

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 002**

51 Int. Cl.:

H01F 3/10 (2006.01)

H01F 17/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2011** **E 11150015 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013** **EP 2472531**

54 Título: **Núcleo de inductor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.08.2013

73 Titular/es:

HÖGANÄS AB (100.0%)
Bruksgatan 35
263 83 Höganäs, SE

72 Inventor/es:

ANDERSSON, OLA y
PENNANDER, LARS-OLOV

ES 2 421 002 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

Núcleo de inductor.

5 Campo técnico

El presente concepto inventivo se refiere a núcleos de inductor.

Antecedentes

10 Los inductores se usan en una amplia variedad de aplicaciones tales como procesamiento de señales, filtración de ruido, generación de potencia, sistemas de transmisión eléctrica, etc. Con el fin de proporcionar inductores más compactos y más eficaces, el devanado conductor de electricidad del inductor puede disponerse alrededor de un núcleo magnéticamente conductor alargado, es decir un núcleo de inductor. Un núcleo de inductor está hecho preferiblemente de un material que presenta una permeabilidad superior a la del aire, pudiendo permitir el núcleo de inductor un inductor de mayor inductancia.

15 Los núcleos de inductor están disponibles en una amplia variedad de diseños y materiales, que tienen cada uno sus ventajas y desventajas específicas. Sin embargo, en vista de la demanda siempre creciente de inductores en diferentes aplicaciones, existe todavía la necesidad de núcleos de inductor que tengan un diseño flexible y eficaz y que puedan usarse en una amplia gama de aplicaciones.

20 El documento US 2010/0308950 da a conocer un transformador reductor (*choke*) que incluye un núcleo y una bobina hueca. El núcleo incluye un primer cuerpo de núcleo y un segundo cuerpo de núcleo. El primer cuerpo de núcleo incluye un poste. El segundo cuerpo de núcleo es una placa plana y tiene una abertura. Un extremo del poste es adecuado para disponerse en la abertura y unirse a la misma. La bobina hueca se encaja en el poste.

25 El documento US 2005/0104702 da a conocer un elemento de inductancia que tiene un núcleo de tambor alrededor del cual va a enrollarse un devanado y un núcleo anular que rodea una circunferencia del núcleo de tambor, en el que están previstos salientes o bien en una superficie lateral exterior de una sección de reborde superior del núcleo de tambor o bien en una superficie lateral interior del núcleo anular, y están previstos rebajes en la otra superficie lateral para encajar con los salientes, teniendo cada uno de los rebajes un plano inclinado que se inclina desde la parte más profunda del rebaje hacia el borde exterior en un lado del rebaje y que tiene una forma de sección transversal bilateralmente asimétrica con respecto a una línea perpendicular trazada desde la parte más profunda hasta una abertura del rebaje visto desde la dirección de una superficie superior del núcleo anular.

35 Sumario

En vista de lo anterior, un objetivo del presente concepto inventivo es satisfacer esta necesidad. A continuación se describirán núcleos de inductor según un primer aspecto (reivindicado explícitamente) y un segundo aspecto (no reivindicado explícitamente) del concepto inventivo. Estos núcleos de inductor de la invención proporcionan una mejora porque hacen posible una pluralidad de diseños de núcleo de inductor más específicos, teniendo cada diseño sus ventajas inherentes pero presentando todos ellos ventajas comunes asociadas al rendimiento y a la fabricación.

40 Según el primer aspecto, se proporciona un núcleo de inductor según el contenido de la reivindicación 1 independiente.

45 Mediante la configuración de los elementos puede obtenerse un trayecto de flujo magnético de baja reluctancia. El elemento externo que rodea al menos en parte el elemento de núcleo puede proporcionar, por tanto, el doble efecto de confinar un flujo magnético, generado por una corriente que fluye en el devanado, al núcleo de inductor y minimizar de ese modo o al menos reducir la interferencia con el entorno mientras actúa como conductor de flujo.

50 Para proporcionar un trayecto de flujo magnético de baja reluctancia, los núcleos de inductor están hechos habitualmente de materiales que tienen una alta permeabilidad magnética. Sin embargo, tales materiales pueden saturarse fácilmente, especialmente a una fuerza magnetomotriz (FMM) más elevada. En caso de saturación, la inductancia del inductor puede disminuir reduciéndose el intervalo de corrientes para el que puede usarse el núcleo de inductor. Una medida conocida para mejorar el intervalo que puede usarse es disponer una barrera de flujo magnético por ejemplo en forma de entrehierro en la parte del núcleo alrededor de la cual se dispone el devanado. Por tanto, para un núcleo alargado de la técnica anterior, el entrehierro se extiende en la dirección axial del núcleo. Un entrehierro apropiadamente dispuesto da como resultado una inductancia máxima reducida. También reduce la sensibilidad de la inductancia a variaciones de corriente. Las propiedades del inductor pueden adaptarse usando entrehierros de diferentes longitudes.

60 Un campo magnético tenderá a expandirse en direcciones perpendiculares a la dirección del trayecto de flujo cuando el flujo magnético se fuerce a través del entrehierro. Esta expansión del flujo se denomina generalmente "flujo arqueado". Un entrehierro pequeño, o corto, arqueará el campo menos que un entrehierro grande, o largo. El arqueamiento del entrehierro disminuirá la reluctancia del flujo y aumentará de ese modo la inductancia del inductor. Sin embargo, también habrá corrientes parásitas generadas en los alrededores de los hilos del devanado si este flujo arqueado magnético cambia con el tiempo y el campo solapa la geometría del hilo. Las corrientes parásitas en el hilo

5 aumentarán las pérdidas del devanado. La disposición del entrehierro de la técnica anterior puede conllevar por lo tanto pérdidas de eficacia, debido a que el flujo arqueado en el entrehierro interacciona con el devanado. Para reducir estas pérdidas, la disposición del devanado en la zona del entrehierro ha de considerarse con cuidado. Además, puede ser necesario usar una geometría de hilo bien diseñada, por ejemplo un devanado de chapas planas o un hilo de Litz que use múltiples filamentos de hilos muy delgados para reducir estas pérdidas.

10 El diseño de núcleo de inductor de la invención del primer aspecto permite un punto de partida a partir del enfoque de la técnica anterior mencionado anteriormente. Más específicamente permite una disponer una barrera de flujo magnético en una parte que se extiende radialmente del trayecto de flujo magnético. Una "barrera de flujo magnético radial" de este tipo hace posible separar el flujo arqueado, que se origina en la barrera de flujo magnético, de los devanados y mitigar de ese modo las pérdidas de eficacia asociadas.

15 "Una barrera de flujo magnético" puede construirse como barrera dispuesta en el núcleo de inductor y que presenta una extensión longitudinal radial y una reluctancia tal que la barrera será un factor determinante para la reluctancia total del trayecto de flujo magnético. La barrera de flujo puede denominarse por tanto también como barrera de reluctancia magnética.

20 Según una realización, la barrera de flujo magnético incluye un material de permeabilidad magnética reducida que está integrado con el elemento de placa y distribuido por una parte radial del mismo. La longitud de la parte radial puede corresponder a la extensión radial completa del elemento de placa o sólo a una parte de la misma.

25 Según una realización, la barrera de flujo magnético se dispone entre el elemento de núcleo y el elemento de placa, separando de ese modo la barrera de flujo magnético el elemento de núcleo y el elemento de placa. Al prever un orificio pasante en el elemento de núcleo, extendiéndose el elemento de núcleo en el interior del orificio pasante, la "barrera de flujo magnético radial" puede formarse fácilmente por un espacio o hueco que se extiende entre el núcleo y el elemento de placa. Una barrera de flujo magnético de este tipo puede denominarse "barrera de flujo magnético radialmente interna". Al prever la barrera de flujo magnético en la posición en la que el trayecto de flujo magnético pasa de una dirección axial a una radial resulta posible conseguir una presencia muy pequeña de flujo arqueado fuera del núcleo de inductor dado que la principal parte del flujo arqueado entre el elemento de núcleo y el elemento de placa puede aparecer en el interior del núcleo de inductor.

35 Según una realización, el elemento externo rodea al menos en parte el elemento de placa. Esto permite una construcción estable dado que el trayecto de flujo magnético en las zonas intermedias tanto entre el elemento de núcleo y el elemento de placa como entre el elemento de placa y el elemento externo está dirigido radialmente. El esfuerzo axial inducido por el flujo sobre el núcleo de inductor puede mantenerse de ese modo bajo.

40 Al disponer el elemento externo para que rodee al menos en parte el elemento de placa, resulta posible disponer la barrera de flujo magnético entre el elemento de placa y el elemento externo, separando de ese modo la barrera de flujo magnético el elemento externo y el elemento de placa entre sí. Una barrera de flujo magnético de este tipo puede denominarse "barrera de flujo magnético radialmente externa". La barrera de flujo magnético radialmente externa y la barrera de flujo magnético radialmente interna proporcionan las mismas ventajas o ventajas correspondientes. sin embargo, la barrera de flujo magnético radialmente externa proporciona una ventaja adicional ya que permite una separación adicional del flujo arqueado, que se origina en la barrera de flujo magnético radialmente externa, de los devanados con lo cual pueden mitigarse las pérdidas de eficacia asociadas.

45 Según una realización, el núcleo de inductor comprende tanto una barrera de flujo magnético radialmente interna como una barrera de flujo magnético radialmente externa. Por tanto, una primera barrera de flujo magnético se dispone entre el elemento de núcleo y el elemento de placa y una segunda barrera de flujo magnético se dispone entre el elemento de placa y el elemento externo. Tal disposición de barrera doble puede proporcionar una mayor flexibilidad de diseño en algunos casos. Además, una disposición de barrera doble permite un flujo arqueado reducido fuera del núcleo de inductor en comparación con una disposición de barrera simple puesto que puede proporcionarse a cada barrera un grosor radial menor al tiempo que se mantiene la misma contribución combinada a la reluctancia total del trayecto de flujo magnético que la disposición de barrera simple. Un grosor radial menor permite una menor separación entre los respectivos elementos, lo que conduce a su vez a menos flujo arqueado.

50 Tal como puede entenderse a partir de lo anterior, el núcleo de inductor del primer aspecto presenta un diseño modular en el que el elemento de placa puede estar formado por separado del elemento de núcleo y del elemento externo. La producción para el elemento de placa puede por tanto optimizarse de manera aislada con respecto a la producción de los demás elementos. Los elementos pueden ensamblarse posteriormente entre sí de manera conveniente.

55 Según una realización, los elementos están hechos de un material de polvo magnético blando. El material de polvo magnético blando puede ser un material compuesto magnético blando (SMC). El material compuesto magnético blando puede comprender partículas de polvo magnético (por ejemplo partículas de hierro) dotadas de un revestimiento eléctricamente aislante. El orificio pasante en el elemento de placa hace posible fabricar núcleos de inductor

más grandes usando la misma cantidad de fuerza de compresión, o a la inversa, fabricar núcleos de inductor con un tamaño de la técnica anterior usando menos fuerza de compresión.

- 5 El diseño de núcleo de inductor según el primer aspecto también ofrece ventajas relacionadas con la tolerancia durante la fabricación. El elemento de núcleo, el elemento de placa y/o el elemento externo pueden fabricarse mediante compactación uniaxial del material de polvo magnético blando. El elemento de núcleo, el elemento de placa y/o el elemento externo pueden fabricarse moldeando el material de polvo magnético blando. El moldeo puede incluir compactar el material de polvo presionando en una dirección correspondiente a la dirección axial de cada elemento respectivo. En la dirección radial, la dimensión del elemento está limitada por las paredes de la cavidad del molde.
- 10 Por tanto puede fabricarse un elemento usando compactación uniaxial con una tolerancia mucho más estrecha en la dirección radial que en la dirección axial. Por consiguiente, los elementos fabricados pueden presentar dimensiones en la dirección radial con alta precisión. Esto es ventajoso dado que permite conseguir un ajuste preciso entre los elementos distribuidos radialmente, unos con respecto a otros. Además, la longitud de la extensión radial de una barrera de flujo magnético (por ejemplo determinada por el radio del orificio pasante y la extensión radial del elemento de núcleo, o por la extensión radial del elemento de placa y la dimensión radial del elemento externo) puede determinarse con precisión, lo que permite a su vez una buena precisión para la inductancia en el producto de inductor final. Este grado de precisión sería muy difícil de conseguir al fabricar un núcleo de inductor compactado con un entrehierro que se extiende axialmente.
- 15 Según una realización, el elemento de núcleo, el elemento externo y el elemento de placa son elementos separados que están adaptados para ensamblarse y formar juntos el trayecto de flujo magnético que se extiende a través del elemento de núcleo, el elemento de placa y el elemento externo. De ese modo, cada elemento puede fabricarse por separado de manera conveniente. El elemento puede hacerse de un material de polvo magnético blando, pudiendo producirse los elementos del núcleo de inductor eficazmente usando herramientas de un solo nivel.
- 20 El diseño modular del núcleo de inductor permite además un diseño híbrido del núcleo de inductor, pudiendo formarse cada elemento del material más apropiado.
- 25 Según una realización, un área de sección transversal conductora de flujo del elemento externo supera un área de sección transversal conductora de flujo del elemento de núcleo. Esto puede ser ventajoso en algunas aplicaciones. Puede ser especialmente ventajoso para algunos diseños híbridos. Por ejemplo, el elemento de núcleo puede hacerse de un material compuesto magnético blando y el elemento externo puede hacerse de ferrita, tal como una ferrita blanda.
- 30 Un material de ferrita puede presentar una permeabilidad más elevada y menores pérdidas de corriente parásita que un material compuesto magnético blando pero también un menor nivel de saturación. Sin embargo, el menor nivel de saturación puede compensarse haciendo el área de sección transversal conductora de flujo del elemento externo mayor que el área de sección transversal conductora de flujo del elemento de núcleo. El nivel de saturación del elemento externo puede aumentarse por tanto pudiendo reducirse las pérdidas globales del núcleo de inductor.
- 35 Según una realización, el elemento de núcleo está hecho de polvo magnético blando y el elemento de placa está hecho de una pluralidad de hojas conductoras laminadas que se extienden en la dirección radial. Puesto que el elemento de núcleo se extiende en el interior del orificio pasante del elemento de placa, el flujo puede transferirse eficazmente entre el elemento de núcleo que se extiende axialmente y las hojas conductoras que se extienden radialmente del elemento de placa. Si esto se combina con la disposición del elemento externo para que rodee al menos en parte el elemento de placa, el flujo puede transferirse eficazmente también entre las hojas conductoras del elemento de placa y el elemento externo.
- 40 Según una realización, el elemento de placa presenta una dimensión axial que disminuye en una dirección radial hacia fuera. Puesto que la circunferencia del elemento de placa aumenta a lo largo de la dirección radial hacia fuera, la dimensión axial del elemento de placa puede reducirse gradualmente al tiempo que se mantiene la misma área de sección transversal conductora de flujo que en la superficie intermedia entre el elemento de placa y el elemento de núcleo. La cantidad de material necesario para el elemento de placa puede reducirse por tanto sin afectar negativamente a la eficacia.
- 45 Según una realización, el orificio pasante del elemento de placa presenta una dimensión radial decreciente a lo largo de una dirección hacia un lado axial externo del elemento de placa. El lado axial externo es el lado del elemento de placa orientado en una dirección opuesta al espacio del devanado entre el elemento de núcleo y el elemento externo.
- 50 Según una realización, el elemento de núcleo se extiende por completo a través del orificio pasante. Esto permite una superficie intermedia grande entre el elemento de núcleo y el elemento de placa.
- 55 Según una realización, el elemento de núcleo se extiende a través y más allá del orificio pasante. Esto permite dotar al elemento de núcleo de medios de enfriamiento en los que el calor generado por el flujo magnético y las corrientes del devanado puede disiparse eficazmente del núcleo de inductor.
- 60
- 65

Según una realización, el elemento de placa es un primer elemento de placa y el núcleo de inductor comprende además un elemento de placa adicional o segundo. El primer elemento de placa y el segundo elemento de placa pueden preverse en extremos opuestos del elemento externo. El primer elemento de placa y el segundo elemento de placa pueden preverse en extremos opuestos del elemento de núcleo. El elemento de núcleo, el elemento externo, el primer elemento de placa y el segundo elemento de placa pueden formar elementos separados y pueden estar adaptados para ensamblarse.

Según una alternativa (que no forma parte explícitamente del primer aspecto reivindicado), el segundo elemento de placa puede estar formado de una pieza con el elemento de núcleo y el elemento externo y disponerse para extenderse en una dirección radial entre el elemento de núcleo y el elemento externo. Esto permite una construcción muy estable.

Una vez ensamblados, los elementos pueden formar juntos un trayecto de flujo magnético que se extiende a través del elemento de núcleo, el primer elemento de placa, el elemento externo y el segundo elemento de placa. Además, los elementos permiten un diseño de núcleo de inductor cerrado que apantalla eficazmente el flujo magnético generado por las corrientes del devanado del entorno.

Según el segundo aspecto (que no se reivindica explícitamente), se proporciona un núcleo de inductor que comprende: un elemento de núcleo que comprende una parte de núcleo que se extiende axialmente y un elemento de placa que se extiende radialmente formado de una pieza con dicha parte de núcleo, un elemento externo que se extiende axialmente que rodea al menos en parte la parte de núcleo, formando de ese modo un espacio alrededor de la parte de núcleo para albergar un devanado entre la parte de núcleo y el elemento externo, rodeando además el elemento externo al menos en parte el elemento de placa, siendo el elemento de núcleo y el elemento externo elementos separados que están adaptados para ensamblarse y formar juntos un trayecto de flujo magnético que se extiende a través de la parte de núcleo, el elemento de placa y el elemento externo.

Mediante la configuración de los elementos puede obtenerse un trayecto de flujo magnético de reluctancia relativamente baja. El elemento externo que rodea al menos en parte el elemento de núcleo puede confinar un flujo magnético, generado por una corriente que fluye en el devanado, al núcleo de inductor y minimizar de ese modo o al menos reducir la interferencia con el entorno mientras actúa como conductor de flujo.

El elemento externo rodea al menos en parte el elemento de placa. Esto permite una construcción estable dado que el trayecto de flujo magnético en la superficie intermedia entre el elemento de placa y el elemento externo está dirigido radialmente. El esfuerzo axial inducido por el flujo sobre el núcleo de inductor puede mantenerse de ese modo bajo. Esto, en combinación con el hecho de que la parte de núcleo y el elemento de placa están integrados, aumenta adicionalmente la estabilidad.

Para proporcionar un trayecto de flujo magnético de baja reluctancia, los núcleos de inductor están hechos habitualmente de materiales que tienen una alta permeabilidad magnética. Sin embargo, tales materiales pueden saturarse fácilmente, especialmente a una fuerza magnetomotriz (FMM) alta. En caso de saturación, la inductancia del inductor puede disminuir reduciéndose el intervalo de corrientes para el que puede usarse el núcleo de inductor. Una medida conocida para mejorar el intervalo que puede usarse es disponer un entrehierro en la parte del núcleo alrededor de la cual se dispone el devanado. Por tanto, para un núcleo alargado de la técnica anterior, el entrehierro se extiende en la dirección axial del núcleo. Un entrehierro apropiadamente dispuesto da como resultado una inductancia máxima reducida. Sin embargo también reduce la sensibilidad de la inductancia a variaciones de corriente. Las propiedades del inductor pueden adaptarse usando entrehierros de diferentes longitudes.

Un campo magnético tenderá a expandirse en direcciones perpendiculares a la dirección del trayecto de flujo cuando el flujo magnético se fuerce a través del entrehierro. Esta expansión del flujo se denomina generalmente "flujo arqueado". Un entrehierro pequeño, o corto, arqueará el campo menos que un entrehierro grande, o largo. El arqueamiento del entrehierro disminuirá la reluctancia del flujo y aumentará de ese modo la inductancia del inductor. Sin embargo, también habrá corrientes parásitas generadas en los alrededores de los hilos del devanado si este flujo arqueado magnético cambia con el tiempo y el campo solapa la geometría del hilo. Las corrientes parásitas en el hilo aumentarán las pérdidas del devanado. La disposición del entrehierro de la técnica anterior puede conllevar por lo tanto pérdidas de eficacia, debido a que el flujo arqueado en el entrehierro interacciona con el devanado. Para reducir estas pérdidas, la disposición del devanado en la zona del entrehierro ha de considerarse con cuidado. Además, puede ser necesario usar una geometría de hilo bien diseñada, por ejemplo un devanado de chapas planas o un hilo de Litz que use múltiples filamentos de hilos muy delgados para reducir estas pérdidas.

El diseño de núcleo de inductor de la invención del primer aspecto permite un punto de partida a partir del enfoque de la técnica anterior mencionado anteriormente. Más específicamente permite una disponer una barrera de flujo magnético en una parte que se extiende radialmente del trayecto de flujo magnético. Una "barrera de flujo magnético radial" de este tipo hace posible separar el flujo arqueado, que se origina en la barrera de flujo magnético, de los devanados y mitigar de ese modo las pérdidas de eficacia asociadas.

Según una realización, la barrera de flujo magnético incluye un material de permeabilidad magnética reducida que está integrado con el elemento de placa y distribuido por una parte radial del mismo. La longitud de la parte radial puede corresponder a la extensión radial completa del elemento de placa o sólo a una parte de la misma.

5 Según el segundo aspecto, el elemento externo rodea al menos en parte el elemento de placa. Esto permite disponer la barrera de flujo magnético entre el elemento de placa y el elemento externo, separando de ese modo la barrera de flujo magnético el elemento de placa y el elemento externo entre sí. Al prever la barrera de flujo magnético en la posición en la que el trayecto de flujo magnético pasa de una dirección axial a una radial resulta posible conseguir un flujo arqueado muy pequeño fuera del núcleo de inductor dado que la principal parte del flujo arqueado entre el elemento de núcleo y el elemento de placa puede aparecer en el interior del núcleo de inductor.

10 El núcleo de inductor del segundo aspecto presenta un diseño modular, pudiendo formarse el elemento de núcleo y el elemento externo por separado entre sí. El método de producción para cada elemento puede por tanto optimizarse de manera aislada con respecto a los métodos de producción de los demás elementos. Los elementos pueden ensamblarse posteriormente entre sí de manera conveniente.

15 Según una realización, los elementos están hechos de un material de polvo magnético blando. El material de polvo magnético blando puede ser un material compuesto magnético blando (SMC). El material compuesto magnético blando puede comprender partículas de polvo magnético (por ejemplo partículas de hierro) dotadas de un revestimiento eléctricamente aislante.

20 El segundo aspecto también ofrece ventajas relacionadas con la tolerancia durante la fabricación. El elemento de núcleo, el elemento de placa y/o el elemento externo pueden fabricarse mediante compactación uniaxial del material de polvo magnético blando. El elemento de núcleo y/o el elemento externo pueden fabricarse moldeando el material de polvo magnético blando. El moldeo puede incluir compactar el material de polvo presionando en una dirección correspondiente a la dirección axial del elemento respectivo. En la dirección radial, la dimensión del elemento está limitada por el molde. Por tanto puede fabricarse un elemento usando compactación uniaxial con una tolerancia mucho más estrecha en la dirección radial que en la dirección axial. El elemento así fabricado puede presentar por tanto tolerancias muy estrechas en la dirección radial. Esto es ventajoso dado que permite conseguir un ajuste preciso entre el elemento de núcleo y el elemento externo. Además, la longitud de la extensión radial de la barrera de flujo magnético (por ejemplo determinada por la dimensión radial del elemento de placa y el elemento externo) puede determinarse con precisión, lo que permite a su vez una buena precisión para la inductancia en el producto de inductor final. Este grado de precisión sería muy difícil de conseguir para un núcleo de inductor con un entrehierro que se extiende axialmente.

35 El diseño modular del núcleo de inductor permite además un diseño híbrido del núcleo de inductor, pudiendo formarse cada elemento del material más apropiado.

40 Según una realización un área de sección transversal conductora de flujo del elemento externo tomada a lo largo del trayecto de flujo supera un área de sección transversal conductora de flujo de la parte de núcleo. Esto puede ser ventajoso para algunas aplicaciones. Por ejemplo, puede ser ventajoso para algunos diseños híbridos. Como ejemplo más específico, el elemento de núcleo puede hacerse de material compuesto magnético blando material y el elemento externo puede hacerse de ferrita.

45 La ferrita puede presentar una permeabilidad más elevada y menores pérdidas de corriente parásita que un material compuesto magnético blando pero también un menor nivel de saturación. Sin embargo, el menor nivel de saturación puede compensarse haciendo el área de sección transversal conductora de flujo del elemento externo mayor que el área de sección transversal conductora de flujo del elemento de núcleo. El nivel de saturación del elemento externo puede aumentarse por tanto pudiendo reducirse las pérdidas globales del núcleo de inductor.

50 Según una realización, el elemento de placa del elemento de núcleo presenta una dimensión axial que disminuye en una dirección radial hacia fuera. Puesto que la circunferencia del elemento de placa aumenta a lo largo de la dirección radial hacia fuera, la dimensión axial del elemento de placa puede reducirse gradualmente al tiempo que se mantiene la misma área de sección transversal conductora de flujo que en la transición entre la parte de núcleo y el elemento de placa. La cantidad de material necesario para el núcleo de inductor puede reducirse por tanto sin afectar negativamente a la eficacia.

55 Según una realización, el núcleo de inductor comprende además un segundo elemento de placa. El núcleo de inductor por tanto comprende un primer elemento de placa y un segundo elemento de placa. El primer elemento de placa y el segundo elemento de placa pueden preverse en extremos opuestos del elemento externo. El primer elemento de placa y el segundo elemento de placa pueden preverse en extremos opuestos de la parte de núcleo. El segundo elemento de placa puede formarse como saliente que se extiende radialmente en la parte de núcleo. Una vez ensamblados, los elementos pueden formar juntos un trayecto de flujo magnético que se extiende a través de la parte de núcleo, el primer elemento de placa, el elemento externo y el segundo elemento de placa. Además, los elementos permiten un diseño de núcleo de inductor cerrado que apantalla eficazmente el flujo magnético generado por las corrientes del devanado del entorno.

Según una realización, el segundo elemento de placa puede estar dotado de un orificio pasante, extendiéndose la parte de núcleo del elemento de núcleo en el interior del orificio pasante. El elemento externo puede rodear al menos en parte el segundo elemento de placa. Además de la barrera de flujo magnético en el primer elemento de placa, puede disponerse una segunda barrera de flujo magnético que se extiende radialmente en el segundo elemento de placa. La segunda barrera de flujo magnético puede disponerse entre el elemento de núcleo y el elemento de placa, separando de ese modo la segunda barrera de flujo magnético el elemento de núcleo y el elemento de placa. La segunda barrera de flujo magnético puede disponerse entre el segundo elemento de placa y el elemento externo separando de ese modo el segundo elemento de placa y el elemento externo.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores objetos, características y ventajas, así como otros, del presente concepto inventivo se entenderán mejor mediante la siguiente descripción detallada, ilustrativa y no limitativa, de realizaciones preferidas el presente concepto inventivo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se usarán números de referencia iguales para elementos iguales a menos que se indique lo contrario, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática, en despiece ordenado, de una realización de un núcleo de inductor.

La figura 2 es una ilustración de un núcleo de inductor en estado ensamblado.

Las figuras 3a-c ilustran diversos diseños de núcleo de inductor.

La figura 4 es una vista en sección tomada a lo largo de la dirección axial que ilustra un núcleo de inductor dotado de medios de enfriamiento.

La figura 5 es una vista en sección tomada a lo largo de una dirección axial que ilustra un inductor según un ejemplo que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado.

La figura 6 es una vista en sección tomada a lo largo de una dirección axial que ilustra un elemento de placa según un diseño opcional.

Las figuras 7a y 7b son vistas en sección tomadas a lo largo de una dirección axial que ilustran una barrera de flujo magnético según dos realizaciones adicionales.

La figura 8 ilustra una barrera de flujo magnético según una realización adicional.

La figura 9 es una vista en sección tomada a lo largo de una dirección axial que ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado.

La figura 10 es una vista en sección tomada a lo largo de una dirección axial que ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado.

La figura 11 es una vista en sección tomada a lo largo de una dirección axial que ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado.

La figura 12 es una vista en sección tomada a lo largo de una dirección axial que ilustra un núcleo de inductor según una realización adicional.

La figura 13 es una vista en sección tomada a lo largo de una dirección axial que ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La figura 1 es una vista esquemática, en despiece ordenado, de una realización de un núcleo 10 de inductor que comprende una pluralidad de elementos separados adaptados para ensamblarse. El núcleo 10 de inductor comprende un elemento 12 de núcleo que se extiende axialmente y un elemento 14 externo que se extiende axialmente. El elemento 12 de núcleo presenta una sección transversal circular. El elemento 14 externo presenta una sección transversal de forma de anillo. Una vez ensamblado el núcleo 10 de inductor, el elemento 14 externo rodea el elemento 12 de núcleo en una dirección circunferencial, formando de ese modo un espacio que se extiende radial y axialmente entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 14 externo, espacio que sirve para albergar un devanado 15 (indicado esquemáticamente).

El núcleo 10 de inductor comprende además un primer elemento 16 de placa en forma de anillo o disco y un segundo elemento 18 de placa en forma de anillo o disco. Cada uno de los elementos 16, 18 de placa primero y segundo está dotado de un orificio 17, 19 pasante. Cada uno de los orificios pasantes se extiende axialmente a través de sus respectivos elementos 16, 18 de placa. Los orificios 17, 19 pasantes están dispuestos para recibir una respectiva parte de extremo del elemento 12 de núcleo. Una vez ensamblado el núcleo 10 de inductor, el elemento 12 de

núcleo se extiende en el interior de los orificios 17, 19 pasantes, estando dispuestos los elementos 16, 18 de placa primero y segundo en extremos opuestos del elemento 12 de núcleo.

5 Los elementos 16, 18 de placa primero y segundo presentan una extensión en la dirección radial. Por tanto, los elementos 16, 18 de placa primero y segundo presentan, cada uno, una extensión en un plano que es perpendicular a la dirección axial.

10 El núcleo 10 de inductor puede comprender además un paso de devanado (no mostrado por motivos de claridad). El paso puede disponerse por ejemplo en el elemento 14 externo, en el elemento 16 de placa o en el elemento 18 de placa.

15 Una vez ensamblado el núcleo 10 de inductor, el elemento 14 externo rodea también los elementos 16, 18 de placa en la dirección circunferencial. Por tanto, la superficie intermedia entre el elemento 14 externo y cada uno de los elementos 16, 18 de placa primero y segundo se extiende circunferencial y axialmente. Además, la superficie intermedia entre el elemento 12 de núcleo y cada uno de los elementos 16, 18 de placa primero y segundo se extiende circunferencial y axialmente. El radio de los orificios 17, 19 pasantes puede ser constante a lo largo de la dirección axial. Alternativamente, uno o ambos orificios 17, 19 pasantes pueden estar conformados cónicamente. El radio de los orificios 17 y/o 19 pasantes puede disminuir por tanto a lo largo de la dirección axial hacia las partes de extremo del elemento 12 de núcleo. Las partes de extremo correspondientes del elemento 12 de núcleo pueden presentar una forma correspondiente.

20 La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva y fragmentaria del núcleo 10 de inductor en un estado ensamblado. El elemento 12 de núcleo, el elemento 14 externo y los elementos 16, 18 de placa forman juntos un trayecto de flujo magnético P. El trayecto de flujo P forma un bucle cerrado que se extiende a través del elemento 12 de núcleo, el elemento 16 de placa, el elemento 14 externo, el elemento 18 de placa y de vuelta al elemento 12 de núcleo. La dirección axial coincide con, o corresponde a, la dirección del trayecto de flujo P en el elemento 12 de núcleo, es decir el interior del devanado. Una parte del trayecto de flujo se extiende radialmente a través de los elementos 16, 18 de placa. Tal como se describirá con más detalle a continuación, esto permite una barrera de flujo magnético que se extiende radialmente.

25 Tal como se ilustra en la figura 2, el elemento 12 de núcleo se extiende totalmente a través de la extensión axial de los orificios 16, 18 pasantes. Sin embargo, según una disposición alternativa, el elemento 12 de núcleo puede extenderse sólo en parte a través de los orificios 16, 18 pasantes.

30 La configuración modular del núcleo 10 de inductor hace posible formar el núcleo 10 de inductor a partir de una variedad de diferentes materiales y combinaciones de materiales.

35 Según un primer diseño, el elemento 12 de núcleo, el elemento 14 externo y los elementos 16, 18 de placa pueden hacerse de material de polvo magnético compactado. El material puede ser polvo magnético blando. El material puede ser polvo de ferrita. El material puede ser material compuesto magnético blando. El material compuesto puede comprender partículas de hierro dotadas de un revestimiento eléctricamente aislante. Ventajosamente, la resistividad del material puede ser tal que se supriman sustancialmente las corrientes parásitas. Como un ejemplo más específico, el material puede ser un material compuesto magnético blando de la familia de productos Somaloy (por ejemplo Somaloy® 110i, Somaloy® 130i o Somaly® 700HR) de Höganäs AB, S-263 83 Höganäs, Suecia.

40 El polvo magnético blando puede introducirse en una matriz y compactarse. El material puede tratarse entonces térmicamente, por ejemplo mediante sinterización (para materiales de polvo tales como polvo de ferrita) o a una temperatura relativamente baja para no destruir una capa aislante entre las partículas de polvo (para materiales compuestos magnéticos blandos). Durante el proceso de compactación se aplica una presión en una dirección correspondiente a la dirección axial del respectivo elemento. En la dirección radial, la dimensión del elemento está limitada por las paredes de la cavidad del molde. Por tanto puede fabricarse un elemento usando compactación uniaxial con una tolerancia más estrecha en la dirección radial que en la dirección axial.

45 Tal como puede verse a partir de la figura 2, la longitud de la parte que se extiende axialmente del trayecto de flujo P en el elemento 12 de núcleo y también en el elemento 14 externo está determinada por las posiciones de los elementos 16, 18 de placa en relación con el elemento de núcleo y el elemento 14 externo. Por tanto, la separación axial entre el primer elemento 16 de placa y el segundo elemento 18 de placa determina la longitud axial del trayecto de flujo P. Cualquier imprecisión en la longitud axial del elemento 12 de núcleo y/o el elemento 14 externo debido al método de compactación comentado anteriormente puede compensarse, por tanto, mediante una cuidadosa disposición de los elementos 16, 18 de placa en relación con el elemento 12 de núcleo y el elemento 14 externo. Tal como entenderán los expertos en la técnica, es mucho más factible disponer de manera precisa los elementos 16, 18 de placa que reducir el intervalo de tolerancia de fabricación aceptable del elemento 12 de núcleo y el elemento 14 externo en la dirección axial.

50 Además, tal como se mencionó anteriormente, el intervalo de tolerancia en la dirección radial puede hacerse relativamente estrecho. Por tanto, también la longitud de las partes que se extienden radialmente del trayecto de flujo P

(es decir a través de los elementos 16, 18 de placa) puede hacerse más precisa. Puesto que la inductancia de un inductor final dependerá de la longitud total del trayecto de flujo P, el diseño según el núcleo 10 de inductor permite fabricar inductores que presentan una inductancia precisa.

5 La tolerancia estrecha en la dirección radial presenta ventajas adicionales porque permite conseguir un ajuste preciso entre los elementos 12, 14, 16, 18 radialmente distribuidos, unos con respecto a otros. Por ejemplo puede conseguirse una tolerancia estrecha para la dimensión radial de los orificios 17, 19 pasantes y el elemento 12 de núcleo. Esto hace posible a su vez introducir una barrera de flujo magnético que tenga una extensión radial bien definida en el núcleo 10 de inductor en los elementos 16, 18 de placa. A continuación se describirán diversas configuraciones de barrera de flujo magnético.

10 Según un segundo diseño, el elemento 12 de núcleo y el elemento 14 externo pueden hacerse de material de polvo magnético blando de cualquiera de los tipos comentados en relación con el primer diseño. Los elementos 16, 18 de placa pueden hacerse a partir de una pluralidad de hojas conductoras y laminadas que se extienden en la dirección radial, por ejemplo hoja acero laminado, disponiéndose las hojas para extenderse perpendicularmente a la dirección axial. La laminación puede lograrse disponiendo una capa de resistencia eléctrica entre dos hojas adyacentes. Las ventajas asociadas a la tolerancia comentadas en relación con el primer diseño son aplicables también a este diseño.

15 Según un tercer diseño, el elemento 12 de núcleo puede hacerse de un material compuesto magnético blando. Los elementos 16, 18 de placa pueden hacerse de material de polvo magnético blando de cualquiera de los tipos comentados en relación con el primer y el segundo diseño. El elemento 14 externo puede hacerse de ferrita. Ventajosamente, la ferrita puede ser un polvo de ferrita blando. Durante la fabricación, el elemento 14 externo puede formarse mediante compactación y sinterización de la ferrita, formando así el elemento 14 externo una compactación de ferrita sinterizada. El elemento 14 externo puede presentar un área de sección transversal conductora de flujo que es mayor que el área de sección transversal conductora de flujo del elemento 12 de núcleo. Un material de ferrita puede presentar una mayor permeabilidad y menores pérdidas corriente parásita que un material compuesto magnético blando pero también un menor nivel de saturación. En este caso, el menor nivel de saturación se compensa sin embargo mediante el área de sección transversal conductora de flujo aumentada del elemento 14 externo. El nivel de saturación del elemento 14 externo puede aumentarse por tanto pudiendo reducirse las pérdidas globales del núcleo de inductor. Las ventajas asociadas a la tolerancia comentadas en relación con el primer y el segundo diseño son aplicables también a este diseño.

20 Son posibles variaciones adicionales de estos diseños, por ejemplo un elemento 12 de núcleo de material de polvo magnético blando, elementos 16, 18 de placa de hojas laminadas y un elemento externo de ferrita.

Con referencia a las figuras 3a-c, el núcleo 10 de inductor puede comprender una barrera de flujo magnético radial.

25 Con referencia a la figura 3a, la dimensión radial del orificio 17 y 19 pasante puede ser mayor que la dimensión radial de las partes del elemento 12 de núcleo alojadas en los orificios 17, 19 pasantes. Una barrera 20 de flujo magnético radialmente interna puede disponerse por tanto en el hueco entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 16 de placa. De manera correspondiente, una barrera 22 de flujo magnético radialmente interna puede disponerse en el hueco entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 18 de placa. Las barreras 20, 22 forman huecos de forma anular. Los huecos se extienden axial y radialmente entre la superficie limítrofe interna que se extiende axial y circunferencialmente del orificio 17, 19 pasante de cada respectivo elemento 16, 18 de placa y la superficie limítrofe que se extiende axial y circunferencialmente del elemento 12 de núcleo.

30 Por medio de los intervalos de tolerancia radial estrechos comentados anteriormente que pueden obtenerse para componentes compactados, la extensión radial de los huecos, y por tanto la reluctancia de cada barrera de flujo magnético, puede determinarse de manera muy precisa.

35 Los huecos pueden llenarse de aire, incluyendo la barrera 20 de flujo magnético y la barrera 22 de flujo magnético, cada una, un entrehierro. Alternativamente, los huecos pueden llenarse de un material que presenta una permeabilidad magnética significativamente reducida en comparación con los elementos que forman el trayecto de flujo magnético. "Suficientemente reducida" puede interpretarse de manera que la longitud de la extensión radial del material que tiene permeabilidad magnética significativamente reducida será un factor determinante para la reluctancia total del trayecto de flujo magnético. A modo de ejemplo, el material puede ser un material de plástico, un material de caucho o un material cerámico. Por tanto, cada barrera 20, 22 de flujo magnético puede incluir un elemento de forma anular hecho de un material que presenta una permeabilidad magnética suficientemente reducida y que se dispone entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 16 de placa y el elemento 18 de placa, respectivamente. El elemento 12 de núcleo puede extenderse, por tanto, a través de los elementos de forma anular. Los elementos de forma anular pueden unirse al elemento de núcleo y al elemento 16 de placa y 18 respectivamente por ejemplo mediante encolado o similar.

40 Alternativamente, no es necesario proporcionar una barrera de flujo magnético en ambos elementos 16, 18 de placa, pero el núcleo 10 de inductor puede comprender sólo la barrera 20 de flujo magnético.

Con referencia a la figura 3b, la dimensión radial interna del elemento 14 externo puede ser mayor que la dimensión radial de los elementos 16, 18 de placa. Una barrera 24 de flujo magnético radialmente externa puede disponerse por tanto en el hueco entre el elemento 16 de placa y el elemento 14 externo. De manera correspondiente, una barrera 26 de flujo magnético radialmente externa puede disponerse en el hueco entre el elemento 18 de placa y el elemento 14 externo. El hueco puede llenarse de aire o algún otro material que presente una permeabilidad magnética significativamente reducida.

Con referencia a la figura 3c, la dimensión radial del orificio 17 y 19 pasante puede ser mayor que la dimensión radial de las partes del elemento 12 de núcleo alojadas en los orificios 17, 19 pasantes. Además, la dimensión radial interna del elemento 14 externo puede ser mayor que la dimensión radial de los elementos 16, 18 de placa. Una barrera 28a de flujo magnético puede disponerse por tanto en el hueco entre el elemento 16 de placa y el elemento 14 externo y una barrera 28b de flujo magnético puede disponerse en el hueco entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 16 de placa. De manera correspondiente, una barrera 30a de flujo magnético puede disponerse en el hueco entre el elemento 18 de placa y el elemento 14 externo y una barrera 30b de flujo magnético puede disponerse en el hueco entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 18 de placa.

Según una realización, la barrera de flujo magnético puede estar integrada con los elementos 16, 18 de placa. Por ejemplo una parte que se extiende radial y circunferencialmente de cada elemento 16, 18 de placa puede incluir un material de permeabilidad magnética reducida, formando por tanto barreras de flujo magnético de forma anular. La longitud de la parte radial puede corresponder a la extensión radial completa de los elementos 16, 18 de placa o sólo a una parte de las mismas. Como ejemplo, una parte de forma anular de cada elemento 16, 18 de placa puede estar dotada de una pluralidad de perforaciones o pequeños volúmenes rellenos de aire u otro material que presente permeabilidad magnética reducida.

Ha de observarse que el núcleo 10 de inductor puede estar dotado de una combinación de las barreras de flujo magnético mencionadas anteriormente. Por ejemplo, el núcleo 10 de inductor puede comprender una barrera 20 de flujo magnético radialmente interna en un extremo axial y una barrera 26 de flujo magnético radialmente externa en el extremo axial opuesto. Según un ejemplo adicional, el núcleo 10 de inductor puede comprender una barrera 20 de flujo magnético radialmente interna en un extremo axial y un elemento 18 de placa con una barrera de flujo magnético integrada en el otro extremo.

Según un diseño alternativo, el elemento de núcleo y el elemento de placa pueden disponerse en contacto entre sí. El elemento de placa puede disponerse de manera que el área de la superficie de contacto con el elemento de núcleo es menor que un área conductora de flujo de sección transversal del elemento de núcleo. De ese modo puede obtenerse una mayor reluctancia en la transición entre el elemento de núcleo y el elemento de placa. De ese modo puede formarse una barrera de flujo magnético en la transición entre el elemento de núcleo y el elemento de placa. Las figuras 7a, 7b y 8 ilustran diversas realizaciones que incluyen una barrera de flujo magnético de este tipo:

Según la realización ilustrada en la figura 7a, el elemento 34 de placa y el elemento 12 de núcleo están dispuestos en contacto entre sí. La dimensión radial del orificio pasante coincide con la dimensión radial de la parte del elemento 12 de núcleo alojada en el orificio pasante. El elemento 34 de placa incluye una ranura 36 de forma anular. Una sección radial y circunferencial del elemento 34 de placa presenta por tanto un grosor axial reducido en comparación con las demás partes del elemento 34 de placa.

La sección de grosor axial reducido se dispone en el orificio pasante. La sección de grosor axial reducido se dispone en la transición entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 34 de placa. La ranura 36 reduce el área de la superficie de contacto entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 34 de placa. De ese modo la reluctancia en la superficie intermedia o transición entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 34 de placa puede aumentarse de manera que se forma una barrera de flujo magnético. La ranura 36 puede disponerse para hacer que el área de la superficie de contacto entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 34 de placa sea menor que área conductora de flujo de sección transversal del elemento 12 de núcleo. Por tanto puede formarse una barrera de flujo magnético en la transición entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 34 de placa. La ranura 36 puede presentar una extensión de profundidad axial y de longitud radial tal que puede obtenerse una barrera de flujo magnético que proporciona una contribución deseada a la reluctancia total del trayecto de flujo magnético. La profundidad axial de la ranura 36 puede ser tal que se produzca saturación magnética en la zona del elemento 12 de núcleo en la superficie intermedia. La profundidad axial de la ranura 36 puede ser tal que se produzca saturación magnética en la zona del elemento 34 de placa en la superficie intermedia. El núcleo de inductor puede usarse de ese modo en una configuración de núcleo de reductor oscilante.

Según la realización ilustrada en la figura 7b, el elemento 38 de placa puede incluir una ranura 40 que presenta una profundidad axial que aumenta gradualmente a lo largo de una dirección hacia el elemento 12 de núcleo.

Según la realización ilustrada en la figura 8, el elemento 42 de placa incluye tres rebajes 44, 46, 48 dispuestos en la superficie intermedia entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 42 de placa. Ha de observarse que el elemento de placa puede incluir cualquier número de rebajes, por ejemplo uno, dos, o más de tres. Los rebajes están distribui-

dos uniformemente a lo largo de la superficie intermedia circunferencial entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 42 de placa. Cada rebaje reduce la extensión circunferencial de la superficie de contacto entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 42 de placa. El elemento 42 de placa se acopla al elemento 12 de núcleo a lo largo de tres segmentos en forma de arco. Los rebajes 44, 46, 48 pueden presentar una extensión circunferencial tal que puede obtenerse una barrera de flujo magnético que proporciona una contribución deseada a la reluctancia total del trayecto de flujo magnético. La extensión circunferencial de cada rebaje 44, 46, 48 puede ser tal que se produce saturación magnética en la zona de la parte 12 de núcleo en la superficie intermedia. La extensión circunferencial de cada rebaje 44, 46, 48 puede ser tal que se produce saturación magnética en la zona del elemento 42 de placa en la superficie intermedia.

Al prever orificios pasantes (por ejemplo orificios 17, 19 pasantes) en los elementos de placa (por ejemplo 16, 18) resulta posible hacer que el elemento 12 de núcleo se extienda a través y más allá de los orificios pasantes en uno o ambos lados axiales del núcleo de inductor. Las partes del elemento 12 de núcleo que sobresalen de los orificios pasantes pueden conectarse a medios de enfriamiento pudiendo conseguirse un enfriamiento eficaz.

La figura 4 ilustra una disposición de enfriamiento de este tipo en el que las partes 12a y 12b de extremo sobresalientes del elemento 12 de núcleo se acoplan a medios 31 y 32 de enfriamiento, respectivamente. Los medios 31 y 32 de enfriamiento pueden ser, por ejemplo, un bloque térmicamente conductor en el que puede disiparse calor H por el elemento 12 de núcleo. Ventajosamente, los medios 31 de enfriamiento, 32 están formados de un material que tiene una permeabilidad magnética menor que el material que forma el elemento 12 de núcleo, los elementos 16, 18 de placa y el elemento 14 externo, de manera que se minimiza la interferencia con el trayecto de flujo magnético P. A modo de ejemplo, cada uno de los medios 31, 32 de enfriamiento puede ser un bloque de aluminio.

Alternativamente puede usarse una configuración de enfriamiento de un solo lado, en contraposición a la configuración de enfriamiento de dos lados anterior. En una configuración de enfriamiento de un solo lado de este tipo, el elemento 12 de núcleo puede extenderse a través y más allá de sólo uno de los elementos de placa, por ejemplo el elemento 16 de placa en el que la parte 12a de extremo de la parte sobresaliente puede acoplarse a los medios de enfriamiento.

Según un diseño opcional, sólo el primer elemento 16 de placa de los dos elementos de placa incluye un orificio 17 pasante, pudiendo disponerse el segundo elemento de placa como tapa en el núcleo 10 de inductor, haciendo tope por tanto con la cara de extremo orientada axialmente del elemento 12 de núcleo.

La figura 6 ilustra un elemento 16' de placa de un diseño alternativo. El elemento 16' de placa presenta una dimensión axial que disminuye a lo largo de una dirección radial hacia fuera. El área de sección transversal conductora de flujo del elemento 16' de placa depende de la posición radial a lo largo del radio del elemento 16' de placa. Para el elemento 16' de placa en forma de disco el área es:

$$A(r) = T(r) * 2\pi r,$$

donde T(r) es la dimensión axial del elemento 16' de placa en la posición radial r, para r mayor que la dimensión radial del orificio pasante. El elemento 16' de placa puede presentar por tanto una dimensión axial decreciente mientras A(r) se mantenga constante. El peso del elemento 16' de placa puede reducirse por tanto sin afectar negativamente al área de sección transversal conductora de flujo. Ventajosamente, A(r) corresponde al área de sección transversal conductora de flujo del elemento 12 de núcleo y/o el elemento 14 externo.

La figura 5 ilustra un núcleo 10' de inductor según un ejemplo que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado. El núcleo 10' de inductor es similar al núcleo 10 de inductor descrito anteriormente, pero difiere en que comprende un segundo elemento 18' de placa en forma de disco formado de manera solidaria con el elemento 12 de núcleo. Según esta realización alternativa, el elemento 12 de núcleo comprende por tanto una parte 12' de núcleo que se extiende axialmente que incluye, en un extremo, el segundo elemento 18' de placa formado como saliente que se extiende radial y circunferencialmente. El extremo opuesto de la parte 12' de núcleo se extiende en el orificio 17 pasante del elemento 16 de placa. El elemento 14 externo rodea el elemento 16 de placa, la parte 12' de núcleo y el elemento 18' de placa en una dirección circunferencial. La superficie intermedia entre el elemento 18' de placa y el elemento 14 externo se extiende circunferencial y axialmente. Esta superficie intermedia hace posible disponer una barrera de flujo magnético que se extiende radialmente entre el elemento 14 externo y el elemento 18' de placa de manera correspondiente a la ilustrada en la figura 3b. Alternativa o adicionalmente, la barrera de flujo magnético puede estar integrada con el elemento 18' de placa tal como se comentó en relación con el núcleo 10 de inductor.

Opcionalmente, la parte 12' de núcleo puede extenderse a través y más allá del orificio 17 pasante del elemento 16 de placa pudiendo acoplarse la parte de la parte 12' de núcleo que sobresale del orificio 17' pasante con medios de enfriamiento tal como se comentó anteriormente en relación con la figura 4. Al prever el elemento 12 de núcleo, el elemento 16 de placa y el elemento 14 externo como componentes separados, se proporciona un núcleo 10' de inductor modular. La configuración modular hace posible formar el núcleo 10' de inductor a partir de una variedad de materiales y combinaciones de materiales diferentes, en analogía con el núcleo 10 de inductor.

De manera similar al núcleo 10 de inductor, la separación axial entre el elemento 16 de placa y el elemento 18' de placa del núcleo 10' de inductor determina la longitud axial del trayecto de flujo P. Además, la tolerancia en la direc-

ción radial puede hacerse relativamente estrecha para el elemento 16 y 18' de placa también cuando se fabrica mediante compactación. De manera similar al núcleo 10 de inductor, el núcleo 10' de inductor también permite por tanto fabricar inductores que presentan una inductancia precisa.

5 A pesar de que anteriormente el núcleo 10' de inductor se ha dado a conocer como una realización alternativa al núcleo 10 de inductor, el núcleo 10' de inductor que comprende el elemento 12 de núcleo que incluye la parte 12' de núcleo y el elemento 18' de placa puede considerarse como un concepto inventivo independiente.

10 Anteriormente el concepto inventivo se ha descrito principalmente con referencia a unas algunas realizaciones. Sin embargo, tal como un experto en la técnica apreciará fácilmente, son igualmente posibles otras realizaciones aparte de las dadas a conocer anteriormente dentro del alcance del concepto inventivo, tal como se define por las reivindicaciones adjuntas.

15 Por ejemplo, anteriormente se han dado a conocer núcleos 10, 10' de inductor que presentan una geometría cilíndrica. Sin embargo, el concepto inventivo no está limitado a esta geometría. Por ejemplo, el elemento 12 de núcleo, el elemento 14 externo y los elementos 16, 18, 18' de placa pueden presentar una sección transversal ovalada, triangular, cuadrada o poligonal.

20 Anteriormente se han descrito núcleos de inductor que incluyen elementos (por ejemplo elementos 12, 14, 16, 18) formados de una sola pieza. Según una realización alternativa, al menos uno de un elemento de núcleo, un elemento externo, un primer elemento de placa y un segundo elemento de placa pueden formarse a partir de al menos dos partes que están adaptadas para ensamblarse y formar juntas el elemento. Esto hace posible construir elementos más grandes y, por consiguiente, construir también inductores más grandes. Esto puede ser particularmente ventajoso para un inductor que incluye al menos un elemento hecho de un material de polvo magnético blando en el que, de lo contrario, las dimensiones del elemento estarían limitadas por la fuerza de compresión máxima que la herramienta de compresión pueda aplicar.

30 Por ejemplo, un elemento (por ejemplo el elemento de núcleo, el elemento externo, el primer elemento de placa o el segundo elemento de placa) puede incluir una primera y una segunda parte. La primera parte puede corresponder a una primera sección angular del elemento y la segunda parte puede corresponder a una segunda sección angular del elemento. Alternativamente, la primera parte puede corresponder a una primera sección axial del elemento y la segunda parte puede corresponder a una segunda sección axial del elemento. En cualquier caso, la primera y la segunda parte pueden disponerse para ensamblarse y formar juntas el elemento. La primera parte puede incluir una parte sobresaliente y la segunda parte puede incluir una parte de alojamiento correspondiente estando dispuestas las partes para interbloquearse. Alternativamente, las partes pueden ensamblarse encolando las partes entre sí. Ha de observarse que un elemento puede incluir más de dos partes, por ejemplo tres partes, cuatro partes, etc.

40 La figura 9 ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo adicional que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado que comprende un elemento 12 de núcleo que incluye una parte 12' de núcleo, un elemento 14 externo, un primer elemento 16' de placa y un segundo elemento 18' de placa. Un devanado 15 dispuesto alrededor de la parte 12' de núcleo está indicado esquemáticamente. El primer elemento 16' de placa está formado de una pieza con la parte 12' de núcleo. El segundo elemento 18' de placa está formado de una pieza con la parte 12' de núcleo. El primer elemento 16' de placa está dispuesto en un extremo axial opuesto de la parte 12' de núcleo. El segundo elemento 18' de placa está dispuesto en el extremo axial opuesto de la parte 12' de núcleo. El primer elemento 16' de placa y el segundo elemento 18' de placa están formados por tanto como salientes que se extienden radial y circunferencialmente en la parte 12' de núcleo. El elemento 14 externo rodea la parte 12' de núcleo, el primer elemento 16' de placa y el segundo elemento 18' de placa en la dirección circunferencial. La superficie intermedia entre el elemento 16' de placa y el elemento 14 externo se extiende circunferencial y axialmente. La superficie intermedia entre el elemento 18' de placa y el elemento 14 externo se extiende circunferencial y axialmente. Estas superficies intermedias hacen posible disponer una barrera de flujo magnético entre el elemento 14 externo y uno o ambos de los elementos 16' y 18' de placa.

50 La figura 10 ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo adicional que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado que es similar a la realización ilustrada en la figura 5 pero difiere en que el segundo elemento 18' de placa presenta una extensión radial que supera la dimensión radial interna del elemento 14 externo. La superficie de extremo axial del elemento 14 externo está orientada hacia el segundo elemento 18' de placa.

60 La figura 11 ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo adicional que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado en el que también el elemento 16 de placa presenta una extensión radial que supera la dimensión radial interna del elemento 14 externo. Una superficie de extremo axial del elemento 14 externo por tanto está orientada hacia el primer elemento 16 de placa y la otra superficie de extremo axial del elemento 14 externo está orientada hacia el segundo elemento 18' de placa.

65 La figura 12 ilustra un núcleo de inductor según una realización adicional que es similar a la realización ilustrada en la figura 1 pero difiere en que el primer elemento 16 de placa presenta una extensión radial que supera la dimensión radial interna del elemento 14 externo. La superficie de extremo axial del elemento 14 externo está orientada hacia

5 el primer elemento 16 de placa. El segundo elemento 18 de placa también puede presentar una extensión radial que supera la dimensión radial interna del elemento 14 externo. La otra superficie de extremo axial del elemento 14 externo puede estar orientada entonces hacia el segundo elemento 18 de placa. En la realización mostrada en la figura 12 puede disponerse una barrera de flujo magnético entre el elemento 12 de núcleo y uno o ambos de los elementos 16 y 18 de placa, tal como se comentó anteriormente.

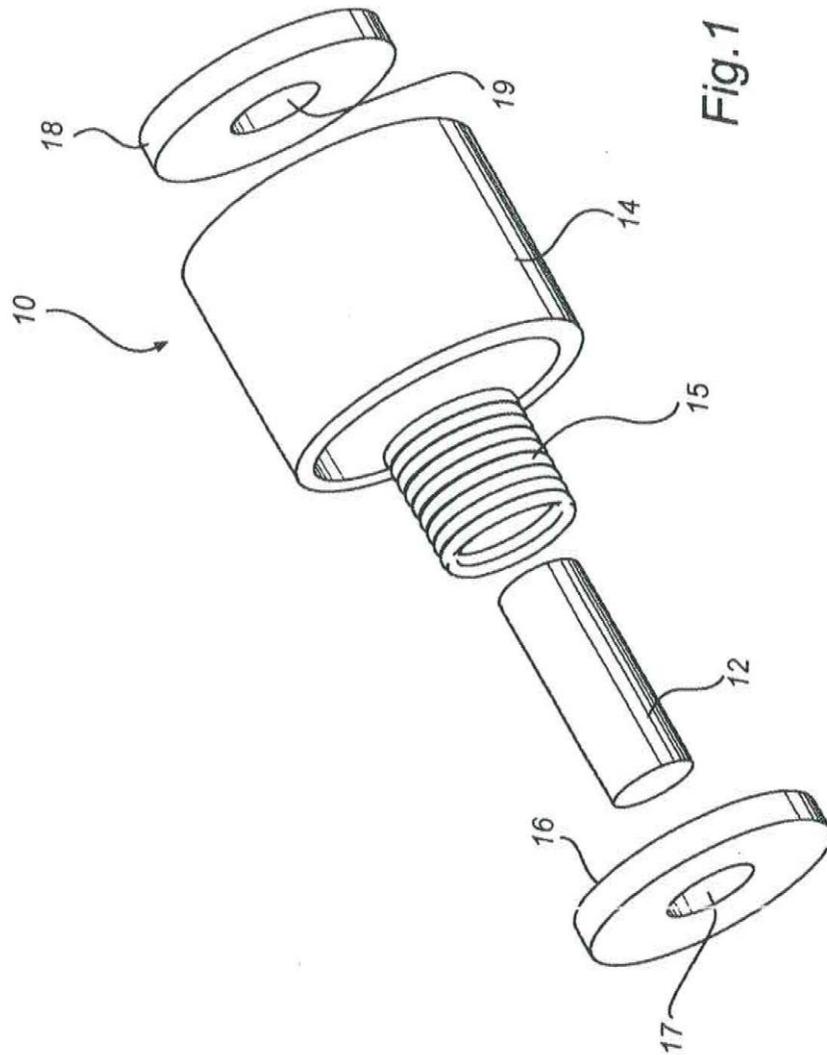
10 La figura 13 ilustra un núcleo de inductor según un ejemplo adicional que no forma parte explícitamente del aspecto reivindicado que comprende un elemento 12 de núcleo, un elemento 14 externo, un primer elemento 16 de placa y un segundo elemento 18 de placa. El segundo elemento 18 de placa está formado de una pieza con el elemento 12 de núcleo y el elemento 14 externo. El segundo elemento 18 de placa se extiende en una dirección radial entre el elemento 12 de núcleo y el elemento 14 externo.

REIVINDICACIONES

1. Núcleo (10) de inductor que comprende:
- 5 un elemento (12) de núcleo que se extiende axialmente,
- un elemento (14) externo que se extiende axialmente que rodea al menos en parte el elemento (12) de núcleo, formando de ese modo un espacio alrededor del elemento de núcleo para albergar un devanado (15) entre el elemento de núcleo y el elemento externo,
- 10 un primer elemento (16) de placa que presenta una extensión radial y que está dotado de un orificio (17) pasante, estando dispuesto el elemento (12) de núcleo para extenderse en el orificio pasante del primer elemento de placa,
- 15 un segundo elemento (18) de placa que presenta una extensión radial, estando previstos el primer elemento (16) de placa y el segundo elemento (18) de placa en extremos opuestos del elemento (14) externo, **caracterizado porque:**
- el segundo elemento (18) de placa está dotado de un orificio (19) pasante dispuesto para recibir una parte de extremo del elemento (12) de núcleo,
- 20 en el que el primer elemento (16) de placa, el segundo elemento (18) de placa, el elemento (12) de núcleo y el elemento (14) externo son elementos separados que están adaptados para ensamblarse y formar juntos un trayecto de flujo magnético (P) que se extiende a través del elemento (12) de núcleo, el primer elemento (16) de placa, el segundo elemento (18) de placa y el elemento (14) externo,
- 25 y en el que al menos uno del elemento (12) de núcleo, el elemento (14) externo, el primer elemento (16) de placa y el segundo elemento (18) de placa está formado a partir de un material de polvo magnético blando y de al menos dos partes que están adaptadas para ensamblarse y formar juntas dicho elemento.
2. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 1, que comprende además una barrera (20, 28b) de flujo magnético dispuesta en una parte que se extiende radialmente de dicho trayecto de flujo magnético (P), en el que la barrera de flujo magnético se dispone entre el elemento (12) de núcleo y el primer elemento (16) de placa, separando de ese modo la barrera (20, 28b) de flujo magnético el elemento (12) de núcleo y el primer elemento (16) de placa.
- 30 3. Núcleo (10) de inductor según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que el elemento (14) externo rodea al menos en parte el primer elemento (16) de placa.
4. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 1, en el que el elemento (14) externo rodea al menos en parte el primer elemento (16) de placa y el núcleo (10) de inductor comprende además una barrera (24, 28a) de flujo magnético dispuesta entre el primer elemento (16) de placa y el elemento (14) externo, separando de ese modo la barrera (24, 28a) de flujo magnético el elemento (14) externo y el primer elemento (16) de placa entre sí.
- 40 5. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 4, que comprende además una barrera (28b) de flujo magnético adicional dispuesta entre el elemento (12) de núcleo y el primer elemento (16) de placa, separando de ese modo la barrera de flujo magnético el elemento (12) de núcleo y el primer elemento (16) de placa.
- 45 6. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 1, que comprende además una barrera (20, 24, 28a, 28b) de flujo magnético dispuesta en una parte que se extiende radialmente de dicho trayecto de flujo magnético (P).
- 50 7. Núcleo (10) de inductor según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el elemento (12) de núcleo está hecho de un material de polvo magnético blando.
8. Núcleo (10) de inductor según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el primer elemento (16) de placa está hecho de un material compuesto magnético blando.
- 55 9. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 7 cuando hace referencia a cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el primer elemento (16) de placa está hecho de una pluralidad de hojas conductoras laminadas que se extienden en una dirección radial.
- 60 10. Núcleo (10) de inductor según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el elemento (14) externo está hecho de una ferrita.
- 65 11. Núcleo (10) de inductor según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que una área de sección transversal conductora de flujo del elemento (14) externo supera un área de sección transversal conductora de flujo del elemento (12) de núcleo.

12. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 1, en el que el elemento (12) de núcleo y el primer elemento (34, 38, 42) de placa están dispuestos en contacto entre sí, estando dispuesto el primer elemento (34, 38, 42) de placa de manera que el área de la superficie de contacto con el elemento (12) de núcleo es menor que un área conductora de flujo de sección transversal del elemento (12) de núcleo.
- 5
13. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 12, en el que una sección radial y circunferencial del primer elemento (34, 38) de placa presenta un grosor axial reducido en comparación con las demás partes del elemento (34, 38) de placa, estando dispuesta dicha sección en el orificio pasante del primer elemento (34, 38) de placa.
- 10
14. Núcleo (10) de inductor según la reivindicación 1, que comprende además medios (31) de enfriamiento, en el que el elemento (12) de núcleo está dispuesto para extenderse a través y más allá del orificio pasante del primer elemento (16) de placa, acoplándose una parte (12a) de extremo sobresaliente del elemento de núcleo con dichos medios (31) de enfriamiento.

$$A(r) = T(r) * 2\pi r,$$



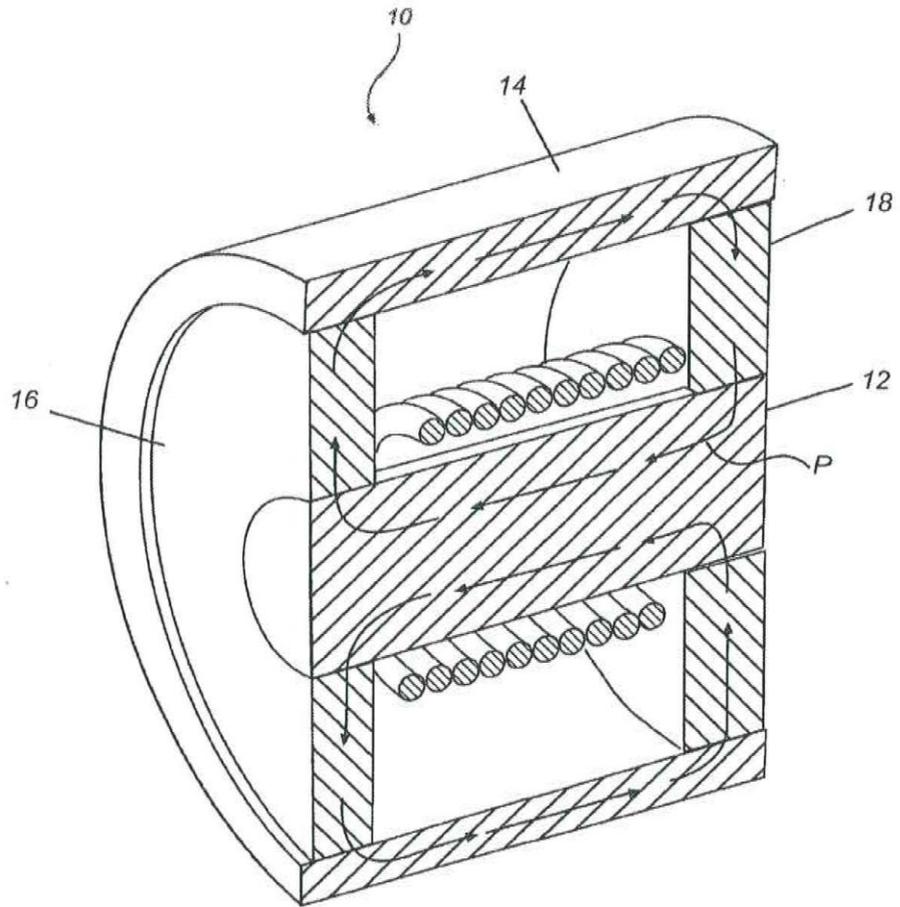


Fig. 2

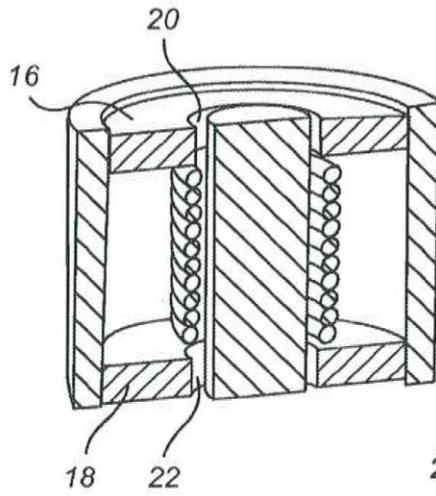


Fig. 3a

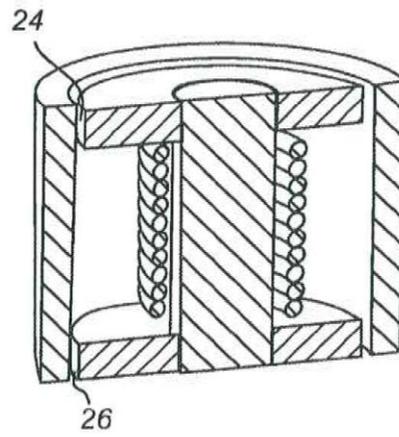


Fig. 3b

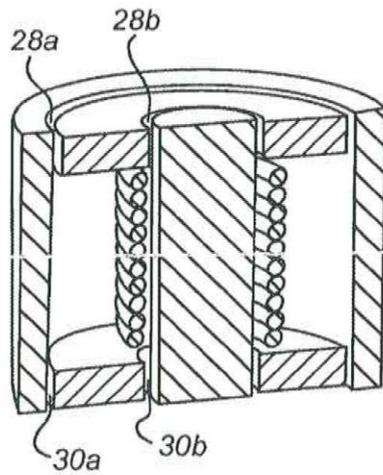
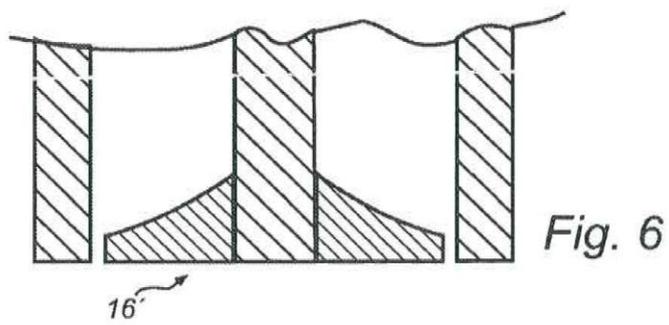
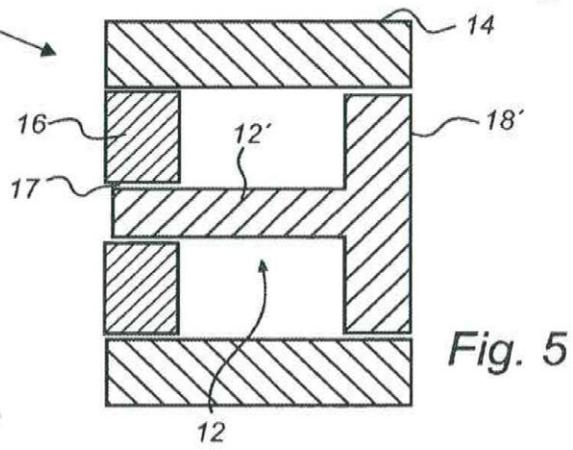
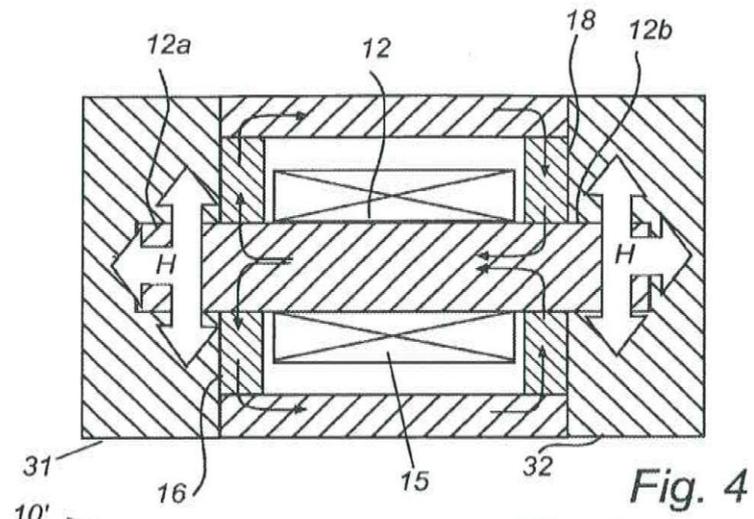


Fig. 3c



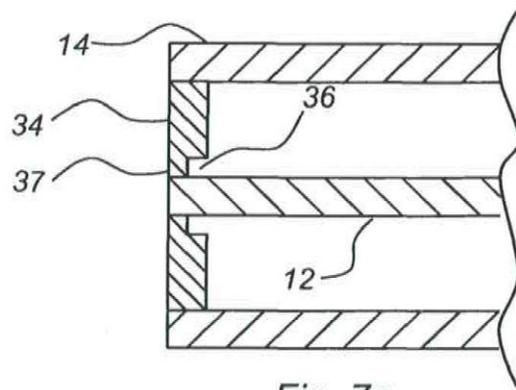


Fig. 7a

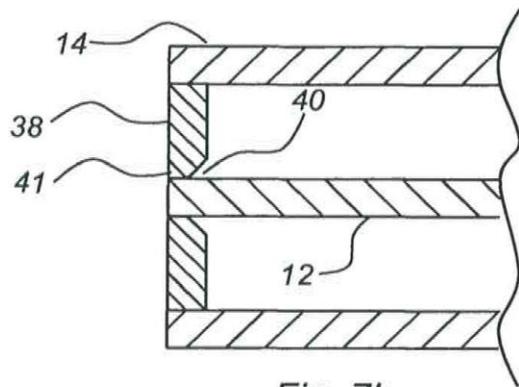


Fig. 7b

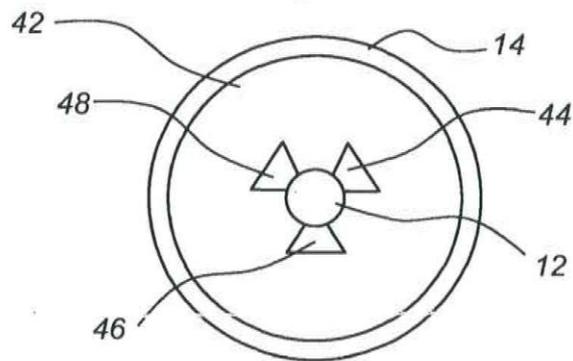


Fig. 8

