

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 801**

51 Int. Cl.:

H02K 15/00 (2006.01)

H02K 3/47 (2006.01)

H02K 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2010 E 10195053 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2013 EP 2466731**

54 Título: **Motor síncrono con imanes permanentes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.09.2013

73 Titular/es:

**INFRANOR HOLDING S.A. (100.0%)
Rue des Uttins 27
1400 Yverdon-les-Bains, CH**

72 Inventor/es:

**TASSINARIO, GIAMPIERO;
FLOTATS, IVAN y
CRUELLAS, FRANCESC**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 423 801 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

Motor síncrono con imanes permanentes

La presente invención se refiere a un motor síncrono con imanes permanentes, el cual comprende un rotor provisto de imanes permanentes, un bobinado formado por bobinas superpuestas situadas dentro de un estator sin ranuras.

5 El principal objetivo de la presente invención es un motor síncrono con imanes permanentes provisto de un bobinado distribuido de forma continua y homogénea dentro del estator sin ranuras para conseguir el cambio mínimo de la capacidad de torque alrededor del movimiento del rotor. La simplicidad del montaje y de reciclado son también valores añadidos que se tienen en cuenta en esta invención.

10 La presente invención está basada en la ecuación de Laplace ($F=i(l \wedge B)$) en la que se establece que una corriente "i" que atraviesa a un conductor está generando una fuerza "F" perpendicular al conductor y al flujo magnético "B" el cual está también atravesando al conductor.

15 En EP 2018581 A2 se describe un motor eléctrico sin escobillas de corriente continua que comprende un rotor y un imán permanente fijado al mismo. El estator incluye un bobinado en forma de cilindro hueco y está compuesto de una pluralidad de bobinas romboidales fabricadas de cable plano. Esta configuración especial de las bobinas permite evitar las protuberancias formadas en los extremos de las bobinas y el bobinado tiene el mismo espesor a lo largo del mismo.

El motor de acuerdo con la presente invención se caracteriza por la parte caracterizante de la reivindicación 1.

20 Como los dos extremos del bobinado no presentan las protuberancias normales debido al solapamiento de las espiras de las bobinas, el estator se puede extender para quedar enfrentado a los extremos del bobinado. Así conseguimos una capacidad de torque homogénea, dado que no aparece diferencia en la reluctancia y así el torque sólo depende del bobinado diseñado.

25 Es también necesario ajustar perfectamente los diámetros del cable de las bobinas con el espacio disponible para el cobre que llena cualquier posible falta de aire, la cual no podría hacer el torque constante. El diámetro en el que los imanes están situados y el diámetro interno del bobinado son también relevantes en el diseño para conseguir una distribución óptima de los cables. El diseño no sólo está teniendo en cuenta los cables de las bobinas sino que también el espesor del espacio para el cobre de manera que se optimice para no malgastar más cantidad de imán que la requerida, sino que también tiene en cuenta la cantidad de cobre para conseguir el torque máximo posible por volumen disponible.

30 Aunque algunos conceptos son similares con la patente EP'123'347, esta invención difiere ligeramente de ella, en el sentido de que el bobinado esta siendo rodeado por acero eléctrico laminado o un material equivalente para incrementar la eficiencia.

35 De acuerdo con un modo de realización preferente la forma de los extremos de las bobinas está deformada en los puntos de cruzamiento de las bobinas, manteniendo su superficie de sección transversal constante y sólo dos espiras de bobinas están cruzadas en una misma posición de los extremos de las bobinas permitiendo obtener dichas extensiones anulares.

40 Después de la deformación de las bobinas de una manera en la que la sección del bobinado alrededor de la circunferencia sea constante y que sólo dos espiras de bobinas estén cruzadas en una misma posición de los extremos en los que tenemos un bobinado con una anchura constante a lo largo de toda su longitud situada dentro del estator. Consecuentemente, la longitud útil para la fuerza de los cables a aplicarse como un torque es mayor y consecuentemente la densidad de potencia.

Además, la disipación del calor del bobinado a través del estator es mucho mejor y aunque, puede aparecer algún incremento en la resistencia debido al incremento la longitud de las bobinas, puede ser admisible, debido al incremento de la longitud útil magnética y a la mejora en la disipación.

45 La utilización de bobinados que tengan el mismo espesor a través del mismo es posible para motores de flujo magnético radial, así como para motores de flujo magnético axial como se define en las reivindicaciones y será descrito de aquí en adelante.

De acuerdo con una característica del bobinado se puede fabricar en material de grafeno.

Otras características se relacionan en las reivindicaciones dependientes.

Modos de realización preferentes de la presente invención se describirán con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 es una sección transversal radial de un motor de flujo magnético radial.

La figura 2 es una representación usual de un diagrama de bobinado de un motor.

- 5 Las figuras 3A y 3B son una sección transversal axial y una vista lateral de un motor de flujo magnético radial del estado de la técnica anterior.

Las figuras 4A y 4B son una sección transversal axial y una vista lateral de un motor de flujo magnético radial de acuerdo con la presente invención.

La figura 5 muestra un plano y una vista lateral de una bobina del estado de la técnica anterior.

- 10 La figura 6 muestra un plano y una vista lateral de una bobina de acuerdo con la presente invención.

La figura 7 es una sección transversal radial del extremo del bobinado de un motor de flujo magnético radial de acuerdo con la presente invención.

La figura 8 es una vista en perspectiva de un bobinado de acuerdo con la presente invención con referencia a un motor de flujo magnético radial.

- 15 La figura 9 es una vista en perspectiva de un estator sin ranuras tubular con referencia a con un motor de flujo magnético radial.

La figura 10 es una sección transversal axial de un motor de flujo magnético axial del estado de la técnica anterior.

La figura 11 es una sección transversal axial de un motor de flujo magnético axial de acuerdo con la presente invención.

- 20 En la figura 1, se muestra una sección transversal radial de un motor de flujo magnético radial. Se puede observar el estator tubular 1, el bobinado tubular 2, los imanes permanentes 3 situados en la superficie lateral del rotor 4. Los bobinados de las tres fases eléctricas R, S, T están representados alrededor del bobinado tubular 2 periférico.

- 25 Una distribución regular perfecta de los cables alrededor de la superficie interna del estator permite obtener un motor potente y de alta eficiencia, capaz de producir un torque de potencia constante alrededor de su movimiento. Aunque hay otras patentes como EP 0'159'069, las cuales muestran soluciones de motor magnético similares a nuestra invención, en ejecución plana, o EP 0'221'594, en nuestra invención distribuimos los cables perfectamente alrededor de cualquier posición posible de la circunferencia de manera que el torque producido es siempre constante.

- 30 Además, los diseños estándar en motores con ranuras o sin ranuras, normalmente, alinean la longitud de los imanes con la longitud del estator. Como, principalmente, el tipo de bobinado utilizado es solapado (permite un mayor rango de velocidad debido al reducido número de polos requerido), las espiras de las bobinas para las diferentes fases del motor han sido cruzadas (figura 2) y por tanto incrementan el espesor del bobinado en sus extremos creando dos partes anulares salientes.

- 35 Con el fin de incrementar el área útil que está enfrente de los imanes y de no alinear los cables allí, de manera que el torque producido para la corriente que atraviesa los cables sea máxima, los cruces de las espiras de las bobinas han sido hechos en lo que nosotros denominamos "extremos de las bobinas", fuera del estator. Sin embargo, esto implica que el extremo del bobinado incrementa su volumen en diseños estándar y el estator no puede ser situado allí. Tiene una importancia significativa dado que el calor producido en esta parte de los motores se evacua difícilmente. Algunas invenciones, como la patente EP 1'715'562, encapsulan los bobinados para ayudar al calor a salir del motor, aunque la eficiencia de los mismos no se puede comparar con la disipación del calor del hierro o del aluminio.

- 40 Siendo conscientes de este comportamiento, y de la importancia de tener las bobinas del bobinado cerca de la carcasa (normalmente aluminio) o del estator, la presente invención muestra un camino en el diseño de un bobinado que optimiza este fenómeno.

- 45 Una comparación de los volúmenes en diseños estándar y en nuestra invención se muestra en las figuras 3A, 3B, 4A y 4B.

En las figuras 3A y 3B están representados: un estator sin ranuras tubular 10, un bobinado tubular 12 con las protuberancias anulares 12A situadas en el cruzamiento de las espiras de las bobinas y el rotor con los imanes permanentes 11.

5 En las figuras 4A y 4B están representados los mismos elementos: un estator tubular 100, un bobinado tubular 120 sin las protuberancias anulares situadas en los cruzamientos de las espiras de las bobinas y el rotor con los imanes permanentes 110.

10 Es fácil de observar que en las figuras 4A y 4B el estator 100 está cubriendo aproximadamente todo el bobinado 120. De hecho, para un diámetro total D y una longitud L , los cuales son los mismos para ambos motores, tenemos una longitud del estator $L_s' > L_s$, una longitud de los imanes $L_m' > L_m$, gracias a la retirada de las protuberancias anulares 12A. Para conseguir este objetivo hemos deformado los extremos de las bobinas y cruzado las espiras de sólo dos bobinas en la misma posición.

15 Modificando la forma de las bobinas, cuando se haya hecho mediante deformación por presión, debemos mantener la superficie de la sección ($b \times a$) de la bobina constante pero sin necesidad de mantener los valores de "b" y de "a" constantes. Por tanto, si modificamos estos parámetros a lo largo de todas las bobinas, somos capaces de conseguir bobinas más largas pero con un bobinado total que tiene la misma sección (figuras 5 y 6).

20 En la figura 5, se representa una bobina normal con una sección rectangular. La longitud de la bobina antes de la espira es "l", la altura de la espira es "h" y las dimensiones de la sección rectangular en la longitud completa de la bobina son "a" y "b". Por tanto, la superficie de la sección de la bobina es igual a $A = "b" \times "a"$. Como es importante mantener el valor de A constante, en la figura 6 la espira de la bobina esta deformada de manera que incluso si los parámetros "a", "h" se modifican, la superficie A' de la sección en la espira de la bobina es igual a A .

El objetivo es reducir el espesor de las bobinas, fundamentalmente en el punto en donde las espiras de los bobinas están siendo al cruzadas en el diagrama de bobinado (figura 2). Así que, no incrementamos el espesor radial del bobinado y se mantiene constante a lo largo de toda la longitud del bobinado. Esto permite incrementar la longitud del estator, y obtener más torque dado que más longitud es útil para el torque.

25 Otra ventaja es la mejora de la evacuación del calor, dado que los extremos de las bobinas están en contacto con el material del estator en lugar de con el aire. El material del estator es mucho más conductivo para el calor y entonces el calor será evacuado mucho más fácilmente.

30 Dependiendo de los cables utilizados, y de la sección requerida, las bobinas del bobinado se deformarán con el fin de ajustar su perfil al de la siguiente bobina próxima a ella. El objetivo es que los cruces sólo sean experimentados por dos bobinas diferentes. Tomando, por ejemplo, la distribución de cable de la figura 1, una posible forma del "extremo de la bobina" podría ser la mostrada en la figura 7. Esta forma particular de las espiras de las bobinas hace posible tener un mismo espesor a lo largo de todo el bobinado. Se puede apreciar que hay dos cruces alrededor de una circunferencia. Nunca las espiras de las bobinas de las tres bobinas tienen una coincidencia en ningún punto.

35 Hay un máximo de dos. Está claro que la altura de la bobina está siendo modificada como se muestra en la figura 6 y el volumen de cobre es el mismo dado que permitimos que las bobinas aumenten en dirección axial. Por tanto, el espesor del bobinado es constante a lo largo del estator dado que el diámetro interno y externo del bobinado no sufre ningún incremento de cobre. Por esta razón, la longitud del estator puede cubrir todos los extremos de las bobinas. El bobinado está cubriendo un volumen de un cilindro perfecto. Esta propiedad en particular permite construir el estator no sólo con un acero magnético, sino también con un polvo magnético como en EP 1'715'559. Es también posible utilizar un cable magnético bobinado para producir el estator tubular como el descrito en EP 0'313'514. Un estator bobinado como ese reduce significativamente el coste de producción de estatores ya que utiliza menos cantidad de materia prima.

45 Este tipo de constitución tiene varias ventajas. Simplifica significativamente la estructura del bobinado, ya que puede ser montado de forma separada del estator, y por tanto el montaje es mucho más fácil. Contrariamente, siempre que sea necesario destruirlo, es fácil separar el cobre del bobinado del estator. Es posible entonces hacer un reciclaje mucho más eficiente.

La figura 8 muestra un bobinado tubular de acuerdo con la invención. En la figura 9 se muestra un estator tubular sin ranuras. Está fabricado mediante apilado de laminados perforados con forma de anillo de acero magnético. La prensa utilizada para perforar los anillos sin ranura es menos cara ya que su vida útil aumenta.

50 En la figura 10 se muestra una sección transversal axial de un motor de flujo magnético axial. Un rotor 50 con forma de disco esta provisto de imanes permanentes 80 sujetados mediante soportes magnéticos 81. El estator sin ranuras comprende dos partes anulares 60 fabricadas de materiales laminados magnéticos. El bobinado 70 comprende dos

partes anulares que presentan, en sus extremos, partes en relieve 71 debido el cruzamiento de las espiras de las bobinas.

- 5 En la figura 11 se muestra un motor de flujo magnético axial de acuerdo con la presente invención. Un rotor 50' con forma de disco esta provisto de imanes permanentes 80' sujetados mediante soportes magnéticos 81'. El estator sin ranuras comprende dos partes anulares 60' fabricadas de materiales laminados magnéticos. Los bobinados 70' tienen el mismo espesor a lo largo de ellos. Comparando los motores que tienen el mismo diámetro y longitud totales, es evidente que la superficie activa del bobinado es mayor enfrentándose a una superficie mayor del estator y una superficie mayor de los imanes permanentes. Por tanto, tenemos un motor más potente. El estator, como el anterior, puede estar fabricado de cualquier tipo de material magnético.
- 10 Los cables del bobinado pueden fabricarse utilizando grafeno. Este material tiene un mayor valor de densidad de corriente que el cobre, por tanto se puede obtener una mayor potencia. Además, el grafeno presenta una conductividad térmica más alta que el cobre y por tanto será más fácil transferir el calor fuera del motor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un motor síncrono con imanes permanentes (3, 110, 80') que comprende un rotor (4, 50) provisto de imanes permanentes (3, 110, 80'), un bobinado (2, 120, 70') formado solapando bobinas situadas dentro de un estator sin ranuras (1, 100, 60'), estando distribuidas las bobinas del bobinado (2, 120, 70') regularmente a lo largo de los 360° de la superficie interior del estator (1, 100, 60'), los extremos de las bobinas del bobinado están diseñados para que el bobinado (2, 120, 70') tenga el mismo espesor radial a través del mismo y estando los extremos del bobinado, al menos parcialmente, dentro del estator sin ranuras (1, 100, 60'),
- 10 caracterizado porque la forma de los extremos de las bobinas está deformada en los puntos de cruzamiento de las bobinas manteniendo su superficie de sección transversal (A') constante, mientras que se reduce su espesor, y porque sólo dos espiras de las bobinas se cruzan en una misma posición de los extremos de las bobinas, permitiendo obtener dicho mismo espesor a través de todo el bobinado.
- 15 2. Un motor síncrono de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque es un motor de flujo magnético radial provisto de un rotor cilíndrico (4), estando situados los imanes permanentes (3, 110) sobre o dentro de la superficie lateral del rotor (4), y porque el bobinado es un bobinado tubular (2, 120) situado dentro del estator tubular sin ranuras.
3. Un motor síncrono de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque la forma de los extremos de las bobinas esta deformada en los puntos de cruzamiento de las bobinas manteniendo su superficie de sección transversal constante y porque sólo dos espiras de las bobinas se cruzan en una misma posición de los extremos de las bobinas, permitiendo obtener dichas extensiones anulares.
- 20 4. Un motor síncrono de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el estator esta fabricado de laminados de acero magnético.
5. Un motor síncrono de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque el estator está fabricado de cable magnético bobinado para producir el tubo del estator.
- 25 6. Un motor síncrono de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque el estator esta fabricado de un compuesto de polvo magnético o de materiales capaces de ser sinterizados.
7. Un motor síncrono de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque es un motor de flujo magnético axial y porque el rotor es un rotor con forma de disco (50) situado dentro de dos partes anulares planas (60') que forman el estator sin ranuras y el bobinado está formado por dos partes anulares planas (70') situadas entre las partes del estator y del rotor con forma de disco.
- 30 8. Un motor síncrono de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los cables del bobinado están fabricados utilizando grafeno.

Fig.1

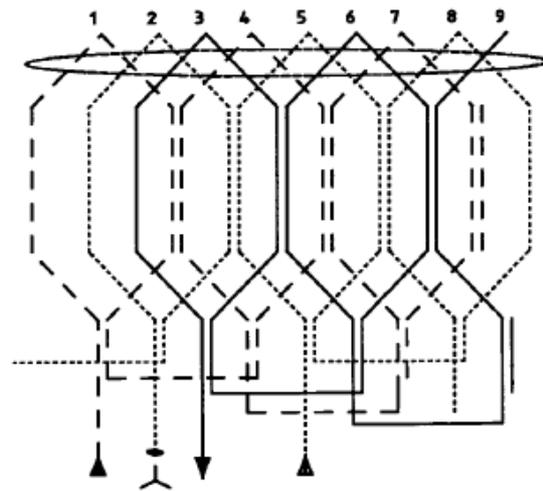
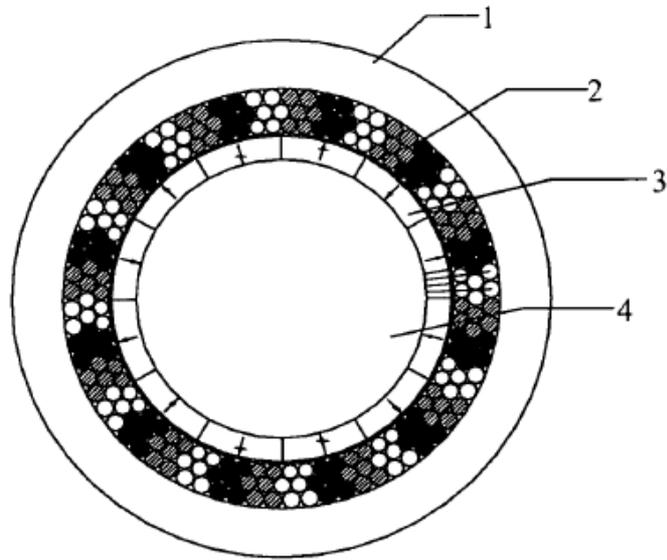


Fig.2

Estado de la técnica 1

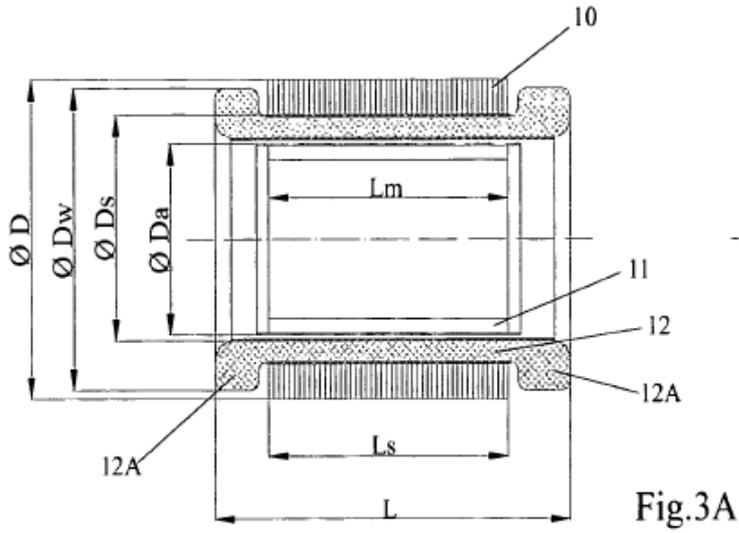


Fig.3B

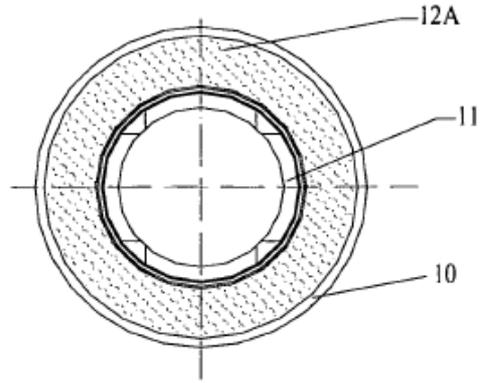


Fig.4A

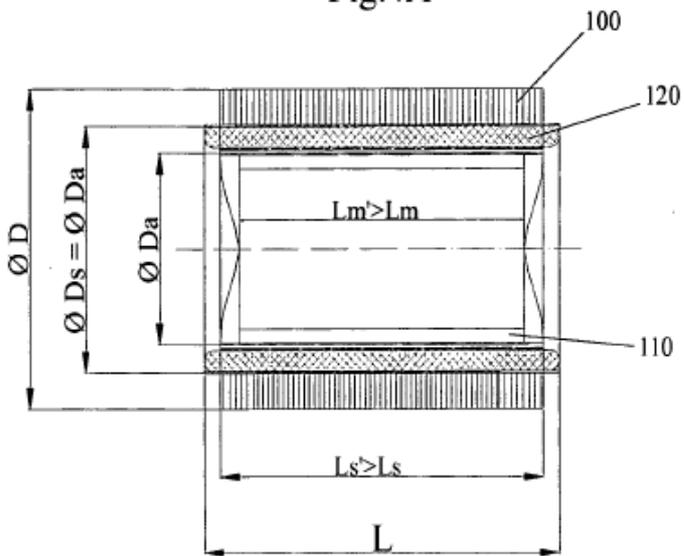
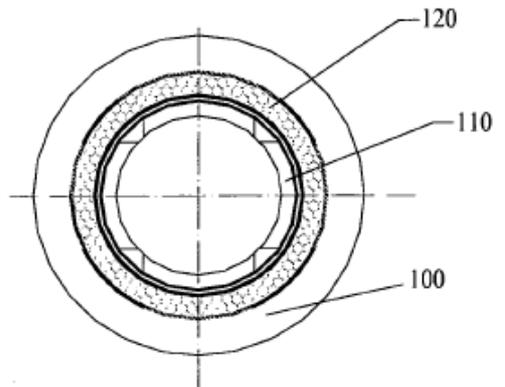


Fig.4B



Estado de la técnica

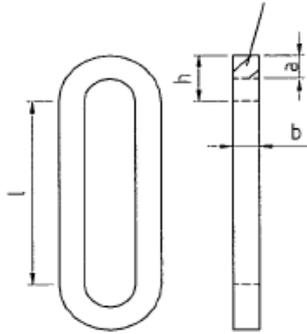


Fig.5

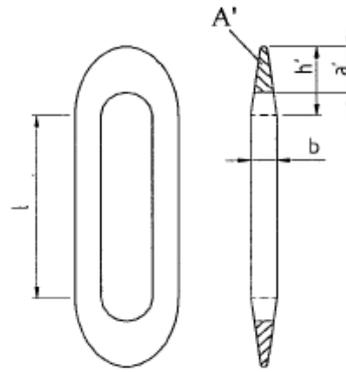


Fig.6

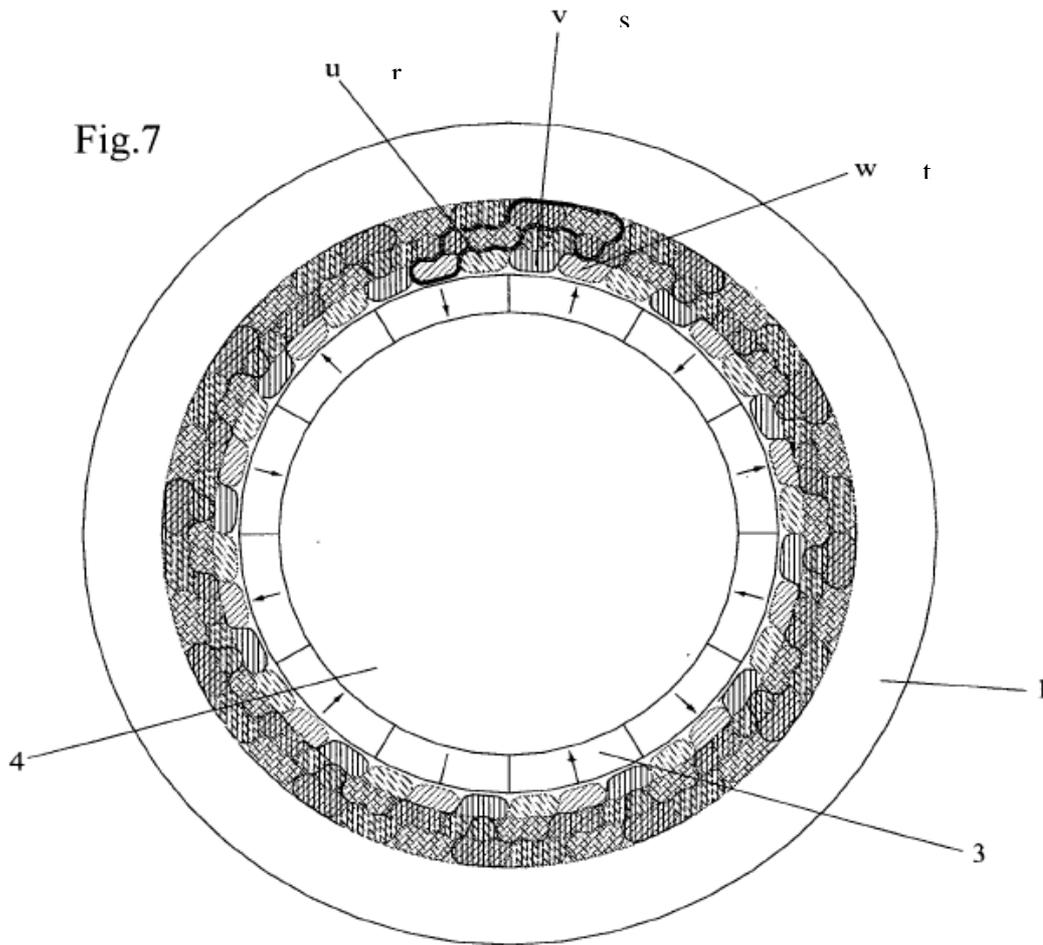


Fig.7

Fig.8

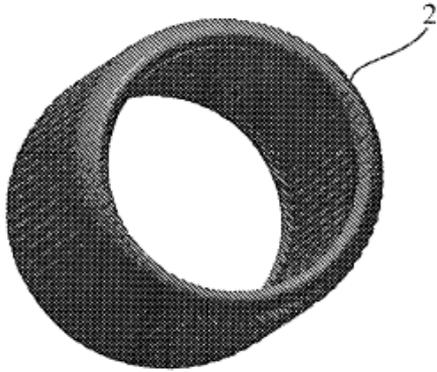
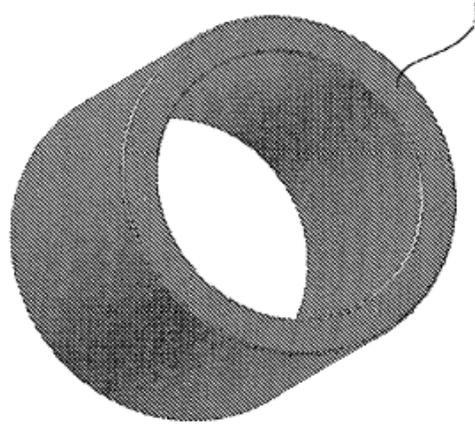


Fig.9



Estado de la técnica

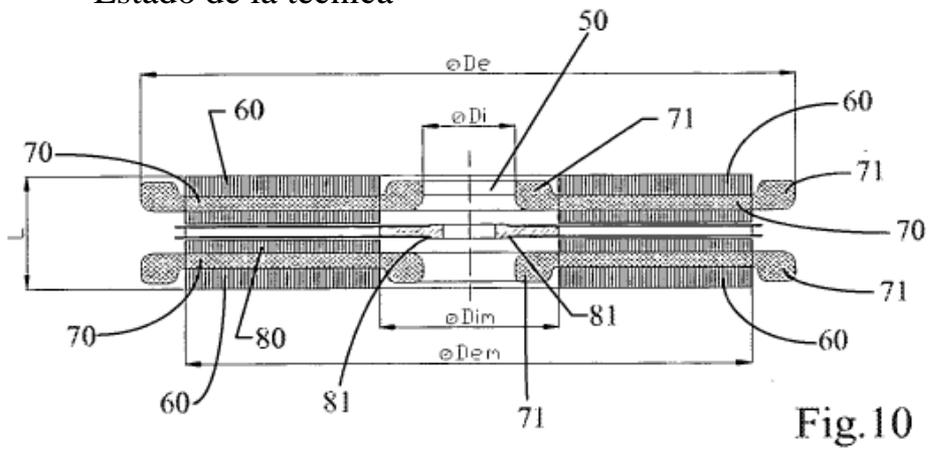


Fig.10

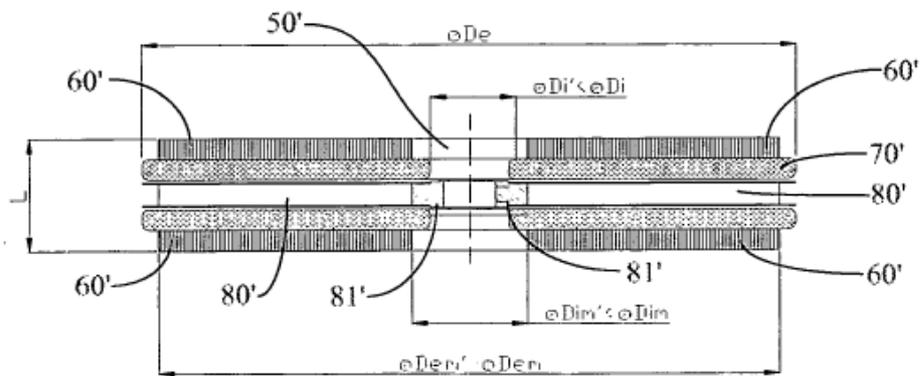


Fig.11