por una lámina. La configuración de la capa de separación aislante eléctricamente en la lámina amorfa respectiva se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante una aplicación continua, por ejemplo mediante un rodillo de aplicación, o mediante pulverización de un material aislante sobre la lámina amorfa respectiva, el cual se endurece tras su aplicación lo más rápido posible, con la configuración de la capa de separación. Alternativamente, la configuración de la capa de separación en la lámina amorfa respectiva se puede llevar a cabo a través del tratamiento, descrito anteriormente, de lado principal de la lámina amorfa respectiva. También se puede colocar, o bien configurar, a cada lado de la lámina amorfa respectiva, una capa respectiva de separación, aislante eléctricamente. La lámina amorfa respectiva, dotada con al menos una capa de separación, se puede bobinar a continuación en una bobina de láminas, con el fin de estar disponible para su posterior tratamiento y/o mecanizado.

La unión continua positiva de material de los compuestos de láminas entre sí puede llevarse a cabo por medio de un adhesivo u otro agente de adhesión, el cual es aplicado por medio de un rodillo aplicador, o bien rociando el adhesivo continuamente sobre compuestos de láminas. El adhesivo o el medio de adhesión puede estar configurado de forma aislante eléctricamente. La anchura del compuesto multicomponente puede estar, por ejemplo, en un rango de aproximadamente 200 mm a unos 1000 mm. El espesor del compuesto multicomponente puede estar, por ejemplo, en un rango desde aproximadamente 40µm hasta aproximadamente 2000 µm.

El espesor de un cuerpo compuesto puede estar, por ejemplo, en un rango desde aproximadamente 3 mm hasta aproximadamente 400 mm. La anchura de un cuerpo compuesto puede estar, por ejemplo, en un rango desde aproximadamente 30 mm hasta aproximadamente 1000 mm. La longitud de un cuerpo compuesto puede estar, por ejemplo, en un rango desde aproximadamente 100 mm hasta aproximadamente 2500 mm. Las secciones compuestas se pueden seleccionar, apilar y unir con unión positiva de material, por ejemplo, de forma que el cuerpo compuesto respectivo configurado de ello tiene, por ejemplo, una superficie de sección rectangular, trapezoidal, o configurada de otra forma. Además, en al menos una superficie lateral del respectivo cuerpo compuesto formado, puede estar configurada al menos una ranura o similar. Las secciones compuestas pueden estar configuradas con distinto grosor, longitud y/o anchura, a fin de producir un bisel escalonado del cuerpo compuesto respectivo formado a partir de ellas. Una anchura y/o una longitud de los cuerpos compuestos es igual a una altura de la pila, o bien disminuye al menos parcialmente en al menos una zona final con respecto a la altura dada de la pila, hacia el extremo libre de la zona final.

La pata respectiva de bobina, o bien la culata respectiva, se pueden fabricar a través de la unión por unión positiva de forma de cuerpos compuestos de la misma o diferente anchura y/o longitud, siendo configurada una superficie transversal de la pata de la bobina, o bien de la culata, a través de la utilización de cuerpos compuestos de diferente anchura, o bien longitud, con un escalonamiento en al menos una zona de esquina. A través de ello se le puede proporcionar a la pata de la bobina, por ejemplo, una superficie transversal casi circular, elíptica u ovalada, para lo cual se configura cada zona de esquina con un escalonamiento correspondiente. Por ejemplo, la culata puede presentar un área transversal rectangular. Los cuerpos compuestos se pueden unir entre sí a través de un adhesivo u otro medio adherente. El adhesivo o medio adherente puede estar configurado de forma aislante eléctricamente.

Según otra configuración ventajosa las capas compuestas están configuradas respectivamente a partir de un compuesto de láminas dividido longitudinalmente, estando un compuesto de láminas dividido longitudinalmente en otro lugar, con referencia a una anchura transversal, que el del otro compuesto de láminas dispuesto de forma adyacente respecto al compuesto de láminas. A través de una colocación escalonada de las secciones de compuesto generadas a través de la respectiva división longitudinal del respectivo compuesto de láminas, y de la unión de las secciones compuestas con unión positiva de material, se puede fabricar un compuesto multicomponente de cualquier anchura. Un compuesto de láminas puede estar, por ejemplo, dividido longitudinalmente en un único punto de su superficie transversal, mientras que el otro compuesto de láminas puede estar dividido longitudinalmente, por ejemplo,

en dos puntos de su superficie transversal, la cual se corresponde con la superficie transversal de la primera. El compuesto multicomponente puede estar formado a través de una disposición alternativa de estos dos compuestos de láminas, pudiendo estar formado también el compuesto multicomponente a partir de más de dos compuestos de láminas. Los compuestos individuales de láminas también presentar tener otro número de divisiones longitudinales.

5 Para la configuración del compuesto multicomponente es esencial que las divisiones longitudinales de los compuestos adyacentes de láminas estén colocadas de forma escalonada entre sí con respecto a la extensión longitudinal del compuesto multicomponente, o bien que no estén alineados entre sí en la dirección del grueso del compuesto multicomponente. Alternativamente, los compuestos de láminas de las capas compuestas no están configurados correspondientemente divididos longitudinalmente.

10 A continuación, la invención se aclara, a título de ejemplo, con referencia a las figuras adjuntas, según formas de ejecución preferidas, pudiendo representar las características explicadas a continuación, tanto respectivamente por sí mismas como también en diferente combinación entre sí, un aspecto ventajoso y/o de perfeccionamiento de la invención.

### Breve descripción de las figuras

15 Se muestran:

Fig. 1 una representación esquemática y en perspectiva de un ejemplo de ejecución para un transformador según la invención;

Fig. 2 una representación esquemática y en perspectiva del dispositivo de sujeción mostrado en la Fig. 1;

20 Fig. 3 una representación esquemática y en perspectiva de un corte parcial de una sección del transformador mostrado en la figura 1;

Fig. 4 una representación esquemática y en perspectiva de un corte parcial de otra sección del transformador mostrado en la figura 1, en una primera variante;

Fig. 5 una representación esquemática y en perspectiva de un corte parcial de otra sección del transformador mostrado en la figura 1, en otra variante;

25 Fig. 6 una representación esquemática de un corte de otro ejemplo de ejecución para un transformador según la invención;

Fig. 7 otra representación esquemática de un corte del transformador mostrado en la figura 6, y

Fig. 8 una representación esquemática de un corte de otro ejemplo de ejecución para un transformador según la invención.

### 30 Descripción detallada de las figuras

En las figuras, los componentes idénticos, o bien con la misma función, están dotados con los mismos signos de referencia. Puede haberse omitido una descripción repetida de estos componentes.

La figura 1 muestra una representación esquemática y en perspectiva de un ejemplo de ejecución de un transformador 1 según la invención, en forma de transformador trifásico.

35 El transformador 1 presenta un núcleo de apilamiento de transformador magnético blando 2 con capas, no mostradas, con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, en particular una aleación FeSiB. El núcleo de apilamiento de transformador 2 presenta tres patas 3 de bobina, paralelas entre sí, y dos culatas 4, unidas con los extremos opuestos de las patas de la bobina 3. En cada pata 3 de bobina se han colocado dos bobinas 18 y 19.

40 Las patas de la bobina 3 y la culata 4 están formados respectivamente por una pila de cuerpos compuestos, no mostrados, unidos con unión positiva de material, estando formado cada cuerpo compuesto a partir de secciones compuestas alargadas, no mostradas, unidas con unión positiva de material, de un compuesto multicomponente en forma de banda, que no se muestra. El compuesto multicomponente respectivo presenta al menos dos capas compuestas de material, no mostradas y unidas con unión positiva de material, formándose cada capa compuesta a

45 a partir de un compuesto de láminas, no mostrado, presentando cada compuesto de láminas al menos dos láminas magnéticas blandos en forma de banda, no mostradas, con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, en particular una aleación FeSiB, estando las láminas unidas entre sí con unión positiva de material.

Las capas compuestas del compuesto multicomponente pueden formarse respectivamente a partir de un compuesto de láminas dividido longitudinalmente, no mostrado, estando un compuesto de láminas dividido longitudinalmente con respecto a una anchura transversal, no mostrada, del compuesto multicomponente respectivo, en otra posición, respecto al compuesto de láminas, que el otro compuesto de láminas adyacente.

50

El transformador 1 también presenta un dispositivo de sujeción 5 para sostener el núcleo de apilamiento de transformador 2. El dispositivo de sujeción 5 presenta dos unidades de sujeción 6 y 7, cada una dispuesta en una de las dos culatas 4 de tal manera que las unidades de sujeción 6 y 7 están colocadas en áreas finales opuestas del núcleo de apilamiento de transformador 2.

5 Además, el dispositivo de sujeción 5 presenta cuatro medios mecánicos 8 de sujeción, que actúan sobre las unidades de sujeción 6 y 7, a través de los cuales las dos unidades de sujeción 6 y 7 están conectadas entre sí, de forma desmontable y no destructiva. Cada medio de sujeción 8 está diseñado como una unión por tornillos. Los medios de sujeción 8 están dispuestos respectivamente en una zona de la esquina del dispositivo de sujeción 5.

10 Además, el dispositivo de sujeción 5 presenta cuatro separadores 9, empotrados entre las unidades de sujeción 6 y 7, los cuales están configurados en el ejemplo de ejecución con forma de manguito, siendo conducido un vástago roscado 39 del medio de sujeción respectivo 8 a través del separador respectivo 9. Los vástagos roscados 39 del medio de sujeción 8 se pueden extender hacia arriba por encima de la unidad de sujeción 6, de tal forma que se utilicen además para sostener una tapa, no mostrada, de un recipiente del transformador, no mostrado.

15 Además, el dispositivo de sujeción 5 presenta varios elementos de resorte, no mostrados y colocados entre la unidad de sujeción respectiva 6, o bien 7, y el núcleo de apilamiento de transformador 2. El dispositivo de sujeción 5 está configurado de tal manera que los elementos del muelle están deformados elásticamente en el núcleo de apilamiento de transformador 2 dispuesto en el dispositivo de sujeción 5, a través de un contacto, al menos indirecto, que resulta de ello, con el núcleo de apilamiento de transformador 2. Al menos un elemento de resorte puede estar configurado en forma de U, de tal manera que el mismo abarca, con unión positiva de forma, al núcleo de apilamiento de transformador 2, a lo largo de al menos una sección de unión de la respectiva culata 4, de tal modo que una zona de unión, no mostrada, entre al menos una pata de bobina 3 y la culata respectiva 4, se encuentra entre las patas paralelas, no mostradas, del elemento de resorte. Una fuerza de retroceso, que se puede aplicar con el elemento de resorte respectivo, se puede ajustar por separado.

25 Cada unidad de sujeción 6, o bien 7, presenta dos elementos de sujeción 10 y 11, que están dispuestos en zonas finales, opuestas entre sí, de la culata respectiva 4. Además, cada unidad de sujeción 6 y 7 presenta dos elementos mecánicos de sujeción 12, los cuales actúan sobre los elementos de sujeción 10 y 11, a través de los cuales los dos elementos de sujeción 11 y 12 están conectados entre sí de forma desmontable y no destructiva. Además, cada unidad de sujeción 6, o bien 7, presenta dos separadores 13, empotrados entre los elementos de sujeción 10 y 11, los cuales están configurados, en el ejemplo de ejecución, con forma de manguito, siendo conducido un vástago roscado 40 del medio de sujeción respectivo 12 a través del separador respectivo 13. Cada unidad de sujeción 6, o bien 7, presenta además varios elementos de resorte, no mostrados, colocados entre el elemento de sujeción respectivo 11 o 12 y la culata 4 respectiva. El dispositivo de sujeción respectivo 6, o bien 7, está configurado de tal manera que el elemento de resorte respectivo está deformado elásticamente, en el núcleo de apilamiento de transformador 2 dispuesto en el dispositivo de sujeción 5, a través de un contacto, al menos indirecto, que resulta de ello, con el núcleo de apilamiento de transformador 2. Una fuerza de retroceso, que se puede aplicar con el elemento de resorte respectivo, se puede ajustar por separado.

35 Además, el dispositivo de sujeción 5 puede presentar al menos un elemento de resorte, no mostrado, colocado, al menos parcialmente, entre el separador respectivo 9 y el núcleo de apilamiento de transformador 2, pudiendo estar configurado el dispositivo de sujeción 5 de tal forma que el elemento de resorte está deformado elásticamente, en el núcleo de apilamiento de transformador 2 dispuesto en el dispositivo de sujeción 5, a través de un contacto, al menos indirecto, que resulta de ello, con el núcleo de apilamiento de transformador 2.

Además, el dispositivo de sujeción 5 puede presentar al menos una pieza distanciadora, no mostrada, colocada entre dos patas de bobina 3, adyacentes entre sí, sobre la que las dos patas de bobina 3 se apoyan lateralmente entre sí. Las piezas distanciadoras correspondientes se muestran, a título de ejemplo, en la figura 6.

45 El dispositivo de sujeción 5 presenta también tres pares de elementos de soporte 14, colocados respectivamente en dos respectivos lados opuestos de la pata de bobina respectiva 3, los cuales están unidos, en los respectivos lados finales, con las dos unidades de sujeción 6 y 7.

50 Además, el dispositivo de sujeción 5 presenta, por cada pata de bobina 3, cuatro elementos 15 de soporte de bobina, para el soporte axial de los carretes de bobina 18 y 19, dispuestos en la pata de bobina 3 respectiva. Por cada pata de bobina 3 están dispuestos dos elementos 15 de soporte de bobina en una unidad de sujeción 6, y los otros dos elementos 15 de soporte de bobina en la otra unidad de sujeción 7. Por cada pata de bobina 3, los elementos 15 de soporte de la bobina están dispuestos en parejas, en lados opuestos de la pata 3 de bobina respectiva. Como se indica en la unidad de sujeción 7 con líneas de trazos y puntos, elementos de soporte 15, que transcurren entre las patas 3 de bobina, dispuestas una junto a la otra, pueden estar unidos monolíticamente entre sí.

55 Además, el dispositivo de sujeción 5 presenta, por cada elemento de soporte de bobina 15, dos elementos de resorte, no mostrados, colocados entre la unidad de sujeción respectiva 6, o bien 7, y el elemento de soporte 15 de bobina respectivo, los cuales encastran respectivamente en una abertura 16 en la respectiva unidad de sujeción 6 o 7. El dispositivo de sujeción 5 está diseñado de tal manera que los elementos de resorte, en el núcleo 2 de apilamiento de

transformador colocado en el dispositivo de sujeción 5, con bobinas 18 y 19 situadas en el mismo e indicadas mediante líneas de trazos y puntos, están deformados elásticamente, a través de un contacto indirecto que se da en ello, a través de los elementos 15 de soporte de la bobina, con al menos una bobina 18 o 19.

5 La figura 2 muestra una representación esquemática y en perspectiva del dispositivo 5 de sujeción mostrado en la figura 1. En particular, se muestran todos los cuatro separadores 9.

La figura 3 muestra una representación esquemática y en perspectiva de un corte parcial de una sección del transformador 1 mostrado en la figura 1. Las bobinas se omiten, a través de lo cual los elementos de soporte 14 y su disposición respectiva en la pata 3 de bobina respectiva, son más fáciles de reconocer.

10 La figura 4 muestra una representación esquemática y en perspectiva de un corte de otra sección del transformador 1, mostrado en la figura 1, en la zona del elemento de sujeción 11 de la unidad de sujeción 6, en una primera variante. Se muestra una abertura 16, configurada en el elemento de sujeción 11, en la que encastra un perno 20 del elemento de resorte 21 mostrado. En una placa de soporte 22, que está formada a través de la unión monolítica de elementos de soporte de bobina, no mostrados, y dispuestos entre las patas 3 de bobina, que están dispuestas de forma adyacente, como se indica en las figuras 1 y 3, se ha configurado para cada elemento de resorte 21 una entalladura propia 23, en la que está alojado parcialmente el elemento de resorte respectivo 21. En una parte inferior 24 de la entalladura 23 se ha configurado una escotadura 25, en la que encastra otro perno 26 del elemento de resorte respectivo 21. Cada elemento de resorte 21 está fabricado monolíticamente de un elastómero.

20 La figura 5 muestra una representación esquemática y en perspectiva de un corte de otra sección del transformador 1 mostrado en la figura 1, en la zona del elemento de sujeción 11 de la unidad de sujeción 6, en otra variante. Se muestra una abertura 16, configurada en el elemento de sujeción 11, en la que encastra un perno 17 del elemento de resorte 27 mostrado, en forma de placa. El elemento de resorte 27 se apoya en un lado en una placa de soporte 28, que está formada a través de la unión monolítica de elementos de soporte de bobina, no mostrados, y dispuestos entre las patas 3 de bobina, que están dispuestas de forma adyacente, como se indica en las figuras 1 y 3. Cada elemento de resorte 27 está fabricado monolíticamente de un elastómero.

25 La figura 6 muestra una representación esquemática de otro ejemplo de ejecución para un transformador 29, según la invención, en forma de un transformador trifásico. El transformador 29 difiere sustancialmente del ejemplo de ejecución mostrado en las figuras 1 a 5, debido a que el núcleo 2 de apilamiento de transformador está apoyado, a través de elementos de resorte 30 y 31, configurados con gran superficie, en la unidad de sujeción 6, o bien 7, y a través de otros dos respectivos elementos de resorte 32, en los separadores 33, los cuales están dispuestos separados respecto a los medios de sujeción 8. Por lo demás, el transformador 29 puede estar configurado de acuerdo con las figuras 1 a 5, por lo cual, para evitar repeticiones, se remite en el resto a la descripción anterior respecto a las figuras 1 a 5. El dispositivo de sujeción 5 presenta además cuatro piezas distanciadoras 34, colocada en parejas entre dos patas de bobina 3 adyacentes entre sí, sobre las que están apoyadas lateralmente entre sí las dos patas de bobina 3 respectivas.

35 La figura 7 muestra otra representación esquemática de un corte del transformador 29 mostrado en la figura 7, según el plano de corte A-A de la figura 6. Se puede ver que los elementos de resorte 30 y 31 están configurados respectivamente con una sección transversal en forma de U. Una respectiva zona de conexión 35, entre la culata 4 respectiva y la pata de bobina 3 respectiva, está colocada entre las patas paralelas 36 del elemento de resorte 36 respectivo. En lugar del elemento de resorte respectivo 30 o 31, configurado en forma de U, pueden colocarse correspondientemente en forma de U tres elementos, no mostrados y fabricados por separado, estando configurado un elemento, que configura una pata, como un elemento de resorte, y el otro elemento, que configura una pata, como un cuerpo deslizante, mientras que el elemento que une a estos dos elementos puede configurarse como un elemento de resorte.

45 La figura 8 muestra una representación esquemática de un corte de otro ejemplo de ejecución para un transformador 37, según la invención, en forma de un transformador trifásico. El transformador 37 se distingue especialmente del de las figuras 6 y 7 por que cada unidad de sujeción 6, o bien 7, está configurada con forma de U en su sección transversal, y presenta con ello dos patas 38, que transcurren paralelamente, entre las cuales se incluye el elemento de resorte respectivo 30 o 31. Los medios mecánicos de sujeción de la unidad de sujeción 5 no se muestran. Entre los extremos libres de las patas 38 y al menos una bobina 18, o bien 19, está colocado respectivamente elemento de resorte 41, que está deformado elásticamente a través del contacto con la bobina respectiva 18, o bien 19.

**Lista de signos de referencia**

- 1 transformador
- 2 núcleo de apilamiento de transformador
- 3 pata de bobina
- 55 4 culata
- 5 dispositivo de sujeción

	6	unidad de sujeción
	7	unidad de sujeción
	8	medio de sujeción de 5
	9	separador de 5
5	10	elemento de retención
	11	elemento de retención
	12	medio de sujeción de 6, 7
	13	separador de 6, 7
	14	elemento de apoyo
10	15	elemento de apoyo de bobinas
	16	abertura en 10, 11
	17	perno de 27
	18	arrollamiento
	19	arrollamiento
15	20	perno de 21
	21	elemento de resorte
	22	placa de apoyo
	23	cavidad en 22
	24	suelo de 23
20	25	escotadura en 23
	26	perno de 21
	27	elemento de resorte
	28	placa de apoyo
	29	transformador
25	30	elemento de resorte
	31	elemento de resorte
	32	elemento de resorte
	33	separador
	34	pieza distanciadora
30	35	zona de unión entre 3 y 4
	36	pata de 30, 31
	37	transformador
	38	pata de 6, 7
	39	vástago roscado de 8
35	40	vástago roscado de 12
	41	elemento de resorte

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de sujeción (5) para sostener un núcleo de apilamiento de transformador magnético blando (2), con capas con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, especialmente una aleación de FeSiB, en la que el núcleo de apilamiento de transformador (2) presenta al menos dos patas (3) de bobina que transcurren de forma paralela, y dos culatas (4) conectadas con extremos opuestos entre sí de las patas de bobina (3), presentando
- al menos dos unidades de sujeción (6, 7), las cuales pueden colocarse respectivamente de tal forma en una de las dos culatas (4), que las unidades de sujeción (6, 7) están dispuestas en áreas finales opuestas del núcleo de apilamiento de transformador (2), y
  - 10 - al menos un medio de sujeción mecánica (8), que actúa sobre las dos unidades de sujeción (6, 7), a través del cual las dos unidades de sujeción (6, 7) están unidas entre sí de forma desmontable y no destructiva, caracterizado por que el dispositivo de sujeción presenta
  - al menos un separador (9, 33) empotrado entre las unidades de sujeción (6, 7), y
  - 15 - al menos un elemento de resorte (30, 31) que puede colocarse entre al menos una unidad de sujeción (6, 7) y el núcleo de apilamiento de transformador (2),
  - estando configurado el dispositivo de sujeción (5) de tal manera que el elemento de resorte (30, 31) en el núcleo (2) de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción (5), se deforma elásticamente a través de un contacto, al menos indirecto, que se da en ello con el núcleo (2) de apilamiento de transformador.
- 20 2. Dispositivo de sujeción (5) según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos una unidad de retención (6,7) presenta al menos dos elementos de retención (10, 11), que se pueden colocar en zonas opuestas de culata de la culata respectivo (4), al menos un medio de sujeción mecánica (12), que actúa sobre los dos elementos de sujeción (10, 11) a través del cual los dos elementos de sujeción (10, 11) están unidos entre sí de forma desmontable y no destructiva, al menos un separador (13), empotrado entre los elementos de sujeción (10, 11), pudiéndose colocar el elemento de resorte (30, 31), al menos uno, entre al menos un elemento de retención(10, 11) y la culata respectiva (4), estando configurada la unidad de retención (6, 7) de tal manera que el elemento de resorte (30, 31) está deformado elásticamente en el núcleo (2) de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción (5), a través de un contacto, al menos indirecto, que se da en ello con el núcleo (2) de apilamiento de transformador.
- 25 3. Dispositivo de sujeción (5) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el elemento de resorte (30, 31), al menos uno, está configurado en forma de U, de tal manera que en el núcleo (2) de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción, abarca a lo largo a al menos una sección de la culata respectiva (4), con unión positiva de material, de tal forma que un área de unión (35) entre las patas de la bobina (3) y la culata respectivo (4), se encuentra entre piernas paralelas (36) del elemento de resorte.
- 30 4. Dispositivo de sujeción (5) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por al menos un elemento de resorte (32), que puede colocarse, al menos parcialmente, entre el separador (33) y el núcleo de apilamiento de transformador (2), estando configurado el dispositivo de sujeción (5) de tal manera que el elemento de resorte (32) está deformado elásticamente en el núcleo (2) de apilamiento de transformador, colocado en el dispositivo de sujeción (5), a través de un contacto, al menos indirecto, que se da en ello con el núcleo (2) de apilamiento de transformador.
- 35 5. Dispositivo de sujeción (5) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por al menos una pieza distanciadora (34), que puede colocarse entre dos patas de bobina adyacentes entre sí, en la que las dos patas de bobina (3) se apoyan lateralmente una sobre la otra, en el núcleo de apilamiento de transformador dispuesto del dispositivo de sujeción.
- 40 6. Dispositivo de sujeción (5) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por al menos dos elementos de soporte (14), que se pueden colocar en lados opuestos de una pata de bobina (3), y que están unidos respectivamente en sus extremos a las dos unidades de sujeción (6, 7) en el núcleo de apilamiento de transformador dispuesto del dispositivo de sujeción.
- 45 7. Dispositivo de sujeción (5) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por al menos cuatro elementos de soporte de bobina (15) para soporte axial de bobinas (18, 19) colocadas en una pata de bobina (3), estando colocados dos elementos de soporte de bobina (15) en una unidad de sujeción (6, 7) y los otros dos elementos de soporte de bobina (15) en la otra unidad de sujeción (6, 7), pudiendo situarse los elementos de soporte de bobina (15), en parejas, en lados opuestos de la pata de la bobina (3), y por cada elemento de soporte de bobina (15) al menos un elemento de resorte (21, 27, 41) que se puede colocar, o bien entre la unidad de sujeción respectiva (6, 7) y el elemento de soporte de bobina respectivo (15), o entre el elemento de soporte de bobina respectivo (15) y las bobinas respectivas (18, 19), estando configurado el dispositivo de sujeción (5) de tal manera que el elemento de resorte (21, 27, 41) está deformado elásticamente en el núcleo (2) de apilamiento de transformador, con las bobinas (18, 19) colocadas en el mismo, situado en el dispositivo de sujeción (5), a través de un contacto, al menos indirecto, que se
- 50
- 55

da en ello, con al menos una bobina (18, 19) .

8. Dispositivo de sujeción (5) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que una fuerza de retroceso que puede aplicarse con el elemento de resorte respectivo (21, 27, 30, 31, 32, 41), puede ajustarse por separado.

9. Transformador (1, 29, 37), especialmente transformador trifásico, presentando

- 5 - al menos un núcleo de apilamiento de transformador magnético blando (2), con capas con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, especialmente de una aleación de FeSiB, presentando el núcleo (2) de apilamiento de transformador al menos dos patas (3) de bobina, que transcurren paralelas entre sí, y dos culatas (4) unidas con extremos de las patas de bobina (3) opuestos entre sí, y
- 10 - al menos un dispositivo de sujeción (5) para la sujeción del núcleo de apilamiento de transformador (2), caracterizado por que el dispositivo de sujeción (5) está configurado según una de las reivindicaciones 1 a 8.

10. Transformador (1, 29, 37) según la reivindicación 9, caracterizado por que las patas de bobina (3,) y la culata (4), están formadas respectivamente por una pila de cuerpos compuestos unidos entre sí con unión positiva de material, estando configurado cada cuerpo compuesto por secciones compuestas, tronzadas y unidas entre sí con unión positiva de material, de un compuesto multicomponente en forma de banda, en el que el compuesto multicomponente presenta

- 15 al menos dos capas compuestas, unidas entre sí con unión positiva de material, estando configurada cada capa compuesta de un compuesto de láminas, estando configurado cada compuesto de láminas por al menos dos láminas magnéticas blandos en forma de banda, con una microestructura amorfa y/o nanocristalina de una aleación de hierro, en particular de una aleación de FeSiB, en la que las láminas están unidas entre sí con unión positiva de material.

- 20 11. Transformador (1, 29, 37) según la reivindicación 10, caracterizado por que las capas compuestas están formadas respectivamente por un compuesto de láminas, estando dividido el compuesto de láminas longitudinalmente en otro punto, respecto a una anchura transversal del cuerpo compuesto respectivo, que el otro compuesto de láminas colocado de forma adyacente al compuesto de láminas.

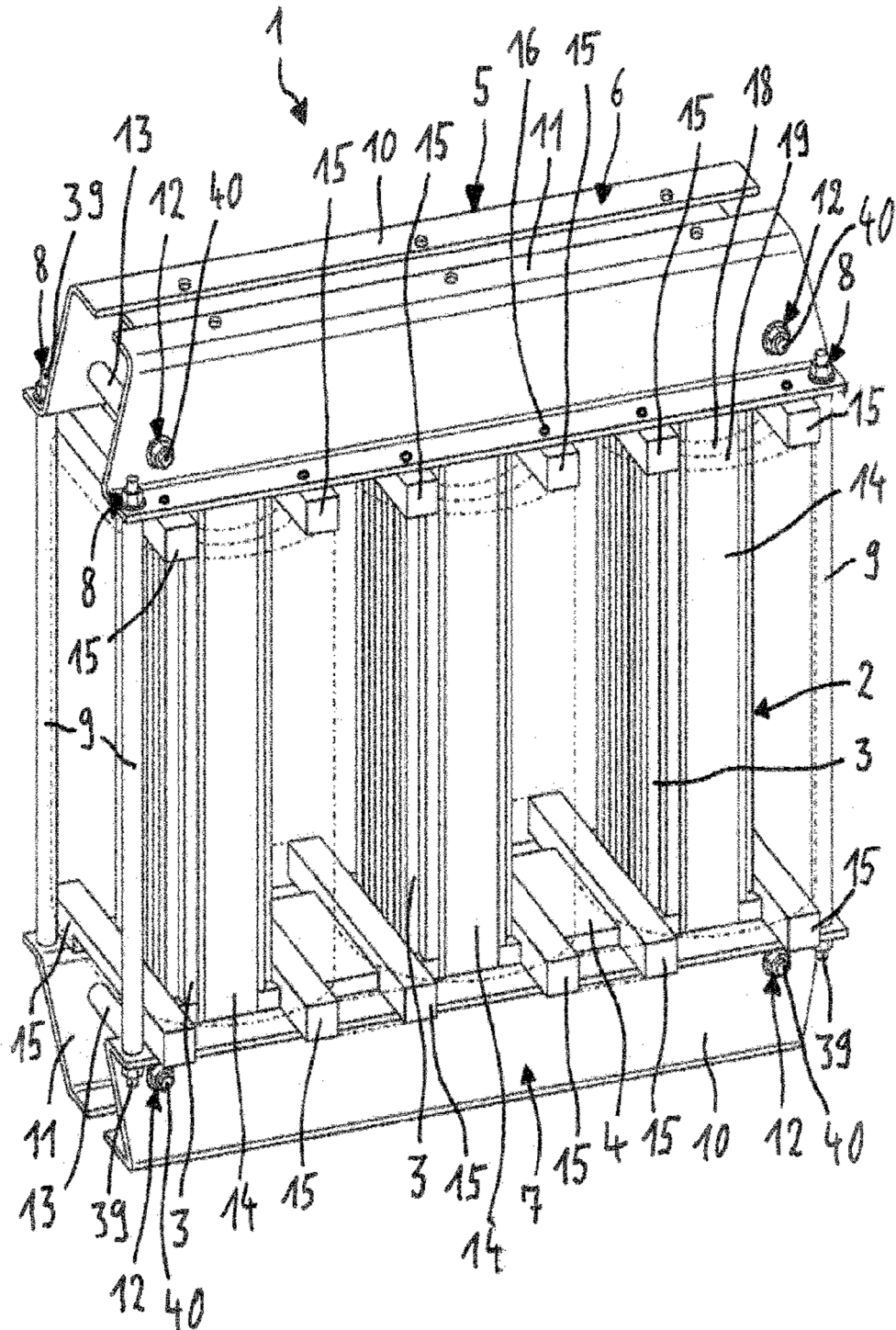


Fig. 1



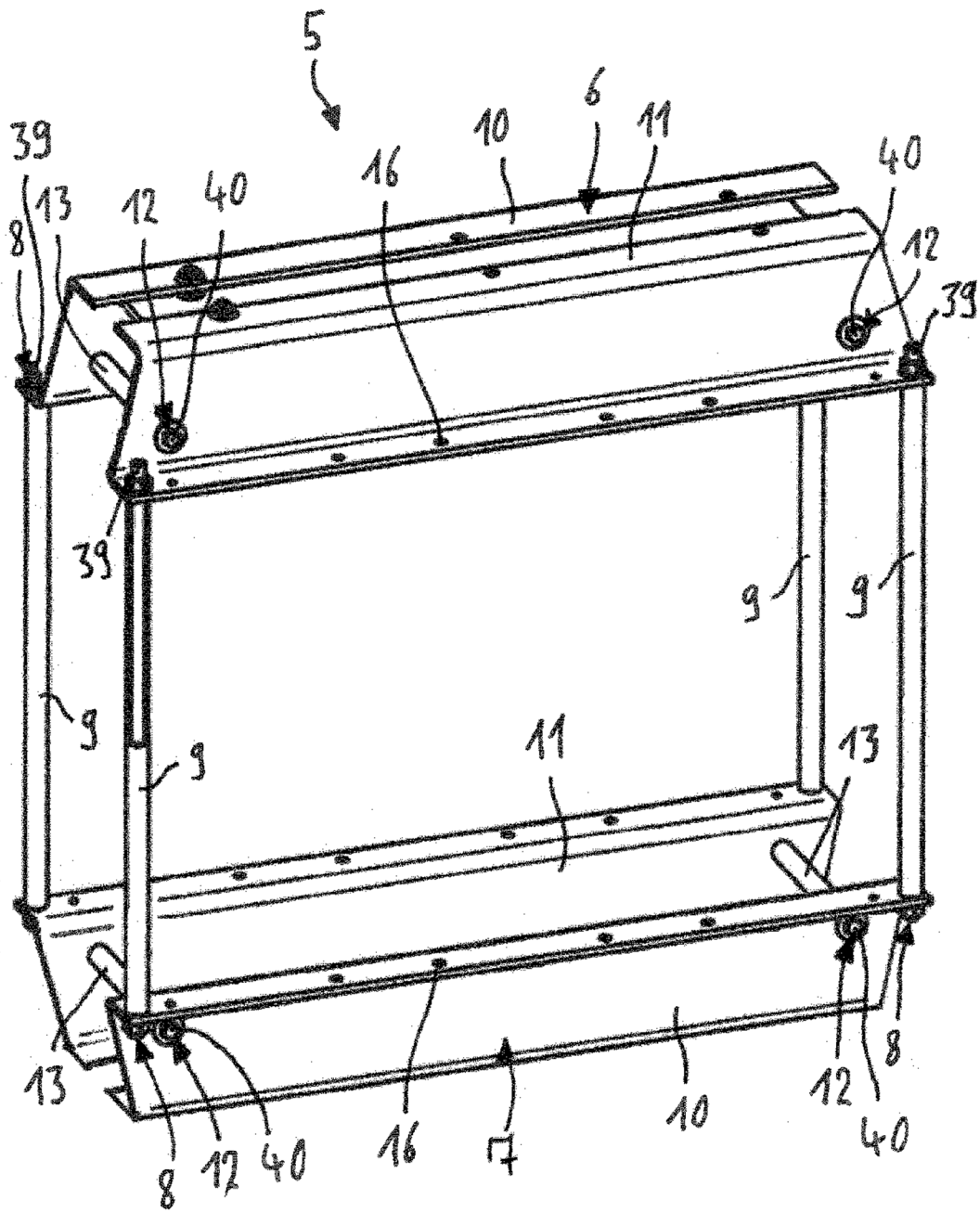


Fig. 2

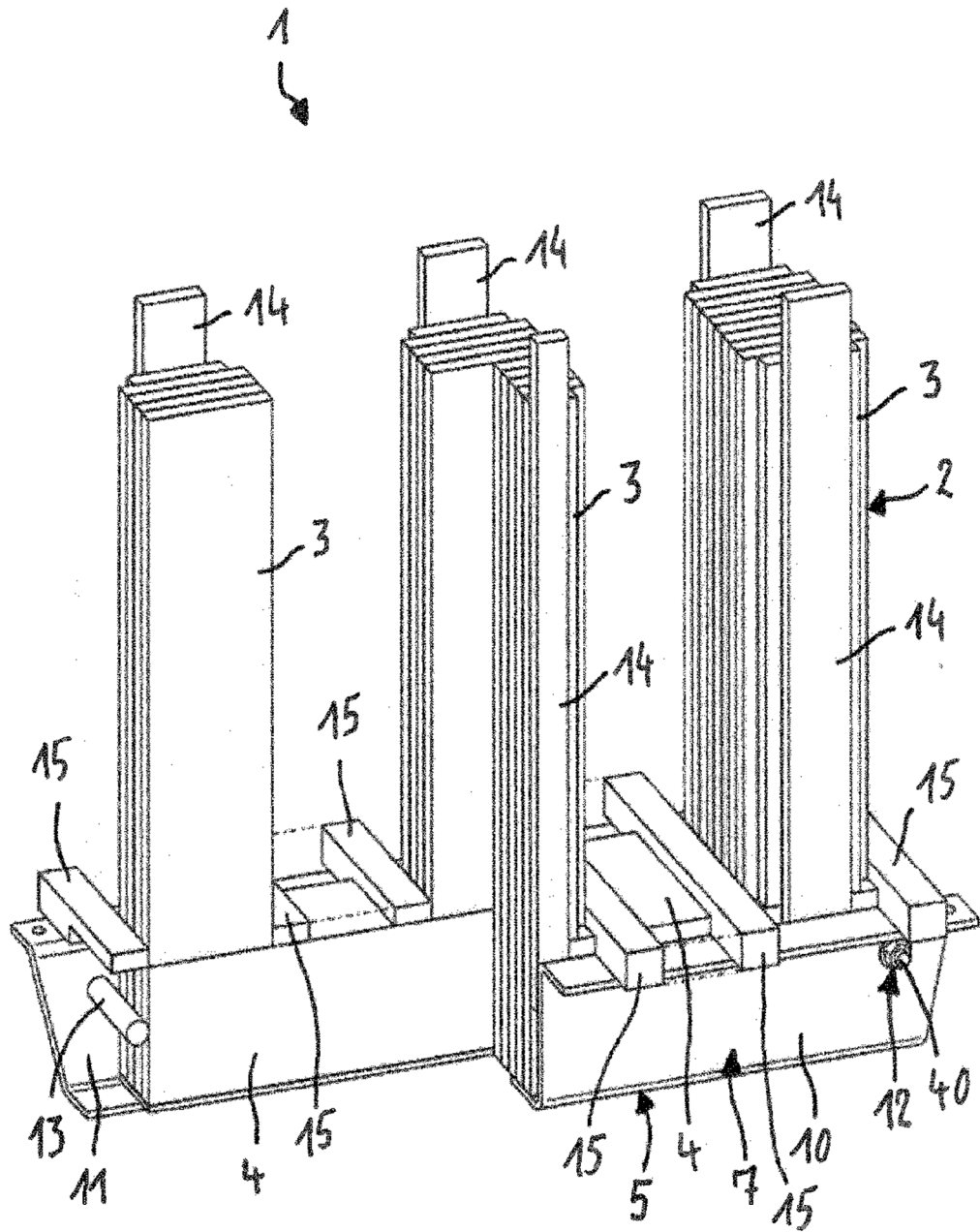


Fig. 3

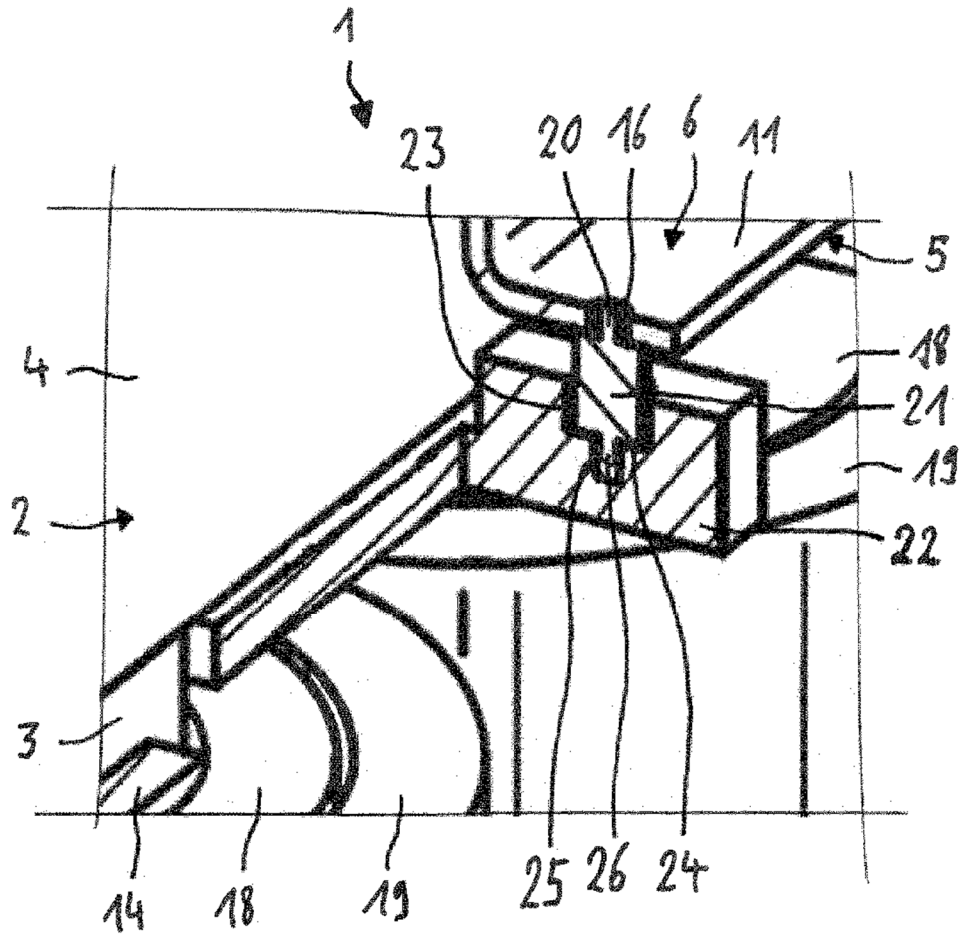


Fig. 4

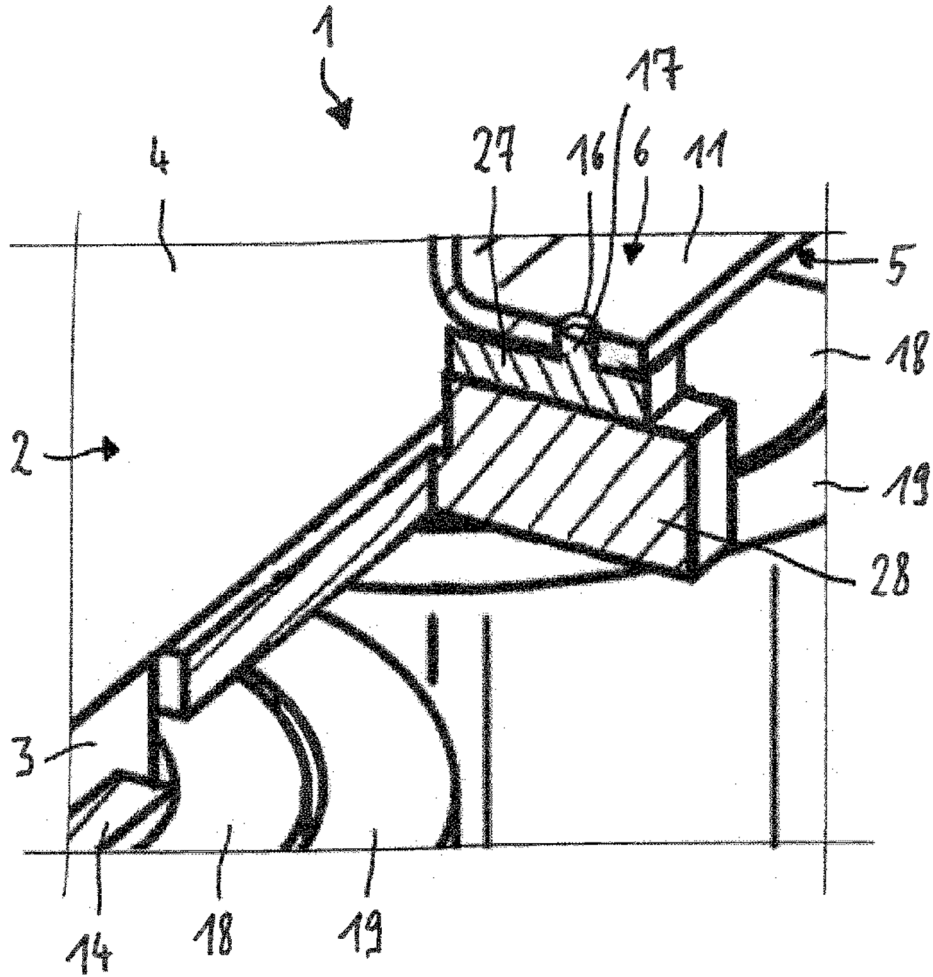


Fig. 5

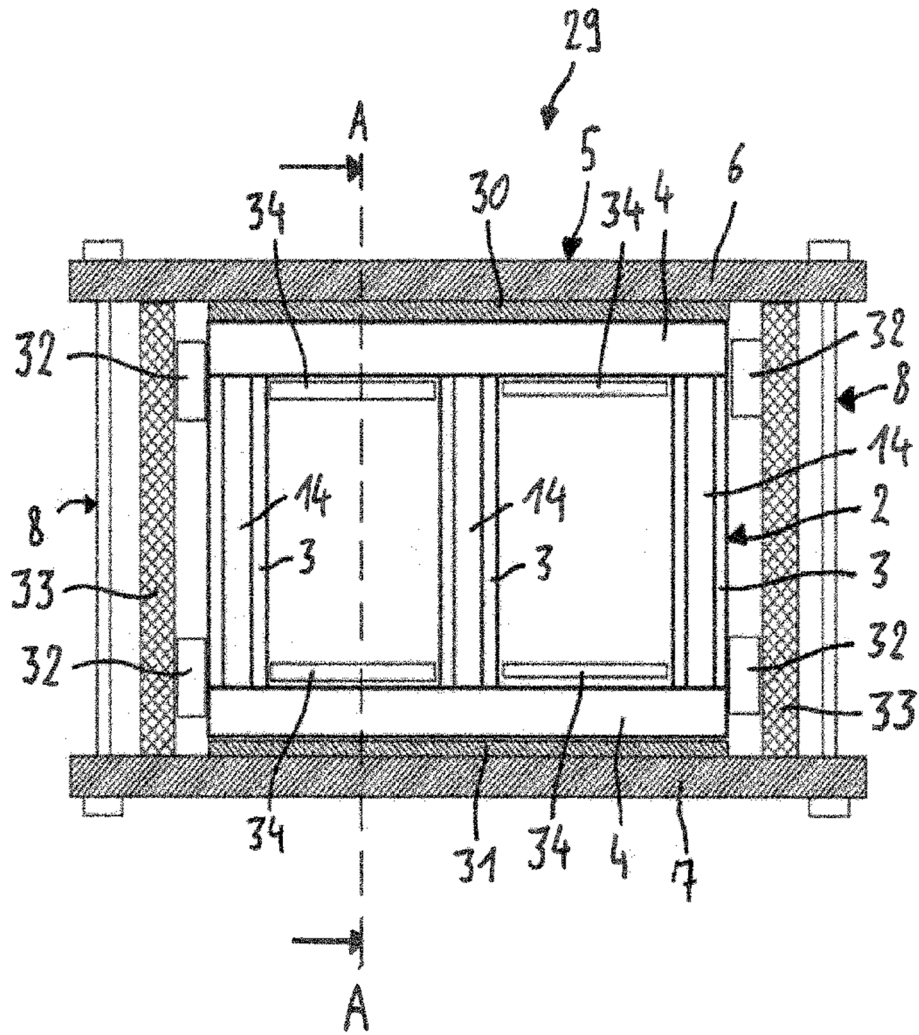


Fig. 6

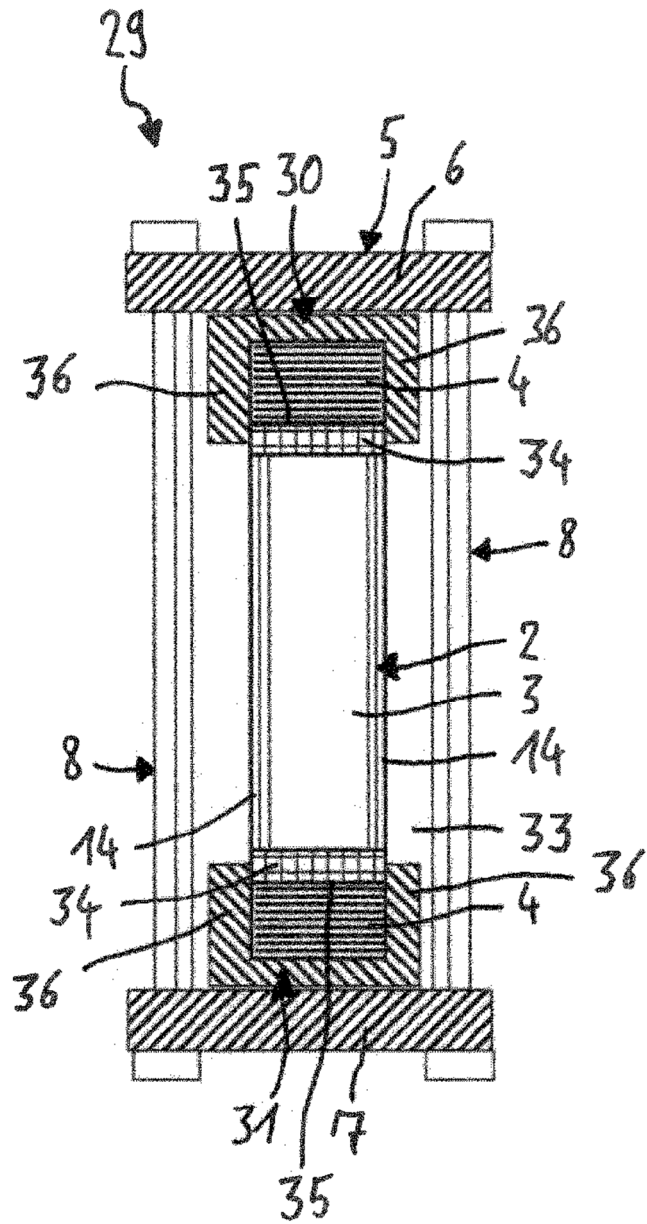


Fig. 7

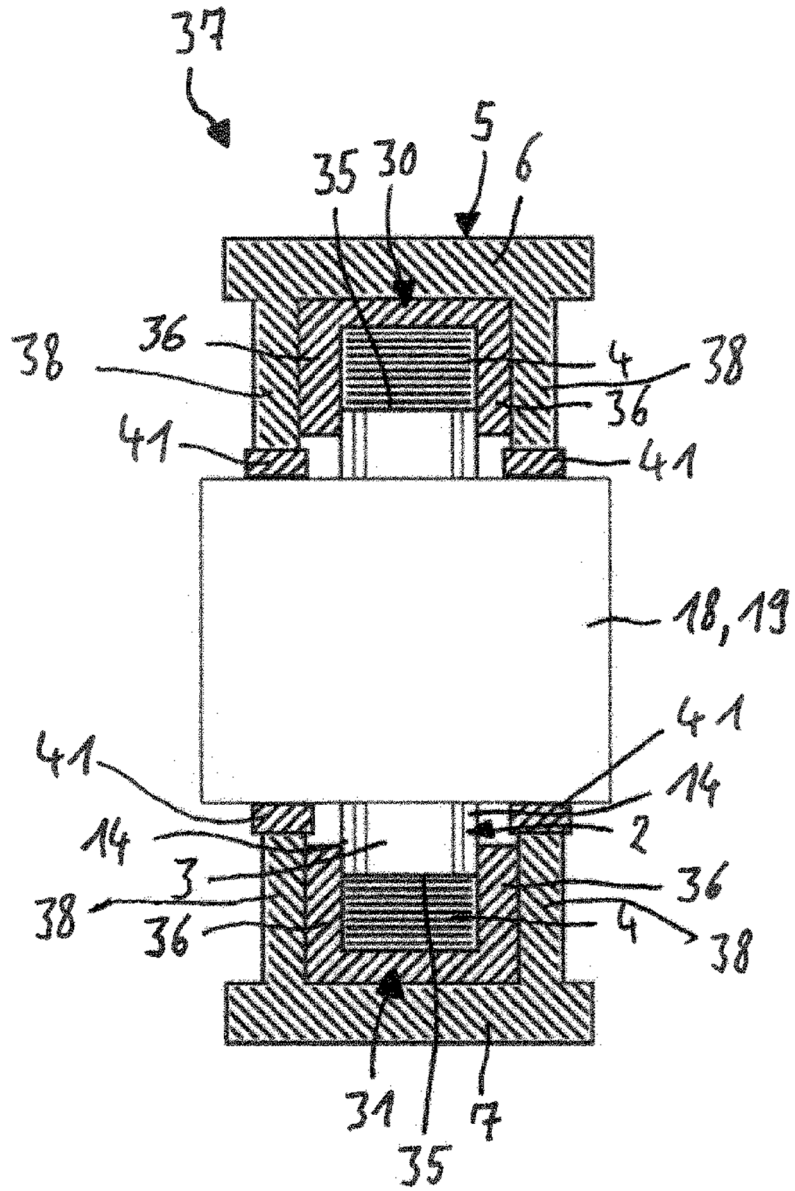


Fig. 8