

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 210**

51 Int. Cl.:  
**A61N 2/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08005951 .2**

96 Fecha de presentación: **28.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2105163**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.09.2009**

54 Título: **DISPOSITIVO DE APLICACIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO ALTERNO PARA EL CALENTAMIENTO DE SUSTANCIAS MAGNÉTICAS O MAGNETIZABLES EN TEJIDO BIOLÓGICO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.12.2011**

73 Titular/es:  
**MagForce Nanotechnologies AG  
Max-Dohrn-Strasse 8 Haus B 5.2  
10589 Berlin, DE**

72 Inventor/es:  
**Feucht, Peter;  
Brüss, Volker y  
Jordan, Andreas, Dr.**

74 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 371 210 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno para el calentamiento de sustancias magnéticas o magnetizables en tejido biológico.

5 La invención se refiere a un dispositivo de aplicación de campo magnético alterno para el calentamiento de sustancias magnéticas o magnetizables en tejido biológico, en especial para la termoterapia con nanopartículas magnéticas, según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Un conocido dispositivo de aplicación de campo magnético alterno de tipo genérico (documento EP1102609B1) está compuesto de un aplicador de gran tamaño con un yugo magnético y dos zapatas polares, opuestas entre sí y separadas por un espacio de exposición al campo, en el yugo magnético y con dos bobinas magnéticas asignadas respectivamente a una zapata polar. Aquí está conectada una unidad de control de aplicador de gran tamaño para la alimentación de corriente alterna con una amplitud determinada, una frecuencia determinada y una posición de fase determinada para la generación de un campo magnético alterno que es ampliamente homogéneo en el espacio de exposición al campo y tiene una intensidad de campo determinada. El tejido biológico, que se va a exponer a un campo, como volumen blanco de exposición al campo se puede situar en el espacio de exposición al campo. En el espacio de exposición al campo se puede posicionar especialmente un paciente con una parte del cuerpo, que se va a exponer al campo como volumen blanco, por ejemplo, la próstata enferma, en el espacio de exposición al campo.

20 El dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la invención se describe y explica a continuación a modo de ejemplo esencialmente por medio de un carcinoma de próstata, sin que deba limitarse a esta aplicación, ya que otras enfermedades, en particular otros tumores en la parte superior del abdomen o en la zona pélvica, se pueden tratar de manera correspondiente.

25 El conocido aplicador de gran tamaño tiene un diámetro activo de campo del campo magnético alterno de 300 mm aproximadamente, pudiéndose ajustar la intensidad del campo hasta 18 kA/m. Cuando se exponen al campo tumores en la parte superior del abdomen o en la zona pélvica, en particular un carcinoma de próstata de un paciente, se abarca una superficie del cuerpo relativamente grande, induciéndose con la exposición al campo grandes corrientes anulares que pueden provocar un calentamiento excesivo de superficies de la piel, de tejido muscular y de huesos, por ejemplo, en la zona pélvica, así como irritaciones nerviosas incontrolables y, por tanto, someter al paciente a una carga considerable. Por estas razones, el conocido aplicador de gran tamaño puede funcionar en estas aplicaciones sólo con intensidades de campo de 4 a 4,5 kA/m aproximadamente, en las que un paciente todavía puede soportar bien, por lo general, los efectos de la corriente anular.

35 En caso de una dosis máxima de un fluido magnético en una próstata enferma se pueden obtener aquí durante una exposición al campo sólo con el aplicador de gran tamaño únicamente aumentos de temperatura de hasta 41°C aproximadamente o menos. Esto es suficiente para sensibilizar el tumor en un tratamiento combinado con otra radiación a fin de lograr un efecto positivo de la terapia. Sin embargo, para una destrucción directa del tejido tumoral sería necesario aumentar la temperatura a 45°C aproximadamente o más. Al usarse un campo magnético alterno de 40 100 kHz se necesitaría para esto una intensidad del campo del aplicador de gran tamaño de 7 kA/m aproximadamente o más que, como se explicó arriba, un paciente no puede soportar prácticamente debido a los efectos de la corriente anular durante el tiempo necesario, relativamente largo, de exposición al campo de hasta una hora aproximadamente.

45 Por tanto, el objetivo de la invención es perfeccionar un dispositivo de aplicación de campo magnético alterno de tipo genérico de modo que sea posible la exposición al campo, suficiente desde el punto de vista terapéutico, de volúmenes blanco de exposición al campo relativamente pequeños, en particular de las regiones del cuerpo relativamente pequeñas de un paciente.

50 Este objetivo se consigue con las características de la reivindicación 1.

Según la reivindicación 1, en el espacio de exposición al campo del aplicador de gran tamaño y en la zona próxima al tejido biológico que se va a exponer al campo como volumen blanco de exposición al campo, en particular junto o 55 en un paciente en la zona próxima a la parte del cuerpo que se va a exponer al campo, por ejemplo, una próstata enferma, está dispuesto un concentrador de campo que concentra el campo magnético alterno del aplicador de gran tamaño en el volumen blanco y de este modo lo incrementa localmente.

60 Esto permite, de manera ventajosa, una exposición al campo con intensidades de campo magnético relativamente pequeñas del aplicador de gran tamaño, que no producen corrientes parásitas ni cargas de corriente anular no

tolerables por un paciente, obteniéndose, sin embargo en un volumen blanco relativamente pequeño, por ejemplo, en una próstata enferma, una concentración de campo tan alta que se puede lograr aquí una destrucción directa de un tejido tumoral a 45°C aproximadamente o más.

5 A tal efecto, se propone concretamente un concentrador pasivo de campo de tipo ferrita. El efecto de concentración y el incremento local del campo magnético alterno del aplicador de gran tamaño con una ferrita puede ser comparativamente menor que con el concentrador activo de campo siguiente, pero en determinadas situaciones puede ser suficiente para fines terapéuticos. Este tipo de concentrador pasivo de campo, como la ferrita, tiene una fabricación especialmente simple y económica. Como se menciona al inicio, el problema del uso del aplicador de  
10 gran tamaño radica en el calentamiento inadmisibles de un paciente por los efectos de la corriente anular y las pérdidas de corriente parásita, debiéndose reducir estos problemas mediante una combinación con un concentrador de campo adecuado. Sin embargo, el propio concentrador de campo no debe incrementar nuevamente estos problemas. Esto se logra aquí mediante el uso de una ferrita (material sinterizado de cerámica de óxido) con la baja conductibilidad específica del material y pérdidas muy pequeñas de corriente parásita.

15 Como alternativa al respecto, se propone un concentrador activo de campo con una bobina magnética como bobina de inducción, que aunque es más costoso, se puede usar para una mayor concentración de campo y, por tanto, para un incremento localmente alto del campo magnético alterno del aplicador de gran tamaño. Por consiguiente, se pueden obtener factores locales de incremento de 3 a 4 veces aproximadamente, por ejemplo, en un carcinoma de  
20 próstata. Para esto es necesario que la al menos una bobina magnética del concentrador de campo esté orientada en el dispositivo de modo que los ejes magnéticos del concentrador de campo y del aplicador de gran tamaño queden situados aproximadamente en la misma dirección y la bobina magnética se alimente con una corriente alterna sincronizada con la misma frecuencia y la misma fase en correspondencia con la corriente alterna del aplicador de gran tamaño.

25 Para una sincronización de este tipo se propone en la reivindicación 2 que la unidad de control del aplicador de gran tamaño y la unidad de control del concentrador de campo estén unidas entre sí o integradas de manera que, por ejemplo, también el concentrador de campo se alimente directamente mediante la unidad de control del aplicador de gran tamaño junto con una unidad de potencia. Sin embargo, también en este tipo de acoplamiento directo, preferentemente las amplitudes de las corrientes alternas del aplicador de gran tamaño y del concentrador de campo en cada caso se pueden ajustar de forma independiente entre sí, ya que en especial la amplitud máxima permitida en el aplicador de gran tamaño depende de las características fisiológicas individuales de un paciente y es distinta.

35 Como alternativa al respecto, se propone para una sincronización según la reivindicación 3 que la unidad de control del concentrador de campo y la unidad de control del aplicador de gran tamaño estén separadas una de otra y se accionen de forma independiente entre sí. Con la unidad de control del concentrador de campo interactúa un sensor que detecta la posición de frecuencia y fase del campo magnético alterno del aplicador de gran tamaño. Los valores correspondientes se procesan a continuación en la unidad de control del concentrador de campo para una sincronización.

40 En una variante especialmente preferida según la reivindicación 4, la bobina magnética del concentrador activo de campo está realizada como bobina plana, debiéndose disponer el volumen blanco, que se va a exponer al campo, aproximadamente en vertical al plano de la bobina plana en la zona del eje magnético. Una bobina cilíndrica, por el contrario, resulta poco adecuada para un concentrador activo de campo.

45 Para exponer al campo un tumor en la parte superior del abdomen o en la zona pélvica, en particular un carcinoma de próstata, la zona próxima al volumen blanco se fabrica según la reivindicación 5 de manera que el concentrador de campo queda configurado como aplicador rectal con una carcasa alargada plana de forma y tamaño adaptados al recto de un paciente como espacio de alojamiento. Este tipo de carcasa alargada sirve como envoltura de una  
50 bobina plana alargada como bobina magnética, de modo que su eje magnético discurre aproximadamente en vertical al plano de la carcasa. Una bobina plana alargada se puede obtener al enrollarse una bobina plana en forma de anillo circular que se aplasta a continuación para obtener una forma alargada y, dado el caso, se curva ligeramente.

55 Según la reivindicación 6, un manguito tubular de inserción está unido a la carcasa en un extremo longitudinal de la carcasa y en un ángulo respecto al plano de la carcasa en correspondencia con las características anatómicas. El aplicador rectal se puede introducir en el recto con este manguito de inserción y, por tanto, ajustarse y fijarse, dado el caso, en la posición. Debido a las especificaciones anatómicas, la carcasa tiene aproximadamente según la reivindicación 7 una longitud de 65 mm a 70 mm, una altura de 20 mm y una anchura de 35 mm con una sección  
60 transversal aproximadamente oval y superficies estrechas redondeadas. En este caso, la superficie en dirección del

- 5 campo debe ser lo más grande posible. Mientras mayor sea esta superficie, mayor será el alcance útil del campo magnético que entrega la bobina magnética en dirección del campo. El manguito de inserción tiene un diámetro menor de 10 mm aproximadamente respecto a la carcasa, porque el empalme de tubo permanece en la zona del esfínter al usarse el aplicador rectal y debido a su diámetro pequeño se reduce aquí la irritación. Además, se debe mejorar la compatibilidad según la reivindicación 8 al estar fabricados la carcasa y el manguito de inserción con una forma estable, presentando al menos la carcasa un revestimiento hecho de un material blando.
- 10 Según la reivindicación 9, en una forma concreta y ventajosa de realización, las líneas eléctricas de conexión hacia la bobina magnética, así como una entrada de medio refrigerante y una salida de medio refrigerante están conectadas en el manguito de inserción y/o están guiadas a través de éste hacia el interior de la carcasa. El medio refrigerante enfría tanto la bobina magnética en la carcasa como las líneas de conexión.
- 15 Según la reivindicación 10, las líneas eléctricas de conexión y los tubos flexibles de medio refrigerante con una sección transversal lo más pequeña posible están alojados a continuación en un tubo flexible de conexión colocado en el manguito de inserción. Aquí es esencial que a través del tubo flexible de conexión con las líneas flexibles de conexión no actúa en lo posible ninguna fuerza transversal sobre el manguito de inserción durante el período de tiempo relativamente largo de exposición al campo, que pudiera reducir la compatibilidad y provocar un desajuste desfavorable respecto a la dirección del campo del aplicador de gran tamaño.
- 20 En una realización ventajosa según la reivindicación 11, las líneas eléctricas de conexión y un tubo flexible de entrada de medio refrigerante están guiados también en el tubo flexible de conexión y en el manguito de inserción, usándose la sección transversal restante del tubo flexible de conexión o del manguito de inserción para el retorno del medio refrigerante. De este modo se obtiene una disposición simple en combinación con un enfriamiento eficiente de las líneas eléctricas de conexión guiadas en la corriente de retorno.
- 25 Con la reivindicación 12 se indican valores de ajuste comprobados clínicamente de manera satisfactoria de modo que en el aplicador de gran tamaño se ajusta una intensidad del campo de 3 kA/m a 4 kA/m aproximadamente, pudiendo aumentar en tres a cuatro veces la intensidad del campo en el volumen blanco, en particular en un carcinoma de próstata, especialmente en combinación con el aplicador rectal mencionado arriba.
- 30 Según la reivindicación 13, se lleva a cabo regularmente el tratamiento en un aplicador de gran tamaño en combinación con el concentrador activo de campo, en especial como aplicador rectal, con una activación simultánea de ambos aplicadores. En dependencia de las situaciones, se puede realizar también una activación desplazada en el tiempo, dado el caso, junto con activaciones simultáneas siguientes de los aplicadores individuales para una terapia satisfactoria. Es posible también, dado el caso, usar el aplicador rectal, de manera independiente y por separado de un aplicador de gran tamaño, para una terapia, en especial cuando la zona de tratamiento está separada sólo 10 a 20 mm aproximadamente de la pared intestinal del recto. Este tipo de uso debe formar parte también de la protección, reivindicándose también la protección para el aplicador rectal como unidad separada.
- 35 Al tratarse un paciente en el aplicador de gran tamaño existe en principio un campo magnético aproximadamente homogéneo en el bajo vientre que está dirigido desde el abdomen hacia la espalda, presentando un aplicador rectal introducido la función de concentrador activo de campo en la zona del intestino y la próstata. Sin embargo, debido a la anatomía humana y condicionado en correspondencia con la orientación del recto, el eje del campo magnético del aplicador rectal está un poco inclinado respecto al eje del campo magnético del aplicador de gran tamaño, de modo que no es posible la orientación igual y exacta, requerida en sí, de ambos ejes del campo magnético en combinación con un aplicador rectal. Esto reduce la función del aplicador rectal como concentrador de campo para el incremento del campo en una próstata enferma, pero en caso de una inclinación mutua de los ejes del campo en 20° hasta 30° aproximadamente resulta suficiente y aceptable aún para la terapia una pérdida, asociada a esto, de la intensidad del campo en comparación con un incremento máximo de entre 6% y 14%.
- 40 El problema fundamental en el uso del aplicador rectal radica en que su bobina magnética es relativamente pequeña y su campo magnético disminuye en la tercera potencia con la distancia. Por tanto, se ha de tratar de usar, en la mayor medida posible, la intensidad del campo del aplicador de gran tamaño al ajustarse su intensidad de campo con un valor lo más alto posible. Como se explica al inicio, un alto ajuste de la intensidad del campo en el aplicador de gran tamaño provoca, sin embargo, un calentamiento no deseado de todo el paciente por las corrientes anulares inducidas en éste como función de las superficies expuestas al campo. Este problema se presenta especialmente en pacientes de mayor corpulencia. El problema aumenta aún más al tenerse que ampliar el espacio de exposición al campo en el aplicador de gran tamaño debido a esta corpulencia, lo que aumenta adicionalmente las corrientes anulares no deseadas en el paciente. Por tanto, en la reivindicación 14 se propone que especialmente en el caso de
- 45
- 50
- 55
- 60

previo del campo magnético alterno mediante otras bobinas planas de inducción que se encuentran dispuestas de forma correspondiente y se excitan con una fase y una frecuencia sincronizadas de forma correspondiente.

La invención se explica a continuación por medio de un dibujo.

Muestran:

Fig. 1 una vista esquemática en corte a través de un aplicador de campo magnético como aplicador de gran tamaño;

Fig. 2 una representación esquemática de un campo magnético alterno del aplicador de gran tamaño con un concentrador de campo;

Fig. 3 una representación esquemática de un paciente con un carcinoma de próstata con aplicador rectal introducido;

Fig. 4a, b, c distintas vistas de un aplicador rectal;

Fig. 5 un corte transversal a través del manguito de inserción del aplicador rectal según la figura 4 y

Fig. 6 un esquema de bloques del sistema electrónico de control y potencia del aplicador rectal.

En la figura 1 está representado esquemáticamente un aplicador de campo magnético como aplicador 1 de gran tamaño para la termoterapia o la hipertermia, en el que se puede exponer al campo un cuerpo que ha recibido una sustancia magnética o magnetizable como fluido magnético.

El aplicador 1 de gran tamaño comprende un yugo magnético 2 que está configurado en forma de M como disposición de tres patas y dos elementos verticales 3, 4 de yugo paralelos y separados, así como dos elementos transversales 5, 6 de yugo conectados entre estos.

Una unidad constructiva, compuesta de un elemento transversal inferior 6 de yugo y una zapata polar inferior 8, asignada a éste, con bobina magnética inferior 10, está instalada fijamente en el lugar. Por el contrario, un pórtico, compuesto de los dos elementos verticales 3, 4 de yugo, del elemento transversal superior conectado 5 de yugo, así como de la zapata superior 7, asignada a éste, con bobina magnética superior 9, se puede desplazar mediante un accionamiento autobloqueante 11 de husillo, representado aquí esquemáticamente, para el ajuste de espacio de exposición al campo del espacio 13 de exposición al campo. En el espacio 13 de exposición al campo se puede generar un campo magnético alterno 12 aproximadamente homogéneo con una intensidad del campo tolerable por un paciente (de hasta 4 kA/m aproximadamente en el caso de la aplicación explicada más adelante).

El espacio 13 de exposición al campo está delimitado por mamparas divisorias 14, 15 que delimitan un espacio de introducción para un paciente.

La bobina magnética superior 9 y la bobina magnética inferior 10 están configuradas como bobinas planas de una o varias vueltas que discurren de forma helicoidal y están fabricadas a partir de alambres trenzados de hilos de cobre.

El yugo magnético 2 y las zapatas polares 7, 8 están hechos de bloques 16 de ferrita con espacios situados entre estos. En el aplicador 1 de gran tamaño está prevista una carcasa de enfriamiento con entalladuras 18, a través de la que se introduce el aire frío que vuelve a salir a través de los espacios en el yugo magnético. Los bloques 16 de ferrita están contruidos a partir de placas de ferrita yuxtapuestas y orientadas en el yugo magnético 2 a lo largo de la dirección 17 del flujo magnético, así como separadas entre sí por los espacios de enfriamiento en sentido transversal a la dirección 17 del flujo magnético.

En la figura 2 está representada esquemáticamente la zona del espacio 13 de exposición al campo entre las zapatas polares 7, 8 del aplicador de gran tamaño con un concentrador activo 19 de campo colocado aquí. El concentrador 19 de campo está compuesto de una bobina plana 20 con líneas 21 de conexión, estando orientados en la misma dirección y coincidiendo el eje magnético del aplicador de gran tamaño y el eje magnético de la bobina plana 20. Además, la bobina plana 20 se alimenta con una corriente alterna sincronizada con la misma frecuencia y la misma fase en correspondencia con la corriente alterna del aplicador 1 de gran tamaño. De este modo se obtiene la función representada de un concentrador activo 19 de campo con un incremento del campo en la zona de la bobina plana 20. En la zona próxima a la bobina plana 20 está alojada aquí de forma esquemática, como volumen blanco, una

parte del cuerpo que se va a exponer al campo, por ejemplo, una próstata 23 con un aumento patológico de tamaño, en la que se ha obtenido evidentemente una concentración y un incremento local del campo magnético alterno del aplicador de gran tamaño mediante el concentrador 19 de campo.

5 La figura 3 muestra, de forma concreta, la disposición según la figura 2, en la que una próstata 23 con un aumento patológico de tamaño, se expone al campo de manera correspondiente. A tal efecto, se muestra un corte esquemático a través de un paciente en la zona del bajo vientre con la vejiga 22 y la próstata 23 que está dispuesta en la salida inferior de la vejiga y rodea de forma anular la uretra 24. La zona de la próstata es aquí el volumen blanco para la exposición al campo y su posición y tamaño están indicados mediante un círculo 25. Como  
10 concentrador activo 19 de campo, un aplicador rectal 25 está introducido aquí, pasando por el esfínter 26, en el recto 27. El aplicador rectal 25 se explica detalladamente por medio de las figura 4 y 5.

La figura 4a muestra una vista lateral, la figura 4b, un corte transversal y la figura 4c, una vista en planta desde arriba del aplicador rectal 25. El aplicador rectal 25 contiene una bobina plana 20 de forma alargada que está  
15 envuelta por una carcasa 28. La carcasa tiene aproximadamente una longitud de 70 mm, una altura de 20 mm y una anchura de 35 mm con una sección transversal aproximadamente oval y superficies estrechas redondeadas, estando en correspondencia este tamaño con la capacidad del recto 27. En un extremo longitudinal de la carcasa y en un ángulo respecto al plano de la carcasa está moldeado un manguito tubular 29 de inserción que, como se puede observar en la figura 3, está situado en ángulo respecto al plano de la carcasa en correspondencia con las  
20 características anatómicas. La carcasa 28 puede presentar además un revestimiento hecho de un material blando.

Como muestra especialmente el corte transversal a través del manguito 29 de inserción según la figura 5, las líneas eléctricas 21 de conexión y un tubo flexible 30 de entrada de medio refrigerante están guiados y conectados en el manguito 29 de inserción, usándose la sección transversal restante 31 para el retorno del medio refrigerante. Al  
25 manguito 29 de inserción con forma estable se conecta un tubo flexible 22 de conexión, a través del que están guiadas a continuación las líneas eléctricas 21 de conexión y el tubo flexible 30 de entrada de medio refrigerante.

En la figura 3 se puede observar que el alcance efectivo del aplicador rectal 25, en su función como concentrador activo de campo, ha de abarcar la zona de la próstata, en correspondencia con un alcance de 70 mm  
30 aproximadamente, dibujado con la flecha doble 33. En la figura 3 se puede observar además que debido a la posición anatómica del recto 27, el eje magnético de la bobina plana 20 en el aplicador rectal 25 (discurre aquí en horizontal) está inclinado en un ángulo hacia arriba respecto al eje magnético del aplicador de gran tamaño. De este modo, el efecto del concentrador de campo del aplicador de campo está un poco reducido respecto al caso ideal de ejes magnéticos con una orientación igual, pero el efecto del concentrador es suficiente y aceptable.

En la figura 6 está representado un esquema 34 de bloques para la alimentación y el control del aplicador rectal 25. En el manguito 29 de inserción está conectado concretamente un tubo flexible 32 de conexión con una escala para un ajuste de la inserción, a través del que están guiadas las líneas eléctricas 21 de conexión de un amplificador 35 de potencia, así como la entrada y salida 30, 31 del medio refrigerante a partir de un termostato 36 de paso.  
40 Además, está prevista una unidad 38 de control que interactúa con una unidad 39 de manejo en especial para un ajuste de la potencia. Está prevista también una unidad 40 de supervisión. Desde el aplicador rectal 25 puede estar guiada una línea 41 de señales hacia la unidad de control, que se encuentra unida con sensores en la zona del aplicador rectal 25. En este caso, se puede tratar de uno o varios sensores que detectan una posición o detectan la frecuencia y la fase del campo magnético alterno del aplicador de gran tamaño para una sincronización y la transmiten a la unidad 38 de control para una compensación. Sin embargo, la unidad 38 de control puede estar unida directamente con una unidad de control del aplicador de gran tamaño para una sincronización de este tipo,  
45 como aparece indicado esquemáticamente con la línea 42.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno para el calentamiento de sustancias magnéticas o magnetizables en tejido biológico, en especial para la termoterapia con nanopartículas magnéticas, que presenta
- 5 un aplicador (1) de gran tamaño con un yugo magnético (2) y dos zapatas polares (7, 8), opuestas entre sí y separadas por un espacio (13) de exposición al campo en el yugo magnético (2) y
- 10 con dos bobinas magnéticas (9, 10) asignadas respectivamente a una zapata polar (7, 8) con unidad conectada de control de aplicador de gran tamaño para la alimentación de corriente alterna con una amplitud determinada, una frecuencia determinada y una posición de fase determinada para la generación de un campo magnético alterno (12) que es ampliamente homogéneo en el espacio (13) de exposición al campo y tiene una intensidad de campo determinada,
- 15 pudiéndose situar el tejido biológico que se va a exponer al campo, como volumen blanco de exposición al campo, en el espacio (13) de exposición al campo, pudiéndose posicionar especialmente un paciente con una parte del cuerpo que se va a exponer al campo, por ejemplo, la próstata enferma (23), en el espacio (13) de exposición al campo,
- 20 **caracterizado porque** en el espacio (13) de exposición al campo en la zona próxima al tejido biológico que se va a exponer al campo, como volumen blanco de exposición al campo, en particular junto o en un paciente en la zona próxima a la parte del cuerpo que se va a exponer al campo, por ejemplo, una próstata enferma (23), está dispuesto un concentrador (19)
- 25 de campo que concentra el campo magnético alterno (12) del aplicador (1) de gran tamaño en el volumen blanco y de este modo lo incrementa localmente, siendo el concentrador de campo una ferrita como concentrador pasivo de campo o siendo el concentrador de campo un concentrador activo (19) de campo con al menos una bobina magnética (20) y estando orientada la al menos una bobina magnética (20) de modo que las líneas de campo del concentrador activo (19) de campo y del aplicador (1) de gran tamaño están situados aproximadamente en la misma
- 30 dirección, así como estando prevista una unidad (35, 38) de control del concentrador de campo, mediante la que se alimenta la al menos una bobina magnética (20) con una corriente alterna sincronizada con la misma frecuencia y la misma fase en correspondencia con la corriente alterna del aplicador (1) de gran tamaño.
2. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad de control del aplicador de gran tamaño y la unidad (38) de control del concentrador de campo para un concentrador activo (19) de campo están unidas entre sí o integradas una dentro de otra para una sincronización de la frecuencia y de la posición de fase, pudiéndose ajustar preferentemente las amplitudes de las corrientes alternas del aplicador de gran tamaño y del concentrador de campo en cada caso de forma independiente entre sí.
- 35 3. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad (38) de control del concentrador de campo, como unidad independiente de la unidad de control del aplicador de gran tamaño, presenta al menos un sensor para la detección y para una sincronización de la frecuencia y de la posición de fase con el campo magnético alterno del aplicador (1) de gran tamaño.
- 40 4. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la al menos una bobina magnética del concentrador activo (19) de campo es una bobina plana (20).
- 45 5. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el concentrador activo (19) de campo está configurado como aplicador rectal (25) con una carcasa alargada plana (28) de forma y tamaño adaptados al recto (27) de un paciente como espacio de alojamiento, y
- 50 porque la carcasa (28) contiene una bobina plana (20) alargada de forma correspondiente como bobina magnética, de modo que su dirección de campo discurre aproximadamente en vertical al plano de la carcasa.
- 55 6. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la reivindicación 5, **caracterizado porque** en un extremo longitudinal de la carcasa y en un ángulo respecto al plano de la carcasa, un manguito tubular (29) de inserción está unido con la carcasa (28), pudiéndose introducir el aplicador rectal (25) con el manguito (29) de inserción en el recto (27) y, por tanto, ajustarse y fijarse en su posición.
- 60

- 5 7. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la carcasa (28) tiene una longitud de 65 mm a 70 mm aproximadamente, una altura de 20 mm aproximadamente y una anchura de 35 mm aproximadamente con una sección transversal aproximadamente oval y superficies estrechas redondeadas y porque el manguito (29) de inserción presenta, por el contrario, un diámetro menor de 10 mm aproximadamente, así como una longitud de 70 mm a 100 aproximadamente.
- 10 8. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la carcasa (28) y el manguito (29) de inserción están fabricados con una forma estable y al menos la carcasa (28) presenta un revestimiento hecho de un material blando que se adapta a la pared interior del recto (27).
- 15 9. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según una de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** las líneas eléctricas (21) de conexión hacia la bobina magnética (20), así como una entrada (30) de medio refrigerante y una salida (31) de medio refrigerante están conectadas en el manguito (29) de inserción y/o están guiadas a través de éste hacia el interior de la carcasa (28).
- 20 10. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la reivindicación 9, **caracterizado porque** las líneas eléctricas (21) de conexión y los tubos flexibles (30) de medio refrigerante están alojados en un tubo flexible (32) de conexión colocado en el manguito (29) de inserción.
- 25 11. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según la reivindicación 10, **caracterizado porque** las líneas eléctricas (21) de conexión y un tubo flexible (30) de entrada de medio refrigerante están guiados en el tubo flexible (32) de conexión y en el manguito (29) de inserción y porque la sección transversal restante (31) se usa para el retorno del medio refrigerante.
- 30 12. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** en el aplicador (1) de gran tamaño está ajustada una intensidad del campo de 3 kA/m a 4 kA/m aproximadamente y mediante el concentrador activo de campo se aumenta en tres a cuatro veces aproximadamente la intensidad del campo en el volumen blanco, en particular en una próstata enferma (23).
- 35 13. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** el concentrador activo (19) de campo, en especial como aplicador rectal (25) se puede activar y usar, de forma simultánea o parcialmente simultánea, con el aplicador de gran tamaño o de forma independiente y separada de éste.
- 40 14. Dispositivo de aplicación de campo magnético alterno según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** el dispositivo está diseñado para el enfoque previo del campo magnético alterno (12), en especial en pacientes obesos, directamente en la superficie situada por encima y/o por debajo del paciente mediante otras bobinas planas de inducción, que se encuentran dispuestas aquí y se excitan con una fase y una frecuencia sincronizadas de forma correspondiente respecto al campo magnético alterno (12) del aplicador (1) de gran tamaño.



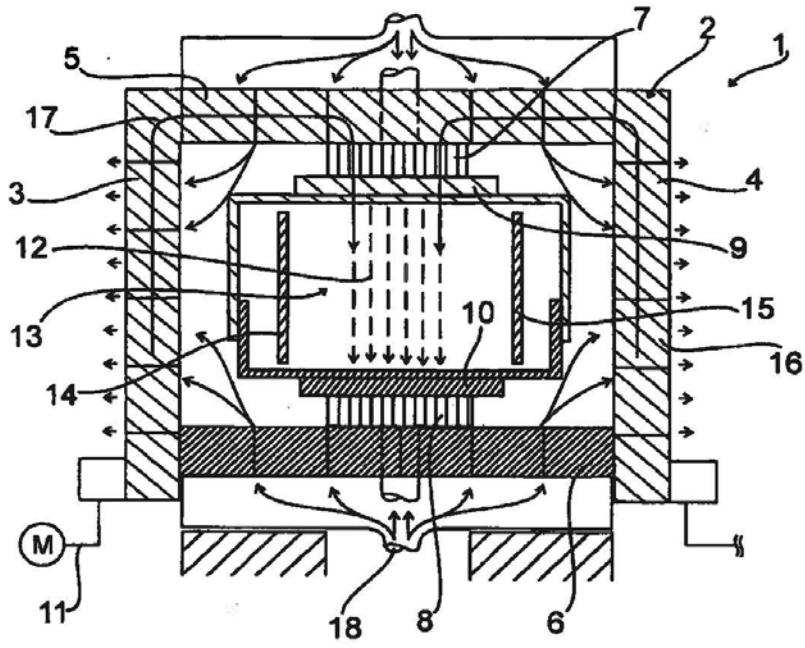
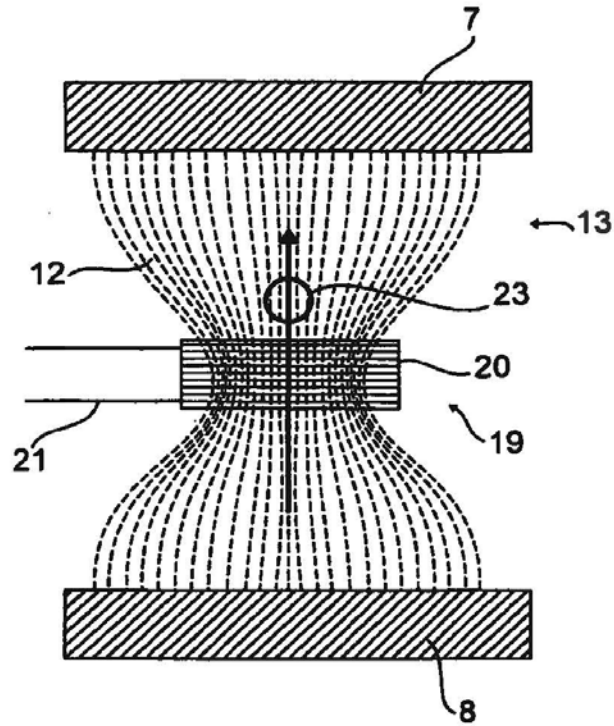
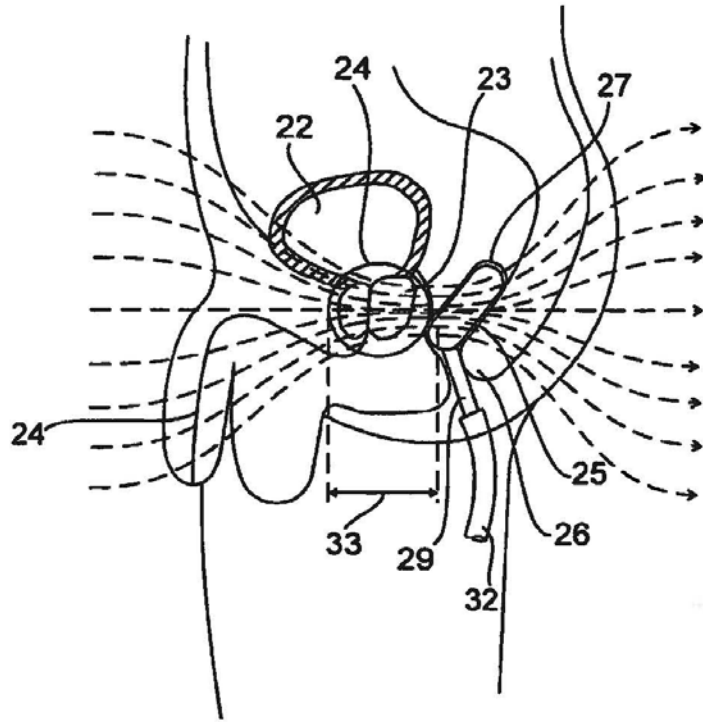


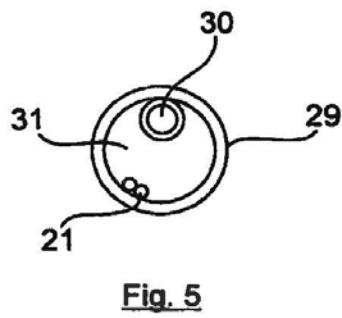
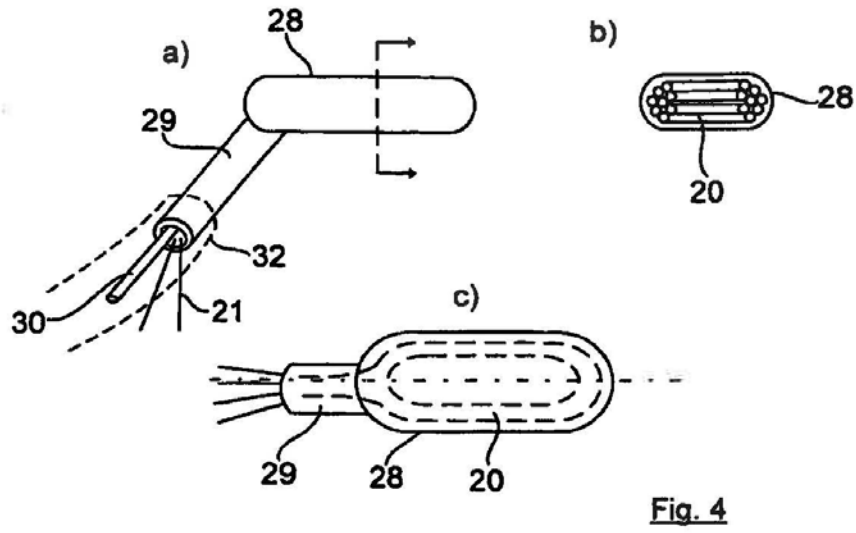
Fig. 1

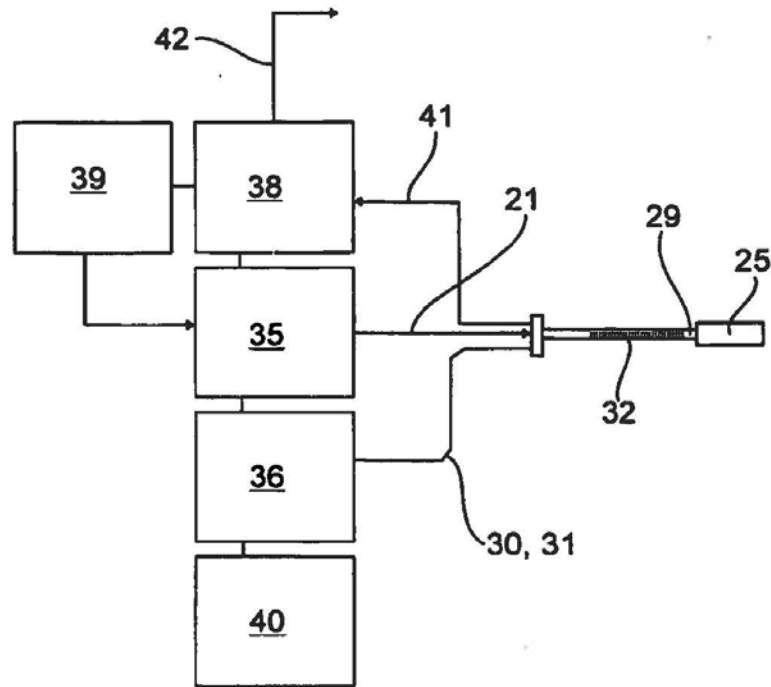


**Fig. 2**



**Fig. 3**





**Fig. 6**

**DOCUMENTOS CITADOS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *Esta lista de los documentos citados por el solicitante se incluyó exclusivamente para informar al lector y no es parte integrante de la patente europea. Ésta se confeccionó con el máximo cuidado, pero la Oficina Europea de Patentes no asume, sin embargo, ningún tipo de responsabilidad por posibles errores u omisiones.*

**Patentes citadas en la descripción**

- 10 • EP 1102609 B1 [0002]