



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 275 291**

51 Int. Cl.:
G01R 33/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **98107116 .0**

86 Fecha de presentación : **20.04.1998**

87 Número de publicación de la solicitud: **0875768**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.11.1998**

54 Título: **Estructura magnética para generar campos magnéticos para su uso en la detección de imágenes por resonancia magnética nuclear.**

30 Prioridad: **29.04.1997 IT SV97A0024**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.06.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.06.2007

73 Titular/es: **Esaote S.p.A.**
Viale Bianca Maria, 25
20100 Milano, IT

72 Inventor/es: **Carrozzi, Alessandro;**
Trequattrini, Alessandro y
Coscia, Gianluca

74 Agente: **Fernández Lerroux, Aurelio**

ES 2 275 291 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).

ES 2 275 291 T3

DESCRIPCIÓN

Estructura magnética para generar campos magnéticos para su uso en la detección de imágenes por resonancia magnética nuclear.

5

La invención se refiere a una estructura magnética para generar campos magnéticos para su uso en la detección de imágenes por resonancia magnética nuclear según el preámbulo de la reivindicación 1.

10

Las estructuras magnéticas de la técnica anterior pueden ser básicamente de dos tipos, es decir estructuras magnéticas que utilizan imanes permanentes, y estructuras magnéticas que utilizan electroimanes o bien del tipo resistivo o bien del superconductor. Estas estructuras se utilizan tanto para la detección de imágenes de todo el cuerpo, en la que el cuerpo sometido a examen se inserta básicamente en su totalidad dentro de la estructura magnética, como para la detección de zonas diana particulares, tal como extremidades específicas, u otras.

15

Con el fin de obtener imágenes válidas mediante el uso de resonancia magnética nuclear, el campo magnético debe tener ciertas características, concretamente en la intensidad y la distribución homogénea, al menos en el volumen concebido para recibir el cuerpo o la parte del mismo que ha de examinarse. A menos que se alcance una distribución homogénea, dentro de unas tolerancias determinadas, la imagen obtenida mediante los ecos del espín no es útil, ya que no se corresponde de manera precisa con las condiciones reales.

20

Con el fin de proporcionar campos magnéticos que tienen las características requeridas para obtener imágenes por resonancia magnética nuclear válidas, es decir útiles, las estructuras magnéticas de la técnica anterior son de tamaño considerable. Por tanto, dichas estructuras son pesadas, difíciles de manejar, y caras, no sólo por sí mismas, sino también debido a las consecuencias en toda la estructura del aparato.

25

Este inconveniente es notablemente más serio en el caso de las estructuras magnéticas para el examen de zonas o partes particulares del cuerpo, que requieren una capacidad de manejo superior y también un coste inferior.

30

Actualmente se conocen otras estructuras magnéticas, del tipo denominado abierto, que tienen aperturas para acceder al volumen concebido para recibir el cuerpo o la parte del mismo que va a examinarse, en al menos tres lados, y que tiene básicamente conformaciones en forma de C o de U. Aunque estas estructuras conocidas permiten un acceso más fácil, no resuelven los problemas de capacidad de manejo y requisitos de espacio. Para obtener las características de campo magnético deseadas y necesarias, las estructuras magnéticas deben tener un tamaño enorme, de modo que las áreas de distorsión de campo por los lados abiertos pueden mantenerse lo más lejos posible, mientras que los medios posibles para compensar las distorsiones son básicamente del tipo pasivo, y no son suficientes para permitir un estrechamiento dimensional de las estructuras.

35

40

El documento US 5.378.988 describe un sistema MRI que tiene un imán de acceso abierto de alta intensidad de campo que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1. El sistema MRI tiene una configuración de imanes que proporciona acceso a un cirujano u otro personal para realizar procedimientos en un paciente con la ayuda de imagen de MRI a tiempo real. El sistema de imanes utiliza una pluralidad de imanes solenoidales en forma de C orientados para formar un volumen de formación de imagen en una región central de los imanes de modo que el flujo magnético de cada imán contribuye al campo magnético en el volumen de formación de imagen. La configuración proporciona un campo de alta intensidad en el volumen de formación de imagen.

45

La invención tiene el objeto de proporcionar una estructura magnética del tipo descrito anteriormente en el presente documento, de tal manera que, mediante recursos simples y baratos pueden evitarse los inconvenientes anteriores reduciendo el tamaño y los costes de las estructuras magnéticas, mientras que proporciona la misma calidad de la imagen detectada, y la misma funcionalidad.

50

La invención también tiene el objeto de proporcionar una estructura magnética del tipo descrito anteriormente en el presente documento, particularmente compacta, de modo que no es desproporcionada con respecto al tamaño de la parte examinada, todo ello de una manera relativamente simple, barata y fiable con respecto a la funcionalidad.

55

La invención consigue los objetos anteriores con una estructura magnética según el preámbulo de la reivindicación 1 que comprende además la combinación de características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Las reivindicaciones 2 y 3 proporcionan mejoras adicionales de la estructura magnética según la reivindicación 1.

60

Según características adicionales de la invención, al menos uno de los dos pares de piezas polares define en lados opuestos el volumen, dentro de la cavidad, concebido para recibir el cuerpo o la parte del mismo sometido a examen.

65

Preferiblemente, la estructura magnética tiene tres lados abiertos, mientras que dicho par de piezas polares que define en lados opuestos el volumen, dentro de la cavidad, concebido para recibir el cuerpo o la parte del mismo sometido a examen, es el que está a la mayor distancia de al menos uno de los lados abiertos.

Preferiblemente, las piezas polares de cada par son coaxiales entre sí.

ES 2 275 291 T3

Además, puede estipularse que las dos piezas polares de los pares, en lados opuestos, estén rodeadas por al menos una bobina de campo común, mientras que cada pieza polar o sólo una de ellas tenga una bobina reservada adicional.

Además, puede estipularse un mayor número de pares de piezas polares, con disposiciones diferentes de las bobinas de campo magnético, asociadas a las mismas, tanto comunes como reservadas. En este caso, los pares de piezas polares preferiblemente se disponen simétricamente.

Ventajosamente, tanto la culata como la cavidad tienen una forma simétrica, con respecto a al menos un eje.

La culata puede tener particularmente una forma cerrada anular, en la que la cavidad sólo está abierta en los dos lados opuestos, transversales con respecto al eje. La culata puede tener una forma anular abierta, o puede ser simplemente un elemento de conexión de piezas polares, que definen, con sus lados opuestos una cavidad, es decir un volumen predeterminado, sólo en dos lados opuestos.

Particularmente, cuando la culata tiene una forma anular abierta pueden disponerse los pares de piezas polares de manera yuxtapuesta con respecto a la dirección de lado cerrado a lado abierto.

Sin embargo, en el último caso, en los que la cavidad se define sólo básicamente mediante dos lados opuestos de las superficies opuestas de las piezas polares, los pares diferentes de piezas polares se disponen concéntricamente, teniendo las piezas polares externas formas anulares. Particularmente, en este caso los pares de piezas polares tienen formas circulares, o bien anulares o bien, para el par interno, cilíndricas.

Más aún, las superficies opuestas de los pares de piezas polares pueden ser paralelas y orientarse de modo que divergen o convergen, y ser básicamente planas o conformadas con perfiles idénticos predeterminados, complementarias o diferentes entre sí.

La disposición de las bobinas de campo también puede cambiar. Las bobinas asociadas con las piezas polares opuestas de los pares diferentes pueden orientarse con sus ejes paralelos y coincidentes, o pueden inclinarse los ejes en tal medida que las bobinas pueden tomar posiciones divergentes o convergentes con respecto a ciertos ejes.

Gracias a los recursos anteriores, la invención permite obtener campos magnéticos que tienen las características necesarias en lo que respecta a la homogeneidad e intensidad de campo, utilizando bobinas electromagnéticas para generar campos, y permitir que la estructura magnética tenga cavidades con más lados abiertos, para adaptarse a las diferentes necesidades morfológicas de los cuerpos y las partes de los mismos para los que se diseñan.

La intensidad de campo magnético puede ajustarse según la corriente que circula en las bobinas generadoras. La provisión de varias bobinas asociadas a varios pares de piezas polares permite cambiar el comportamiento del campo magnético, en el espacio dentro de la cavidad, de modo que se compensan las deformaciones y desviaciones de los valores de diseño, provocados por estructuras magnéticas que tienen cavidades con perfiles complejos, y estructuras magnéticas con varios lados abiertos.

Proporcionando bobinas de campo reservadas para cada pieza polar o para al menos algunas de las piezas polares, además de ajustar la intensidad de campo, según el suministro de energía y el cambio de la distribución de campo, mediante la forma y disposición particular de las piezas polares, también es posible modificar las razones entre los potenciales magnéticos en los diferentes polos, de modo que se modifica adicionalmente la distribución espacial del campo. Por tanto, la invención permite armonizar las diferentes formas posibles de las cavidades, ajustando la morfología del cuerpo o de las partes del mismo que van a recibirse dentro de las mismas, con los requisitos de homogeneidad e intensidad de campo magnético, en el volumen concebido para recibir el cuerpo o la parte del mismo que va a examinarse, necesarios para obtener imágenes por resonancia magnética nuclear válidas.

La invención también se refiere a una máquina de detección de imágenes por resonancia magnética nuclear, del tipo diseñado para el hombro del cuerpo humano, teniendo dicha máquina una estructura con tres lados abiertos, y con las características descritas anteriormente.

Gracias a los recursos según la invención, puede proporcionarse una estructura magnética de un tamaño razonablemente reducido, para detectar imágenes por resonancia magnética nuclear en la zona del hombro, evitando así los inconvenientes considerables de las máquinas de la técnica anterior para el mismo fin, que tienen un tamaño definitivamente excesivo con respecto a la parte sometida a examen. Un tamaño tan enorme afecta no sólo a los costes de adquisición, sino también a los costes de instalación de la máquina.

La invención también se refiere a otras características, que forman el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Las características de la invención y las ventajas derivadas de las mismas resultarán más claras a partir de la descripción siguiente de algunas realizaciones,

la figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de una estructura magnética según la invención, que tiene una culata con forma anular.

ES 2 275 291 T3

La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de una estructura magnética según la invención, cuya cavidad sólo se define mediante pares de piezas polares coaxialmente opuestas.

La figura 3 es una vista en sección axial de la región que incluye las piezas polares opuestas según la figura 2.

La figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de una estructura magnética que tiene una culata con forma anular abierta.

La figura 5 muestra una realización preferida de una estructura magnética que tiene una culata en forma de U, para una máquina particularmente adecuada para la detección de imágenes por resonancia magnética nuclear en la zona del hombro del cuerpo humano.

Las figuras 6, 7, y 8 muestran, a escala reducida, la estructura magnética según la figura 5, en vistas lateral, frontal y desde arriba, respectivamente.

La figura 9 es una vista en perspectiva de la culata y las piezas polares de la estructura magnética según las figuras 5 a 8.

Con referencia a la figura 1, una primera realización de la estructura magnética según la invención comprende un elemento metálico para encerrar el flujo magnético, la denominada culata, que tiene una forma anular, cerrada en sí misma, y que se indica de manera global como 1. La culata 1 define una cavidad 2. La forma de la culata 1 y de la cavidad 2 es preferiblemente simétrica con respecto a los dos ejes transversal y perpendicular, mientras que en la dirección del eje, la culata 1 anular tiene una cierta longitud y está abierta en sus dos extremos.

Tres pares opuestos de piezas 101, 201, 301 polares salen de las paredes internas de la culata 1. Las piezas polares de cada par son coaxiales entre sí y terminan con sus superficies opuestas separadas en una medida predeterminada, definiendo de este modo un denominado hueco T1, T2, T3 magnético.

Los pares de piezas 101, 201, 301 polares se disponen de manera yuxtapuesta y a una cierta distancia entre sí. Preferiblemente, su disposición es simétrica con respecto a los dos ejes transversales perpendiculares de la culata 1.

Particularmente, se proporciona un primer par de piezas polares, indicado como 101, en el área central, mientras que en los dos lados, se proporcionan otros pares de piezas 201, 301 polares.

Cada pieza polar está rodeada de su bobina de campo magnético, indicándose las bobinas como 3, 3' respectivamente.

La disposición y distribución de las bobinas 3, 3' se determina mediante las características de campo magnético deseadas, en una región de la cavidad 2 concebida para recibir la parte sometida a examen.

Particularmente, dicha región relevante se indica generalmente como 102, y se sitúa en la zona definida por el hueco T1 magnético.

Las bobinas 3, 3' pueden ser o bien del tipo resistivo, posiblemente enfriadas apropiadamente, o bien del tipo superconductor, proporcionándose de esta manera los medios apropiados para enfriarlas hasta las temperaturas requeridas para obtener esa característica, dependiendo del material utilizado para fabricar las bobinas.

Las bobinas 3', asociadas a las piezas 201, 301 polares de los dos pares laterales, básicamente tienen la función de corregir el campo magnético generado por las bobinas 3, asociadas con las piezas 101 polares, en el volumen 102 concebido para recibir el cuerpo o la parte del mismo, que es relevante para la detección de imágenes, de tal manera que el campo magnético en dicha región 102 tiene características suficientes, en lo que respecta a la intensidad y la homogeneidad de su distribución espacial, lo que puede garantizar que los espines nucleares en la parte sometida a examen están codificados, de modo que se obtienen de vuelta ecos de espines nucleares, proporcionando imágenes por resonancia magnética nuclear suficientemente precisas, es decir útiles y válidas.

Tal como se muestra en la figura 1, tanto las piezas 101, 201, 301 polares como las bobinas 3, 3' pueden tener tales formas, dimensiones y disposiciones como para optimizar los dos parámetros de intensidad y distribución homogénea, requeridos para detectar imágenes válidas, combinados con una adaptación sustancial a la morfología de los cuerpos sometidos a examen.

Esto permite que la estructura magnética sea básicamente compacta, de modo que siga básicamente las características morfológicas principales de los cuerpos sometidos a examen o de las partes de los mismos, que han de insertarse en la cavidad 2, y particularmente en la región 102 de la misma. Las ventajas de esta disposición son notables, especialmente cuando debe aplicarse esta técnica de detección de imágenes a cuerpos como los de seres humanos, animales o vegetales, en los que la parte que ha de examinarse no puede separarse del resto del cuerpo.

Tal como se muestra de manera evidente en la figura 1, por ejemplo, se consigue el resultado, en este caso, proporcionando dos piezas 201, 301 polares laterales con dimensiones diferentes.

ES 2 275 291 T3

De este modo, la estructura magnética está dotada de una cavidad, que da cuenta de una morfología en la que, por ejemplo, el cuerpo sometido a examen tiene una extensión más ancha en una o ambas zonas asociadas con los extremos laterales de la cavidad 2, aunque dichas zonas no están concebidas para ser barridas, para obtener la imagen por resonancia magnética nuclear.

Ya que el perfil de la estructura magnética, es decir de la cavidad 2, puede estar hecho para corresponder básicamente al perfil del cuerpo, cuya parte que coincide con la región 102 ha de someterse a un barrido, la estructura magnética puede tener una forma más compacta, lo que implica ventajas evidentes, tanto en lo que respecta a la construcción como en lo que respecta a los costes.

Con el fin de optimizar el campo magnético en el área 102 relevante, su intensidad puede ajustarse no sólo conformando la cavidad y por tanto las piezas 101, 201, 301 polares, sino también controlando las corrientes que circulan en las bobinas 3, 3'.

Las corrientes y el tamaño y la disposición de las piezas 101, 201, 301 polares, pueden determinarse para optimizar las características de campo magnético, aplicando las leyes de electromagnetismo normales, de modo que se obtienen las características de campo deseadas en el volumen o en la región 102 predeterminada. En este caso, tales leyes deben aplicarse a la estructura específica y deben resolverse las ecuaciones correspondientes.

Las figuras 2 y 3 muestran otra estructura magnética que realiza el principio de la presente invención.

En este caso, la estructura magnética comprende una culata 1 en forma de C, que conecta dos pares de piezas polares concéntricas.

La cavidad 2', que tiene una simetría rotacional, está abierta en todas las paredes paralelas al eje de las piezas polares. Los dos pares de piezas 101' y 201' polares se disponen concéntricamente, teniendo la pieza 201' polar externa una forma anular y estando diseñada básicamente para corregir la distribución espacial del campo magnético en la región 102' de volumen, entre las dos piezas 101' polares del par central. Estas piezas 101' polares tienen superficies circulares opuestas, concéntricas con respecto a las piezas 201' polares anulares externas.

Las superficies finales en los lados opuestos de los dos pares de piezas 101' y 201' polares son básicamente planas y pueden extenderse, dependiendo de diferentes requisitos, o bien alineados entre sí o a diferentes niveles.

En esta disposición, las dos bobinas 3, 3' que rodean las piezas 101', 201' polares también son concéntricas y pueden disponerse a diferentes niveles o al mismo nivel.

Sin embargo, la configuración mostrada en las figuras 2, 3 supone una variante sustancial con respecto a la mostrada en la figura 1, ya que la bobina 3' externa rodea las piezas 201', 101' polares tanto externas como internas, mientras que la bobina 3' interna está asociada con las piezas 101' polares internas. Obviamente, también en este caso, podría proporcionarse, si se requiere, una bobina 3', asociada al par externo de piezas 201' polares, que rodea sólo estas últimas.

Con referencia particular a la figura 3, las piezas 101', 201' polares de los dos pares, forman un hueco anular entre ellas, para alojar la bobina 3 interna. Dichas piezas 101' y 201' polares pueden tener una forma de tal manera que tienen porciones anulares opuestas más anchas, en la forma de salientes 401' periféricos, que se sitúan en los extremos libres de dichas piezas 101' y 201' polares, y se superponen a la bobina 3 interna, mientras cierran parcialmente, es decir reducen la abertura del lado abierto de la ranura 501 para alojar dicha bobina.

Un saliente de este tipo también podría proporcionarse a lo largo del lado periférico externo de las piezas 201' polares anulares externas, para cubrir parcial o completamente la bobina 3' externa, siempre que sea necesario dotar la región 102' con las características de campo deseadas en lo que respecta a la intensidad y distribución.

Esta configuración, que puede optimizarse como la descrita anteriormente, proporciona ventajas evidentes en lo que respecta a múltiples aplicaciones a diferentes morfologías de cuerpos o partes de los mismos.

Podría conseguirse una mejora posible haciendo la culata 1 extensible con respecto a su brazo paralelo al eje de las piezas 101' y 102' polares y/o a los brazos transversales a dicho eje. En este caso, siempre que no se superen los límites de los intervalos de variación de las corrientes o las correcciones de la distribución de campo magnético que puede conseguirse, las correcciones requeridas para adaptar la estructura magnética al nuevo tamaño de la culata 1 podrían realizarse automáticamente, con la ayuda de un ordenador apropiado, que tiene programas informáticos para el ajuste sustancial de las corrientes que circulan en las dos bobinas 3, 3', almacenadas en la misma. La estructura magnética puede adaptarse dimensionalmente de una manera muy similar, proporcionando un conjunto de elementos modulares de montaje y desmontaje.

Se requiere que la culata 1 sea altamente permeable al flujo magnético, de tal manera que el campo magnético dentro de la culata sea muy bajo, o en realidad nulo.

Se ilustra esquemáticamente una realización adicional de la invención en la figura 4.

ES 2 275 291 T3

En este caso, la culata 1 tiene forma de U y la cavidad 2 definida por la misma tiene tres lados abiertos. La culata 1 tiene piezas 101'' y 201'' polares en los dos brazos opuestos de la forma en U, que forman dos pares coaxiales de piezas polares opuestas. El área relevante para recibir el cuerpo o la parte del mismo que ha de examinarse se indica como 102 y está hecha para corresponder básicamente al hueco T1 magnético entre las piezas 101'' polares en el lado cerrado de la culata 1 con forma de U. Las piezas 201'' polares del otro par se disponen en los extremos libres de los dos brazos de la culata 1 en forma de U.

Las piezas 101'' y 201'' polares se disponen y se dimensionan de modo que definen ranuras para soportar las bobinas 3, 3' en las mismas y hacia el brazo cerrado paralelo de la culata 1 en forma de U. También, esta realización proporciona dos bobinas 3, 3', una que rodea las dos piezas 101'', 201'' polares asociadas a un brazo de la culata 1 en forma de U, y la otra que rodea sólo las piezas 201'' polares en el extremo libre de los brazos de la culata 1 en forma de U.

Según una característica adicional, las piezas 101'' polares internas terminan a una distancia más corta entre sí con respecto a las de 201'' en el extremo de los brazos de la culata 1 en forma de U, formando por tanto básicamente una cavidad que se ensancha en la dirección del lado transversal abierto de la culata 1 en forma de U.

Gracias a las piezas 201'' polares y a las bobinas 3' asociadas a las mismas, puede modificarse el campo magnético en la región del hueco T1 magnético, es decir en el volumen 102, para recibir el cuerpo o la parte que ha de examinarse, de tal manera que compense la desviación de las características de distribución de campo requeridas en dicha región 102, y provocada por la abertura de la culata 1 en un lado paralelo al eje de las piezas 101'' y 201'' polares, proporcionando de este modo imágenes por resonancia magnética nuclear válidas incluso cuando la estructura electromagnética está abierta.

Una configuración de este tipo es muy ventajosa para detectar imágenes de resonancia magnética nuclear en la zona del hombro. En este caso, el ensanchamiento en el lado abierto de la culata 1 en forma de U permite deslizar la estructura magnética sobre el hombro, dando cuenta del aumento de espesor en la zona torácica, y por tanto siguiendo básicamente su morfología. También en este caso, se consigue la adaptación morfológica mientras se mantiene la calidad de las imágenes detectadas, y la reducción del tamaño de la estructura magnética y de los costes del aparato.

Un ejemplo más detallado y menos esquemático de una estructura magnética cuya configuración es básicamente como aquella según la figura 4 se muestra en las figuras 5 a 9.

Básicamente, la estructura magnética según esas figuras es idéntica a la de la figura 4. Los dos ejemplos difieren en unas pocas características requeridas para optimizar las características de campo magnético en el volumen de la región 102 de la cavidad 2.

La culata 1 tiene una sección variable en el área 601 conectada a los brazos de la forma en U. Más aún, dichos brazos se vuelven progresivamente más delgados hacia los extremos libres, tanto en los lados externos como en los internos.

Las piezas 101'' polares del primer par tienen una abertura de paso que las divide en dos partes separadas, en la dirección de lado cerrado a lado abierto de la culata. La abertura de paso se extiende básicamente desde la base de las piezas 101'' polares, en los brazos de la culata 1 hasta una placa final común. Dicha placa 701 se ensancha en todos los lados, preferiblemente de una manera acampanada, superponiéndose parcialmente a la bobina 3. La placa 701 se estrecha lateralmente en ambos lados en la dirección que comienza en el lado cerrado de la culata 1 en forma de U, mientras que, a lo largo del borde orientado hacia y paralelo a dicho lado cerrado de la culata 1 en forma de U, la placa 701 tiene un diente 801, cuya sección transversal tiene básicamente la forma de un trapecio rectangular, que se proyecta hacia la pieza 101'' polar coaxial y opuesta.

Las piezas 201'' polares en los extremos de los dos brazos opuestos de la culata 1 en forma de U también terminan con una placa 901, que se ensancha en forma de campana tanto lateralmente como en el lado abierto de la culata 1 en forma de U, y que se proyecta hacia fuera, más allá de los extremos de sus brazos, y superponiéndose parcialmente a la bobina 3' asociada a la misma. La extensión de las piezas 201'' polares, que se proyectan hacia fuera en el lado abierto de la culata 1 se estrecha lateralmente, como en el lado opuesto de las piezas 101'' polares.

Las bobinas 3 rodean tanto las piezas 101'' polares como las piezas 201'' polares, junto con la bobina 3', asociada a las mismas.

Según una característica adicional, al menos una de las bobinas 3, 3' se orienta de modo que se inclina, en tal medida que las dos bobinas 3, 3' opuestas, que tienen la misma función y dimensión, se colocan de manera divergente hacia el lado abierto de la culata 1.

Particularmente, tanto las bobinas 3 como las bobinas 3' están inclinadas. La inclinación puede ser o bien diferente o bien igual para las dos bobinas 3, 3'.

Gracias a los recursos anteriores, es posible reducir el tamaño, y por tanto los costes y el espacio requerido de la estructura magnética, particularmente para acortar la culata 1 con respecto a la extensión desde el lado cerrado hasta el lado abierto de la misma, mientras se mantienen las características de campo magnético en la región 102 inalteradas.

ES 2 275 291 T3

Naturalmente, la invención no se restringe a las realizaciones ilustradas y descritas en el presente documento, sino que puede variarse enormemente, especialmente en lo que respecta a la construcción. Particularmente, pueden proporcionarse también piezas polares separadas, asociadas a bobinas de campo, o bien individuales o bien compartidas por otras piezas polares, que son adyacentes a las mismas incluso en otras direcciones, tal como una distribución de pares de piezas polares que se extienden según dos dimensiones, una que es perpendicular y la otra paralela al eje de la cavidad.

En vez de proporcionar sólo bobinas de campo magnético, estas últimas pueden sustituirse por configuraciones equivalentes o imanes permanentes, o pueden proporcionarse, de manera combinada, tanto bobinas de campo magnético como imanes permanentes, dispuestos de manera apropiada de modo que se obtienen las características deseadas del campo magnético.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura magnética para generar campos magnéticos para su uso en la detección de imágenes por resonancia magnética nuclear, que tiene medios (1, 101, 201, 301, 101', 201', 101'', 201'', 3, 3') para generar un campo magnético con las características requeridas para obtener imágenes válidas dentro de un área (102) tridimensional predeterminada, que es al menos una parte de una cavidad (2), que está contenida al menos parcialmente en la estructura magnética, medios para generar el campo magnético que consisten en al menos una bobina (3, 3'), del tipo resistivo o superconductor, bobina (3, 3') que está asociada a un elemento (1) hecho de un material dotado de una cierta permeabilidad para el flujo magnético, la denominada culata, culata que define dicha cavidad (2), que tiene al menos un lado abierto, mientras que una o más piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polares internas salen del lado interno orientado hacia la cavidad (2) de dicha culata (1), al menos en el área correspondiente al volumen (102) concebido para recibir el cuerpo o la parte del mismo que ha de someterse a barrido, y terminan con un extremo dentro de la cavidad (2), pieza polar o piezas polares alrededor de las cuales se disponen la bobina o bobinas (3,3') para generar el flujo magnético, teniendo dicha estructura magnética al menos dos pares (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') de piezas polares opuestas y al menos una bobina (3, 3') para cada pieza (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') de dichos dos pares, **caracterizada** porque la culata (1) puede extenderse hasta un nuevo tamaño con respecto a su brazo paralelo al eje de las piezas (101', 102') y/o a los brazos transversales a dicho eje.
- 20 2. Estructura magnética según la reivindicación 1, **caracterizada** porque se proporcionan medios informáticos, que tienen almacenados en los mismos un programa informático para el ajuste de las corrientes que circulan en las bobinas (3, 3'), para ejecutar automáticamente las correcciones para adaptar la estructura magnética al nuevo tamaño de la culata (1).
- 25 3. Estructura magnética según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizada** porque se proporciona un conjunto de elementos modulares de montaje y desmontaje para adaptar dimensionalmente la estructura magnética al nuevo tamaño de la culata (1).
- 30 4. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque al menos uno de los dos pares de piezas (101, 101', 101'') polares delimita en los lados opuestos el volumen (102), dentro la cavidad (2), concebida para recibir el cuerpo o la parte del mismo sometido a examen.
- 35 5. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque tiene al menos tres lados abiertos, en la que dicho par de piezas (101, 101', 101'') polares que delimitan en los lados opuestos el volumen (102), dentro la cavidad (2), concebida para recibir el cuerpo o la parte del mismo sometido a examen, es aquél de dichos pares de piezas polares con la mayor distancia desde el lado abierto en el que se introduce dicho cuerpo en dicha cavidad (2).
- 40 6. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polares de cada para son coaxiales entre sí.
- 45 7. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las dos piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polares opuestas de cada par de piezas polares, están rodeadas por al menos una bobina (3) de campo común, mientras que para cada pieza (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polar o sólo para una de ellas se proporciona una bobina individual adicional que rodea sólo dicha pieza polar.
- 50 8. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque los pares de piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polares se disponen preferiblemente de manera simétrica entre sí con respecto a un plano medio que corta perpendicularmente los lados abiertos de la cavidad (2).
- 55 9. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque tanto la culata (1) como la cavidad (2) tiene una forma simétrica, con respecto a al menos un eje medio que corta perpendicularmente uno de los lados abiertos de la cavidad (2).
- 60 10. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polares de los pares adyacentes están separadas de modo que forman entrantes para alojar las bobinas (3, 3'), estando dichos entrantes en una posición intermedia entre dichas piezas polares.
- 65 11. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se proporciona cada pieza polar en al menos un lado y en su extremo orientado hacia la cavidad (2) con un saliente (401') periférico, que se superpone al menos parcialmente, posiblemente de manera completa, al lado de la bobina (3, 3') orientado hacia el interior de la cavidad (2), es decir el extremo de las piezas (101', 201'; 101'', 201'') polares.
12. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las piezas (101'') polares de cada par tienen aberturas de paso o huecos (601), de una longitud tal como para dividir las al menos en su región media en dos partes separadas.

ES 2 275 291 T3

13. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las superficies opuestas de los pares de piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polares son paralelas una con respecto a la otra.

5 14. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, **caracterizada** porque se orientan las superficies opuestas de los pares de piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') polares de modo que divergen o convergen una con respecto a la otra.

10 15. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las superficies opuestas de los pares de piezas (101, 201, 301; 101', 202'; 101'', 201'') están conformadas con perfiles (701) idénticos predeterminados, de manera complementaria o diferentes entre sí.

15 16. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se disponen las piezas (101'') polares de al menos uno de dichos pares de piezas polares a lo largo de un borde de su extremo orientado hacia la cavidad (2) con un diente (801), que se proyecta hacia la pieza polar opuesta de dicho par de piezas polares.

20 17. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se orientan las bobinas (3, 3') asociadas a las piezas (101'', 201'') polares opuestas de los pares diferentes con sus ejes paralelos y coincidentes uno con respecto al otro.

25 18. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se orientan las bobinas (3, 3') asociadas a las piezas (101'', 201'') polares opuestas de los pares diferentes estando sus ejes inclinados uno con respecto al otro en tal medida que las bobinas (3, 3') toman posiciones divergentes o convergentes una con respecto a la otra y, con inclinaciones iguales o diferentes para los pares de bobinas (3, 3') que tienen funciones iguales o para todas las bobinas (3, 3').

30 19. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se disponen elementos de imanes permanentes, combinados con las bobinas (3, 3') o sustituyéndolos completamente.

20. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la culata (1) tiene una forma cerrada anular, en la que la cavidad (2) sólo está abierta en dos lados opuestos.

35 21. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores 1 a 20, **caracterizada** porque la culata (1) tiene una forma abierta anular, es decir una forma en C o en U.

40 22. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la culata (1) es un elemento de conexión ente los medios para definir una cavidad (2), es decir un volumen (102) predeterminado, medios que sólo definen la cavidad (2) en dos lados opuestos, y consisten en los extremos de los pares de piezas (101', 201') polares opuestas.

45 23. Estructura magnética según la reivindicación 23, **caracterizada** porque se disponen los pares diferentes de piezas (101', 201') polares concéntricamente, teniendo las piezas polares externas formas anulares, preferiblemente teniendo los pares de piezas (101', 201') polares formas circulares.

50 24. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores 21 ó 22, **caracterizada** porque la culata (1) tiene un forma en C o en U, que tiene un lado cerrado que delimita la cavidad (2) que se coloca opuesta a un lado abierto de la cavidad (2), disponiéndose los pares diferentes de piezas (101'', 201'') polares de manera yuxtapuesta en la dirección que comienza en uno de los lados cerrados hasta el lado abierto opuesto de la culata (1).

55 25. Estructura magnética según la reivindicación 24, **caracterizada** porque tiene dos pares de piezas (101'', 201'') polares opuestas, que tienen longitudes diferentes, y que definen entre cada par de piezas polares opuestas huecos (T1, T2) de tamaño diferente, colocándose un par de piezas (201'') polares opuestas cerca de un lado abierto de la culata (1) en forma de U y son más cortas que el par adyacente de piezas (101'') polares opuestas, que están más cerca al lado cerrado opuesto de la culata (1), mientras que la región (102) concebida para recibir la parte relevante para el examen del cuerpo o de la parte del mismo corresponde al hueco (T1) entre las dos piezas (101'') polares que están más cerca al lado cerrado de la culata (1).

60 26. Estructura magnética según la reivindicación 25, **caracterizada** porque los extremos opuestos de las piezas (101'') polares que están más cerca del lado cerrado de la culata (1) son básicamente planos y, a lo largo del borde orientado hacia dicho lado cerrado, tienen una extensión (701) hacia el interior de la cavidad (2), en la forma de un diente con una sección preferiblemente en forma de trapecio rectangular.

65 27. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las piezas (201'') polares se extienden con un borde que se proyecta mas allá de los extremos de los brazos opuestos de la culata (1) en forma de U, borde que se vuelve cónico lateralmente hacia el extremo que se proyecta, superponiéndose parcialmente a la bobina (3').

ES 2 275 291 T3

28. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las piezas (101'') polares de un par de piezas polares están asociadas respectivamente a una bobina (3), que rodea la pieza polar correspondiente de dicho par de piezas (101'') polares y la otra pieza (201'') polar adyacente del segundo par de piezas (201'') polares, y a una bobina (3'), que sólo rodea dicha pieza (201'') polar adicional del segundo par de piezas polares.
29. Estructura magnética según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las bobinas (3) y/o las bobinas (3') están inclinadas de manera divergente en la dirección desde el lado cerrado hasta el lado abierto de la culata (1) en forma de U.
30. Máquina para detectar imágenes por resonancia magnética nuclear, **caracterizada** porque está diseñada para la detección de imágenes en la zona del hombro y porque tiene una construcción según una o más de las reivindicaciones anteriores 1 a 29.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

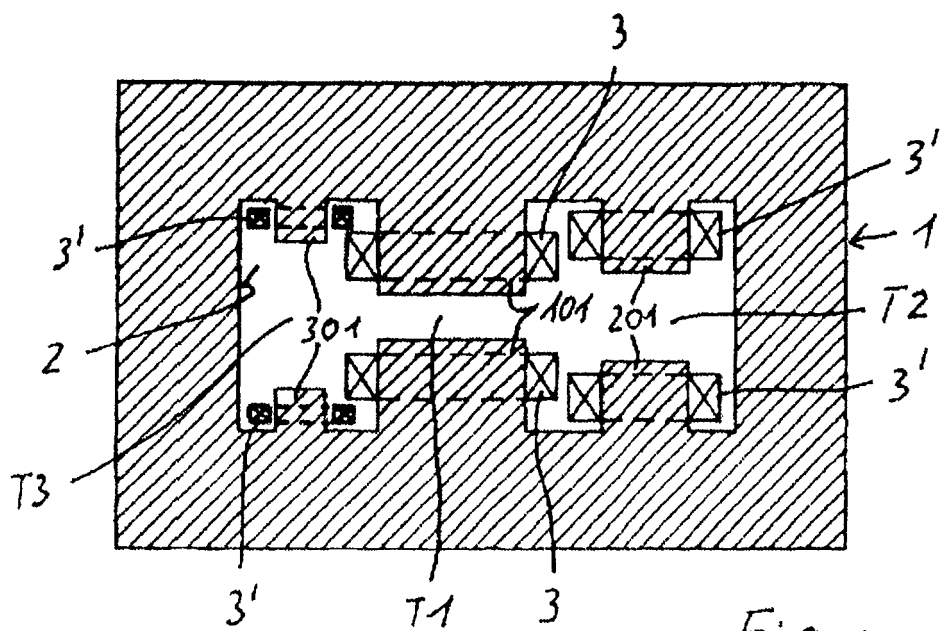


Fig. 1

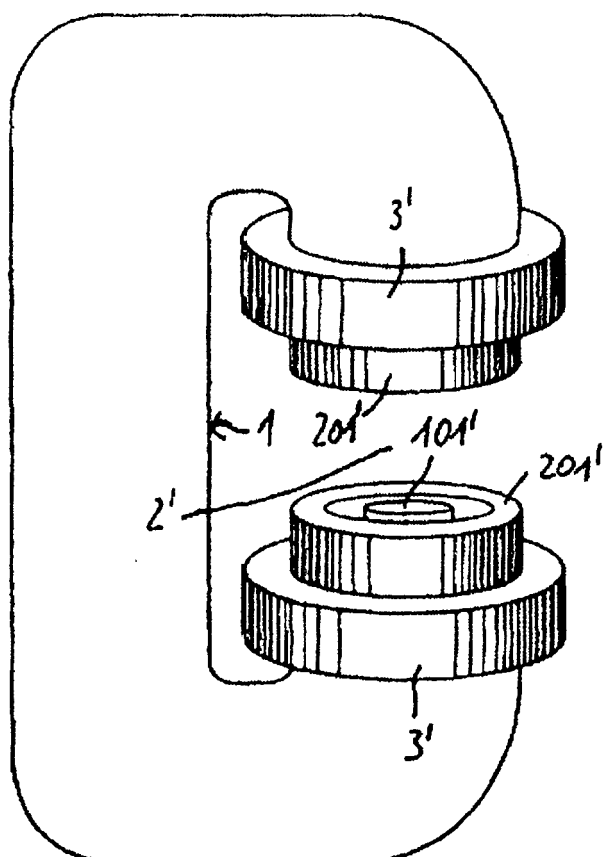


Fig. 2

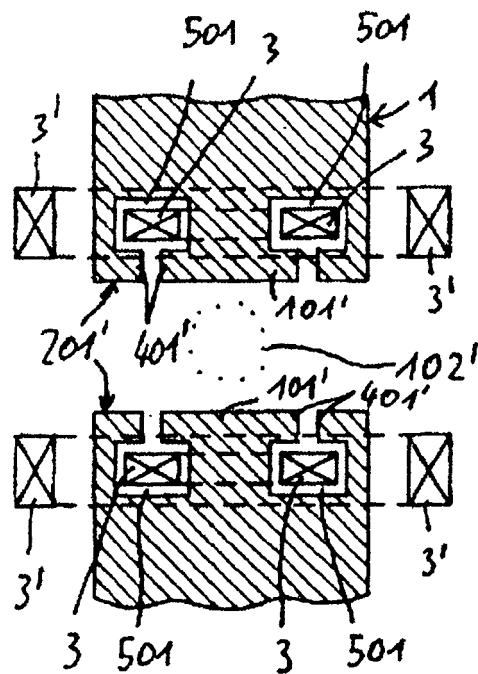


Fig. 3

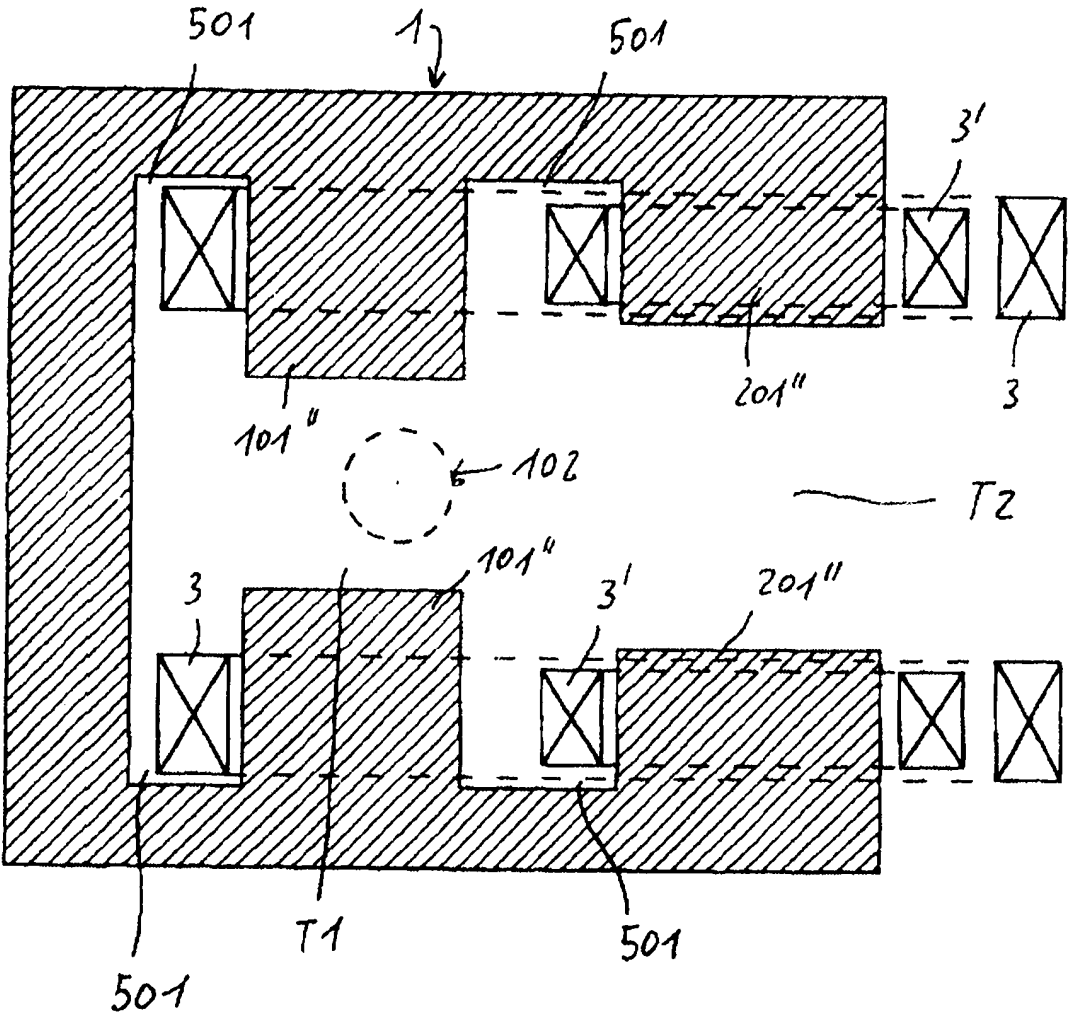


Fig. 4

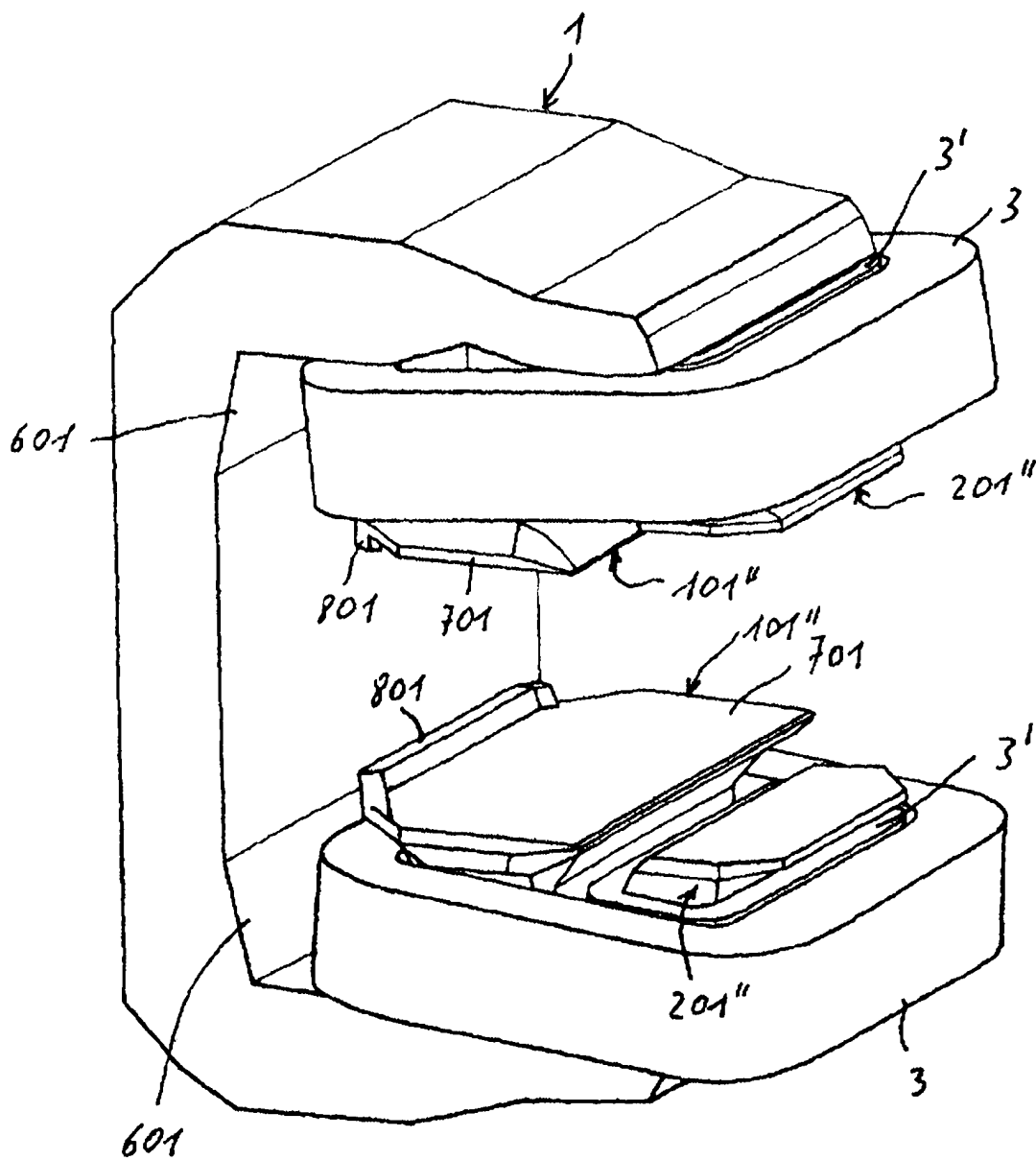


Fig. 5

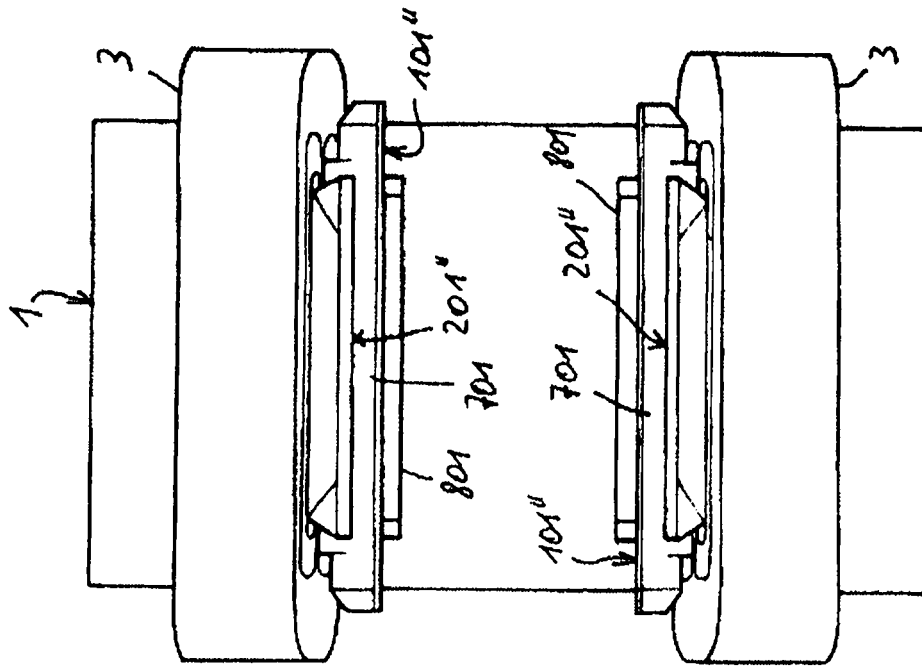


Fig. 7

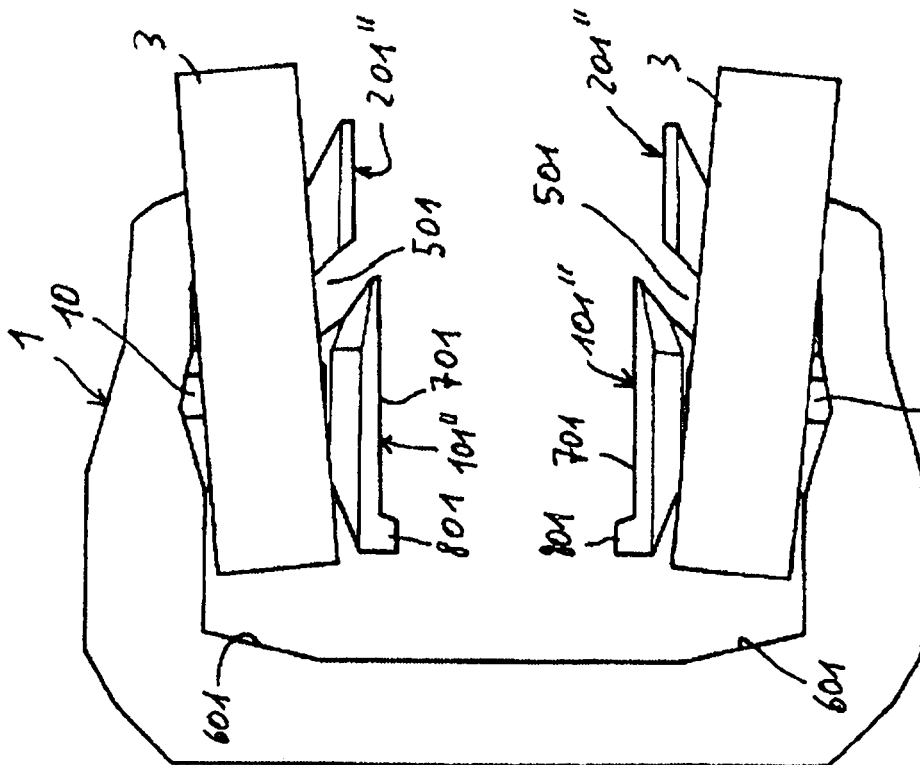


Fig. 6

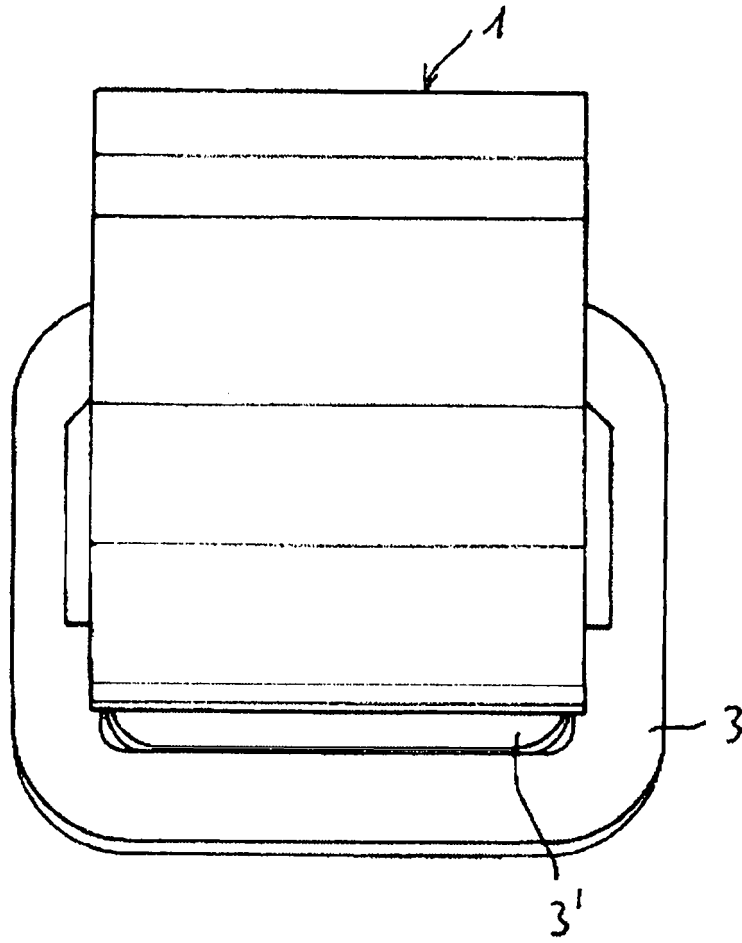


Fig. 8

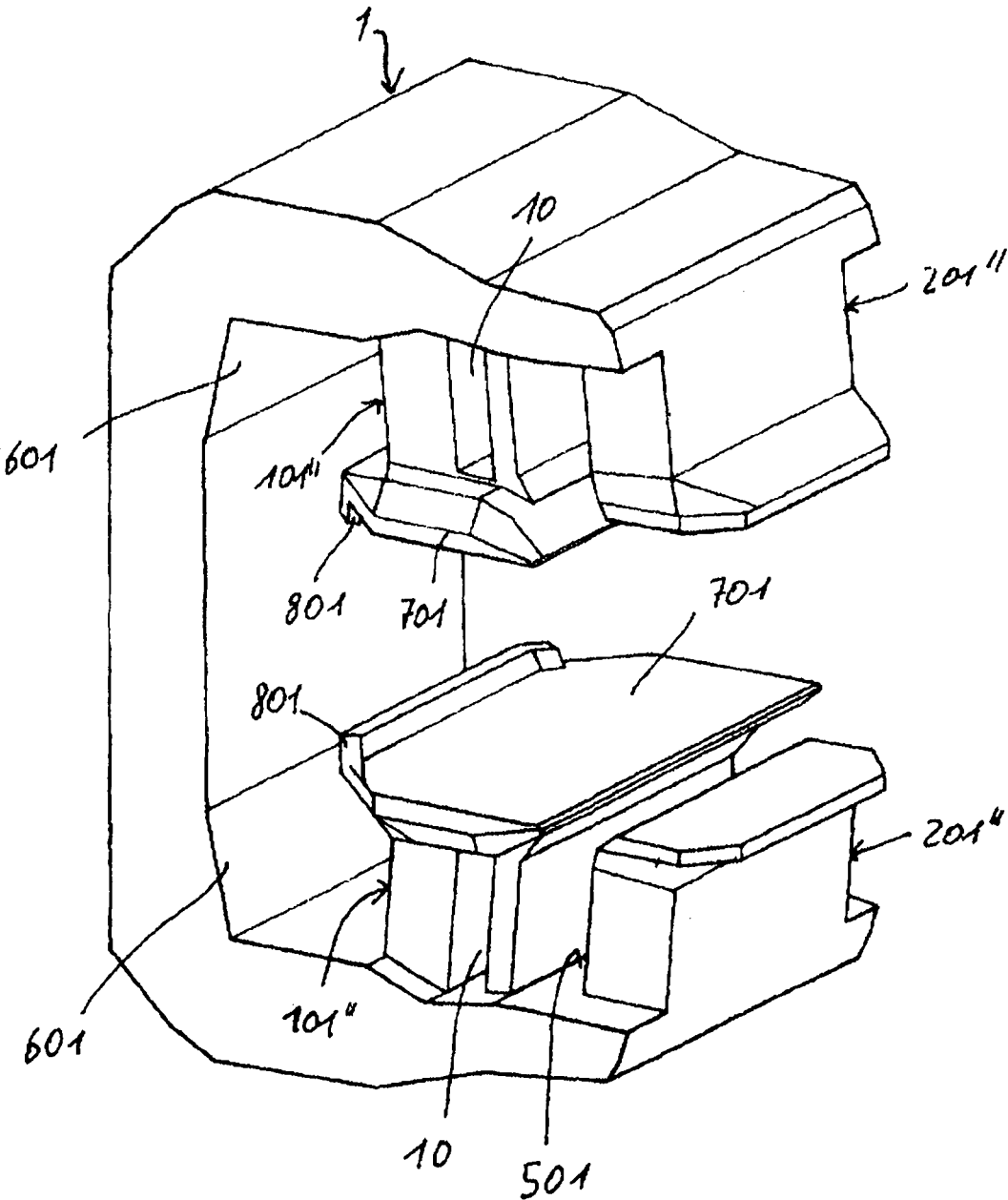


Fig. 9