

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 098**

51 Int. Cl.:

H01F 17/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2012 PCT/EP2012/057981**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2012 WO12150236**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2012 E 12717755 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2705519**

54 Título: **Núcleo inductor, disposición para una prensa y procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

05.05.2011 EP 11164949
09.05.2011 US 201161483838 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.06.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ANDERSSON, OLA;
LARSSON, MATS y
RAUCH, PETER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 765 098 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 inductor, disposición para una prensa y procedimiento de fabricación

Campo técnico

5 El presente concepto de la invención se refiere a un núcleo inductor, una disposición para una prensa y un procedimiento de fabricación.

Antecedentes de la invención

10 Los inductores se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, tal como el procesamiento de señales, el filtrado de ruido, la conversión de energía, los sistemas de transmisión eléctrica, etc. Con el fin de proporcionar inductores más compactos y más eficientes, el devanado conductor eléctrico del inductor puede disponerse en un núcleo de conducción magnética, es decir, un núcleo inductor.

15 Los núcleos inductores pueden fabricarse mediante el prensado de un material de polvo magnético blando, por ejemplo un polvo de hierro. El polvo se puede poner en una cavidad en la que se puede compactar el polvo. En algunos casos, puede ser deseable comprimir el polvo de material magnético blando a una alta densidad, por ejemplo, para aumentar la saturación magnética del núcleo inductor final, etc. Durante la fabricación, esto se puede lograr aumentando la presión aplicada por los punzones. La presión máxima posible está limitada, entre otras cosas, por la capacidad de la prensa, el tamaño del núcleo inductor y el tipo de material en polvo que está comprimido.

Los documentos DE 19 14 268 y DE 34 32 812 divulgan núcleos inductores de la técnica anterior. El documento DE 970 288 divulga un procedimiento de la técnica anterior para producir un núcleo inductor.

20 Los núcleos inductores pueden fabricarse en una variedad de diseños. Las figuras 1a y 1b ilustran un núcleo inductor 10 de la técnica anterior. En la técnica anterior, este diseño a veces se denomina diseño de núcleo de maceta. El núcleo inductor 10 incluye una porción de núcleo base 11 desde la cual una porción 12 de núcleo externo y una porción 13 de núcleo interno se extienden en una dirección axial. El devanado (dejado de lado por simplicidad) puede estar dispuesto alrededor de la porción de núcleo interno 13. La porción de núcleo base 11 puede incluir un rebaje 14 y la porción de núcleo externo 12 puede incluir una hendidura 15 que se extiende axialmente. El propósito del rebaje 14 consiste en alojar una porción de conexión del devanado, por ejemplo para conectar el devanado a componentes eléctricos exteriores del núcleo inductor 10. El propósito de la hendidura 15 consiste en proporcionar un paso de guía para la porción de conexión del devanado en la porción de núcleo externo 12. En virtud del rebaje 14, la porción de conexión no ocupará ningún espacio de devanado valioso dentro del núcleo inductor 10 en el que se puede lograr un factor de llenado de devanado alto.

30 La geometría básica del núcleo inductor, es decir, sin ningún rebaje 14 y ninguna hendidura 15, puede fabricarse de manera comparable rápida y eficiente en una única operación de prensado. Sería deseable poder formar también el núcleo inductor 10 en una operación de prensado único. Sin embargo, la presencia del rebaje 14 y la hendidura 15 complica la geometría y la estructura del núcleo inductor 10 y afecta el proceso de fabricación. Más específicamente, los inventores han observado que el punzón responsable de prensar la porción de núcleo base 11 y el rebaje 14 se desvía durante el prensado en el que el punzón se dobla a través de la hendidura 15 y se prensa contra la pared de la matriz. Se ha observado además que este problema se vuelve cada vez más severo a medida que aumenta la fuerza de prensado y aumenta el tamaño del núcleo inductor.

40 Una forma de evitar este problema consiste en formar el rebaje 14 en la porción de núcleo base 11 y la hendidura 15 en la porción de núcleo externo 12 mediante un procedimiento de fresado después de que se haya prensado un núcleo inductor que tiene la geometría básica mencionada anteriormente. Sin embargo, un procedimiento de fresado separado aumenta el tiempo total de fabricación y también requiere herramientas adicionales, además de herramientas de prensado, para completar el núcleo de maceta. Además, dependiendo de la geometría del núcleo inductor y la elección del material, en algunos casos puede no ser prácticamente posible fresar un rebaje 14 y una hendidura 15 a una forma deseada.

45 Otra forma de evitar este problema consiste en formar el núcleo inductor 10 en una prensa que, además de un primer conjunto de punzones que forman la estructura general del núcleo inductor 10, también incluye un punzón adicional para formar el rebaje 14 y la hendidura 15, cuyo punzón adicional se puede controlar de forma independiente desde el primer conjunto de punzones. Sin embargo, esto da como resultado una prensa y herramientas mucho más complicadas y costosas.

50 Por lo tanto, existe la necesidad en la técnica anterior de un núcleo inductor con un rebaje y una hendidura que sea más rentable y más simple de fabricar con un alta eficiencia.

Sumario de la invención

En vista de lo anterior, un objeto del presente concepto de la invención consiste en cumplir esta necesidad en la técnica anterior. Según un primer aspecto del presente concepto de la invención, este y otros objetos se logran a través de un

núcleo inductor según la reivindicación 1.

Este diseño de la invención hace posible obtener un núcleo inductor eficiente en volumen y peso de una manera rentable y comparativamente simple. En virtud del rebaje y la hendidura, la porción de conexión del devanado puede estar convenientemente dispuesta para extenderse a través de la hendidura y en el rebaje sin ocupar ningún espacio de devanado valioso dentro del núcleo inductor.

Además, la primera protuberancia dispuesta opuestamente al rebaje hace posible fabricar un núcleo inductor que incluye un rebaje y una hendidura en una única operación de prensado, es decir, sin requerir ningún mecanizado posterior (tal como un proceso de fresado separado). Además, esto se puede lograr usando una prensa comparativamente simple, por ejemplo, sin requerir el punzón independientemente controlable adicional mencionado anteriormente.

Los inventores se han dado cuenta de que la primera protuberancia permite de ese modo que la porción de base, así como el rebaje y la hendidura se formen en una única operación usando un único punzón (por ejemplo, presentando una proyección para formar el rebaje en la primera superficie de la porción de núcleo base) y un contrapunzón correspondiente (por ejemplo, presentar una depresión para formar la primera protuberancia en la segunda superficie de la porción de núcleo base). La primera protuberancia agrega a la segunda superficie al menos parte del volumen que está ocupado por el rebaje, es decir, se pierde en la porción de núcleo base para formar el rebaje, y de ese modo hace posible la formación de la porción de núcleo base al reducir cualquier desviación del punzón que de otro modo sería causado por la presencia del rebaje. En consecuencia, el núcleo inductor puede fabricarse de manera eficiente en cuanto a costos y tiempo usando una prensa relativamente simple.

Si se intentara formar una porción de núcleo base que incluye un rebaje pero sin ninguna primera protuberancia correspondiente mediante el uso de un único punzón y un contrapunzón, el polvo en el rebaje se comprimiría más que el polvo que forma las otras partes de la porción de base. Para fuerzas de prensado mayores, esto podría conducir a grandes variaciones de densidad en la porción de núcleo base, lo que podría causar sobreprensado y agrietamiento local. En vista de esto, un efecto adicional provocado por la primera protuberancia es que las variaciones de densidad en la porción de núcleo base pueden ser ventajosamente limitadas en las que se puede aplicar una fuerza de prensado mayor durante la fabricación con un riesgo reducido de agrietamiento.

Según una realización de la presente invención, la primera protuberancia es coextensiva con al menos una parte del rebaje extendiéndose a lo largo de al menos una parte del rebaje. Por lo tanto, puede obtenerse un núcleo inductor en el que el rebaje en la primera superficie puede compensarse mediante una primera protuberancia correspondiente en la segunda superficie. Por lo tanto, se hace posible fabricar la porción de núcleo base del núcleo inductor con una densidad de material más uniforme mientras se minimiza cualquier desviación en el punzón que forma la porción de núcleo base durante la fabricación.

Según una realización, la primera protuberancia se extiende hasta un borde exterior de la segunda superficie de la porción de núcleo base.

Según una realización, el rebaje se extiende desde la porción de núcleo interno.

Según una realización, el rebaje presenta una profundidad creciente a lo largo de una dirección alejada de la porción de núcleo interno. De este modo, se puede proporcionar un rebaje mientras se preserva el área de sección transversal conductora de flujo de la porción de núcleo base cerca de la parte de núcleo interna donde el área de sección transversal conductora de flujo disponible es generalmente la más pequeña.

Según una realización, el rebaje se extiende hasta un borde exterior de la primera superficie de la porción de núcleo base. De este modo, el volumen del espacio de devanado ocupado por la porción de conexión del devanado puede reducirse ventajosamente.

Según una realización, la hendidura se extiende hasta el rebaje de manera que la hendidura se una al rebaje en el que el rebaje forma la parte inferior de la hendidura. De este modo, el volumen del espacio de devanado ocupado por la porción de conexión del devanado puede reducirse ventajosamente.

Según una realización, el ancho de la hendidura es igual o superior al ancho del rebaje en el borde exterior de la primera superficie de la porción de núcleo base.

Según una realización, un ancho de la primera protuberancia es igual o superior a un ancho del rebaje.

Según una realización, las porciones de pared de la porción de núcleo externo que define la hendidura se extienden en paralelo con la dirección transversal a la primera superficie. Esto puede simplificar la fabricación del núcleo inductor y permite el uso de punzones de una geometría simple.

Según una realización alternativa, el ancho de la hendidura disminuye en una dirección hacia el rebaje.

Según una realización, la segunda superficie comprende además una protuberancia central dispuesta directamente opuesta a la porción de núcleo interno. La protuberancia central puede permitir una fijación estable del núcleo inductor,

ya que se puede aumentar el área de contacto entre la segunda superficie y una superficie de montaje. Esto también puede permitir una mayor disipación de calor desde el núcleo inductor hacia la superficie de montaje.

Según una realización, la protuberancia central presenta una dimensión en el plano de la segunda superficie que es igual o superior a una dimensión de la porción de núcleo interno en la dirección transversal a la primera superficie.

- 5 Según una realización, la primera protuberancia se extiende entre la protuberancia central y un borde exterior de la segunda superficie de la porción de núcleo base, uniéndose de este modo dicha primera protuberancia a la protuberancia central.

10 Según una realización, una extensión de dicha primera protuberancia en una dirección transversal a la segunda superficie cumple o excede una extensión de la protuberancia central en la dirección transversal a la segunda superficie.

15 Según una realización, la segunda superficie comprende además una protuberancia de reborde que se extiende a lo largo de un borde exterior de la segunda superficie de la porción de núcleo base. Similar a la protuberancia central, la protuberancia de reborde puede permitir una fijación estable del núcleo inductor a una superficie de montaje, ya que la superficie de contacto entre la segunda superficie y la superficie de montaje puede por lo tanto aumentarse. Esto también puede permitir una mayor disipación de calor del núcleo inductor.

Según una realización, una extensión de la protuberancia de reborde en una dirección transversal a la segunda superficie es igual o superior a una extensión de la primera protuberancia en la dirección transversal a la segunda superficie.

20 Según una realización, la primera superficie comprende al menos dos rebajes, extendiéndose dichos al menos dos rebajes al menos una parte de una distancia entre la porción de núcleo interno y la porción de núcleo externo, y en la que la segunda superficie, para cada uno de dichos al menos dos rebajes, comprende una protuberancia dispuesta opuestamente a un rebaje correspondiente. Similar a la protuberancia central y la protuberancia de reborde, agregar pares adicionales o rebajes y protuberancias puede permitir una fijación más estable del núcleo inductor ya que la superficie de contacto entre la segunda superficie y una superficie de montaje puede por lo tanto aumentarse. Esto también puede permitir una mayor disipación de calor del núcleo inductor.

Según una realización, los al menos dos rebajes y las protuberancias correspondientes presentan una distribución angular simétrica en la primera y segunda superficies. Esto puede mejorar aún más la estabilidad cuando se une el núcleo inductor a una superficie de montaje.

30 Según una realización, una densidad en una primera parte de la porción de núcleo base que incluye cualquiera de los rebajes mencionados anteriormente difiere de una densidad en una segunda parte de la porción de núcleo base que no incluye ningún rebaje en un 10 % o menos, y más preferentemente en 5 % o menos, y lo más preferentemente en 2,5 % o menos. Como se ha mencionado anteriormente, la primera protuberancia agrega a la segunda superficie al menos parte del volumen de material de la porción de núcleo base que está ocupada por el rebaje, es decir, se pierde para formar el rebaje. Cuanto mayor sea la correspondencia entre el rebaje y la primera protuberancia, menores variaciones de densidad se podrán lograr.

40 Según una realización, la dimensión de la porción de núcleo externo en la dirección transversal a la primera superficie excede la dimensión de la porción de núcleo interno en la dirección transversal a la primera superficie. Según un aspecto adicional, se proporciona una combinación de núcleo inductor que comprende dos de tales núcleos inductores, en la que la superficie de extremo de la porción de núcleo externo del primer núcleo inductor se acopla con la superficie de extremo de la porción de núcleo externo del segundo núcleo inductor, y en la que las porciones de núcleo internas juntas forman una porción de núcleo interno alargada que presenta un hueco de aire. En algunas aplicaciones, puede ser deseable usar un núcleo inductor que incluya un hueco de aire, ya que un hueco de aire dispuesto adecuadamente, entre otras cosas, puede reducir la sensibilidad de la inductancia a las variaciones de corriente.

45 Según una realización, el material de polvo magnético blando comprimido incluye preferentemente al menos 80 % en peso de hierro, más preferentemente al menos 90 % en peso de hierro, y lo más preferentemente al menos 95 % en peso de hierro. Un mayor porcentaje de hierro puede mejorar la compresibilidad del polvo. El presente núcleo inductor de la invención puede formarse convenientemente en una operación de prensado comparativamente simple como se ha analizado anteriormente a partir de un polvo de alta compresibilidad, mientras que forma el núcleo inductor de la técnica anterior a partir de un polvo de alta compresibilidad daría como resultado una mayor desviación del punzón.

50 Según otro aspecto, se proporciona una disposición para una prensa según la reivindicación 14.

El punzón interior, el punzón intermedio, el punzón exterior y el contrapunzón pueden controlarse independientemente.

55 La disposición de la invención se puede usar para formar un núcleo inductor según el primer aspecto en una única operación de prensado. En virtud del contrapunzón que incluye una depresión dispuesta de manera que la depresión está alineada con la primera porción sobresaliente del segundo punzón, se puede formar un núcleo inductor que incluye una porción de base que presenta un rebaje con un riesgo reducido de desviación del punzón intermedio.

Además, la segunda porción sobresaliente en combinación con la hendidura del punzón exterior hace posible formar una porción de núcleo externo que incluye una hendidura en una única operación de prensado.

Según otro aspecto, se proporciona un procedimiento de fabricación de un núcleo inductor según la reivindicación 15.

5 Las ventajas de este aspecto corresponden a las del aspecto del núcleo inductor y el aspecto de la disposición, en el que se hace referencia al análisis anterior.

Breve descripción de los dibujos

10 Lo anterior, así como los objetos, características y ventajas adicionales del presente concepto de la invención, se entenderán mejor a través de la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitativa de las realizaciones preferentes del presente concepto de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, donde los números de referencia se usarán para elementos similares, en los que:

Las figuras 1a y 1b son vistas en perspectiva que ilustran un núcleo inductor de la técnica anterior.

Las figuras 2a y 2b son vistas en perspectiva que ilustran una realización de un núcleo inductor según el presente concepto de la invención.

15 La figura 3 es una vista en sección de un núcleo inductor según una realización.

La figura 4 ilustra esquemáticamente una combinación de núcleo inductor según una realización.

Las figuras 5a y 5b son vistas superiores y vistas inferiores, respectivamente, de un núcleo inductor según otra realización.

La figura 6 es una ilustración esquemática de un núcleo inductor según otra realización.

20 La figura 7 es una vista en despiece ordenado de una disposición para una prensa según una realización.

Las figuras 8 y 9 son ilustraciones esquemáticas de la disposición en una configuración de llenado.

La figura 10 es una ilustración esquemática de la disposición en una configuración de prensado.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

A continuación se describirá una realización de un núcleo inductor 20 según el presente concepto de la invención con referencia a las figuras 2a y 2b.

25 El núcleo inductor 20 puede estar fabricado por un material de polvo magnético blando comprimido. El material en polvo puede ser un polvo de ferrita, un polvo de hierro de alta pureza, un polvo de Fe-Si, otros polvos de aleación de silicio, una aleación de hierro-fósforo o algún otro material en polvo con propiedades similares. Opcionalmente, el material puede ser un material en polvo de material compuesto magnético blando que incluye un polvo magnético blando (por ejemplo, hierro) provisto de un recubrimiento aislante eléctrico. Ejemplos de materiales compuestos que se pueden usar son Somaloy 110i, Somaloy 130i, Somaloy 500, Somaloy 700 y Somaloy 1000 que se pueden obtener de Höganäs AB, S-263 83, Höganäs, Suecia.

30 El núcleo inductor 20 comprende una porción de núcleo base 21 en forma de disco, que se extiende en una dirección radial. La porción de núcleo base 21 incluye una primera superficie 21a y una segunda superficie 21b opuesta a la primera superficie 21a. El núcleo inductor 20 comprende además una porción de núcleo interno 23, que se extiende perpendicularmente desde la primera superficie 21a, definiendo de este modo una dirección longitudinal, es decir, una dirección axial. La porción de núcleo interno 23 tiene una sección transversal de forma circular. El núcleo inductor 20 comprende además una porción de núcleo externo 22 que se extiende en la dirección axial desde la primera superficie 21a hacia una superficie 26 de extremo de la porción de núcleo externo 22.

35 La porción de núcleo interno 23 se extiende desde una parte central de la porción de núcleo base 21. La porción de núcleo externo 22 se extiende desde una parte radialmente exterior de la porción de núcleo base 21. La porción de núcleo externo 22 forma una carcasa circunferencial del núcleo inductor 20.

Como se indica en las figuras 2a y 2b, la porción de núcleo interno 23 puede estar provista de un orificio que se extiende axialmente. El orificio puede ser un orificio pasante. El orificio puede estar dispuesto para recibir medios de sujeción, tales como un perno o similar, para unir el núcleo inductor 20 a una estructura exterior.

45 Como se ilustra en las figuras 2a y 2b, la porción de núcleo externo 22 rodea al menos parcialmente la porción de núcleo interno 23 en una dirección radial. De este modo, se forma un espacio anular que se extiende radial y axialmente entre la porción de núcleo interno 23 y la porción de núcleo externo 22. En este espacio, se puede disponer un devanado. Por ejemplo, uno o más devanados pueden enrollarse alrededor de la porción de núcleo interno 23 una pluralidad de veces.

50 La porción de núcleo externo 22 incluye una hendidura 25. La hendidura 25 se extiende desde la superficie 26 de extremo hacia la primera superficie 21a. La hendidura 25 se extiende a través del grosor radial completo de la porción de núcleo externo 22 y de ese modo se extiende hacia el espacio de devanado. Las porciones de pared de la porción de núcleo externo 22 que define la hendidura 25 se extienden en paralelo con la dirección axial.

La primera superficie 21a incluye un único rebaje 24 que se extiende en la dirección radial desde la porción de núcleo

interno 23 hacia la hendidura 25, uniendo de este modo la hendidura 25 en la que el rebaje 24 forma la parte inferior de la hendidura 25. En la posición radial donde el rebaje 24 une la hendidura 25, el rebaje 24 y la hendidura 25 tienen anchuras aproximadamente iguales, es decir, dimensiones angulares iguales.

5 El rebaje 24 está dispuesto para alojar una o más porciones de conexión de uno o más devanados dispuestos alrededor de la porción de núcleo interno 23. Especialmente, la porción de conexión del devanado de giro interior puede estar dispuesta en el rebaje 24. La hendidura 25 está dispuesta para proporcionar un paso de guía para una porción de conexión en la porción de núcleo externo 22. Las porciones de conexión de los devanados se pueden disponer por tanto a través de la hendidura 25 y a lo largo de la primera superficie 21a de la porción de núcleo base 21 a la porción de núcleo interno 23 mientras ocupa un volumen mínimo del espacio de devanado.

10 La segunda superficie 21b comprende una protuberancia 27. La protuberancia 27 sobresale en la dirección axial. La protuberancia 27 se extiende en una dirección radial desde una parte central de la segunda superficie 21b hacia un borde radial exterior de la segunda superficie 21b. La protuberancia 27 es coextensiva con el rebaje 24 extendiéndose a lo largo y en paralelo con el rebaje 24.

15 La figura 3 es una vista en sección del núcleo inductor 20, tomada perpendicular a la extensión radial del rebaje 24 y la protuberancia 27. Como puede verse, el rebaje 24 y la protuberancia 27 están dispuestos directamente opuestos entre sí. El rebaje 24 presenta un perfil transversal a lo largo de la superficie de la sección. La protuberancia 27 presenta un perfil transversal correspondiente a lo largo de la superficie de la sección. El perfil del rebaje 24 y el perfil de la protuberancia 27 determinan juntos el grosor del material de la parte de la porción de núcleo base 21 en la que se proporcionan el rebaje 24 y la protuberancia 27.

20 El grosor relativo del material de la porción de núcleo base 21 en la región del rebaje puede variar dependiendo de la elección específica del material en polvo y la densidad del núcleo inductor terminado. En cualquier caso, la protuberancia 27 agrega a la segunda superficie 21b al menos parte del espesor del material perdido en la primera superficie 21a para proporcionar el rebaje 24.

25 A continuación, ρ_1 indica la densidad en una primera parte de la porción de núcleo base 21 entre el rebaje 24 y la protuberancia 27 y ρ_2 indica la densidad en una segunda parte de la porción de núcleo base 21 sin incluir ningún rebaje, es decir, al exterior de cualquier rebaje. La primera y la segunda parte de la porción de núcleo base 21 es una parte situada entre la porción de núcleo interno 23 y la porción de núcleo externo 22. En términos de la geometría cilíndrica del núcleo inductor 20, la primera y segunda partes de la porción de núcleo base 21 pueden ser partes del segmento de forma anular de la porción de núcleo base 21 ubicada radialmente entre la porción de núcleo interno 23 y la porción de núcleo externo 22.

30 ρ_1 puede ser una densidad media de la primera parte de la porción de núcleo base 21. Alternativamente, ρ_1 puede ser una densidad máxima de la primera parte de la porción de núcleo base 21. De manera análoga, ρ_2 puede ser una densidad media de la segunda parte de porción de núcleo base 21. Alternativamente, ρ_2 puede ser una densidad máxima de la segunda parte de la porción de núcleo base 21.

35 Para un núcleo inductor formado en una única operación de prensado, ρ_1 puede, en parte debido al rebaje 24, diferir de ρ_2 en algún grado. En otras palabras, $\Delta\rho = (\rho_1 - \rho_2)/\rho_2$ puede ser mayor que 0. En virtud de la combinación del rebaje 24 y la protuberancia 27, la diferencia de densidad $\Delta\rho$ puede ser ventajosamente limitada. Según un ejemplo, $\Delta\rho$ puede ser 10 % o menos, por ejemplo la diferencia de densidad $\Delta\rho$ puede ser sustancialmente del 0 % al 10 %. En otras palabras, ρ_1/ρ_2 puede ser 1 a 1,1. Según otro ejemplo, la diferencia de densidad $\Delta\rho$ puede ser del 5 % o menos, por ejemplo sustancialmente 0 % a 5 %. En otras palabras, ρ_1/ρ_2 puede ser de 1 a 1,05. Según otro ejemplo, la diferencia de densidad $\Delta\rho$ puede ser 2,5 % o menos, por ejemplo sustancialmente 0 % a 2,5 % En otras palabras, ρ_1/ρ_2 puede ser 1 a 1,025. Según un ejemplo aún más, la primera parte y la segunda parte de la porción de núcleo base 21 pueden tener densidades similares. En otras palabras, el segmento de la porción de núcleo base 21 que se extiende entre la porción de núcleo interno 23 y la porción de núcleo externo 22 puede tener una densidad sustancialmente uniforme.

45 Volviendo a la realización ilustrada en la figura 3, los bordes del rebaje 24 están achaflanados. El rebaje 24 presenta de este modo un ancho que disminuye a lo largo de la dirección axial, desde el nivel de la primera superficie 21a hasta el nivel de la parte inferior del rebaje 24. El chaflán del rebaje 24 puede reducir el riesgo de dañar cualquier aislamiento de la porción de conexión del devanado. Aunque no se muestra en la figura 3, los bordes de la protuberancia 27 también pueden estar achaflanados. La protuberancia 27 puede presentar de este modo un ancho que disminuye a lo largo de la dirección axial, desde el nivel de la segunda superficie 21b hasta el nivel de la superficie superior de la protuberancia 27. Estas transiciones suaves pueden simplificar la fabricación del núcleo inductor 20 al reducir el riesgo de agrietamiento en la porción de núcleo base 21 debido a bordes abruptos o afilados.

50 Como se ilustra en la figura 2b, la segunda superficie 21b presenta una protuberancia circular 28 dispuesta centralmente. La protuberancia central 28 sobresale en una dirección transversal a la segunda superficie 21b. La protuberancia central 28 está dispuesta directamente opuesta a la porción del núcleo interno 23. La protuberancia central 28 presenta una extensión en el plano de la segunda superficie 21b, cuya extensión es sustancialmente igual a la extensión radial de la porción del núcleo interno 23. En términos de la geometría cilíndrica del núcleo inductor 20,

el radio de la proyección central 28 es, por lo tanto, aproximadamente igual al radio de la parte de núcleo interno 23. La protuberancia 27 se extiende desde la protuberancia central 28 y, por lo tanto, se une a la protuberancia central 28 en un borde exterior de la misma.

5 Según un diseño alternativo, la protuberancia central 28 puede presentar en cambio una forma anular. El radio mayor puede ser sustancialmente igual o mayor que la extensión radial de la porción de núcleo interno 23. El radio menor puede ser sustancialmente igual o menor que la extensión radial de la porción de núcleo interno 23. Una protuberancia central de forma anular puede proporcionar una superficie de montaje estable mientras se usa menos material que una protuberancia circular.

10 Volviendo a la figura 2b, la segunda superficie 21b presenta además una protuberancia de reborde 29 que se extiende a lo largo de un borde exterior de la segunda superficie de la porción de núcleo base 21. La protuberancia de reborde 29 sobresale en una dirección transversal a la segunda superficie 21b. La protuberancia de reborde 29 está dispuesta directamente opuesta a la porción del núcleo externo 22. La protuberancia de reborde 29 presenta un grosor en la dirección radial que es sustancialmente igual al grosor radial de la porción del núcleo externo 22. Alternativamente, el grosor de la protuberancia de reborde 29 puede ser más pequeño o más grande que el grosor de la porción de núcleo externo 22.

La protuberancia de reborde 29 se extiende desde un primer lado de la protuberancia 29, a lo largo de la circunferencia de la segunda superficie 21b, hasta un segundo lado de la protuberancia 29 que está opuesta al primer lado de la protuberancia 29. La protuberancia de reborde 29 se une de este modo a la protuberancia 27 en una parte exterior de la misma.

20 La protuberancia 27 se extiende desde la protuberancia central 28 hasta el borde exterior de la segunda superficie 21b. La protuberancia 27, la protuberancia central 28 y la protuberancia de reborde 29 juntas forman una superficie sobresaliente común de la segunda superficie 21b. La extensión axial de la protuberancia de reborde 29 es aproximadamente igual a la extensión axial de la protuberancia 27. La extensión axial de la protuberancia central 28 es aproximadamente igual a la extensión axial de la protuberancia 27.

25 Para obtener un núcleo inductor cerrado, se puede disponer una tapa en la superficie superior 26 del núcleo inductor 20. La forma de la tapa puede variar dependiendo de la geometría del núcleo inductor. Para la geometría cilíndrica del inductor 20, puede ser apropiada una tapa en forma de disco. Alternativamente, y como se ilustra en la figura 4, dos núcleos de inductor 20a y 20b, siendo cada uno de los cuales similar al núcleo inductor 20, pueden estar dispuestos de tal manera que sus superficies de extremo 26 respectivas, se enganchen entre sí. Opcionalmente, la extensión axial de la porción de núcleo externo 22 de al menos uno de los núcleos inductores 20a, 20b puede exceder la extensión axial de la porción de núcleo interno correspondiente 23a, 23b de tal manera que se forme una combinación de núcleo inductor 40 que comprende una porción de núcleo interno alargado que incluye un hueco 41 que se extiende axialmente.

35 En lo anterior, el concepto de la invención se ha descrito principalmente con referencia a una realización específica. Sin embargo, como es apreciado fácilmente por una persona experta en la técnica, otras realizaciones que las descritas anteriormente son igualmente posibles.

Por ejemplo, la protuberancia central 28 y/o la protuberancia de reborde 29 pueden considerarse características opcionales. Por lo tanto, se proporciona una realización alternativa de un núcleo inductor similar al núcleo inductor 20, sin embargo, sin incluir una protuberancia de reborde 28 y/o una protuberancia central 29.

40 Según otro ejemplo, el rebaje 24 y la protuberancia 27 no necesitan extenderse en una dirección radial recta. En cambio, se puede proporcionar un inductor que incluya un rebaje y una protuberancia que se extienden de forma curva entre la porción de núcleo interno y la porción de núcleo externo.

45 Según otro ejemplo, el rebaje 24 y la protuberancia 27 no necesitan presentar un ancho constante. En cambio, se puede proporcionar un inductor que incluya un rebaje y una protuberancia que presentan un ancho que aumenta o disminuye a lo largo de una dirección radialmente hacia el exterior.

La figura 5a es una ilustración en vista superior de un núcleo inductor 50 según otra realización. La figura 5b es una ilustración en vista inferior del núcleo inductor 50. El núcleo inductor 50 es similar al núcleo inductor 20, sin embargo, difiere en que incluye más de un rebaje y más de una protuberancia correspondiente. Más específicamente, la porción de núcleo base del núcleo inductor 50 incluye una primera superficie 51a y una segunda superficie 51b opuesta. La primera superficie 51a incluye tres rebajes 54a, 54b, 54c. Los rebajes están distribuidos simétricamente en la primera superficie 51a con respecto a una dirección angular de manera que se forme un ángulo de aproximadamente 120° entre pares adyacentes de rebajes. Sin embargo, otras distribuciones también son posibles. La segunda superficie 51b incluye tres protuberancias 57a, 57b y 57c. La protuberancia 57a está dispuesta directamente de manera opuesta al rebaje 54a. La protuberancia 57b está dispuesta directamente de manera opuesta al rebaje 54b. La protuberancia 57c está dispuesta directamente de manera opuesta al rebaje 54c. Los rebajes 54a, 54b, 54c dividen la primera superficie 51a en tres regiones en forma de sector. Correspondientemente, las protuberancias 57a, 57b, 57c dividen la segunda superficie 51b en tres regiones en forma de sector.

La hendidura 25 se extiende desde la superficie de extremo de la porción de núcleo externo hacia el rebaje 54a. El rebaje 54a forma de este modo la parte inferior de la hendidura 25.

5 La segunda superficie 51b comprende además tres salientes de borde 59a, 59b, 59c. Cada una de las protuberancias de reborde 59a, 59b, 59c está dispuesta directamente de manera opuesta a la porción del núcleo externo 22. Cada una de las protuberancias de reborde 59a, 59b, 59c presenta un grosor en la dirección radial que es sustancialmente igual al grosor radial de la porción de núcleo externo 22.

10 La protuberancia de reborde 59a se extiende entre la primera protuberancia 57a y la segunda protuberancia 57b. La protuberancia de reborde 59b se extiende entre la protuberancia 57b y la protuberancia 57c. La protuberancia de reborde 59c se extiende entre la protuberancia 57c y la protuberancia 57a. Las protuberancias de reborde 59a, 59b, 59c se unen de este modo a las protuberancias 57a, 57b, 57c en una parte externa de las mismas.

La extensión axial de las protuberancias de reborde 59a, 59b, 59c es aproximadamente igual a la extensión axial de la protuberancia 27. Las protuberancias de reborde 59a, 59b, 59c y las partes radialmente externas de las protuberancias 57a, 57b, 57c definen en conjunto una protuberancia de reborde circunferencial continua.

15 En las figuras 5a y 5b, los rebajes 54a-c, así como las protuberancias 57a-c, se ilustran con dimensiones similares y, más específicamente, anchos similares. Sin embargo, según una alternativa, los rebajes 54a-c así como las protuberancias 57a-c pueden tener diferentes dimensiones y, más específicamente, diferentes anchuras. Especialmente, los dos rebajes 54b-c pueden presentar un ancho menor que el rebaje 54a. Análogamente, las dos protuberancias 57b-c pueden presentar un ancho menor que la protuberancia 57a.

20 Cabe señalar que un núcleo inductor puede incluir otro número de rebajes y protuberancias que uno y tres como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, un núcleo inductor puede incluir dos rebajes y dos protuberancias correspondientes. En ese caso, los dos rebajes (y las dos protuberancias) pueden estar dispuestos en un ángulo de 180° entre sí.

25 En el núcleo inductor 20 descrito anteriormente, el rebaje 24 se extiende desde la porción de núcleo interno 23 hasta la hendidura 25. Según una realización alternativa, la parte radial más interna del rebaje 24 está separada de la porción de núcleo interno 23 por una distancia, es decir, una distancia distinta de cero. Esto puede ser útil, por ejemplo, cuando se usa un devanado multicapa que tiene un grosor tal que la capa exterior del devanado coincide aproximadamente con la parte radial más interna del rebaje 24 en el que la porción de conexión del devanado que se va a alojar en el rebaje deja el devanado en la parte radial más interna del rebaje 24. En ese caso, la protuberancia 27 correspondiente puede ser coextensiva o más corta o más larga que el rebaje 24.

30 La figura 6 ilustra una sección de un núcleo inductor 60a y un núcleo inductor 60b. El núcleo inductor 60a está dispuesto en la parte superior del núcleo inductor 60b para obtener un núcleo inductor combinado cerrado. La sección se toma a lo largo del eje central de los núcleos inductores 60a y 60b. Los núcleos inductores 60a y 60b son similares al núcleo inductor 20. Como se ilustra en la figura 6, los núcleos inductores 60a y 60b incluyen una protuberancia central 68 que tiene un borde achaflanado. La protuberancia central 68 presenta de este modo un grosor en la dirección axial que disminuye gradualmente a lo largo de una dirección hacia el exterior. De este modo, el espacio de devanado puede conservarse en virtud del rebaje 24, mientras que al mismo tiempo el área de sección transversal conductora de flujo de la porción de núcleo base 21 puede conservarse cerca de la parte de núcleo interno 23 donde el área de sección transversal conductora de flujo disponible es la más pequeña. La trayectoria del flujo a través de los núcleos inductores se indica esquemáticamente con la flecha P. Para la realización mostrada en la figura 6, el área de la sección transversal conductora de flujo en la posición radial r viene dada por:

$$r * \int_0^{2\pi} T(r, \phi) d\phi$$

donde $T(r, \phi)$ es el grosor de la porción de núcleo base en la posición radial r y la posición angular ϕ , (es decir, el acimut).

45 Con referencia a las figuras 7-10, una disposición 70 de un conjunto de punzones y una matriz, cuya disposición se puede usar en una prensa de fabricación de un núcleo inductor, y se describirá un procedimiento de fabricación de un núcleo inductor. Especialmente, la disposición 70 y el procedimiento pueden usarse para fabricar el núcleo de maceta 20, descrito anteriormente.

50 La figura 7 es una vista esquemática en despiece ordenado de la disposición 70. Para ayudar a comprender la disposición 70 y el procedimiento de fabricación, también se hará referencia a las características del núcleo inductor 20.

La disposición 70 incluye un punzón interior 71, un punzón intermedio 72, un punzón exterior 73, un contrapunzón 74 y una matriz 75. El punzón interior 71, el punzón intermedio 72, el punzón exterior 73 y el contrapunzón 74 son móviles independientemente a lo largo de la dirección axial A mediante accionadores controlados independientemente (no mostrados para mayor claridad). En uso, el punzón interior 71, el punzón intermedio 72 y el punzón exterior 73 están

configurados para aplicar una fuerza de prensado en una primera dirección de prensado que coincide con la dirección axial A. El contrapunzón 74 está configurado para aplicar una fuerza de prensado en una segunda dirección dirigida de manera opuesta a la primera dirección de prensado, es decir, opuesta a la dirección axial A.

5 La figura 8 es una vista esquemática de la disposición 70 con una sección de la matriz 75 cortada. En la figura 8, la disposición 70 se ilustra en una configuración que permite recibir material en polvo magnético blando en una cavidad formada entre los punzones 71, 72, 73 y las paredes del orificio pasante 75a en la matriz 75. En lo siguiente, esta configuración de la disposición 70 se denominará configuración de llenado.

10 El punzón intermedio 72 incluye un espacio 72a que se extiende a lo largo del punzón intermedio y a lo largo de la dirección A. El espacio 72a forma de este modo un orificio pasante axial del punzón intermedio 72. El orificio pasante 72a tiene una dimensión de sección transversal, es decir, un radio, que excede la dimensión de la sección transversal, es decir, un radio, del punzón interior 71. El orificio pasante 72a está dispuesto para recibir el punzón interior 71. El punzón interior 71 es móvil en relación con el punzón intermedio 72. Más específicamente, el punzón interior 71 puede deslizarse dentro del orificio pasante 72a.

15 El ajuste entre el punzón intermedio 72 y el punzón interior 71 es tal que sustancialmente no puede entrar polvo entre el punzón interior 71 y el punzón intermedio 72. Por lo tanto, las paredes del orificio pasante 72a y la parte del punzón interior 71 recibido en el orificio pasante 72a definen un primer volumen parcial V1 para recibir polvo. Por lo tanto, la superficie de extremo del punzón interior 71 que está orientado en la dirección A forma la parte inferior del volumen V1. El primer volumen parcial V1 define la porción del núcleo interno 23 del núcleo inductor 20.

20 Para permitir la formación de un rebaje 24 en el núcleo inductor 20, como se describirá en detalle a continuación, el punzón intermedio 72 presenta una primera porción 72b que sobresale en la dirección A. La primera porción 72b está dispuesta para formar el rebaje 24. Para permitir la formación de una hendidura 25 en el núcleo inductor 20, el punzón intermedio 72 presenta además una segunda porción 72c que sobresale en una dirección radial, transversal a la dirección A. La segunda porción 72c presenta una primera superficie lateral y una segunda superficie lateral opuesta. Esta primera y segunda superficies laterales se extienden en paralelo con la dirección A. En la realización mostrada en la figura 7, la primera porción 72b y la segunda porción 72c están formadas juntas en una única pieza.

El punzón exterior 73 incluye un espacio 73a que se extiende a lo largo del punzón exterior y a lo largo de la dirección A. El espacio 73a forma de este modo un orificio pasante axial del punzón exterior 73. El orificio pasante 73a tiene una dimensión de sección transversal, es decir, un radio, que excede la dimensión de la sección transversal, es decir, un radio, del punzón intermedio 72. El orificio pasante 73a está dispuesto para recibir el punzón intermedio 72.

30 El punzón exterior 73 incluye además una hendidura 73b que se extiende a lo largo de la dirección A. La hendidura 73b se extiende a través de todo el grosor radial del punzón exterior 73 y, por lo tanto, se extiende o se abre hacia el orificio pasante 73a. El ancho, es decir, la dimensión angular, de la hendidura 73b es tal que la hendidura 73b puede recibir la segunda porción 72c.

35 El ajuste entre el punzón exterior 73 y el punzón intermedio 72, y el ajuste entre la hendidura 73b y la segunda porción sobresaliente 72c son tales que sustancialmente no puede entrar polvo entre el punzón exterior 73 y el punzón intermedio 72. Además sustancialmente, no puede entrar polvo entre las paredes que definen la hendidura 73b y las superficies laterales de la segunda porción sobresaliente 72c.

40 El matriz 75 incluye un espacio 75a que se extiende a lo largo de la matriz y a lo largo de la dirección A. El espacio 75a forma de este modo un orificio pasante axial del punzón intermedio 75. El orificio pasante 75a tiene una dimensión de sección transversal, es decir, un radio que excede la dimensión de la sección transversal, es decir, un radio, del punzón exterior 73. Sin embargo, el ajuste entre el punzón exterior 73 y el matriz 75 es tal que sustancialmente no puede entrar polvo entre las paredes externas del punzón exterior 73 y las paredes del orificio pasante 75a.

45 En la configuración de llenado, la segunda porción 72c del punzón intermedio 72 se extiende hacia la pared interna del orificio pasante 75a de la matriz 75. El ajuste entre el punzón intermedio 72 y la matriz 75 es tal que el polvo puede entrar entre las paredes exteriores del punzón intermedio 72 y las paredes del orificio pasante 75a de la matriz 75, sin embargo, sustancialmente no puede entrar polvo entre la segunda porción 72c y la pared del orificio pasante 75a.

50 Por lo tanto, las paredes del orificio pasante 75a, las paredes exteriores del punzón intermedio 72 y la segunda porción 72c definen conjuntamente un segundo volumen parcial V2 para recibir polvo. El segundo volumen parcial V2 se define adicionalmente por la parte del punzón exterior 73 que rodea el punzón intermedio 72. Por lo tanto, la superficie de extremo del punzón exterior 73 que está orientada en la dirección A forma la parte inferior del volumen V2. El segundo volumen parcial V2 define la porción de núcleo externo 22 del núcleo inductor 20.

55 El volumen parcial V2 se extiende en una dirección circunferencial desde la primera superficie lateral de la segunda porción 72c, a través del espacio entre las paredes exteriores del punzón intermedio 72 y las paredes del orificio pasante 75a, hasta la segunda superficie lateral de la segunda porción 72c, opuesta a la primera superficie lateral de la segunda porción 72c. El volumen parcial V2 forma de este modo un espacio anular que rodea parcialmente el punzón intermedio 72, en el que se impide que el material en polvo entre en el espacio ocupado por la segunda porción 72c.

Las paredes del orificio pasante 75a, la superficie de extremo del punzón intermedio 72 orientado en la dirección A, y la porción sobresaliente 72b definen conjuntamente un tercer volumen parcial V3 para recibir polvo. El tercer volumen parcial V3 define la porción de núcleo base 21 del núcleo inductor 20, cuya porción de núcleo base 21 incluye un rebaje 24.

- 5 El primer volumen parcial V1 se comunica con el segundo volumen parcial V2 a través del volumen parcial V3. Los volúmenes parciales V1, V2 y V3 definen conjuntamente una cavidad para recibir el polvo que se comprimirá en un núcleo inductor.

10 La figura 9 ilustra la disposición 70 en la configuración de llenado desde un ángulo ligeramente diferente, en el que es visible una superficie de extremo 74a del contrapunzón 74. La superficie de extremo 74a incluye una depresión 74b para formar una protuberancia 27 en el núcleo inductor 20. La depresión 74b está dispuesta para alinearse con la primera porción 72b del punzón intermedio 72.

15 La superficie 74a del contrapunzón 74 incluye otras depresiones dispuestas para formar núcleos inductores que incluyen una protuberancia central opcional y una protuberancia de reborde opcional, similar a la protuberancia central 28 y la protuberancia de reborde 29 en la figura 2b. Por lo tanto, la superficie 74a está dispuesta para formar un inductor que incluye una superficie sobresaliente común, como se ilustra en la figura 2b, que incluye una protuberancia 27, una protuberancia central 28 y una protuberancia de reborde 29. Por lo tanto, la superficie 74a puede describirse alternativamente y análogamente como una superficie 74a que presenta una o más proyecciones para formar las partes de la segunda superficie 21b que no deben presentar ninguna protuberancia.

20 Opcionalmente, el punzón interior 71 puede incluir un orificio que se extiende axialmente y un punzón adicional, en el que el orificio del punzón interior 71 está dispuesto para recibir el punzón adicional. El punzón adicional puede usarse para formar un orificio pasante que se extiende axialmente en la porción de núcleo interno 23.

25 Con la disposición 70 que asume la configuración de llenado, la cavidad formada de este modo se llena con el polvo que se va a comprimir. El polvo se recibe a través de la abertura superior de la cavidad, formada por la abertura superior del orificio pasante 75a en la matriz 75. El polvo puede ser cualquiera de los polvos analizados en relación con el núcleo inductor 20. Después de que se haya provisto una cantidad deseada de polvo en la cavidad, se hace que cada uno del punzón interior 71, el punzón intermedio 72 y el punzón exterior 73 aplique una fuerza de prensado opuesta en la dirección axial ascendente A. se hace que el contrapunzón 74 aplique una fuerza de prensado opuesta en la dirección axial descendente. La configuración asumida por la disposición puede denominarse configuración de prensado y se ilustra en la figura 10. El polvo en el primer, segundo y tercer volumen parcial puede comprimirse de este modo simultáneamente a lo largo del eje A para formar el núcleo inductor 20.

30 La primera porción sobresaliente 72b forma de este modo un rebaje 24 en la porción base 21 del núcleo inductor 20 y la superficie 74a del contrapunzón 74 forma una protuberancia 27 correspondiente. La segunda porción sobresaliente 72c evita que el polvo entre entre la segunda porción sobresaliente 72c y la pared del orificio pasante 75a de la matriz 75 y forma de este modo la hendidura 25.

35 De este modo, el núcleo inductor puede estar provisto tanto de un rebaje 24 como de una hendidura 25 en una única operación de prensado y sin ningún mecanizado posterior. En virtud del diseño de la superficie 74a del contrapunzón 74, se pueden asegurar variaciones de densidad reducidas y, por lo tanto, incluso cargar el punzón intermedio 72 a pesar de la presencia de la primera porción sobresaliente 72b.

40 Si la superficie 74a no hubiera sido provista de una depresión 74b, la primera porción sobresaliente 72b causaría un mayor grado de compactación de la capa de polvo por encima de la porción 72b que el grado de compactación de la capa de polvo sobre las otras partes de la superficie de prensado del punzón intermedio 72. Tal sobrecompactación local podría desviar el punzón intermedio 72 forzando de este modo la primera porción sobresaliente 72b y/o la segunda porción sobresaliente 72c a través de la hendidura 73b y dentro de las paredes del orificio pasante 75a, dañando de este modo la matriz 75. Este riesgo se haría aún mayor a medida que aumentaran las fuerzas de prensado.

45 Por lo tanto, la disposición 70 hace posible obtener un núcleo inductor que tiene una densidad aumentada en la porción de núcleo base en comparación con los núcleos inductores prensados que están disponibles comercialmente en la actualidad.

Aunque un núcleo inductor y una disposición de un conjunto de punzones y una matriz, que tienen secciones transversales circulares se han descrito en lo anterior, el concepto de la invención no se limita a esta forma específica.

50 Por ejemplo, el núcleo inductor puede presentar una sección transversal elíptica, una sección transversal rectangular, una sección transversal poligonal, etc., sin apartarse del ámbito del presente concepto de la invención, como se define en las reivindicaciones independientes.

REIVINDICACIONES

1. Un núcleo inductor (20) que comprende:
 - una porción de núcleo base (21) que tiene una primera superficie (21a) y una segunda superficie (21b) opuesta;
 - una porción de núcleo interno (23) que se extiende desde la primera superficie (21a) en una dirección transversal a la primera superficie;
 - una porción de núcleo externo (22) que se extiende, en la dirección transversal a la primera superficie (21a), desde la primera superficie (21a) a una superficie (26) de extremo de la porción de núcleo externo (22), rodeando la porción de núcleo externo (22) al menos parcialmente la porción de núcleo interno (23), formando de este modo un espacio alrededor de la porción de núcleo interno (23) para alojar un devanado;
 - caracterizado porque** el núcleo inductor (20) está fabricado por un material de polvo magnético blando comprimido y **porque** la primera superficie (21a) comprende un rebaje (24) para alojar una porción de conexión del devanado, extendiéndose dicho rebaje al menos una parte de una distancia entre la porción de núcleo interno (23) y la porción de núcleo externo (22), y en el que la porción de núcleo externo (22) presenta una hendidura (25) que se extiende desde dicha superficie (26) de extremo hacia el rebaje (24), y en el que la segunda superficie (21b) de la porción de núcleo base (21) comprende al menos una primera protuberancia (27; 57a, 57b, 57c) dispuesta opuestamente al rebaje (24).
2. Un núcleo inductor (20) según la reivindicación 1, en el que dicha primera protuberancia (27) es coextensiva con al menos una parte de dicho rebaje (24).
3. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que dicha primera protuberancia (27) se extiende hasta un borde exterior de la segunda superficie (21b) de la porción de núcleo base (21).
4. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rebaje (24) se extiende desde la porción de núcleo interno (23).
5. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rebaje (24) se extiende hasta un borde exterior de la primera superficie (21a) de la porción de núcleo base (21).
6. Un núcleo inductor (20) según la reivindicación 5, en el que la hendidura (25) se extiende hasta el rebaje (24) de modo que la hendidura (25) se una al rebaje (24) en el que el rebaje (24) forma la parte inferior de la hendidura (25).
7. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las porciones de pared de la porción de núcleo externo (22) que define la hendidura (25) se extienden en paralelo con la dirección transversal a la primera superficie (21a).
8. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda superficie (21b) comprende además una protuberancia central (28) dispuesta directamente opuesta a la porción de núcleo interno (23).
9. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones 7-8, en el que dicha primera protuberancia (27) se extiende entre la protuberancia central (28) y un borde exterior de la segunda superficie (21b) de la porción de núcleo base (21), uniéndose de este modo dicha primera protuberancia (27) a la protuberancia central (28).
10. Un núcleo inductor (20) según la reivindicación 9, en el que una extensión de dicha primera protuberancia (27) en una dirección transversal a la segunda superficie (21b) se encuentra con una extensión de la porción de núcleo interno (23) en la dirección transversal a la segunda superficie (21b).
11. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda superficie (21b) comprende además una protuberancia de reborde (29) que se extiende a lo largo de un borde exterior de la segunda superficie (21b) de la porción de núcleo base (21).
12. Un núcleo inductor (50) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera superficie (51a) comprende al menos dos rebajes (54a, 54b, 54c), extendiéndose dichos al menos dos rebajes al menos una parte de una distancia entre la porción de núcleo interno y la porción de núcleo externo, y en el que la segunda superficie (51b), para cada uno de dichos al menos dos rebajes (54a, 54b, 54c), comprende una protuberancia (57a, 57b, 57c) dispuesta opuestamente a un rebaje (54a, 54b, 54c) correspondiente.
13. Un núcleo inductor (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una densidad en una parte de la porción de núcleo base (21) que incluye un rebaje (24, 54a, 54b, 54c) difiere de una densidad en una parte de la porción de núcleo base (21) que no incluye ningún rebaje en un 10 % o menor, y más preferentemente en un 5 % o menor, y lo más preferentemente en un 2,5 % o menor.
14. Una disposición (70) para una prensa de fabricación de un núcleo inductor (20) según la reivindicación 1 a partir de material de polvo magnético blando, comprendiendo la disposición (70):
 - un punzón interior (71) dispuesto para aplicar una primera fuerza de prensado en una primera dirección de prensado,

5 un punzón intermedio (72) dispuesto para aplicar una segunda fuerza de prensado en la primera dirección de prensado, incluyendo el punzón intermedio un espacio que se extiende en la primera dirección de prensado y está dispuesto para recibir al menos una porción del punzón interior, presentando además el punzón intermedio una primera porción (72b) para formar un rebaje (24) del núcleo inductor (20), sobresaliendo la primera porción (72b) de la primera dirección de prensado, y presentando el punzón intermedio una segunda porción (72c) para formar una hendidura (25) del núcleo inductor (20), sobresaliendo la segunda porción (72c) en una dirección hacia el exterior transversal a la primera dirección de prensado y extendiéndose a lo largo de la primera dirección de prensado,

10 un punzón exterior (73) dispuesto para aplicar una tercera fuerza de prensado en la primera dirección de prensado, incluyendo el punzón exterior un espacio (73a) que se extiende en la primera dirección de prensado y está dispuesto para recibir al menos una parte del punzón intermedio (72), incluyendo además el punzón exterior (73) una hendidura (73b) que se extiende en la primera dirección de prensado y conduce a dicho espacio (73a) y está dispuesta para recibir al menos una porción de la segunda proyección,

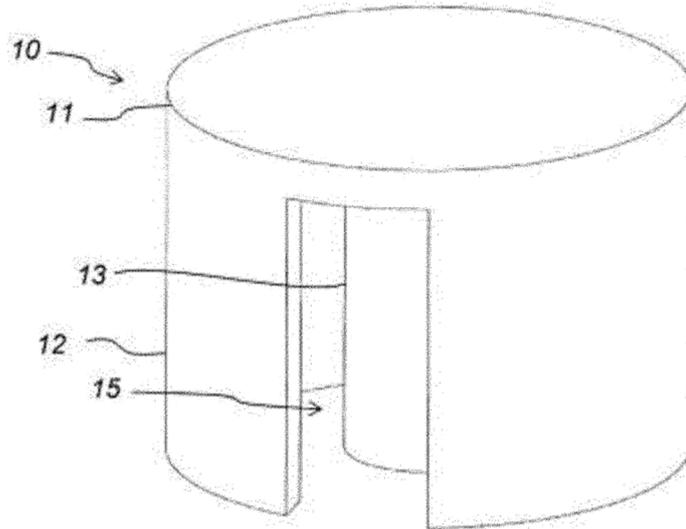
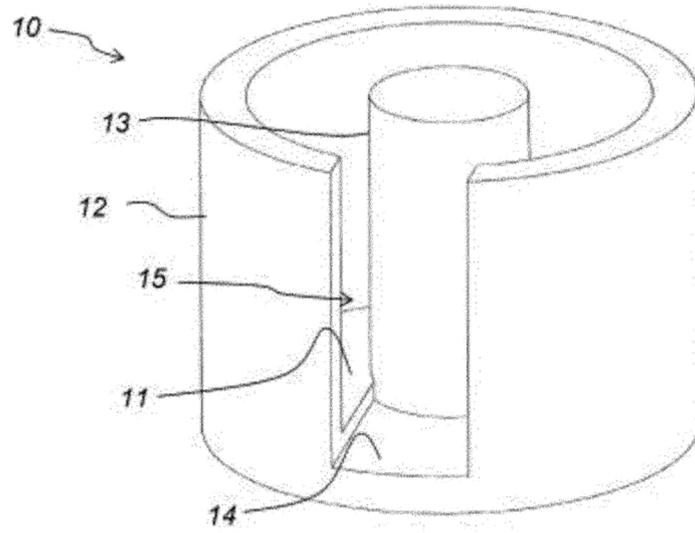
15 un contrapunzón (74) dispuesto para alinearse con el punzón interior (71), el punzón intermedio (72) y el punzón exterior (73) a lo largo de la primera dirección de prensado, estando el contrapunzón (74) dispuesto además para aplicar una cuarta fuerza de presión en una segunda dirección de prensado opuesta a la primera dirección de prensado para generar una fuerza contraria a la primera, la segunda y la tercera fuerzas de prensado, incluyendo además el contrapunzón (74) una depresión (74b), en la que el contrapunzón está dispuesto de manera que la depresión esté alineada con la primera porción (72b) del punzón intermedio (72), y

20 una matriz (75) que incluye un espacio dispuesto para recibir al menos una porción del punzón exterior (73), el punzón intermedio (72), el punzón interior (71) y el contrapunzón (74).

15. Un procedimiento de fabricación de un núcleo inductor (20) según la reivindicación 1, que comprende:

25 proporcionar un material compuesto de polvo magnético blando en una cavidad que incluye un primer volumen parcial (V1) para formar una porción de núcleo interno (23), un segundo volumen parcial (V2) para formar una porción de núcleo externo (22) que incluye una hendidura (25), y un tercer volumen parcial (V3) para formar una porción de núcleo base (21) que incluye un rebaje (24) en un primer lado (21a) de la porción de núcleo base (21), y

30 comprimir simultáneamente el polvo en el primer, el segundo y el tercer volumen parcial (V1, V2, V3) a lo largo de un eje común (A) para formar el núcleo inductor (20) usando un punzón (72, 72b, 72c) dispuesto para formar una protuberancia (27) en un segundo lado (21b) de la porción de núcleo base (21) cuyo segundo lado (21b) está opuesto al primer lado (21a), en el que la protuberancia (27) se forma directamente opuesta al rebaje (24).



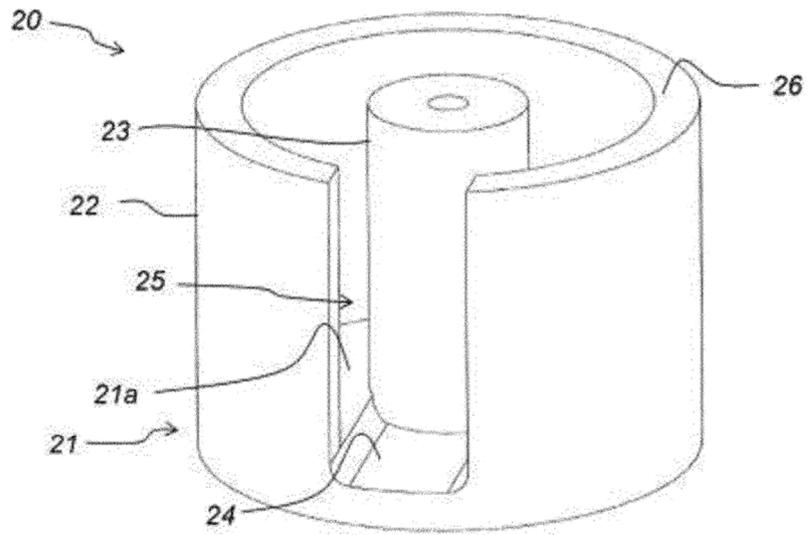


Fig. 2a

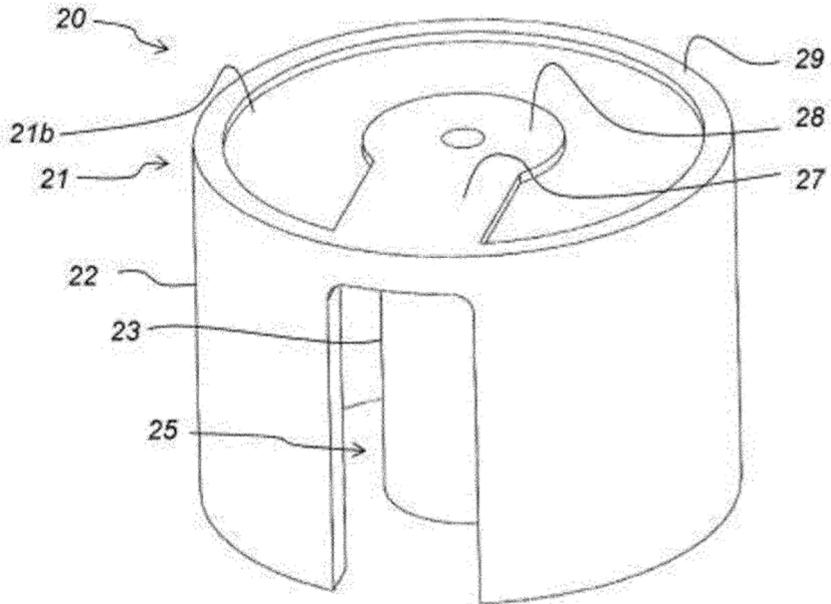
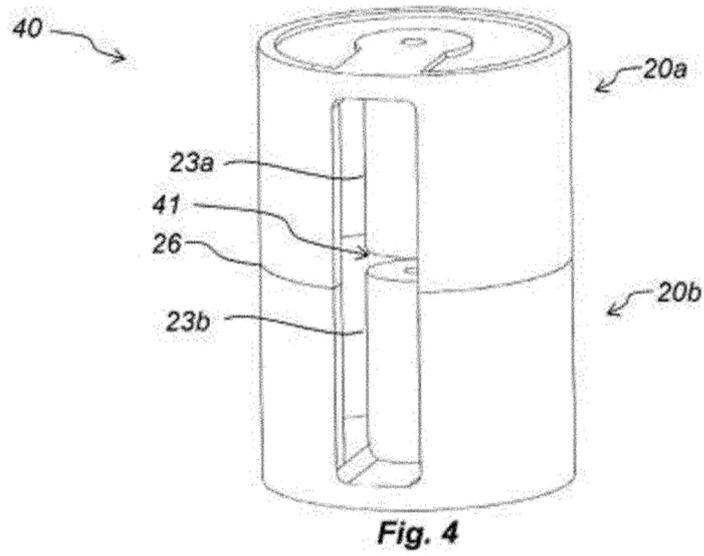
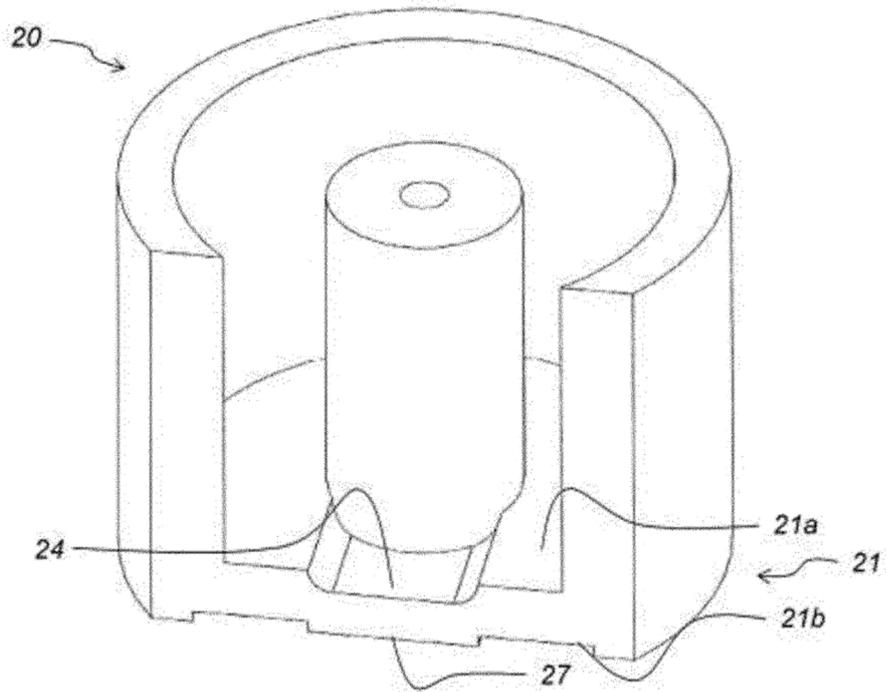


Fig. 2b



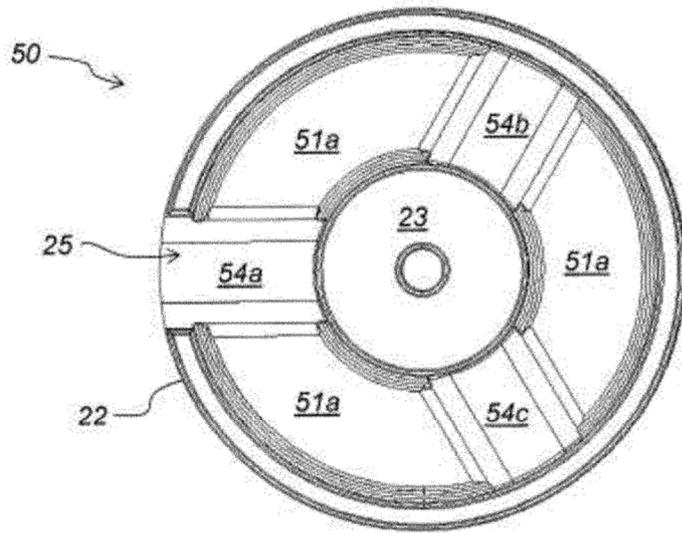


Fig. 5a

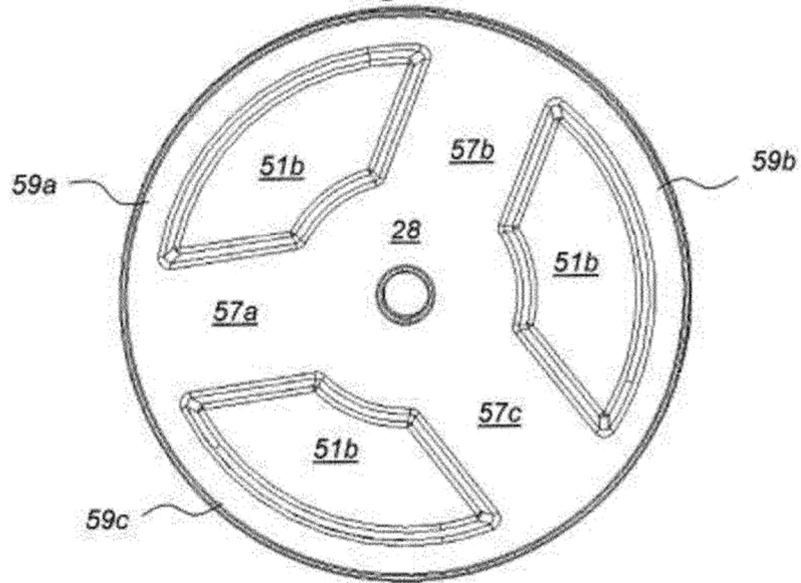


Fig. 5b

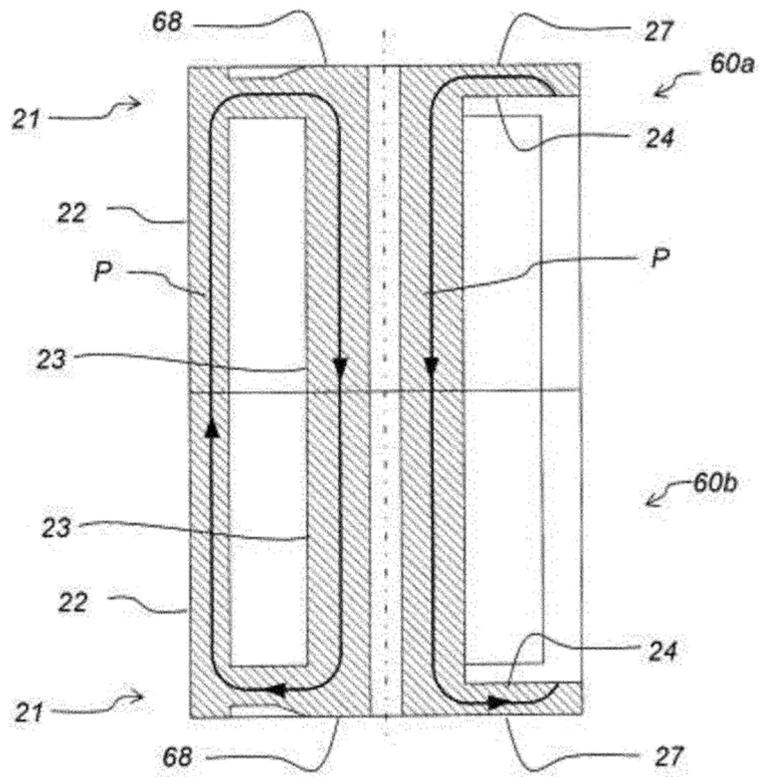


Fig. 6

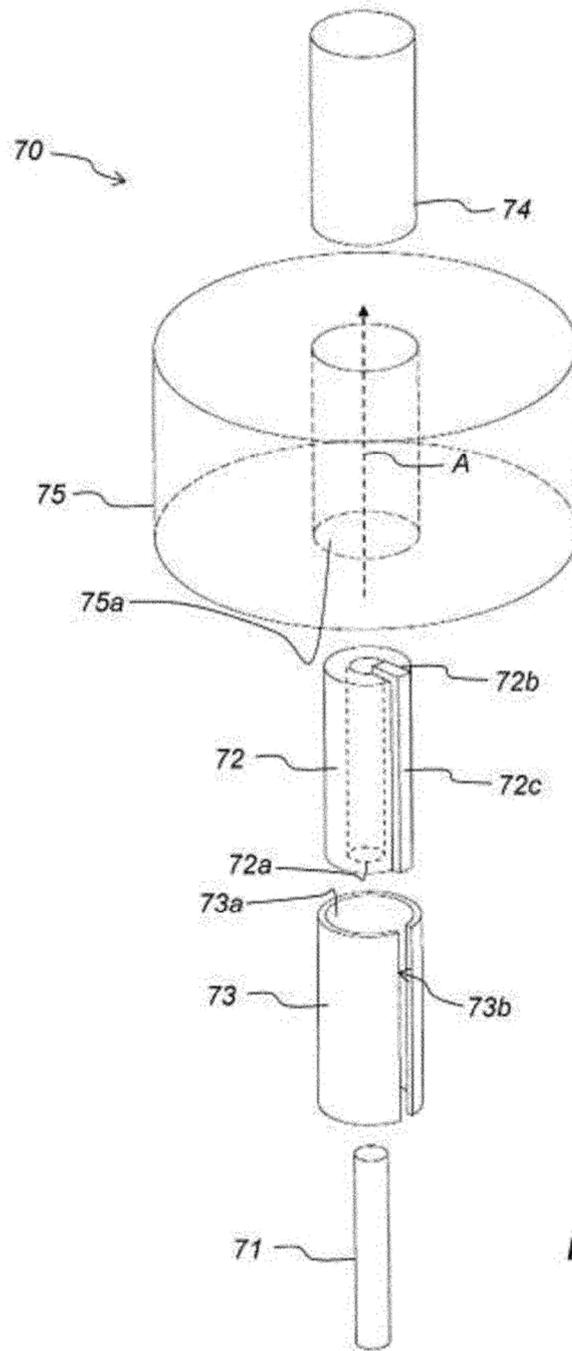


Fig. 7

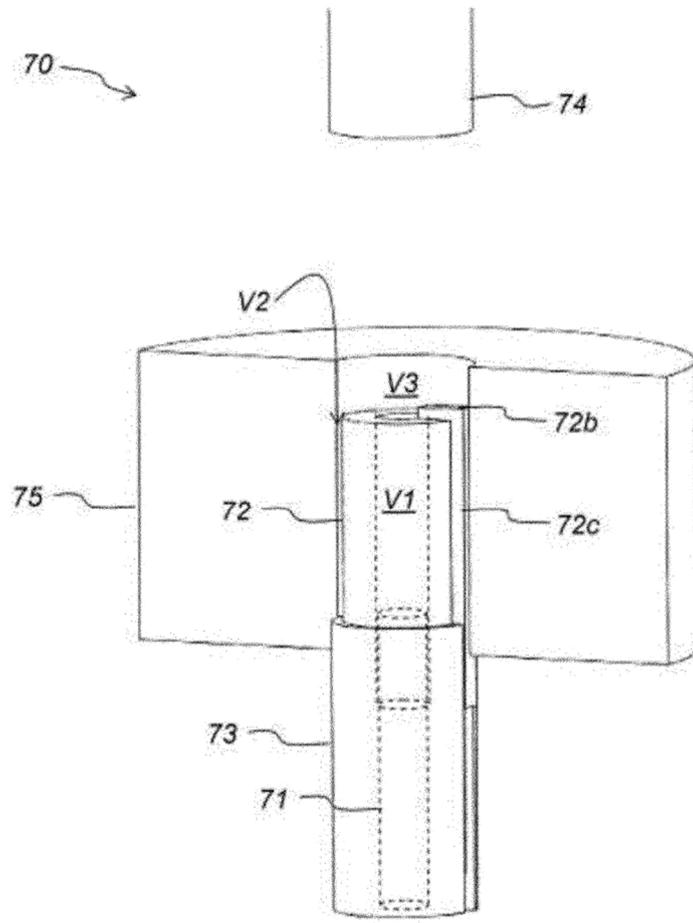


Fig. 8

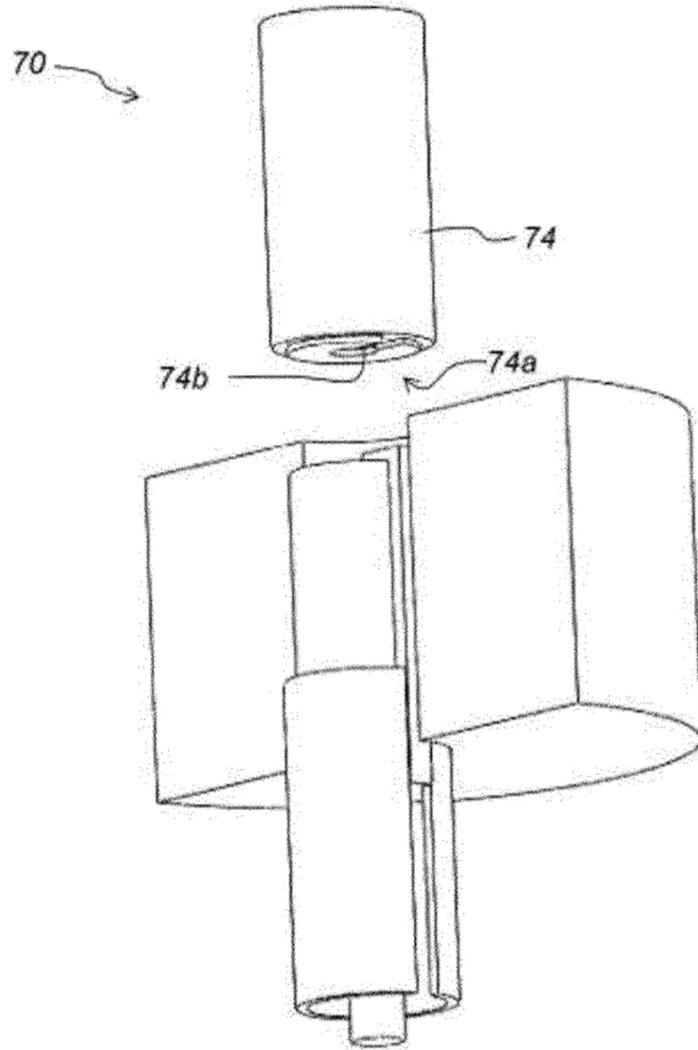


Fig. 9

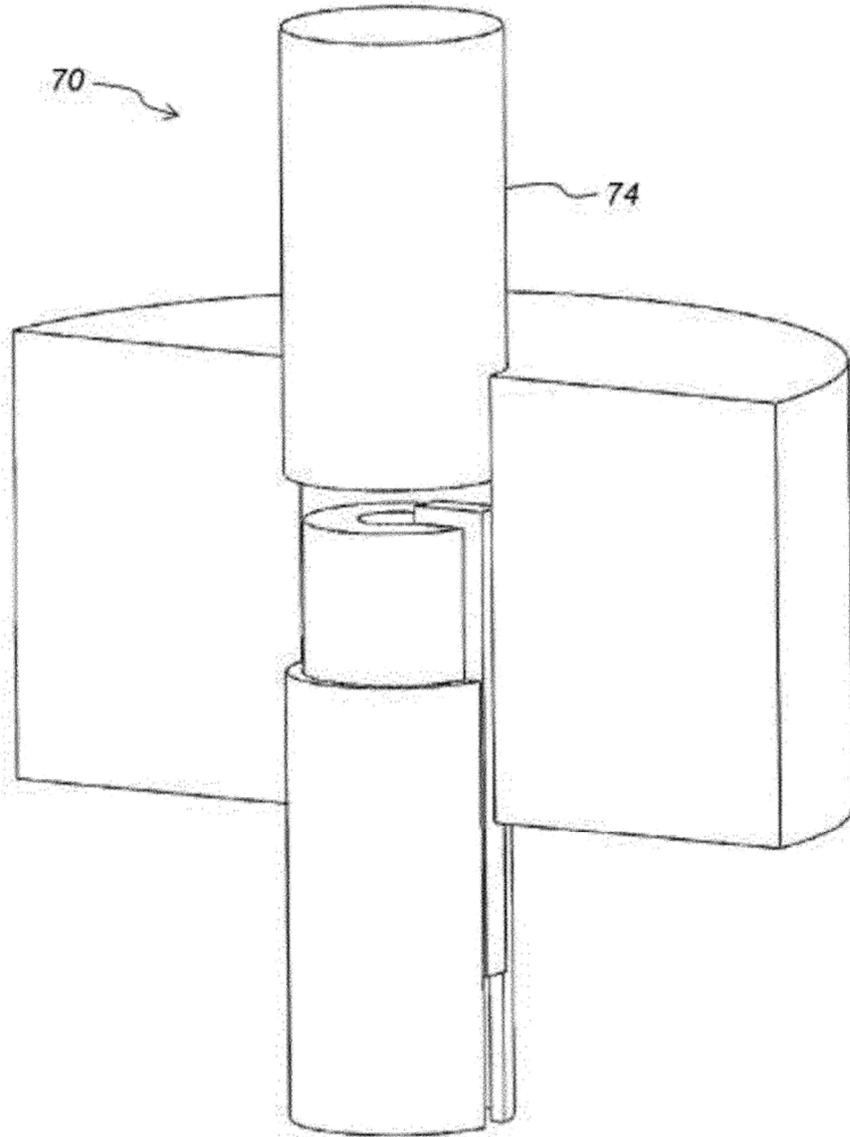


Fig. 10