

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 739**

51 Int. Cl.:

H02K 15/04 (2006.01)

H02K 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2010** **E 10196906 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013** **EP 2469690**

54 Título: **Método para fabricar un devanado cilíndrico para máquina eléctrica sin ranuras**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.02.2014

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;
CRUELLAS, FRANCESC y
GALCERAN, JOAQUIM

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 441 739 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

Método para fabricar un devanado cilíndrico para máquina eléctrica sin ranuras.

5 **[0001]** La presente invención hace referencia a un método para fabricar un devanado cilíndrico para una máquina eléctrica sin ranuras y una instalación para permitir llevar a cabo este método y un devanado hecho según dicho método.

[0002] El principal objetivo de la presente invención es un método para fabricar un devanado cilíndrico de máquina eléctrica de forma automática. El tipo de devanado no se coloca en cualquier ranura de cualquier apilamiento de acero eléctrico como está comúnmente normalizado. Los alambres de las bobinas se ponen juntos, uno al lado del otro, para que no exista modulación del flujo magnético debido a la presencia de cualquier diente. La tecnología usada se conoce como devanado sin ranuras.

10 **[0003]** El hecho de que en devanados convencionales se coloquen las bobinas en las ranuras de los apilamientos laminados hace que este método no sea lo bastante flexible para elegir cualquier tipo de diámetro del alambre, puesto que las ranuras tiene una sección específica y la entrada a estas está limitada por el tipo de punzón que se use. Se comenta ampliamente en la patente ES 531635 y aunque en esa patente se produce también un sistema de devanado sin hierro, el problema diferencial de esto es el hecho de que los alambres se colocan ocupando todo el espacio alrededor del rotor de la máquina eléctrica.

[0004] Una de las dificultades de fabricar máquinas eléctricas con devanados sin ranuras es que normalmente no se usa esta tecnología ya que no es fácil sujetar alambres sin ningún diente para sujetarlos.

20 **[0005]** Nuestra invención proporciona un sistema en el que se puede crear este tipo de devanados con la ventaja de usar una tecnología que permite que las máquinas eléctricas hagan movimientos de alto rendimiento. Este tipo de máquinas eléctricas tiene un mínimo par torsor de rizado ya que no existe modulación de flujo debido a la ausencia de dientes que lo modulen, no existe par torsor de detención, por lo que colocar estos rotores de máquinas eléctricas es más fácil en cualquier posición angular, proporciona mayor par torsor ya que el diámetro del rotor puede ser mayor porque el devanado se coloca en una corona que se coloca fuera. Se evitan las corrientes de Foucault en los imanes por lo que se pueden alcanzar mayor niveles de velocidad, existe un nivel más bajo de saturación de hierro en el acero eléctrico, por lo que las pérdidas son menores y, por lo tanto, la eficacia es mayor. Algunas patentes como EP 0159069B1 o EP 0123347 hablan también de algunas de las grandes ventajas de este tipo de tecnología.

30 **[0006]** También se explica un proceso para producir tecnología de devanado sin ranuras en la patente EP 0313514B1 aunque en este sistema no es fácil fabricar devanados en grandes cantidades como según el método de la presente invención.

[0007] US 5 998 905 A revela un método y un dispositivo para fabricar un devanado cilíndrico para una máquina eléctrica sin ranuras que comprende los siguientes pasos:

- 35 i) un cabezal de devanado capaz de moverse según tres ejes X, Y, Z, enrolla de forma continua un alambre siguiendo un programa de devanado predeterminado alrededor de dos conjuntos de agujas y en la superficie externa de un primer tubo cilíndrico
- ii) tras la consecución de la operación de devanado de todas las fases de la máquina eléctrica, alrededor de toda la superficie periférica de 360° de dicho primer tubo cilíndrico, se pone un segundo tubo cilíndrico

alrededor del devanado conseguido;

iii) dichos dos conjuntos de agujas se retiran.

[0008] US 2010/181860 A1 revela un método e instalación similar.

5 **[0009]** El método de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 1 y mejora los métodos e instalaciones ya conocidas.

[0010] De acuerdo con las reivindicaciones dependientes, el devanado puede ser el devanado del estátor o de un rotor con inyección de un material de moldeo o no.

[0011] La invención hace referencia también a una instalación que permite llevar a cabo el método y un devanado hecho según el método de la presente invención.

10 **[0012]** Se describirán los modos de realización preferidos de la presente invención en referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 es una vista lateral de una máquina eléctrica provista con un devanado fabricado según el método de la presente invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva de una bobina con vueltas dispuestas de forma concéntrica;

15 La figura 3 es una vista lateral de los elementos principales del dispositivo de apoyo del devanado;

La figura 4 es una vista lateral de los elementos de la figura 3 en la posición de funcionamiento;

La figura 5 es una representación esquemática de la instalación que permite llevar a cabo el método de la presente invención;

La figura 6 es una vista en perspectiva del dispositivo de apoyo del devanado;

20 Las figuras 7 y 8 ilustran de forma esquemática los últimos pasos del método;

Las figuras 9 y 10 muestran una sección transversal de forma axial de una máquina eléctrica provista con devanado hecho según el presente método;

La figura 10 es la representación común de un diagrama de devanado según la presente invención;

La figura 12 es una vista en perspectiva de un devanado moldeado para un rotor.

25 **[0013]** En la figura 1, tenemos un estátor sin ranuras 1, un devanado 4 dispuesto de forma regular alrededor de toda la superficie periférica de 360° de un cilindro fino 6 hecho de material no magnético como un material de fibra de vidrio, imanes permanentes 3 dispuestos en la superficie periférica de un rotor 2. En este caso, se coloca un segundo cilindro fino 5 hecho de material de fibra de vidrio o carbono alrededor de imanes permanentes 3 para sujetarlos de forma radial.

30 **[0014]** Antes de describir el método para fabricar el devanado nos referiremos a los elementos principales de una instalación representada en la figura 5. Los principales dispositivos de esta instalación son un dispositivo de apoyo de devanado 11 provisto con medios que permiten girar el dispositivo 11 alrededor de un eje paralelo a las vueltas de las bobinas 41 del devanado y un dispositivo 21 diseñado para manejar un cabezal de devanado 211 según tres ejes X, Y, Z. El dispositivo que controla el cabezal de devanado se representa de forma esquemática
35 pero puede usarse cualquier otro dispositivo que permita que el cabezal de devanado se mueva según los tres ejes. También se necesitan medios electrónicos (no representados) diseñados para controlar el cabezal de devanado 211 y el dispositivo de apoyo de devanado 11 según un programa predeterminado. Dicho programa maneja los dispositivos 11 y 21 según el tipo de bobinas de devanado (bobinas superpuestas, bobinas

concéntricas, imbricadas, onduladas, etc).

5 **[0015]** El dispositivo 11 se fija en un dispositivo capaz de rotar que permite manejar el dispositivo 11 según la flecha R. Los principales elementos del dispositivo 11 son (figuras 3, 4) dos cuerpos cilíndricos idénticos 7, 8, que se mueven de forma axial, un primer tubo cilíndrico 6 y un segundo tubo cilíndrico 10. Cada cuerpo cilíndrico comprende una parte cilíndrica 71, 81, que termina con un saliente 72, 82, seguido por una parte con forma cónica 73, 83. La parte con forma cónica puede estar seguida por otra parte con forma cilíndrica 74, 84 o un elemento que permita fijarse al cuerpo cilíndrico 7, 8 y manejarlo de forma axial. La parte cónica 73, 83 se presenta con un conjunto de agujeros diseñados para recibir agujas 80 (fig. 5, 6) alrededor de los cuales se forman los extremos de los bucles de retorno de las bobinas 41. La disposición de las agujas en los agujeros
10 depende del tipo de bobinas de devanado.

[0016] El primer tubo cilíndrico 6 está diseñado para ser el tope contra los salientes 72, 82 (figura 7) cuando los cuerpos cilíndricos 7, 8 están cerca el uno del otro. El segundo tubo cilíndrico 10 (fig. 3, 4) está diseñado para rodear el devanado al final del paso de devanado.

15 **[0017]** La función y material de los tubos cilíndricos 6, 10 dependen del tipo de devanado que se haga. Para fabricar el devanado, como no hay ranuras, se necesita un apoyo para sujetar los alambres durante el proceso de devanado. El primer tubo cilíndrico 6 es ese apoyo.

20 **[0018]** Si el devanado que hay que preparar es para un estátor sin ranuras sin inyección de un material de moldeo, el tubo cilíndrico 6 es un cilindro de fibra de vidrio con el grosor mínimo, los valores de 0,3 mm a 0,7 son comunes. Siempre se recomienda el valor mínimo para que no sea necesario proporcionar más cantidad de imán para cruzar el devanado. Sin embargo, no puede ser un valor fijo ya que también depende del diámetro del tubo para tener bastante rigidez y del grosor de los alambres usados en el devanado y del factor satisfactorio. Como el primer tubo cilíndrico 6 quedará en el interior de la máquina eléctrica, es importante impedir sobrecargas que pueden darse durante el funcionamiento de la máquina eléctrica, es decir, el calor producido por el devanado. Obviamente, el primer tubo cilíndrico 6 que soporta el devanado debe ser de un material no magnético para
25 evitar cualquier influencia en el circuito magnético. El segundo tubo cilíndrico 10 es el estátor sin ranuras hecho de laminado de acero magnético o polvo magnético.

30 **[0019]** Si el devanado que hay que preparar es para un estátor sin ranuras o un rotor con inyección de un material de moldeo para hacer rígido el devanado, el primer y segundo tubo cilíndrico 6, 10 son dos partes equivalentes de un molde. Al final del proceso de devanado en el primer tubo cilíndrico 6, se pone el segundo tubo cilíndrico 10 alrededor del devanado y se inyecta un material de moldeo. Tras el enfriamiento, se retira el molde lo que produce un devanado cilíndrico rígido.

35 **[0020]** Si el devanado que hay que preparar es para un rotor sin ranuras sin inyección de un material de moldeo, ambos tubos cilíndricos 6, 10 son tubos finos de material no magnético que soportan el devanado del rotor. En este caso, el barniz del devanado tendrá una acción similar como material de unión para evitar cualquier movimiento de los tubos debido a los esfuerzos centrífugos. Ambos tubos cilíndricos 6, 10 quedarán dentro de la máquina eléctrica. Para devanados de rotor, moldeados con un material de moldeo o no, se añade un anillo de conmutación al final del método. Para el devanado de rotor moldeado, el anillo de conmutación se conecta al devanado antes del proceso de moldeo.

[0021] El material de moldeo debe elegirse para soportar altas temperaturas del cobre de los alambres sin la

deformación de las bobinas.

5 **[0022]** A continuación, describiremos el método en referencia a las figuras 3 a 8 relacionado con el devanado de un estátor sin ranuras. La descripción y las figuras 5, 6 hacen referencia a la fabricación de un devanado cuyas vueltas de las bobinas se colocan de forma concéntrica (véase la figura 2). Puede fabricarse cualquier otro tipo de devanado según la presente invención, siendo la principal diferencia la configuración de las agujas 70, 80 y el programa de los medios electrónicos que controlan los movimientos del cabezal de devanado 211 y los movimientos de rotación del dispositivo de apoyo de devanado 11.

10 **[0023]** Al principio, el primer tubo cilíndrico 6, que es un fino tubo de fibra de vidrio, se pone en el espacio entre los cuerpos cilíndricos 7,8. Los cuerpos cilíndricos 7,8 se mueven hasta que sus salientes 72, 82 llegan al tope contra los extremos del primer tubo cilíndrico 6 (figura 4). Las agujas 70, 80 se colocan en las partes cónicas 73, 83. El cabezal de devanado comienza el proceso de devanado y de manera continua (en serie) forma las bobinas 41 de una primera fase eléctrica, como se ve en la figura 11 y después, la segunda fase eléctrica, etc. Dependiendo del tipo de devanado, es decir, conexión en estrella o triángulo, las bobinas pueden estar en serie o en paralelo y las conexiones entre las bobinas variarán. El programa lo controlará para reducir las de forma que, por ejemplo, si tiene conexión en triángulo, las bobinas pueden ir en serie y el alambre no se corta hasta el final del proceso de devanado (véase la figura 11) para que el número de conexiones de las bobinas se reduzca al mínimo, solo tendrá que soldarse el cable de salida.

20 **[0024]** En el ejemplo descrito, colocamos los alambres de las bobinas de forma concéntrica para optimizar el espacio usado y que no aparezcan cruces de los alambres que pudieran crear problemas de grosor o dañar los alambres. En la figura 2, se muestra cómo se colocan los alambres de las bobinas. Esto obliga a que el cabezal de devanado 211 sea lo bastante sensible para colocar los alambres de forma correcta en tres dimensiones ya que la profundidad también es relevante. Por esta razón, el dispositivo 21 es capaz de trabajar según tres ejes X, Y y Z (fig. 5) con el fin de colocar el alambre de forma correcta y controlar el dispositivo de apoyo de devanado 11 donde se colocan las bobinas 41. La instalación es capaz de enrollar todo tipo de devanados: superpuestos, concentrados, multifase e incluso del tipo de escobillas ondulado o imbricado.

30 **[0025]** Tras finalizar el proceso de devanado, el segundo tubo cilíndrico 10, que es el estátor sin ranuras, se pone alrededor del devanado formado (figura 7). Las agujas 70, 80 se eliminan seguidas por ambos cuerpos cilíndricos 7, 8 según las flechas F2, F3 (figura 8). Al retirar los tubos cilíndricos 7, 8 sin las agujas, las partes cónicas de las bobinas se empujan de forma radial según las cuatro flechas mostradas en la figuras 8. Los extremos de las bobinas 41 tras la extracción de los cuerpos cilíndricos 7, 8 volverán de forma elástica a su posición inicial que es doblados hacia el eje geométrico del primer tubo cilíndrico 6. Por tanto, el primer tubo cilíndrico 6 se sujeta y al mismo tiempo se evita que el devanado caiga del segundo tubo cilíndrico 10. El tubo de fibra de vidrio 6 quedará dentro de la máquina eléctrica. Todo se sujeta mediante presión.

35 **[0026]** Las vueltas concéntricas en el devanado permiten evitar la formación de los extremos repujados ya que no son cruces de los bucles de retorno. Por ello, el grosor del devanado es el mismo en todos lados. La presente invención permite fabricar devanados con extremos repujados como se muestra en la figura 9 o del mismo grosor por todos lados como se muestra en la figura 10. En el segundo caso, el estátor es más largo y se mejora el rendimiento de la máquina. También se pueden fabricar devanados con un grosor constante por todos lados incluso aunque las vueltas de las bobinas no sean concéntricas como se explica en la solicitud de patente europea pendiente EP 10195053.3 del mismo solicitante.

40

[0027] Los devanados en los que las bobinas se inyectan una a una y hacen además las conexiones adecuadas no pueden compararse con la presente invención.

[0028] El método para fabricar un devanado moldeado tiene las siguientes diferencias como se ha explicado anteriormente: el primer y el segundo tubo cilíndrico 6, 10 son partes equivalentes de un molde. Tras finalizar el devanado, el segundo tubo cilíndrico 10 se pone alrededor del devanado y forma con el primer tubo cilíndrico 6 un molde en el que se inyecta el material de moldeo. Tras enfriar el molde, se retiran los dos tubos cilíndricos y obtenemos un devanado moldeado. Si el devanado moldeado es el de un rotor antes de inyectar el material de moldeo, hay que añadir un anillo de conexión y conectarlo a las bobinas relevantes (véase la fig. 12).

[0029] Si el devanado no es un devanado moldeado para un rotor, el primer tubo cilíndrico 6 es un fino tubo de fibra de vidrio para soportar el devanado y al final del devanado, se pone el segundo tubo cilíndrico 10 también de fibra de vidrio alrededor del devanado. Ambos tubos soportan el devanado y permanecen alrededor del rotor. También hay que añadir un anillo de conexión y conectarlo a las bobinas relevantes.

Reivindicaciones

1. Método para fabricar un devanado cilíndrico (4) para una máquina eléctrica sin ranuras según los siguientes pasos:
 - 5 a) un cabezal de devanado (211) capaz de moverse según tres ejes X, Y, Z, enrolla de forma continua un alambre siguiendo un programa de devanado predeterminado alrededor de dos conjuntos de agujas (70, 80) y en la superficie externa de un primer tubo cilíndrico (6), estando dichas agujas (70, 80) ubicadas en las superficies de extremo (73, 83) con forma cónica de dos cuerpos cilíndricos idénticos (7, 8) yuxtapuestos de forma axial y móviles de forma axial y en rotación, estando dichos cuerpos cilíndricos (7, 8) ubicados dentro de dicho primer tubo cilíndrico (6),
 - 10 b) tras la consecución del proceso de devanado de todas las fases de la máquina eléctrica, alrededor de toda la superficie periférica de 360° de dicho primer tubo cilíndrico (6), se pone un segundo tubo cilíndrico (10) alrededor del devanado conseguido (4);
 - c) dichos dos conjuntos de agujas (70, 80) se retiran y los dos cuerpos cilíndricos (7, 8) se alejan de forma axial.
- 15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos primer y segundo tubos cilíndricos (6, 10) son dos partes equivalentes de molde, **porque** después de poner el segundo tubo cilíndrico (10) alrededor del devanado conseguido (4), el molde formado se llena con un material de moldeo y **porque** tras enfriarse, se retira el molde lo que produce un devanado cilíndrico rígido.
- 20 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho devanado (4) es un devanado de estátor, dicho primer tubo cilíndrico (6) que soporta el devanado se realiza con un material no magnético como fibra de vidrio y **porque** el segundo tubo cilíndrico (10) es un estátor sin ranuras hecho de material magnético como un apilamiento de laminado de acero o de polvo magnético.
- 25 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho devanado (4) es un devanado de rotor, dichos primer y segundo tubos cilíndricos (6, 10) que soportan el devanado están hechos de material no magnético como fibra de vidrio y **porque** al final del método, se conecta un anillo de conmutación (42) al devanado (4).
5. Método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** dicho devanado (4) es un devanado de rotor y **porque**, al final del método, se conecta un anillo de conmutación (42) al devanado.
- 30 6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 5, **caracterizado porque** los alambres que forman cada bobina del devanado (4) se disponen de forma concéntrica para evitar cruces de los alambres en los bucles de retorno de las vueltas de las bobinas y permitir obtener un devanado que tenga el mismo grosor por todos lados.
- 35 7. Instalación para llevar a cabo el método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un dispositivo (21) provisto con un cabezal de devanado (211) diseñado para moverse según tres ejes diferentes X, Y, Z, un dispositivo de apoyo de devanado (11) capaz de rotar alrededor de un eje paralelo a las vueltas del devanado (4) que comprende un primer tubo cilíndrico (6) y un segundo tubo cilíndrico (10) móvil de forma axial y diseñado para estar alrededor del devanado cilíndrico (4) y medios electrónicos de control diseñados

- 5 para controlar los movimientos de rotación del dispositivo de apoyo de devanado y el cabezal de devanado, **caracterizado porque** comprende dos cuerpos cilíndricos yuxtapuestos de forma axial (7, 8) diseñados para moverse de forma axial y provistos en sus extremos distantes con un saliente (72, 82) seguido por una parte en forma cónica (73, 83), estando dichas partes con forma cónica provistas con medios diseñados para sujetar un conjunto de agujas (70, 80) y **porque** dicho primer tubo cilíndrico (6) está diseñado para ser el tope entre dichos salientes (72, 82) cuando ambos cuerpos cilíndricos se cierran.
8. Devanado cilíndrico para máquina eléctrica hecha de acuerdo con el método de una de las reivindicaciones de la 1 a la 6.

Fig.1

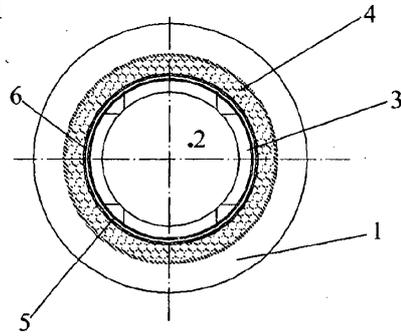


Fig.2

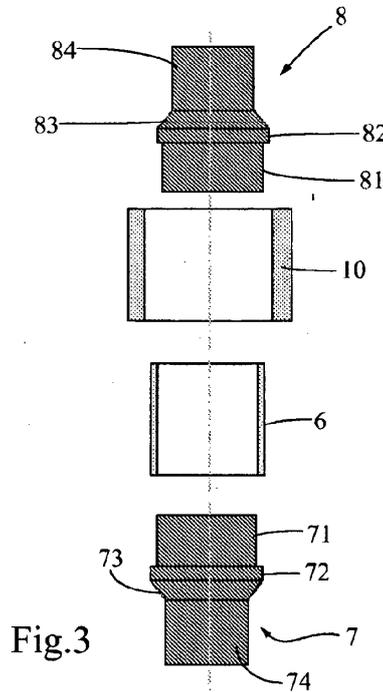
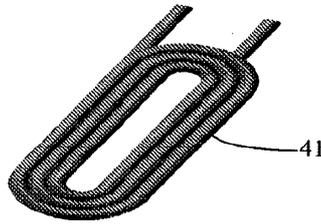


Fig.3

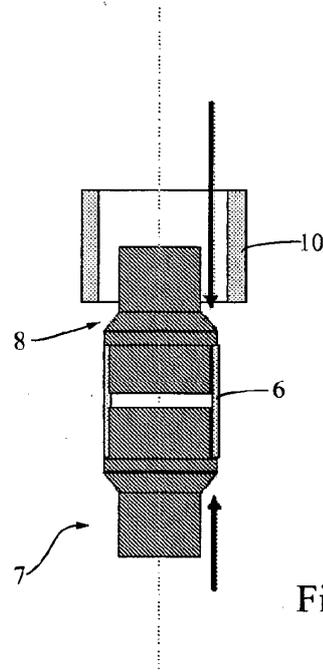
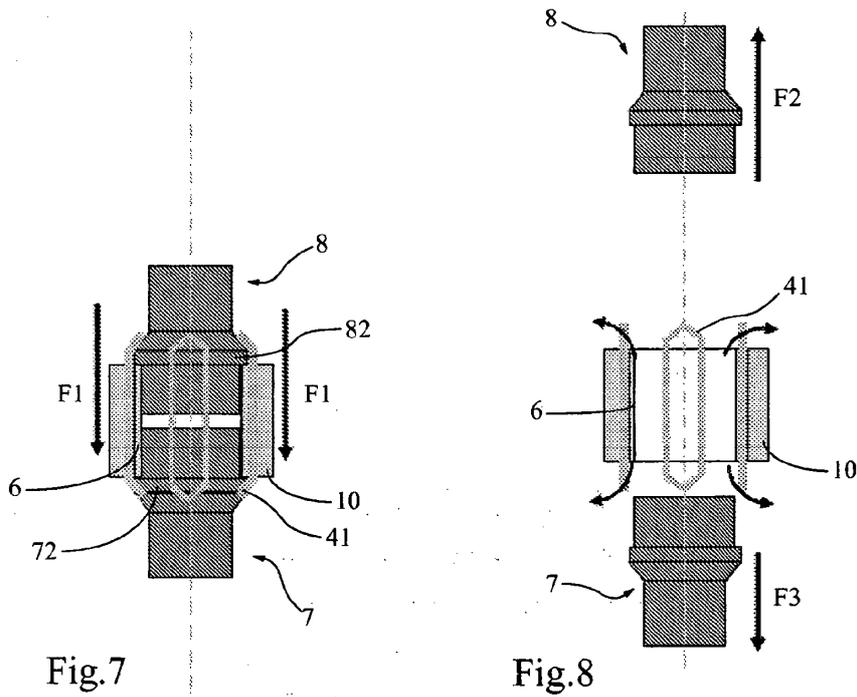
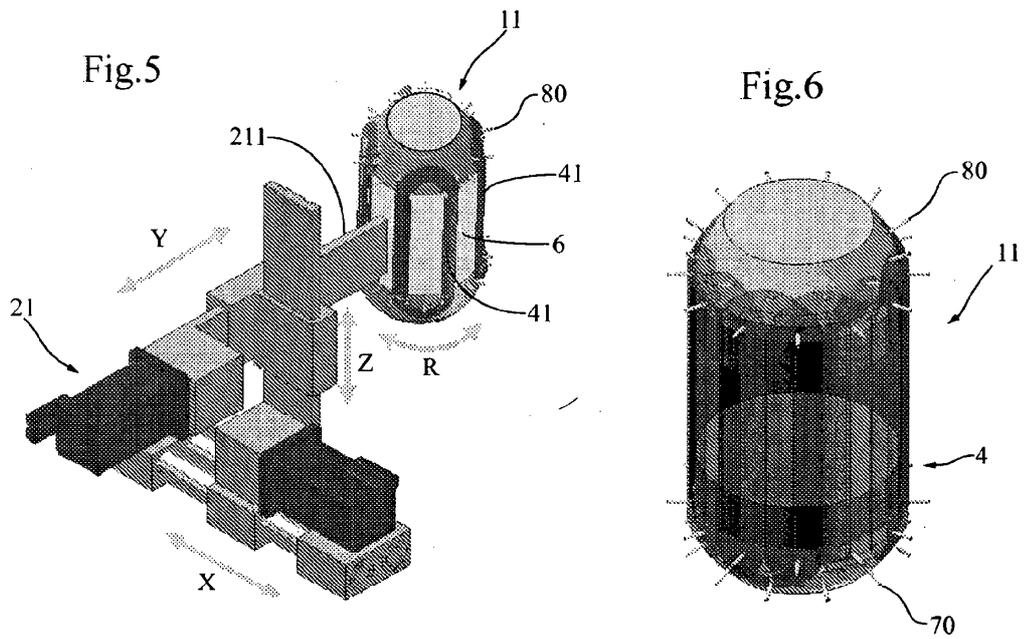


Fig.4



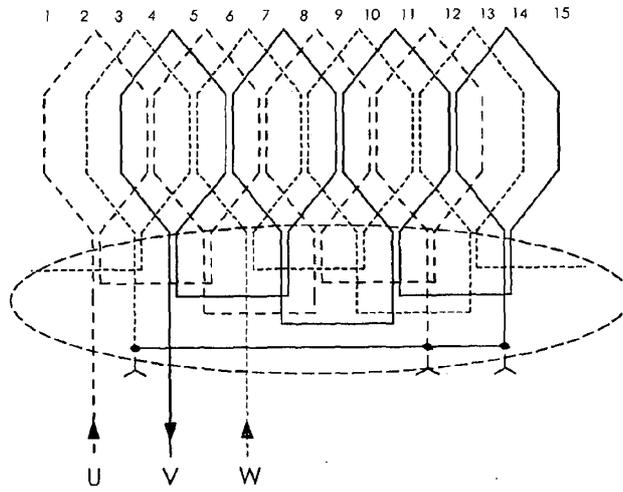
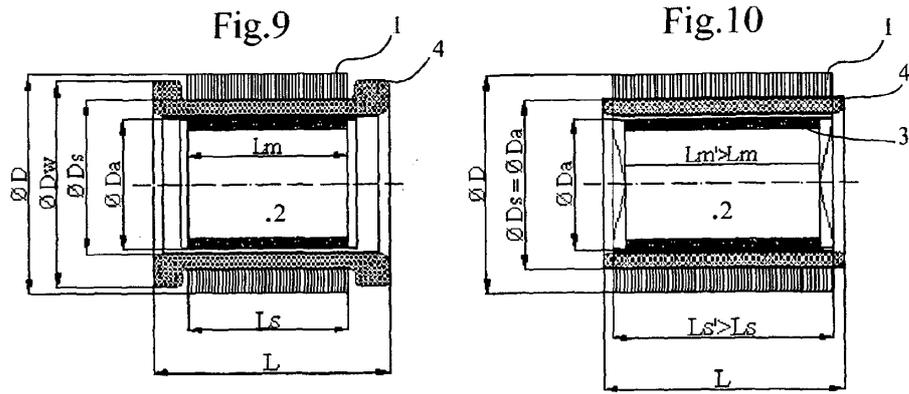


Fig. 11

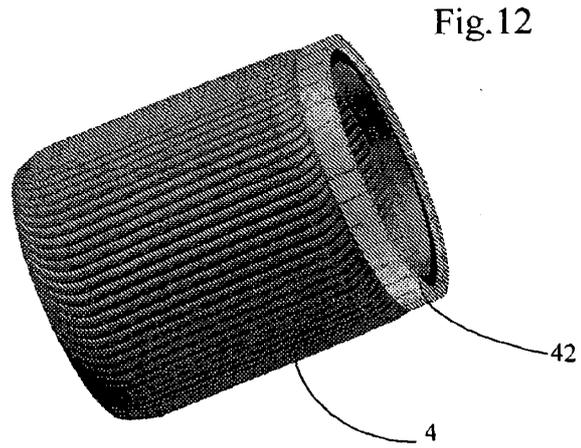


Fig. 12