



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 311**

51 Int. Cl.:
G01R 33/383 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09167410 .1**

96 Fecha de presentación : **25.03.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **2113781**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.11.2009**

54 Título: **Aparato de resonancia magnética nuclear.**

30 Prioridad: **13.04.2004 IT SV04A0016**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.05.2011

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

72 Inventor/es: **Trequattrini, Alessandro;**
Satragno, Luigi;
Biglieri, Eugenio y
Pittaluga, Stefano

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 358 311 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

Aparato de resonancia magnética nuclear

La presente invención se refiere a un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 Se sabe que los aparatos de formación de imágenes por resonancia magnética son bastante pesados, por lo que la manipulación en rotación del imán a menudo es difícil. A menudo se requiere rotar el imán para exámenes que no pueden realizarse fácilmente en pacientes con movilidad limitada o en ciertas partes del cuerpo. Por tanto, el imán debe rotarse fácilmente a posiciones distintas de la posición de paciente horizontal normal, o bien varios grados o con ángulos de rotación mayores de 90°.
- 10 En particular, la presente invención trata, de un imán para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, teniendo dicho imán al menos dos, preferiblemente tres lados abiertos, y que delimita la zona de alojamiento del paciente; estando compuesto dicho imán además de tres elementos de culata, es decir, dos elementos de culata paralelos magnéticamente permeables, y un elemento de culata transversal para la conexión de dichos dos elementos paralelos, por lo que dicho imán tiene forma de C.
- 15 Tales imanes son bien conocidos y de uso generalizado. Aunque estos imanes cumplen satisfactoriamente su función, siguen teniendo algunos inconvenientes. Es bien conocido por el experto en la técnica que las estructuras magnéticas de los aparatos de formación de imágenes por resonancia magnética son bastante pesados y plantean problemas en el manejo giratorio de los imanes. Una característica importante de las estructuras magnéticas es que generan un campo magnético altamente homogéneo entre las piezas de polo en al menos una parte del volumen global de la cavidad delimitada por la estructura magnética (es decir, el volumen de formación de imagen). Dicha gran homogeneidad es imperativamente necesaria para que las imágenes en el cuerpo que se está examinando sean los más fiables posible. Por lo tanto, la posición relativa de las piezas de polo es un factor muy crítico, ya que incluso la más ligera desviación de la posición relativa de diseño de las piezas de polo alteraría las líneas de campo magnético, afectando de este modo al campo magnético o introduciendo no-homogeneidades en el mismo. En todos los aparatos de formación de imágenes por resonancia magnética en los que la estructura de imán tiene siempre la misma orientación con respecto a la gravedad, cualquier desviación de la posición ideal de las piezas de polo, provocada por la gravedad o por atracción magnética mutua entre las piezas de polo opuestas se tiene en cuenta y se compensa durante la fabricación
- 20 Tal compensación se puede llevar a cabo de una vez por todas, ya que las fuerzas magnéticas y de gravedad que actúan en la estructura magnética son constantes.
- 30 Sin embargo, particularmente para estructuras magnéticas esencialmente en forma de C o de U, surgen problemas cuando se tratar de rotar el imán para el examen de un cuerpo en algunas posiciones o de algunas partes del cuerpo. A medida que giran, la estructura magnética, y particularmente los elementos de soporte de las piezas de polo de la misma, por ejemplo las dos placas de carcasa opuestas de un imán en forma de C, cambian su orientación respecto de la gravedad, con lo cual las tensiones que actúan sobre las mismas también cambian.
- 35 En un imán en forma de C, que se desplaza desde una posición en la cual las placas opuestas de carcasa de soporte de piezas de polo están orientadas horizontalmente en una posición en la cual dichas placas de carcasa están orientadas verticalmente, pasando la tensión de flexión ejercida por la gravedad de ser perpendicular a las piezas de polo a ser paralela de las superficies de las piezas de polo. En este punto, las compensaciones proporcionadas durante las fabricación para la posición horizontal no se aplicarán al imán rotado, con las placas de carcasa en la posición vertical.
- 40 Si el imán es una imán estacionario, se puede proporcionar una carga de pretensión mecánica para compensar tensiones de flexión, pero esta disposición no se puede aplicar a un imán giratorio.
- 45 Esta condición se vuelve intolerable cuando el imán, por numerosas razones, se ha de rotar con ángulos mayores de 90°.
- El estado de la técnica más próximo, el documento EP 517 452, da a conocer un imán de IRM abierto, en el que el imán es capaz de rotarse de modo que pueden formarse imágenes del paciente al tiempo que está tumbado boca arriba o de pie y el imán de IRM abierto se rota alrededor de un pivote ubicado sobre un pedestal.
- 50 El objeto de esta invención es proporcionar un imán para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, que puede de manera sencilla y económica obviar los inconvenientes de los imanes del estado de la técnica, al tiempo que mantiene tanto una dimensión pequeña y un bajo peso de la estructura magnética.
- La invención cumple los objetivos anteriores proporcionando un aparato para formación de imágenes por resonancia magnética nuclear, que comprende las características del preámbulo de la reivindicación 1.

5 Particularmente en una realización ventajosa se prevén medios de sujeción que están orientados perpendicularmente a la extensión longitudinal de la pared transversal, enganchando dichos medios de sujeción los dos elementos paralelos con el elemento transversal en el espesor levantado del escalón de extremo. Los medios de sujeción se disponen, además, en paralelo a la extensión longitudinal de dicha pared transversal, enganchando los dos elementos paralelos con el elemento transversal en el escalón de extremo.

Por lo tanto el imán de esta invención proporciona una gran resistencia así como una construcción muy sencilla .

10 Con el fin de mejorar, además, la resistencia de la estructura, especialmente cuando el imán está destinado a ser rotado, en una realización preferida se prevén miembros de refuerzo adicionales en las esquinas orientadas hacia dentro entre los elementos paralelos y el elemento transversal, estando medios de sujeción dispuestos entre los miembros de refuerzo y los elementos paralelos y/o el elemento transversal, para fijar y retener en posición dichos miembros de refuerzo. Los miembros de refuerzo pueden ventajosamente ser al menos un único miembro triangular para cada elemento paralelo, y se extienden esencialmente a lo largo de toda la longitud de acoplamiento del elemento paralelo y el elemento transversal. Sin embargo, según una realización alternativa, el miembro de refuerzo puede estar formado por uno o más nervios de refuerzo, teniendo preferiblemente una forma triangular, para proporcionar mejores resultados de reducción del peso del imán. Particularmente, se encontró una disposición óptima para comprender dos nervios de refuerzo triangulares para cada par de elemento paralelo/elemento transversal.

Los medios de sujeción de los elementos paralelos, de los elementos transversales y de los nervios de refuerzo se pueden fijar con tornillos, los cuales proporcionan un posicionamiento preciso y óptimamente firme.

20 El imán de esta invención permite ventajosamente y esencialmente evitar cualquier desplazamiento relativo entre las partes que componen el imán de modo que incluso al rotar el imán, el campo magnético esencialmente no se altera y es óptimo para un examen apropiado del cuerpo en cualquier posición del mismo,. De hecho, el imán de la invención tiene una estructura muy estable y la deformación de las partes que componen el imán con forma de C es insignificante.

25 Aunque muchas de las características dadas a conocer anteriormente se refieren a un imán permanente, algunas características tales como las características de la construcción que permiten a la estructura magnética rotar también pueden preverse en combinación con una estructura magnética resistiva o superconductora. También la construcción de la culata puede preverse en combinación con medios para generar el campo magnético que son resistivos o super-conductores.

30 Otras características y mejoras formarán el objeto de las reivindicaciones adjuntas.

Las características de la invención y las ventajas derivadas de la misma se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es una vista lateral de un imán o culata magnética para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

35 La figura 2 es una vista en planta de una parte de un imán o culata magnética para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

La figura 3 es una vista lateral de un detalle de un imán o culata magnética para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

40 La figura 4 es una vista en planta de una pieza de polo magnético para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

La figura 5 es una vista lateral de una parte de una pieza de polo magnético para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

La figura 6 es otra vista lateral de una parte de una pieza de polo magnético para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

45 Las figuras 7, 8 son vistas en plantas de dos tipos de laminas para una pieza de polo magnético para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

La figura 9 es una vista en planta de un paquete de láminas para una pieza de polo magnético para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

50 La figura 10 es una vista en planta de una placa de una pieza de polo magnético para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

La figura 11 es una vista lateral de un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta

invención.

La figura 12 es una vista lateral de un detalle de construcción de un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

5 La figura 13 es una vista posterior de un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención, con las dos piezas de polo en el mismo plano horizontal.

La figura 14 es una vista posterior de un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención, con las dos piezas de polo en el mismo plano vertical.

La figura 15 es una vista en perspectiva de un árbol para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención.

10 La figura 16 es una vista en perspectiva de una pieza de polo para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética según esta invención, donde son visibles las bandas térmicas periféricas y los dos calentadores planos en forma de D.

15 En particular, la figura 1 muestra un imán para un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética que tiene tres lados abiertos y delimita una zona de alojamiento del paciente. El imán está compuesto por tres elementos de culata, es decir, dos elementos de culata paralelos magnéticamente permeables 1, 2 y un elemento de culata transversal 3 para la conexión de estos dos elementos paralelos 1 y 2, por lo que el imán tiene forma de C.

En un aparato con un imán soportado en voladizo que esencialmente tiene forma de C o de U invertida lateralmente, surgen problemas cuando se requiere rotar el imán.

20 En un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética cuyo imán mantiene la misma orientación con respecto al campo gravitatorio, el desplazamiento de las piezas de polo normalmente no es un problema, puesto que las fuerzas que actúan en los elementos de soporte de pieza de polo se compensan durante la fabricación.

25 Sin embargo, cuando se requiera la rotación del imán, por ejemplo, para el examen de un cuerpo en ciertas posiciones o de ciertas partes del cuerpo, a menudo surgen problemas, puesto que el imán del aparato está esencialmente soportado en voladizo mediante la estructura de soporte y es bastante pesado. La rotación hace que grandes tensiones de flexión actúen sobre los dos brazos del imán con forma de C, debido a los grandes pesos que están implicados. Durante y tras la rotación del imán, se genera una situación en la que la tensión de flexión provoca tales deformaciones que las piezas de polo del imán se desplazan sustancialmente entre sí, por lo que se altera la homogeneidad del campo magnético, y se ve afectada la calidad de las imágenes del cuerpo.

30 Más en general, puede decirse que sobre la estructura de soporte de pieza de polo actúan principalmente dos fuerzas: la fuerza de la gravedad y la fuerza del campo magnético generado entre las piezas de polo.

La fuerza del campo magnético entre las piezas de polo tiende a curvar los dos brazos de la forma de C o de U uno hacia el otro y no se ve afectada por la disposición espacial de la estructura de soporte, sino que permanece esencialmente constante independientemente de la disposición espacial y la rotación del aparato.

35 Sin embargo, la fuerza gravitatoria se dirige hacia abajo, tal como se sabe, y provoca diferentes tensiones sobre la estructura dependiendo de la posición de la estructura de soporte, es decir, generalmente la culata magnética. De hecho, cuando los dos brazos de la forma de C están uno encima de otro, con piezas de polo superpuestas verticalmente, la fuerza del campo gravitatorio actúa de tal manera que el brazo superior tiende a curvarse hacia abajo, mientras que el brazo inferior tiende a moverse hacia el suelo. En caso de una rotación de 90°, cuando los brazos de la forma de C están en posiciones uno al lado del otro, las tensiones inducidas por la gravedad hacen que 40 ambos brazos se deformen hacia el suelo en la misma dirección. Todas las posiciones intermedias del imán, entre los dos estados de extremo mencionados anteriormente, provocan un cambio radical de las tensiones que actúan sobre los brazos de la forma de C.

45 Estas dos fuerzas, es decir, la fuerza del campo gravitatorio y la fuerza del campo magnético se suman durante el funcionamiento normal y generan una tensión variable dependiendo de qué posición adopte el imán: si los brazos de la forma de C están uno encima del otro, la fuerza del campo magnético tiende a compensar parcialmente la fuerza de la gravedad, reduciendo de ese modo la tensión sobre el brazo inferior de la forma de C. Tras una rotación de 90°, la fuerza del campo magnético no tiene ningún efecto sobre la fuerza de la gravedad, puesto que actúa perpendicular a ésta, por lo que se producen dos deformaciones a lo largo de planos perpendiculares: la fuerza de la gravedad provoca una deformación hacia abajo sobre el plano vertical, mientras que la fuerza magnética actúa sobre 50 el plano horizontal y tira de los dos brazos de la forma de C uno hacia el otro.

Para un imán que no está previsto que se rote, puede intentarse una compensación de las deformaciones anteriores durante el diseño y la fabricación, por ejemplo, mediante una construcción que tiene en cuenta de forma preventiva la deformación de imán esperada, o mediante el mecanismo de compensación ampliamente conocido, que corrige el

campo magnético y lo hace uniforme y paralelo incluso en el caso de líneas de flujo no homogéneas y paralelas, debido a la fuerza gravitatoria y a la fuerza del campo magnético.

5 Además, con fines de soporte de peso, los aparatos montados en voladizo del estado de la técnica, que no están diseñados para la rotación a menudo están cargados en un estado de pretensión mecánica, una tensión de flexión esencialmente contraria a la tensión que se espera que reciba el aparato en el estado ensamblado que se induce mediante disposiciones de diseño y ensamblaje adecuadas, para limitar la deformación del aparato tras la instalación.

10 Las disposiciones usadas en el estado de la técnica para imanes no rotatorios no pueden aplicarse a imanes rotatorios, puesto que incluso la rotación más ligera de un imán con forma de C provoca un cambio global de los estados de tensión mecánica, como se mencionó anteriormente.

Por lo tanto, un aparato del estado de la técnica con un imán con forma de C rotatorio a menudo tiene el inconveniente de proporcionar o bien un volumen de formación de imágenes pequeño o una calidad de imagen baja.

15 Como se muestra en la figura 1, en ambos elementos paralelos 1, 2, la parte de extremo asociada con el elemento de conexión transversal 3 tiene una pared transversal para conectar los dos elementos paralelos con el elemento transversal 3, que tiene un escalón de extremo 101, 102 para el enganche de un extremo correspondiente 103, 203, del elemento transversal 3.

20 Los elementos 1 y 2, que son perpendiculares a y están soportados en voladizo mediante el elemento transversal 3 se fijan al mismo mediante medios de sujeción adecuados 401, 402, que están orientados perpendicularmente a la extensión longitudinal de la pared transversal 3 y enganchan los dos elementos paralelos 1, 2 con el elemento transversal 3 en el espesor levantado de este escalón de extremo 101, 102. En referencia ahora a las figuras 1, 2, 3, se muestran medios de sujeción 503 adicionales que están orientados paralelamente a la extensión longitudinal de la pared transversal 3, y enganchan los dos elementos paralelos 1, 2 con el elemento transversal 3 en el escalón de extremo 101, 102.

25 La fijación entre los elementos de la estructura en forma de C de la culata magnética está reforzada adicionalmente mediante el elemento de refuerzo 5, que está colocado en las esquinas orientadas hacia dentro entre los elementos paralelos 1, 2 y el elemento transversal 3, y que se retienen en su posición entre los elementos paralelos 1, 2 y el elemento transversal 3 mediante los medios de sujeción 105, 205.

30 En particular, en la realización preferida de las figuras, los elementos de refuerzo 5 están formados cada uno por un elemento triangular y pueden preverse en número variable dependiendo de la firmeza requerida del imán. El peso y la rigidez de la estructura puede variarse de manera ventajosa previendo un único elemento triangular 5 que se extiende esencialmente a lo largo de toda la longitud de acoplamiento del elemento paralelo y el elemento transversal, o uno o más nervios de refuerzo preferiblemente triangulares 5, 6, que tienen un peso indudablemente más ligero.

35 En particular, en una realización preferida, se prevén dos nervios de refuerzo triangulares para cada par de elemento paralelo/elemento transversal, que es un buen equilibrio entre rigidez y ligereza del conjunto.

Los medios de sujeción se prevén preferiblemente en forma de sujeciones de tornillo, preferiblemente con una cabeza con un mayor diámetro que el vástago cilíndrico del tornillo. Así, las diversas partes del imán pueden centrarse y ensamblarse convenientemente en la posición apropiada.

40 Si el imán y, por lo tanto, las piezas de polo de un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética están previstos para rotarse, las piezas de polo estarán constantemente en una posición relativa apropiada, para formar un campo magnético de gran homogeneidad y proporcionar imágenes de alta calidad. Para un imán rotatorio, existe el riesgo de que, a medida que cambia la dirección de la fuerza de la gravedad sobre la culata magnética, debido al gran peso de ésta y al soporte en voladizo de sus elementos paralelos, pueden producirse pequeños desplazamientos entre los elementos paralelos y entre las piezas de polo, provocando de ese modo irregularidad y falta de homogeneidad del campo magnético.

45 En todos los aparatos de formación de imágenes por resonancia magnética en los que la estructura de imán tiene siempre la misma orientación con respecto a la gravedad, cualquier desviación de la posición ideal de las piezas de polo, provocada por la gravedad o por atracción magnética mutua entre las piezas de polo opuestas se tiene en cuenta y se compensa durante la fabricación.

50 Sin embargo, un imán según la presente invención garantiza que no se produce ningún o casi ningún desplazamiento relativo entre elementos paralelos, y entre las piezas de polo, por lo que el campo magnético permanece uniforme y homogéneo incluso cuando el imán se rota, y garantiza que la imagen del cuerpo que está examinándose tiene una buena calidad.

El imán de esta invención permite ventajosamente y esencialmente evitar cualquier desplazamiento relativo entre las partes que componen el imán de modo que incluso al rotar el imán, el campo magnético esencialmente no se altera y es óptimo para un examen apropiado del cuerpo en cualquier posición del mismo del mismo, al menos en el volumen de de formación de imágenes. La estructura es muy estable y la deformación de las partes que componen el imán con forma de C es insignificante.

Según una característica adicional de esta invención, tal como se muestra en las figuras 11 y 12, el imán se manipula de manera rotatoria alrededor de un eje perpendicular a al menos un eje de la abertura de la cavidad, en particular en la disposición preferida de las figuras el eje de rotación pasa esencialmente a través del centro del volumen de formación de imágenes del aparato, donde volumen de formación de imágenes, según se usa en el presente documento, se refiere a la parte de la cavidad definida por el imán en la que el campo magnético tiene las mejores características para formar imágenes del cuerpo que está examinándose.

Para que el imán pueda rotarse alrededor del eje preferido, tiene una brida de acoplamiento 30 en su pared transversal opuesta a la cavidad, para acoplar el árbol 31 con la pared transversal del imán, estando montada dicha pared transversal de manera rotatoria en una carcasa de soporte 32 sobre medios de soporte de manera rotatoria y trasladable 32, tales como guías de deslizamiento/rotatorias y/o cojinetes de rodillos.

La brida de acoplamiento 30 y la parte de carcasa de soporte 32 tienen medios de bloqueo/liberación de actuación conjunta mutua para bloquear/liberar la rotación, que permiten cambiar de un estado de rotación de imán a un estado de detención de imán.

Los medios para bloquear/liberar el imán están previstos en forma de dos engranajes de anillo opuestos e interconectados 36, 37, de los que uno es solidario con la carcasa de soporte 32 y no rota, y el otro es solidario con el árbol 31 y rota con el mismo. Los engranajes de anillo se mantienen en un estado de enganche mutuo estable por la fuerza ejercida por un elemento elástico, y se prevén medios para mover los dos engranajes de anillo a un estado de desenganche frente a la acción del elemento elástico 39.

En particular, según una realización preferida, el elemento elástico está previsto en forma de un resorte Belleville, que garantiza una unión muy fuerte, adaptada para mantener los dos engranajes de anillo en un estado de enganche mutuo.

Los engranajes de anillo 36, 37 preferiblemente tienen dientes frontales, que proporcionan una estructura más compacta y un engrane mejor y más preciso entre los dientes de los mismos.

Como se muestra en la figura 12, el engranaje de anillo 36 asociado con el árbol 31 es solidario con la brida de acoplamiento 30 y sus dientes están dirigidos de manera opuesta al imán.

Mientras que el imán esté moviéndose, su movimiento rotatorio se transmite al árbol 31 mediante un mango de manipulación de árbol que se forma mediante una palanca radial 63 que es solidaria de manera rotatoria y/o trasladable con el árbol; esta palanca está articulada con la varilla de un actuador de cilindro hidráulico o neumático 64, es decir, un actuador lineal, que genera un movimiento rectilíneo, que va a convertirse en un movimiento rotatorio del árbol mediante la acción de la palanca radial.

El árbol 31 está preferiblemente asociado con la carcasa de soporte 32 mediante cojinetes de rodillos, que preferiblemente se colocan en los extremos del árbol.

El actuador lineal está conectado a su vez por su parte inferior a la carcasa y, dependiendo de la realización deseada, puede ser estacionario o trasladarse sobre una guía adecuada con respecto a la misma.

En una realización, la palanca radial 63 está acoplada con la varilla del actuador 64 mediante medios de deslizamiento, que se deslizan en la dirección de traslación axial del árbol, por ejemplo, la palanca tiene un terminal perforado y adelgazado, como se muestra en la figura 15, que está montado sobre una barra que se sujeta en sus extremos mediante una horquilla terminal 90 para la conexión con la varilla. La horquilla 90 tiene un ancho tal que la barra sujeta por la misma es al menos tan larga o ligeramente más larga que la carrera de traslación del árbol. Por lo tanto, un movimiento de traslación del árbol y la palanca radial asociada no implica un movimiento de traslación idéntico del actuador, que se mantiene quieto con respecto a la carcasa, a medida que la palanca radial 63 se desliza sobre la varilla retenida por la horquilla 90 del actuador lineal 64.

En una realización alternativa, el actuador lineal tiene una guía de deslizamiento, no mostrada, en su extremo asociado a la carcasa de soporte, para permitir el movimiento de traslación del actuador, y la varilla del actuador tiene un grado de libertad, en particular de rotación, con respecto a la palanca radial. Por tanto, a medida que se traslada el árbol, también acciona en traslación el actuador lineal, que sigue el árbol trasladándose sobre la guía de deslizamiento que lo conecta con la carcasa de soporte.

En una realización alternativa adicional, el actuador lineal está conectado con la carcasa de soporte o con la palanca

radial mediante la interposición de una junta que le permite inclinarse para adaptarse a la traslación del árbol. Esto es posible porque tal movimiento de traslación se extiende tan poco, es decir, en un intervalo de unos pocos milímetros, que la verticalidad sustancial del actuador lineal no se ve radicalmente afectada. Como alternativa, la palanca radial puede estar diseñada para tener una junta que le permite inclinarse respecto al árbol, para adaptarse al movimiento de traslación del árbol con respecto al actuador.

Como se muestra en las figuras 11 y 12, los engranajes de anillo 36, 37 y el resorte Belleville 39 pueden desplazarse respectivamente mediante medios de desplazamiento hidráulicos o neumáticos, y pueden tensionarse de ese modo en la dirección axial del árbol 31.

Además, tal como se muestra en las figuras 11 y 12, el extremo del árbol 31 opuesto al imán está previsto en forma de un actuador de cilindro de bloqueo/liberación hidráulico o neumático, cuya varilla 50 sobresale del extremo del árbol 31, y está montada de tal manera que no puede rotar respecto al árbol 31 y está sometida de manera alterna a la acción de medios elásticos, tales como el resorte Belleville 39, que se oponen a la traslación del árbol hacia el desenganche de los dientes del engranaje de anillo. El extremo del árbol 31 opuesto al imán tiene un rebaje muerto coaxial, que actúa como una cámara 51 para un actuador de cilindro de bloqueo/liberación hidráulico o neumático, y aloja en su interior un pistón 52, que está montado en el extremo interior de la varilla 50, mientras que el rebaje cilíndrico está cerrado de manera estanca mediante una parte de extremo 54 en la cabeza del árbol, previéndose un resorte 39 entre el pistón 52 y la parte de extremo 54, mientras que el pistón 52 sobresale de manera estanca de esta parte de extremo.

Por lo tanto, cuando el imán tiene que rotarse, la cámara del cilindro de actuador de bloqueo/liberación, por ejemplo, está llena de aceite por lo que el resorte Belleville se tensiona en la dirección de compresión mediante los actuadores de bloqueo/liberación hidráulicos. Esto hace que el árbol se traslade respecto a la carcasa de soporte y, en particular, en la realización de la figura 12, el árbol se mueve hacia el imán, haciendo de ese modo que el engranaje de anillo 37 solidario con el imán y con el árbol, se desenganche del engranaje de anillo 36 solidario con la carcasa de soporte 32. Esto libera la rotación del imán conectado al árbol, que se acciona mediante la palanca radial movida por el actuador lineal. Una vez completada la rotación del imán, el resorte Belleville se libera y pone los engranajes de anillo 36 y 37 en una posición de enganche mutuo, bloqueando de ese modo realmente la rotación.

La posición relativa del árbol rotatorio y la carcasa puede controlarse mediante sensores y/o fotocélulas que garantizan que la rotación del árbol sólo se detiene cuando los dientes enfrentados de los engranajes de anillo 36 y 37 están en una posición apropiada engranada mutuamente, de modo que el engrane se produce sin choques ni pequeñas rotaciones no deseadas. Como alternativa a esto o en combinación con ello, también pueden monitorizarse las posiciones de extremo del imán, de modo que la rotación del árbol se detenga automáticamente cuando el árbol alcance cualquier posición de extremo, es decir, cuando el imán esté o bien en la posición en forma de C o en U.

Esta disposición preferida proporciona un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética que tiene una construcción sencilla y una gran seguridad frente a fallos, puesto que el imán sólo puede liberarse cuando está tensionado por el pistón de bloqueo/liberación que mueve los dos engranajes de anillo a una posición de desenganche y permite la libre rotación del imán. Por tanto, en caso de un fallo repentino del aparato o un fallo repentino de corriente, la acción del resorte Belleville mueve automáticamente los engranajes de anillo a una posición de engrane de dientes, haciendo de ese modo que el imán se bloquee inmediatamente en su posición e impidiendo cualquier rotación incontrolada y no deseada del mismo.

Otra ventaja en comparación con los aparatos del estado de la técnica es que cualquier acción de bloqueo/liberación y rotación del imán se realiza mediante actuadores lineales, que tienen una construcción más sencilla y garantizan una mayor fiabilidad a menores costes en comparación con los actuadores normales del estado de la técnica.

En otra realización preferida, cada pieza de polo como se muestra en las figuras 4 a 6 comprende al menos una capa magnetizada 6, al menos una capa o placa 9 magnéticamente permeable, en la cual la placa 9 magnéticamente permeable tiene una forma sustancialmente circular y dicha capa 6 magnetizada está formada por una pluralidad de bloques 106 magnetizados adyacentes y/o superpuestos, que forman un polígono que se aproxima esencialmente a la forma circular de la placa 9 magnéticamente permeable.

La figura 4 muestra patillas de fijación 7 para fijar la pieza de polo 8 a la cara interior del correspondiente elemento 1, 2 de carcasa paralelo que se sitúan en el margen entre el polígono y la circunferencia aproximada del polígono. Las patillas 7 de fijación se colocan en los huecos de los bordes periféricos escalonados formados por los bloques 106 que tienen una forma poligonal, particularmente cúbica o una sección rectangular, y juntos forman una capa poligonal con bordes periféricos escalonados. Las patillas 7 tienen preferiblemente una forma tubular y se colocan en los huecos de centrado 206 para posicionar las patillas 7, en los cuales los extremos de patilla se pueden introducir, siendo los huecos de centrado 206 complementarios en tamaño al diámetro exterior del extremo asociado de la patilla 7, para permitir la inserción apropiada del mismo, y para añadir rigidez al conjunto. Las patillas de fijación 7 tienen una forma tubular y contienen un orificio para el paso de un medio de fijación asociado, tal como un perno y/o

- 5 un tornillo. Asimismo, las patillas de fijación 7 de la pieza de polo tienen un diámetro reducido o incrementado en sus extremos libres, que corresponde al diámetro de los huecos de centrado 206 asociados y/o al diámetro correspondiente de los huecos de posicionado, para actuar como espaciadores con una dimensión estable predeterminada. Las patillas se aprietan contra las superficies correspondientes de los lados inferiores de dichos huecos y de permanecen de hecho comprimidos contra las mismas.
- 10 Después de una rotación que lleva las piezas de polo sobre el mismo plano horizontal, la fuerza de la gravedad actúa tangencialmente a la superficie de las piezas de polo y causa una tensión perpendicular a la tensión obtenida cuando las piezas de polo se disponen sobre el mismo plano vertical. Las patillas que actúan como espaciadores y están conectadas por sus partes de extremo en los huecos de centrado evitan que las piezas de polo, y los componentes los componentes de las mismas, se desplacen unas respecto de otras, a medida que cambia la fuerza de la gravedad.
- 15 Como se muestra en las figuras 6 a 9, se dispone un paquete de láminas 11 en la pieza de polo, que está formada por al menos una lámina de metal 13 con cortes sobre la misma, que se posiciona sobre la superficie de la placa 9 magnéticamente permeable opuesta a la superficie de la placa orientada hacia la capa magnetizada 6 y se usa para obtener un campo magnético más homogéneo.
- 20 Se prefiere un paquete de lámina 11 formado por múltiples láminas superpuestas. Particularmente, como se muestra, la placa 9 magnéticamente permeable tiene una forma de copa, que tiene al menos uno, preferiblemente dos escalones periféricos, que forman un borde elevado que sobresale fuera de la superficie de la placa orientada en oposición a la capa 6 magnetizada, de manera que el paquete de láminas descansa sobre el fondo 12 de la placa en forma de copa y bajo la placa de compensación 70 conocida que descansa periféricamente sobre el segundo escalón, de este modo a una distancia de la parte inferior de la placa, que igual el espesor del paquete de láminas 11. En una realización preferida, la pieza de polo tiene una pantalla electromagnética 13 que se coloca en la parte de extremo de la pieza de polo en oposición a los bloques magnetizados, y sobre la placa de compensación, de manera que las dos pantallas electromagnéticas de las dos caras de polo enfrentadas y opuestas se orientan esencialmente hacia la mesa del paciente 99.
- 25 Como se muestra en las figuras 7, 8, 9, el paquete de láminas 11 tiene una pluralidad de cortes, estando los cortes de una lámina situados en diferentes posiciones respecto de los cortes de la lámina anterior o posterior en el paquete 11 de láminas. Esto se consigue siempre que los cortes sobre cada una de las láminas de metal son esencialmente no coincidentes entre las láminas pares 15 y las láminas impares 16, con referencia al orden de posicionamiento de las láminas en el paquete 11 de láminas, y preferiblemente los cortes son retos. Esta disposición añade homogeneidad al campo magnético.
- 30 Asimismo, con el fin de conseguir una buena calidad de imagen, la temperatura de las piezas de polo magnético se debería mantener constante, ya que cualquier cambio de temperatura podría causar una caída de la calidad de la imagen.
- 35 Asimismo, se prevén piezas de polo en las cuales se optimizan el calentamiento de pieza de polo y la monitorización de la temperatura, con lo cual una realización preferida proporciona dispositivos calentadores de piezas de polo y sensores de temperatura; asimismo, la pieza de polo se puede adaptar para recibir los cables para los dispositivos calentadores de pieza de polo y los sensores de temperatura. Se forman aberturas apropiadas en los bordes periféricos de la pieza de polo para el paso de los cables para los calentadores y/o los sensores de temperatura, de manera que la pieza de polo es lo más compacta posible.
- 40 Como se muestra en la figura 10, las aberturas son dos conductos 18, 29 formados sobre emplazamientos diametralmente opuestos de la placa 9 para evitar el paso de cables a través de la pieza de polo.
- En particular, se prevén calentadores eléctricos que están en contacto con dicha placa 9 y/o con el material magnetizado y/o con el paquete de láminas 11, como se muestra en las figuras.
- 45 Igualmente, se puede prever una disposición de calentamiento particularmente capilar y uniforme posicionando al menos algunos de estos calentadores dentro de la capa 6 magnetizada y particularmente entre los bloques 106 magnetizados adyacentes.
- 50 Como se muestra en la figura 16, los calentadores se pueden colocar sobre la superficie exteriormente accesible de la pieza de polo, que permite un servicio y un mantenimiento más fácil de los mismos. Particularmente estos calentamientos pueden ser calentadores 90 periféricos, colocados sobre la superficie lateral periférica del borde de la pieza de polo y no son calentadores separados sino que están previsto de manera continua sobre la toda la superficie lateral periférica de la pieza de polo, para formar un borde periférico de calentamiento.
- 55 Asimismo, se puede obtener una disposición de calentamiento más homogénea proporcionando calentadores planos 91 sobre al menos una cara de la pieza de polo, teniendo estos calentamientos preferiblemente la forma de un sector de un círculo, más preferiblemente una forma de D, y estando espaciados sobre la cara de la pieza de polo, para

formar un área entre medias de los mismos que no se calienta directamente, como se muestra en la figura 16.

Con el fin de la detección y monitorización de la temperatura pueda ser lo más precisa posible, los sensores de detección y monitorización de temperatura 97 mostrados en la figura 16, se posicionan dentro de la pieza de polo, y particularmente se pueden disponer sensores de temperatura al nivel de la placa 9 y/o el material magnetizado y/o el paquete de laminas 11. Además, algunos medios de detección de temperatura se pueden disponer para posicionarse dentro de la capa magnetizada 6, preferiblemente entre los bloques magnetizados adyacentes 106.

Preferiblemente, dos de estos sensores de temperatura 97, 97' se pueden colocar dentro de la pieza de polo, particularmente entre los bloques y el paquete de láminas de la pieza de polo, en el área que es calentada directamente por los dos calentadores en forma de D, como se muestra en la figura 16. Por lo tanto se detecta la temperatura en un área que no es calentada directamente por calentadores, con lo cual se obtiene una detección más fiable, siendo la temperatura de toda la pieza de polo más indicativa que la temperatura de una parte de la misma.

Asimismo la provisión de dos sensores 97 evita ventajosamente la necesidad de desmontar y volver a montar la pieza de polo y de recalibras en consecuencia la placa de compensación, en caso de fallo de una de las piezas de polo, porque, con un coste de partida muy bajo, se puede disponer el aparato para seguir funcionando con un único sensor.

Asimismo, la provisión de dos sensores permite la monitorización y detección de la temperatura en áreas particularmente difíciles de las piezas de polo, tales como las áreas de los bloques magnetizados, con la mayor precisión, asegurando de este modo una buena calidad de imagen.

La figura 11 muestra adicionalmente las guías de deslizamiento lateral 95 para la mesa del paciente 99 que, en una realización preferida, se prevén en forma de una lengüeta de soporte vertical 94 que se extiende hacia la pieza de polo desde los lados de la mesa del paciente, estando asociado dicho reborde o lengüeta de soporte con una combinación de guía y guía de deslizamiento, que se forma preferiblemente mediante una guía de deslizamiento longitudinal que tiene una cabeza cilíndrica 93, que actúa conjuntamente con una guía cóncava 92 que tiene un perfil abierto correspondiente. Así, la altura total de la mesa del paciente 99 y la pieza de polo es considerablemente más pequeña que las alturas de las mesas de paciente y piezas de polo del estado de la técnica, puesto que las guías están colocadas lateralmente y el volumen no se extiende verticalmente.

La guía de deslizamiento longitudinal 93 está soportada en voladizo hacia la zona media de la superficie de mesa del paciente y por debajo de dicha superficie de mesa del paciente mediante lengüetas laterales inferiores, que se extienden desde los dos lados longitudinales opuestos de la mesa del paciente. La guía 92 es llevada por el reborde que está orientado paralelamente a la guía de deslizamiento y/o a las lengüetas laterales de la mesa del paciente, y esta guía está abierta en el lado girado hacia la cara interna de las lengüetas que llevan la guía de deslizamiento longitudinal 93. Una combinación de guía 92 y guía de deslizamiento 93 se prevé en cada lado longitudinal de la mesa del paciente.

La combinación guía/guía de deslizamiento puede preverse ventajosamente en forma de una guía continua que se acopla a una guía de deslizamiento discontinua o viceversa, para reducir adicional y ventajosamente el peso del dispositivo de soporte del paciente, que está previsto que rote con el imán y por lo tanto debe tener el menor peso posible.

REIVINDICACIONES

1.- Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, que comprende un imán, teniendo dicho imán y al menos una estructura de soporte de imán, siendo dicho imán es capaz de rotar alrededor de dicha estructura de soporte de imán,

5 comprendiendo dicho imán uno o más imanes permanentes o estando provisto en combinación con medios para generar el campo magnético que son resistivos o super-conductores, teniendo dicho imán al menos preferiblemente tres lados abiertos, y delimitando la zona de alojamiento del paciente, estando compuesto dicho imán por tres elementos de culata, es decir, dos elementos de culata paralelos magnéticamente permeables (1, 2), y un elemento de culata transversal (3) para la conexión de dichos dos elementos paralelos, teniendo por tanto dicho imán forma de C;

10 teniendo el dicho imán al menos dos piezas de polo, cada una de las cuales es llevada por los dichos elementos de culata paralelos sobre lados enfrentados entre sí y entre dichas piezas de polo se forma una cavidad para contener al menos un cuerpo que está examinándose; estando abierta dicha cavidad por al menos un lado;

caracterizado porque

15 en ambos elementos paralelos (1, 2), la parte de extremo asociada con dicho elemento de conexión transversal (3) tiene una pared transversal para conectar los dos elementos paralelos con el elemento transversal (3), en el cual cada uno de dichos elementos paralelos (1, 2) tiene un escalón de extremo (101, 102) para el enganche de un extremo correspondiente (103, 203), de dicho elemento transversal (3).

20 2.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se proporcionan medios de sujeción adecuados (401, 402), que están orientados perpendicularmente a la extensión longitudinal de dicha pared transversal (3) y que enganchan los dos elementos paralelos (1, 2) con el elemento transversal (3) en el espesor levantado de este escalón de extremo (101, 102).

25 3.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** se proporcionan medios de sujeción (503) adicionales que están orientados paralelamente a la extensión longitudinal de dicha pared transversal (3), y que enganchan los dos elementos paralelos (1, 2) con dicho el elemento transversal (3) en dicho escalón de extremo (101, 102).

30 4.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se proporcionan miembros de refuerzo adicionales que está colocado en las esquinas orientadas hacia dentro entre dichos elementos paralelos (1, 2) y dicho elemento transversal (3) ,estando dichos medios de sujeción (105, 205) dispuestos entre dichos miembros de refuerzo y dichos elementos paralelos (1, 2) y/o dicho elemento transversal (3) para fijar y retener en posición dicho miembros de refuerzo.

5.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos miembros de refuerzo están formados por al menos un único miembro triangular.

35 6.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se proporciona dicho miembro triangular para cada elemento paralelo , y se extiende esencialmente a lo largo de toda la longitud de acoplamiento del elemento paralelo y el elemento transversal.

40 7.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicho miembro de refuerzo está formado por uno o más nervios de refuerzo preferiblemente triangulares (5, 6)

8.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se prevén dos nervios de refuerzo triangulares para cada par de elemento paralelo/elemento transversal.

45 9.-Aparato de formación de imágenes por resonancia magnética, según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se prevén dichos medios de sujeción en forma de sujeciones de tornillo

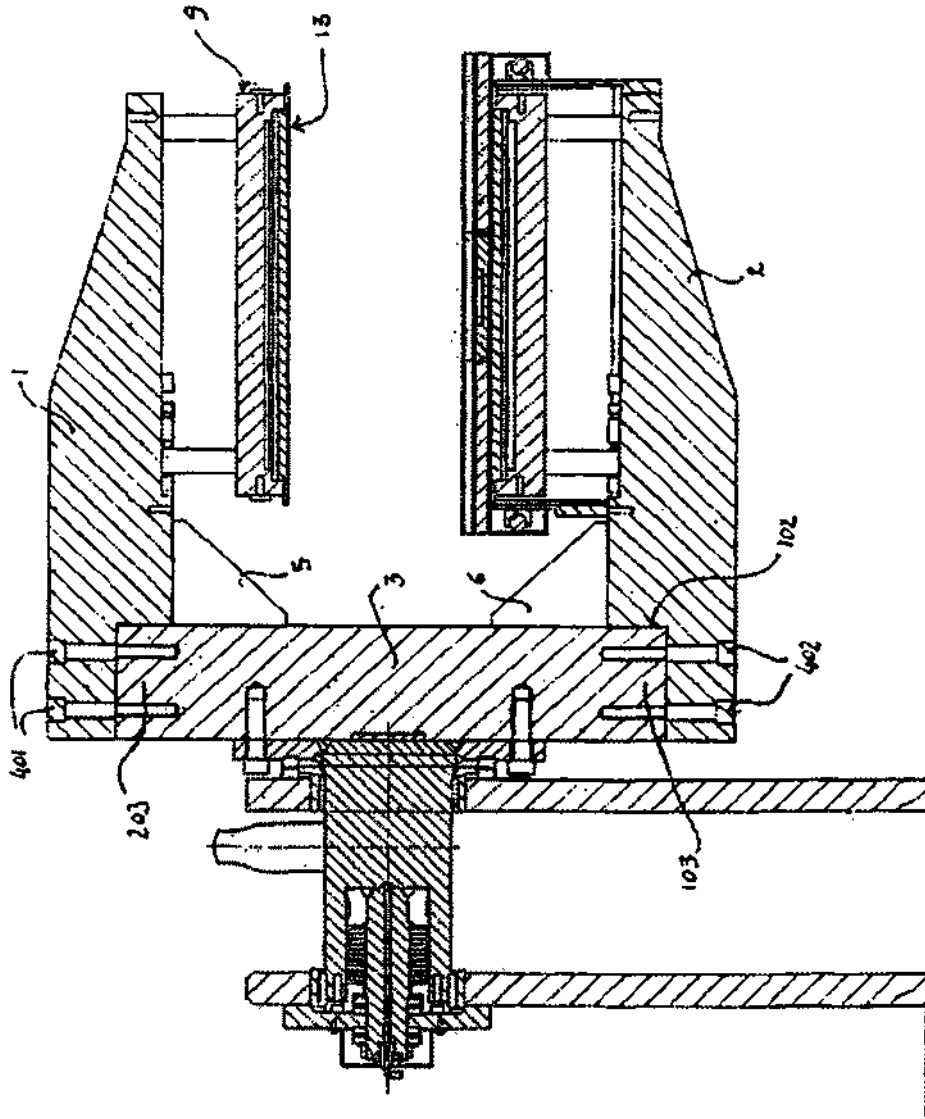


Fig. 1

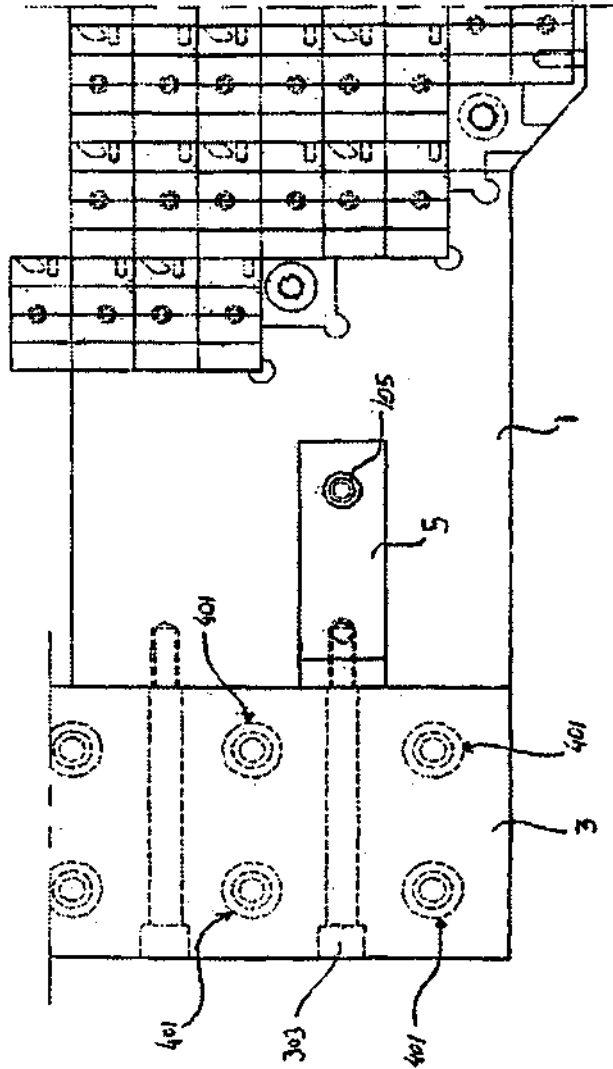


Fig. 2

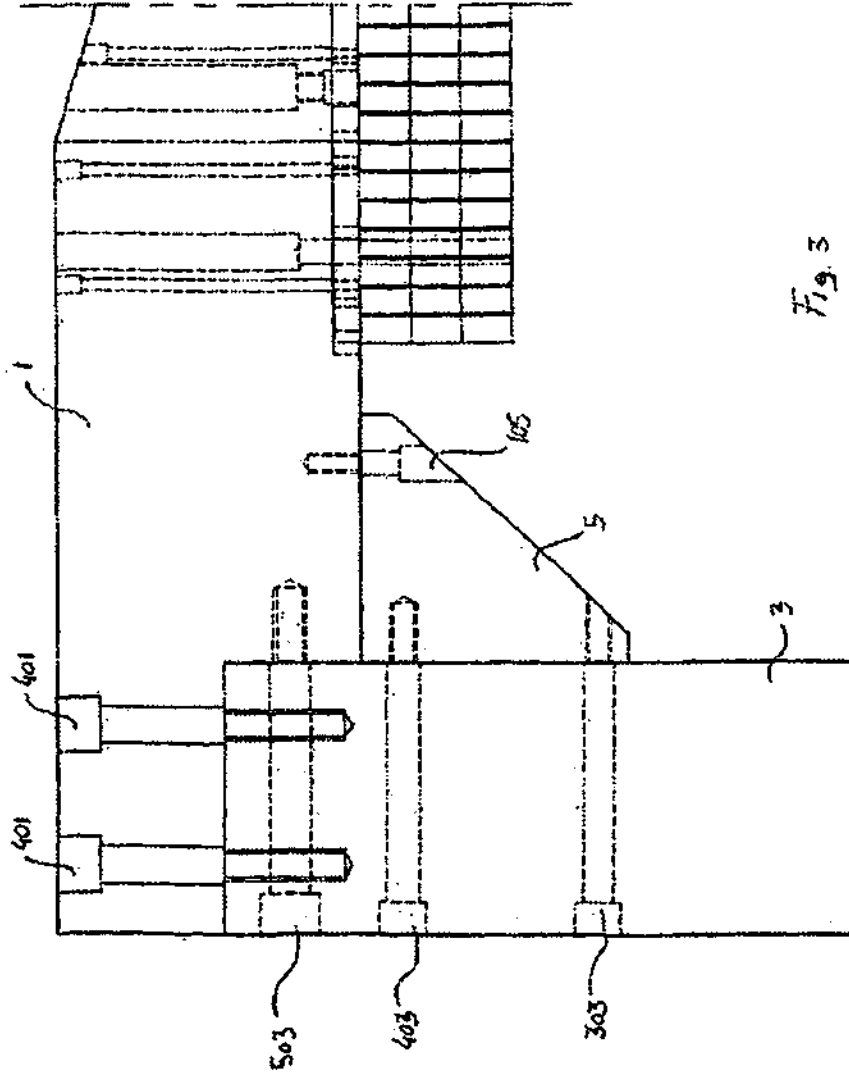


Fig. 3

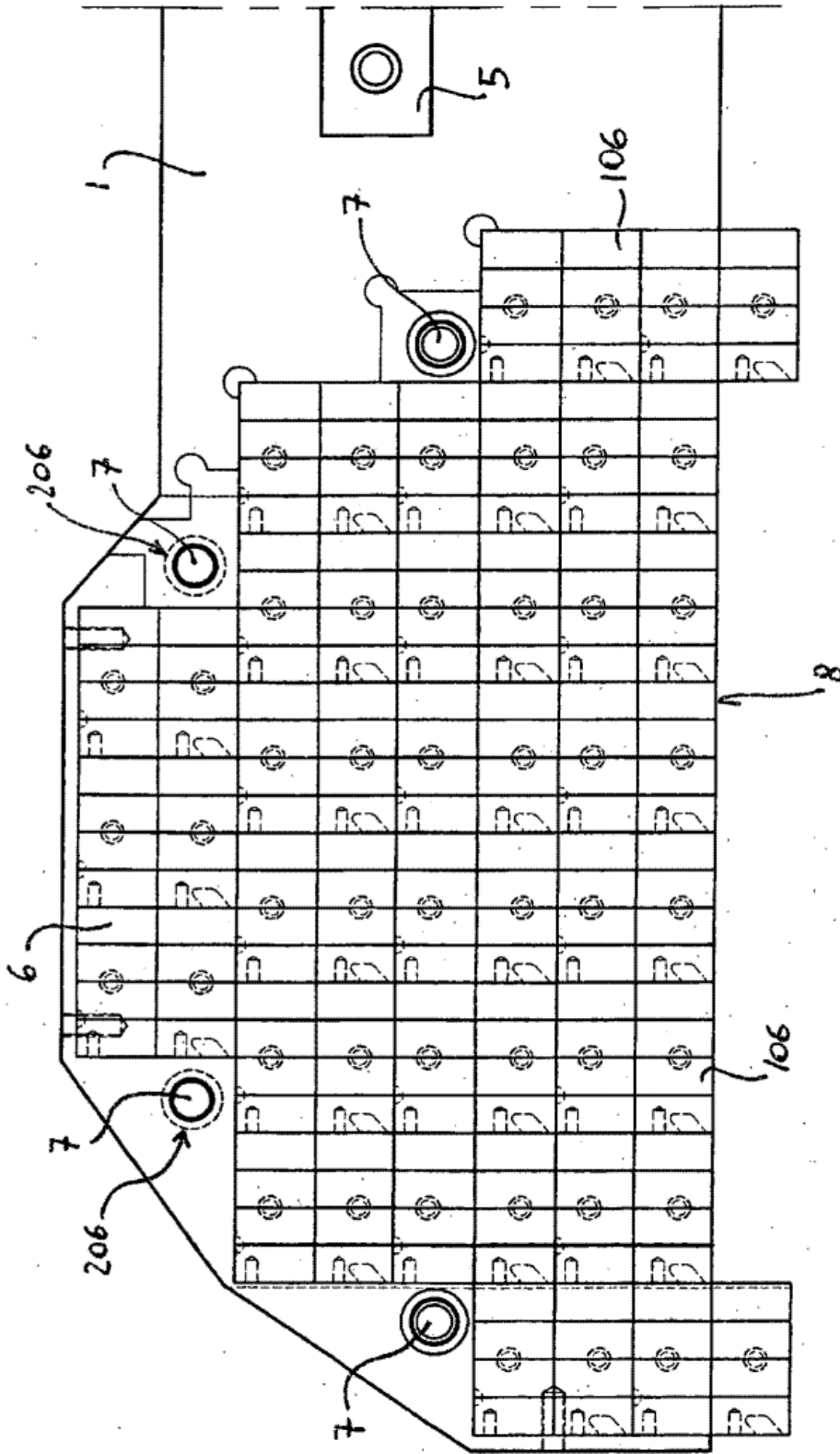


Fig. 4

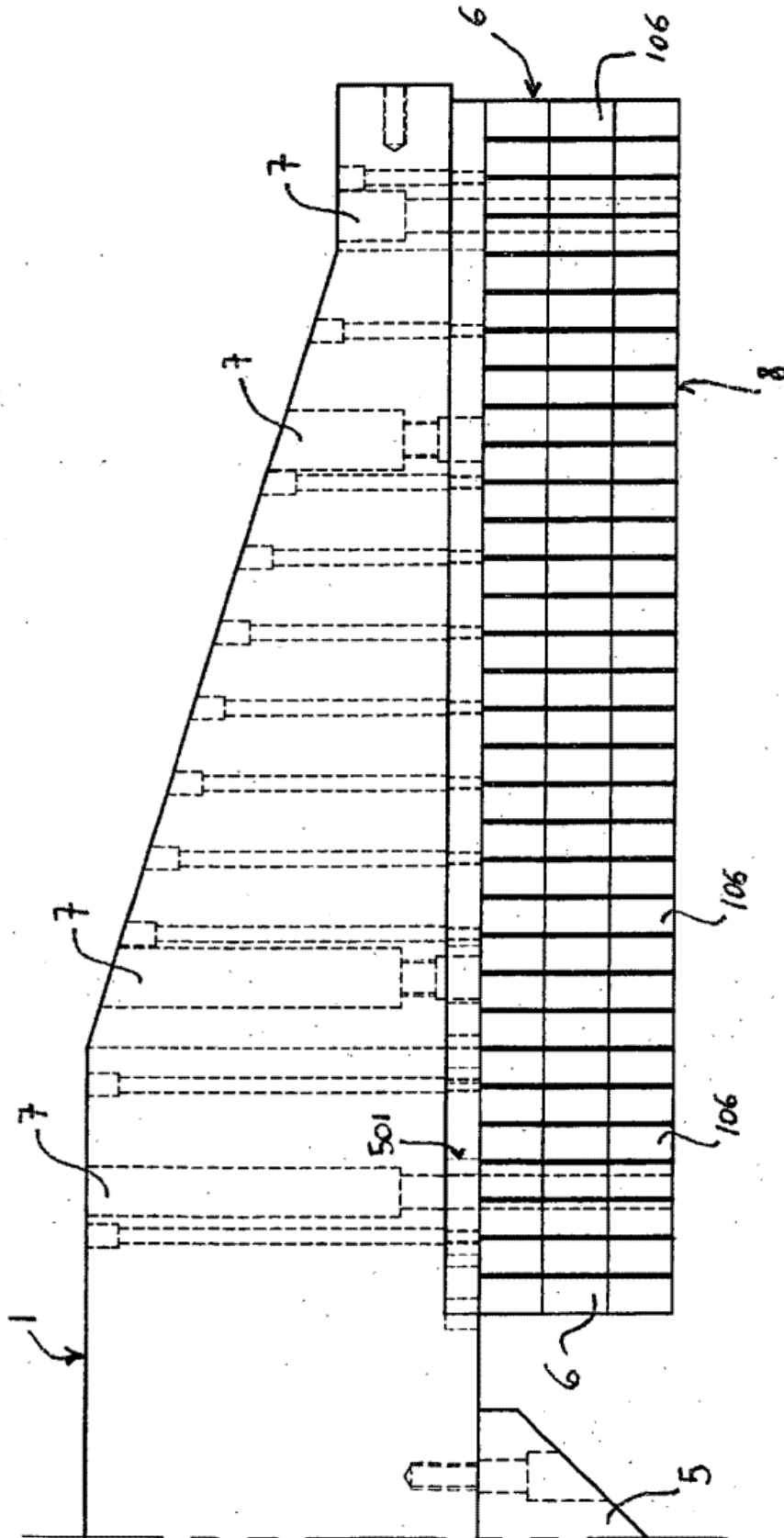


Fig. 5

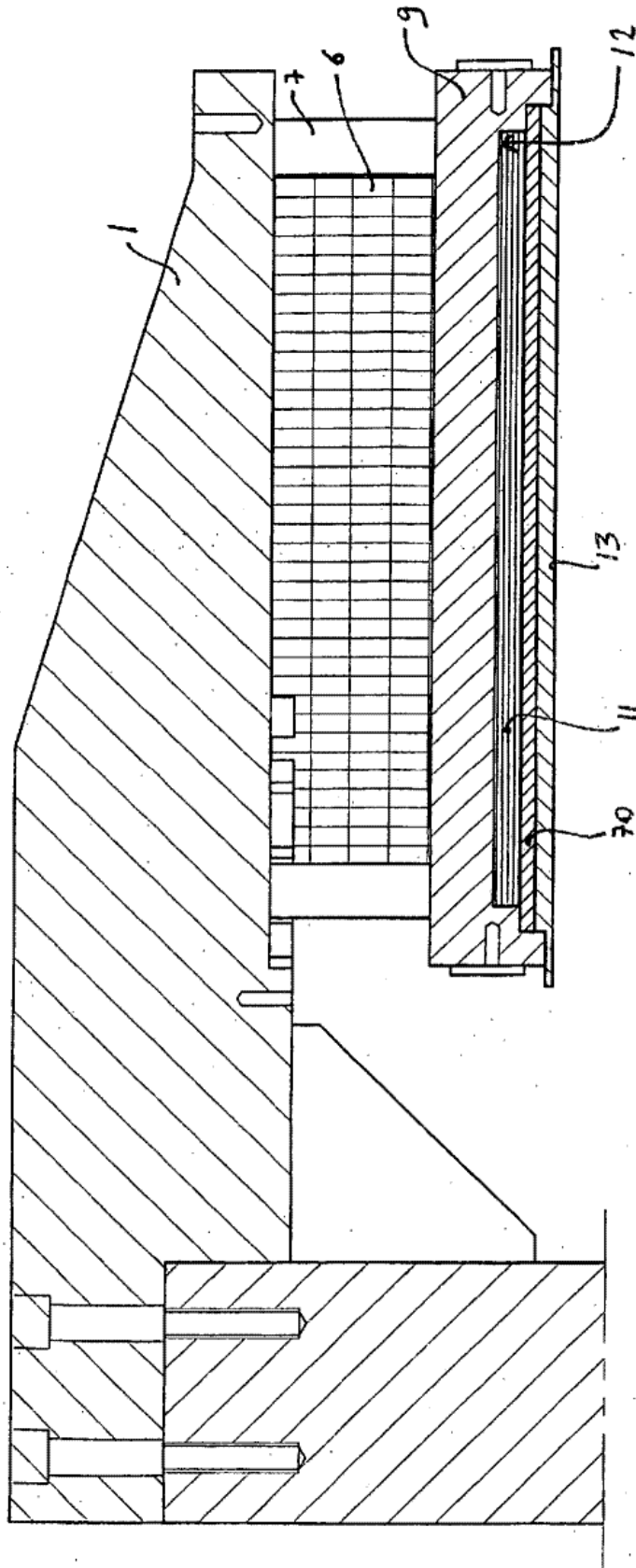
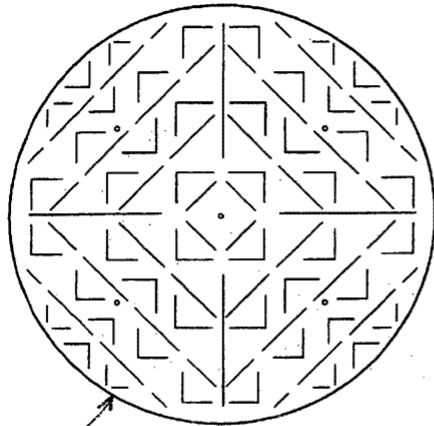
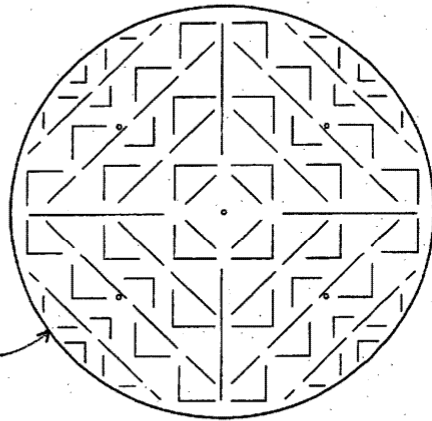


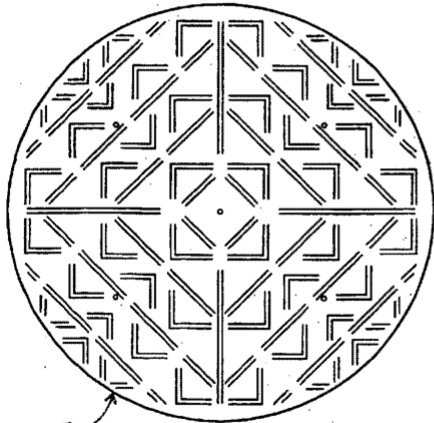
Fig. 6



15
Fig. 7



16
Fig. 8



17
Fig. 9

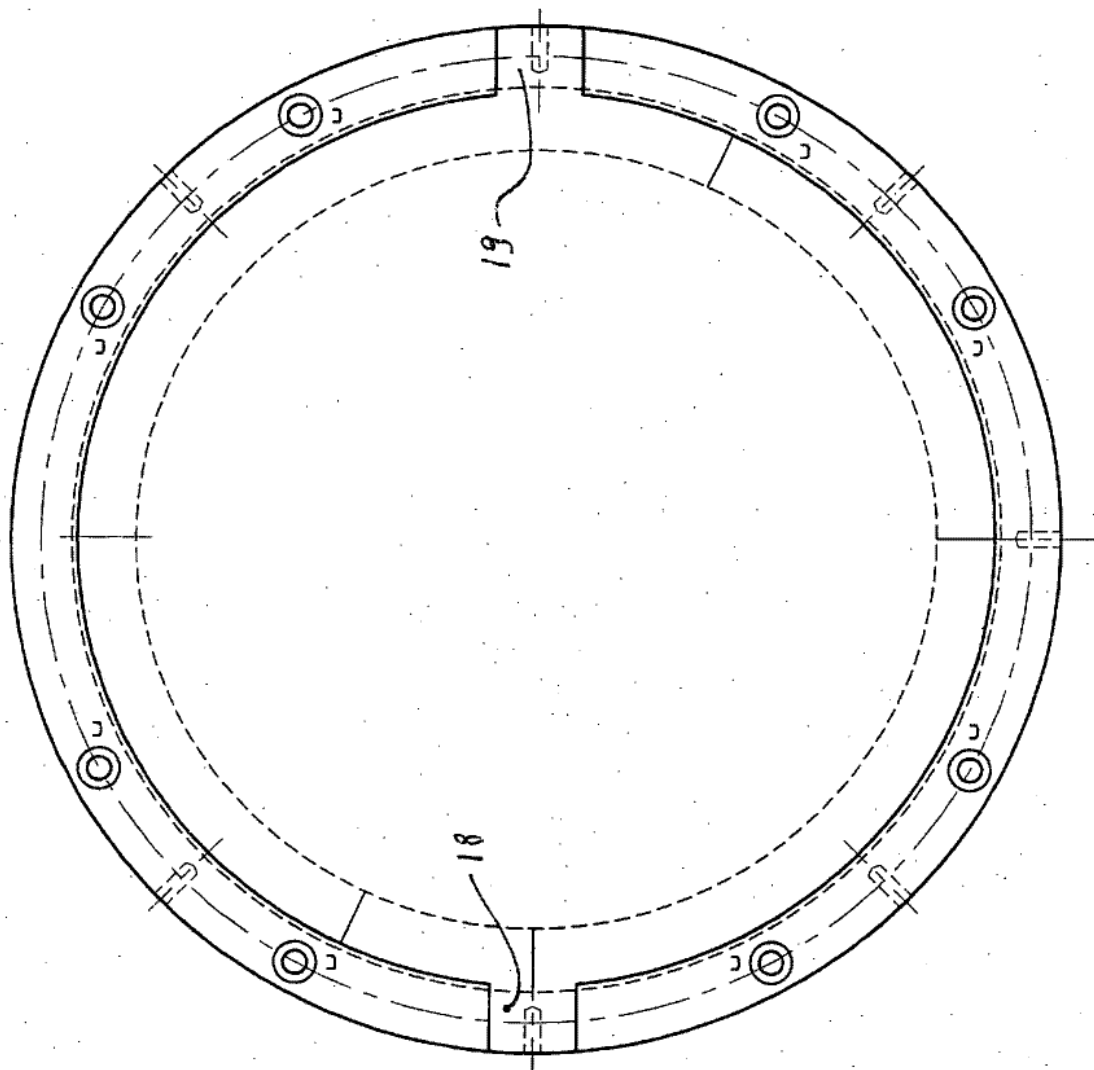
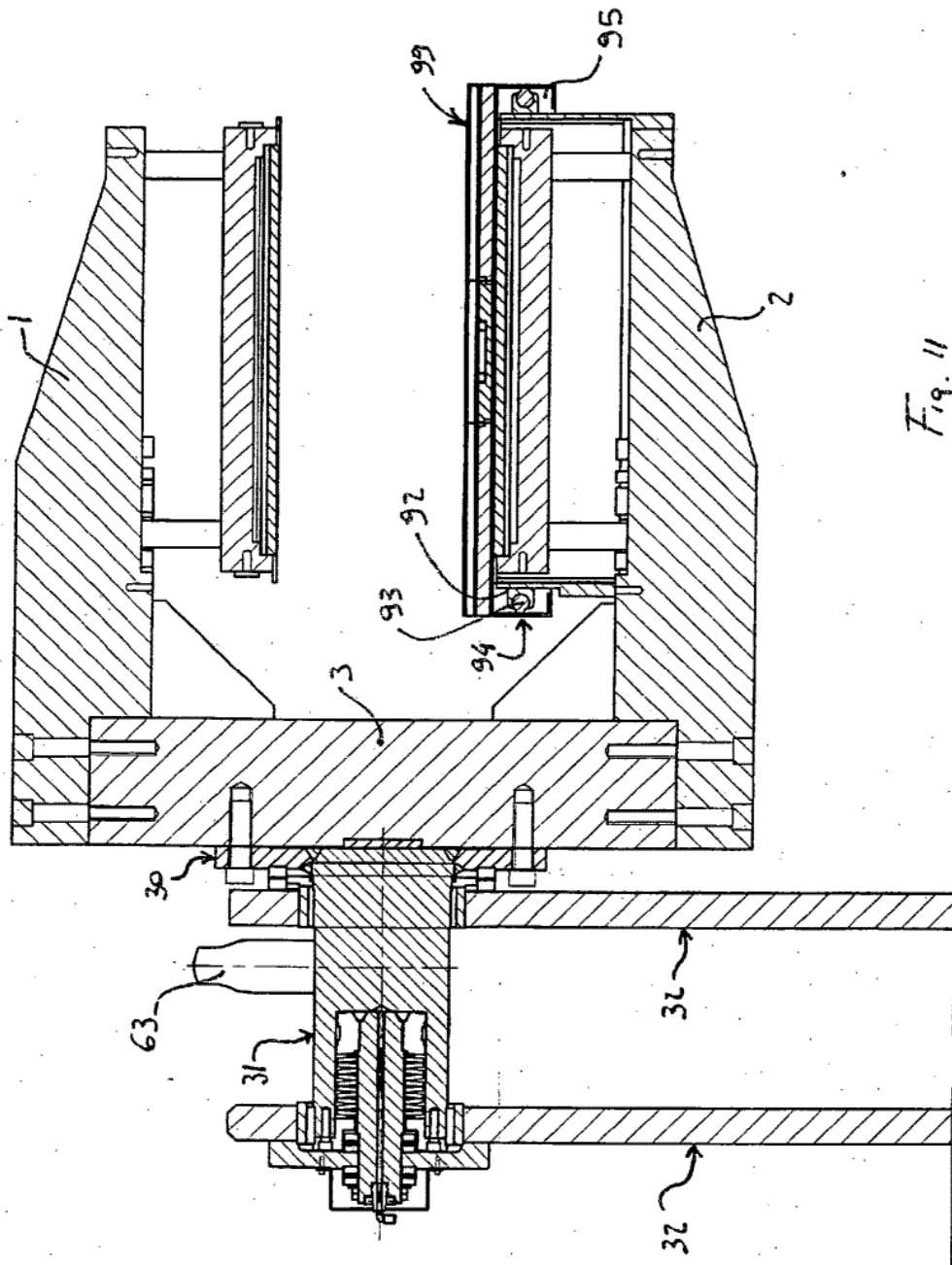


Fig. 10



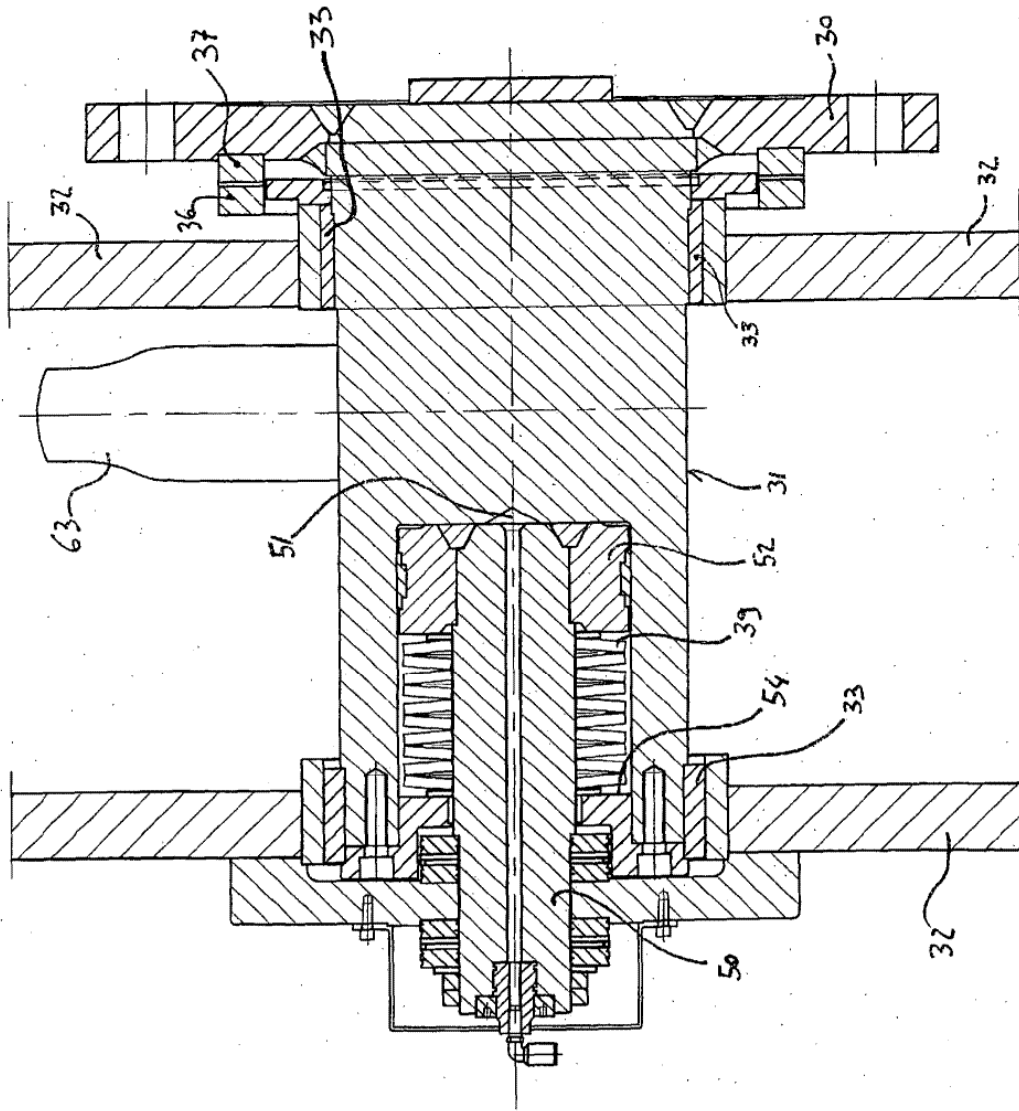
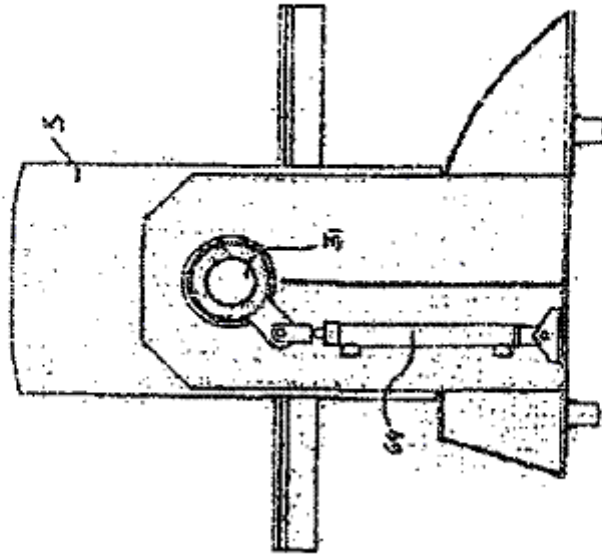
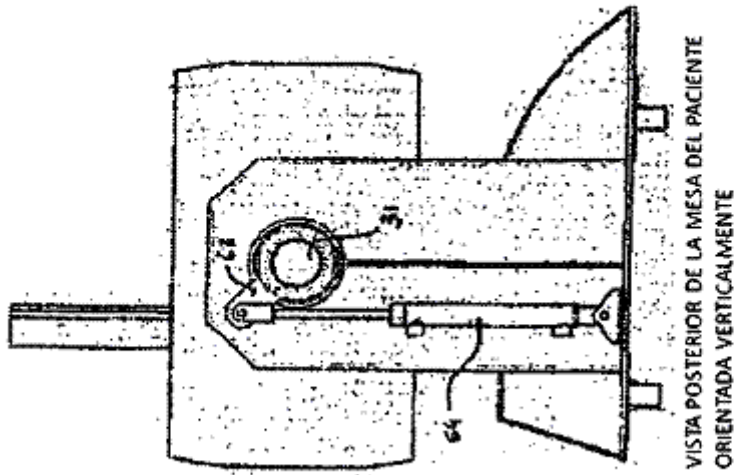


Fig. 12



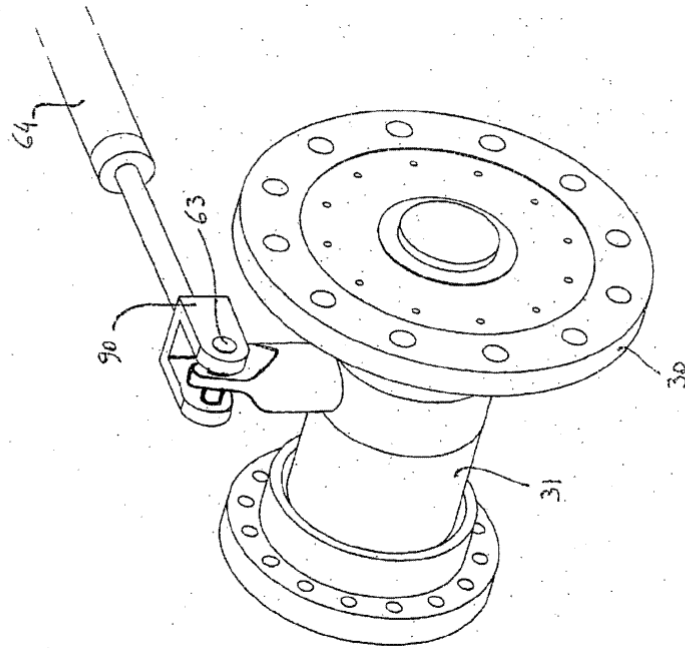


Fig. 15

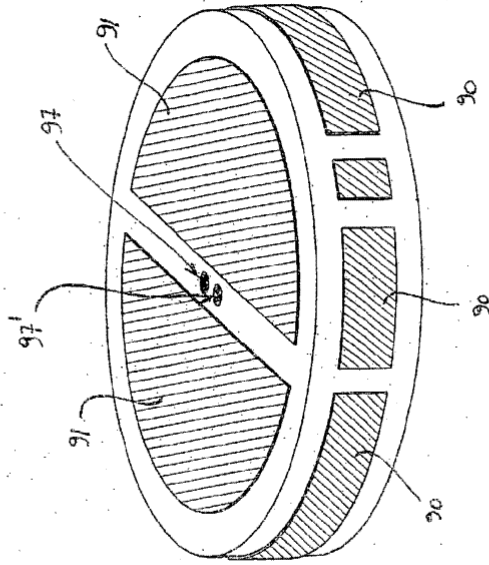


Fig. 16