

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 116**

51 Int. Cl.:

H02K 15/04 (2006.01)

H02K 3/12 (2006.01)

H02K 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2010 E 10747507 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.08.2014 EP 2591538**

54 Título: **Método y aparato para retorcier conductores de barra, en particular para devanados de barra de máquinas eléctricas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.11.2014

73 Titular/es:
**TECNOMATIC S.P.A. (100.0%)
Zona Industriale Santa Scolastica, Via Copernico 2
64013 Corropoli (Teramo), IT**

72 Inventor/es:
GUERCIONI, SANTE

74 Agente/Representante:
LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 523 116 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 y aparato para retorcer conductores de barra, en particular para devanados de barra de máquinas eléctricas

5 La presente descripción se refiere a un método para retorcer conductores de barra, en particular para devanados de barra de máquinas eléctricas, y el aparato de retorcimiento relacionado.

10 Son conocidos los componentes de las máquinas eléctricas, tales como estatores y rotores, que comprenden conductores de barra que están doblados y conectados entre sí de diferentes maneras para hacer los llamados "devanados de barra".

15 En particular, pertenecen al estado de la técnica los devanados de barra hechos por medio de conductores de barra que tienen una sección transversal esencialmente rectangular, donde por rectangular se entiende tanto la sección cuadrada como la sección "plana", con la que se indica generalmente una sección de forma rectangular. En tal sección "plana", uno de los dos lados tiene un tamaño inferior con respecto al otro.

20 Los conductores de barra mencionados son usualmente preformados por medio de pliegues con forma de 'U' o de 'P', partiendo de conductores de barra recta. La patente de Estados Unidos US 7.480.987 describe una realización del método de preformado de conductores de barra (denominados "conductores de horquilla" en tal documento). El preformado es tal que modifica la forma de los conductores rectos de tal manera que se puedan ser insertar adecuadamente en bolsillos radialmente alineados hechos en un dispositivo de retorcimiento adaptado para deformar, después de la inserción, los mencionados conductores preformados. En la práctica, el dispositivo de retorcimiento sirve esencialmente para "expandir" la forma de las patas con forma de "U" o "P" con el fin de garantizar que dos patas de un mismo conductor, después de haber extraído este último del dispositivo de retorcimiento, puedan ser subsiguientemente insertadas en las ranuras de un núcleo de estator o de rotor, radialmente desplazadas entre sí mediante un paso predefinido.

30 La solicitud de patente europea EP 1324470 describe un método para retorcer una pluralidad de conductores de barra preformados, incluyendo conductores regulares y conductores especiales, en el que las porciones de la cabeza, tanto de los conductores regulares como de los especiales, son retorcidas simultáneamente para formar los pasos de ranura respectivamente requeridos después de que se haya dado un retorcimiento preliminar a los conductores especiales.

35 La solicitud de patente de Estados Unidos publicada con el número US 2009/0178270 describe un método para retorcer, con paso uniforme, conductores de barra preformados después de la inserción de estos últimos en los bolsillos del dispositivo de retorcimiento.

El método de retorcimiento antes mencionado hace los siguientes pasos:

40 - la operación de doblado de las porciones libres de extremo de los conductores de barra (también llamado retorcimiento desde el lado de la soldadura), después de la inserción de tales conductores en las ranuras de un núcleo de estator, y

45 - la operación subsiguiente de soldadura de tales porciones libres de extremo juntas, relativamente complejos.

50 Existe, por lo tanto, la necesidad de proporcionar un método de retorcimiento alternativo a los descritos anteriormente, que simplifique las operaciones antes mencionadas de doblado y soldadura de las porciones libres de extremo de los conductores de barra.

El objeto de la presente descripción es proporcionar un método tal que satisfaga la necesidad descrita anteriormente con referencia a la técnica anterior.

55 Tal objeto se consigue por medio de un método de retorcimiento tal como se define en general en la reivindicación 1 y en las reivindicaciones dependientes de la misma de ciertas realizaciones particulares.

60 Un objeto adicional de la presente invención es el de proporcionar un aparato de retorcimiento como se define en la reivindicación adjunta 10.

Otras características y ventajas adicionales de la presente invención serán más comprensibles a partir de la descripción posteriormente aquí presentada de las realizaciones preferidas y no limitadas de la misma, en las que:

65 - la figura 1 muestra esquemáticamente una vista lateral de una realización de estator para una máquina eléctrica, que comprende un núcleo de estator y un devanado de barra de estator;

ES 2 523 116 T3

- la figura 2 muestra una vista en perspectiva de un primer tipo básico de conductor;
 - la figura 3 muestra una vista en perspectiva de un segundo tipo básico de conductor;
 - 5 - la figura 4 muestra una vista en perspectiva de un conductor de barra adaptado para realizar la función de terminal de fase;
 - la figura 5 muestra una vista en perspectiva de un conductor de barra adaptado para realizar la función de puente;
 - 10 - la figura 6 muestra una vista en perspectiva de un conductor de barra adaptado para realizar la función de un conductor neutral o centro de estrella;
 - la figura 7 muestra esquemáticamente una vista superior de una porción del núcleo de estator, en la que resultan visibles dos ranuras que están destinadas a ser llenadas con láminas aislantes preformadas y conductores de barra;
 - 15 - la figura 8 muestra esquemáticamente una vista superior de una porción del núcleo de estator, en la que resultan visibles dos ranuras llenadas con láminas aislantes y conductores de barra;
 - la figura 9 representa un conductor preformado con forma de "P" de barra;
 - 20 - la figura 10 muestra una vista superior de un aparato de devanado;
 - la figura 11 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de retorcimiento comprendido en el aparato de retorcimiento de la figura 10;
 - 25 - la figura 12 muestra una vista superior del dispositivo de retorcimiento de la figura 11 con algunas partes retiradas;
 - la figura 13 muestra un detalle ampliado de la figura 12;
 - 30 - la figura 14 muestra una vista superior adicional del dispositivo de retorcimiento de la figura 11;
 - la figura 15 muestra una vista superior adicional del dispositivo de retorcimiento de la figura 11;
 - la figura 16 muestra una vista superior adicional del dispositivo de retorcimiento de la figura 11;
 - 35 - la figura 17 muestra una vista superior adicional del dispositivo de retorcimiento de la figura 11;
 - la figura 18 muestra una vista superior adicional del dispositivo de retorcimiento de la figura 11;
 - 40 - la figura 19 muestra un diagrama que sirve de ejemplo de un posible tipo de conductor que se carga en el dispositivo de retorcimiento de la figura 11; y
 - la figura 20 muestra un gráfico de flujo de un método de retorcimiento.
 - 45 En las figuras, los elementos equivalentes o similares se indican con los mismos números de referencia.
- Para los fines de la presente descripción, por conductor "plano" o "cuadrado" de barra está previsto un conductor de barra que tiene cuatro lados sustancialmente planos, cada uno unido a los lados adyacentes, típicamente por una esquina redondeada.
- 50 Por lo tanto, las palabras "plano", "cuadrado" o equivalentes usadas para describir la sección transversal de un conductor de barra se usan en un sentido general y no se deben interpretar para excluir el hecho de que tales conductores de barra tienen, significativamente, esquinas redondeadas que unen los lados sustancialmente planos. La expresión "conductor plano" debe tener como objetivo en el sentido de que el conductor tiene dos lados opuestos cuya distancia es mayor que la distancia entre los dos lados opuestos restantes. Para los fines de la presente invención, la expresión "conductor rectangular" debe ser concebida como la generalización del conductor plano y del conductor cuadrado, siendo el cuadrado un caso especial de conductor rectangular en el que los cuatro lados tienen el mismo tamaño.
- 55
- 60 Con referencia a las figuras adjuntas, se indica con un 1 un estator en su totalidad que comprende un núcleo 2 de estator. Por ejemplo, el estator 1 es el estator de un motor eléctrico para, por ejemplo, un vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido.
- 65 Es claro que tal estator también se puede usar en una máquina eléctrica empleada como generador, o usar, alternativamente, para realizar la función de motor y la función de generador. En las figuras adjuntas, se ha representado sólo el estator de dicha máquina eléctrica, ya que se considera que las partes restantes de una

máquina eléctrica o, en general, de un vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido son ampliamente conocidas para un experto en la técnica.

5 En aras de la simplicidad y la economía de la descripción, no se describirá aquí el rotor en detalle, ya que se considera que un experto en la técnica, para quien la estructura de rotor es bien conocida, será capaz de aplicar fácilmente a un rotor las enseñanzas de la presente descripción.

10 De una manera de por sí conocida, el núcleo 2 de estator comprende un cuerpo principal laminado tubular, hecho, por ejemplo, de material magnético, que se extiende axialmente (eje Z-Z) entre dos caras opuestas 3 y 4, conocidas, respectivamente, como la cara 3 de inserción y la cara 4 de soldadura.

15 El cuerpo principal del núcleo 2 de estator comprende una pluralidad de ranuras 8 que se extienden axialmente por el grosor del cuerpo principal y que están atravesadas por conductores de barra S1, S2 y S3 que forman globalmente al menos un devanado de barra de estator. De acuerdo con una realización, los conductores U1, U2, S1, S2 y S3 de barra están cubiertos en su superficie por una capa de aislamiento de un material eléctricamente aislante, tal como un esmalte aislante.

20 De acuerdo con una realización, los mencionados conductores U1, U2, S1, S2 y S3 de barra están hechos de cobre y son conductores planos rectangulares, ya que tienen un par de caras opuestas que están más alejadas entre sí que la distancia entre las dos caras opuestas restantes.

25 De acuerdo con una realización, los conductores U1, U2, S1, S2 y S3 de barra comprenden una primera pluralidad de conductores básicos U1 y U2 (también llamados "conductores de horquilla") y una segunda pluralidad de conductores especiales para S1-S3 que comprende, por ejemplo, terminales S1, puentes S2 o el conductor neutro S8. Como es sabido, estos últimos conductores S1-S3 de barra representan los denominados "elementos especiales" para completar el devanado. En la presente descripción, la expresión "conductores básicos" se usa exclusivamente para identificar a los conductores que no son elementos especiales del tipo mencionado anteriormente, es decir, que no están específicamente previstos para completar funcionalmente el devanado.

30 Los conductores U1 y U2 de barra básicos de la primera pluralidad tienen una porción 15 doblada, o porción de conexión, que se proyecta desde la cara 3 de inserción del núcleo 2 de estator, y dos patas 5, cuyas porciones 7 libres de extremo se proyectan desde la otra cara 4 del núcleo 2 de estator, es decir, desde la cara 4 de soldadura. La porción doblada 15 también se denomina a menudo "porción de cabeza", en este campo. Entre estos conductores básicos, hay un primer tipo U1 de conductor y un segundo tipo U2 de conductor que se diferencian entre sí principalmente por la distancia entre las patas 5. Como es conocido para el experto en la técnica, esta diferencia también implica una cierta diferencia en la longitud global del conductor.

40 Los conductores básicos U1 y U2 de barra se obtienen mediante la expansión de las patas 5 de un conductor preformado 25 de barra con forma de "U" o "P", como se muestra, por ejemplo, en la figura 9, mediante una cantidad o paso preestablecidos. De aquí en adelante, en aras de la simplicidad de la descripción, y sin introducir ninguna imitación, los conductores preformados con forma de U o P de barra se indicarán generalmente como "conductores preformados con forma de U", concebida la U como una aproximación o la P de la figura 9.

45 La operación de expansión de las patas de los conductores preformados con forma de U es generalmente conocida como retorcimiento y, más precisamente, como retorcimiento de las "porciones de cabeza", y la cantidad, o paso, preestablecida es conocida como "paso de retorcimiento". Esta última se mide con el número de ranuras 8. Por ejemplo, los conductores de barra básicos del primer tipo U1 se obtienen mediante el retorcimiento del conductor preformado con forma de U de tipo equivalente o similar al representado en la figura 9 de acuerdo con un paso de retorcimiento igual a nueve ranuras, mientras que los conductores de barra básicos del segundo tipo U2 se obtienen mediante el retorcimiento del conductor preformado con forma de "U" de tipo igual o similar al representado en la figura 9 de acuerdo con un paso de retorcimiento igual a ocho ranuras. Está claro que la operación de retorcimiento antes mencionada para la expansión de las patas 5 de un mismo conductor preformado "U" requiere -después de haber insertado dichos conductores preformados 25 sometidos a retorcimiento en el núcleo de estator- el siguiente paso de doblado de las porciones 7 de extremo con el fin de permitir la soldadura de tales porciones, necesaria para hacer el devanado. También es claro que, con el fin de asegurar que los conductores básicos U1 y U2 tengan, después del retorcimiento, porciones de conexión 15 dispuestas en el mismo alzado, dichos conductores básicos se deben obtener de conductores preformados con forma de "U" de diferente longitud.

60 También los conductores especiales S1-S3 comprenden al menos una pata 5, una porción doblada 7 de extremo que se proyecta desde la cara 4 de soldadura y, opuestas, porciones 16, 17, 18 de extremo que, con variadas formas, sobresalen desde la cara 3 de inserción.

65 Con referencia a las figuras 7 y 8, cada ranura 8 del núcleo 2 de estator está atravesada por al menos dos de los mencionados conductores U1, U2, S1, S2 y S3 de barra, y, en particular, mediante las patas 5 de ellos, y alberga una hoja 10, o casta 10, hecha de material aislante.

De acuerdo con una realización no limitante, como se muestra en la figura 3, en el caso en el que los conductores de barra son planos, los dos conductores de barra que están dentro de una misma ranura están alineados a lo largo de un lado corto respectivo de los mismos.

5 Se observa que en la particular realización representada, cada ranura 8 tiene unas posiciones primera y segunda P1 y P2 de inserción alineadas radialmente una con respecto a la otra. Cuando las patas 5 de los conductores U1, U2, S1, S2 y S3 de barra se insertan dentro de las ranuras 8, dos matrices circulares y concéntricas S1 y S2 de las patas 5 se definen por consiguiente en el estator 1. Claramente, en el caso en el que cada ranura 8 tiene cuatro posiciones de inserción, se definen cuatro matrices circulares y concéntricas de las patas 5, y así sucesivamente.

10 En la figura 10, se muestra una realización 30 del aparato de retorcimiento, que comprende una mesa giratoria 36 adaptada para mover un dispositivo 50 de retorcimiento entre las diferentes estaciones 31-33 de trabajo, y, en particular, entre una estación 31 de carga de los conductores preformados básicos, una subsiguiente estación 32 de carga de los conductores especiales 32, una estación 33 de retorcimiento y una estación 34 de extracción.

15 En las figuras 11, 12 y 13, se representa una realización 50 de dispositivo de retorcimiento. El dispositivo 50 de retorcimiento comprende al menos un primer cuerpo 51 y un segundo cuerpo 52 coaxiales entre sí y extendidos alrededor de un eje Zt-Zt de dispositivo 50 de retorcimiento, comprendiendo respectivamente una primera matriz circular A1 y una segunda matriz circular A2 de bolsillos centradas alrededor de dicho eje Zt-Zt. En la realización particular indicada, sin introducir limitación alguna, cada matriz circular A1 y A2 comprende 72 bolsillos. Obsérvese que en el caso de que las ranuras del estator tengan más de dos posiciones P1 y P2 de inserción, el dispositivo 50 de retorcimiento comprenderá más de dos matrices de bolsillo.

20 El primer cuerpo y el segundo cuerpo 51 y 52 son giratorios alrededor del eje Zt-Zt de retorcimiento, con el fin de asumir al menos una configuración de inserción, o configuración de carga conductor, en la que los bolsillos respectivos de la primera y la segunda matrices circulares A1 y A2 están radialmente alineados entre sí. Por dirección radial, se indica una dirección perpendicular a, y que pasa a través de, el eje Zt-Zt de retorcimiento. En la configuración de inserción antes mencionada, se pueden insertar uno o más conductores preformados 25 con forma de U, de tal manera que dos patas 5 de los antes mencionados conductores preformados con forma de U se inserten en un par de bolsillos adyacentes, respectivamente alineados de manera radial, de la primera matriz circular A1 y de la segunda matriz circular A2. Una configuración operativa de carga del dispositivo 50 de retorcimiento está, por ejemplo, representada en la figura 12, en la que se ha indicado con P₁ una posible posición fijada de carga.

25 La carga de los conductores preformados 25 con forma de U dentro del dispositivo 50 de retorcimiento se puede alcanzar, por ejemplo, y sin introducir tipo alguno de limitación, en la estación de carga 31 empleando (por ejemplo) un dispositivo de inserción como se describe en la patente US 7.721.413. Los conductores preformados 25 con forma de U están hechos, por ejemplo, y sin introducir limitación alguna, por medio de un aparato y un método como se describe en la patente US 7.480.987. Posibles variantes de estos aparatos se describen en las solicitudes de patente nº PCT/IT2010/000160 y nº PCT/IT2010/000187, aún no publicadas en la fecha de presentación de la presente solicitud. Por último, de acuerdo con una realización no limitante, los bolsillos del dispositivo 50 de retorcimiento están hechos de acuerdo con las enseñanzas de la solicitud de patente nº PCT/IT2010/000174 aún no publicada en la fecha de presentación de la presente solicitud.

30 De acuerdo con una realización, el dispositivo 50 de retorcimiento comprende unos primeros elementos 55 de inmovilización adaptados para inmovilizar de manera desmontable una rotación relativa entre los cuerpos primero 51 y segundo 52 y permitir, cuando se activen (en otras palabras, entren en una configuración de inmovilización) una rotación integral de los cuerpos primero 51 y segundo 52 con respecto a una referencia externa y alrededor del eje Zt-Zt de retorcimiento. De acuerdo con una realización, los elementos primeros de inmovilización antes mencionados comprenden al menos una abrazadera 55 de muelle. Por ejemplo, dicha abrazadera 55 de muelle se aloja principalmente en un asiento hecho en uno de dichos cuerpos 51 y 52, en la realización del cuerpo 51, y comprende un muelle helicoidal 56 y un cuerpo 57 de inmovilización, que en la realización está representado mediante una esfera, que se proyecta desde tal asiento con el fin de aplicarse en un asiento c1 y c2 de inmovilización proporcionados, en los otros de dichos cuerpos 51 y 52, en la realización del segundo cuerpo 52. Preferiblemente, cada abrazadera 55 de muelle está asociada a dos asientos adyacentes c1 y c2 de inmovilización. En la realización representada en la figura 13, los centros de tales asientos c1 y c2 adyacentes de inmovilización están angularmente separados entre sí por 5°, es decir, por la distancia angular entre los centros de dos bolsillos adyacentes. Se observa que en la realización particular representada, los primeros elementos 55 de inmovilización son automáticos y están normalmente activados.

35 Con referencia a la figura 11, de acuerdo con una realización, el dispositivo 50 de retorcimiento comprende una pluralidad de los elementos primeros 55 de inmovilización antes mencionados.

40 De acuerdo con una realización, el dispositivo 50 de retorcimiento comprende unos segundos elementos 61 y 62 de inmovilización adaptados para inmovilizar, de manera independiente uno con respecto al otro, el primer cuerpo 51 y/o el segundo cuerpo 52 con una referencia externa, por ejemplo, la mesa giratoria 36, con el fin de impedir una rotación de los cuerpos 51 y 52 con respecto a tal referencia. En la realización particular representada, los segundos

5 elementos 61 y 62 de inmovilización comprenden un primer punzón 61' y un segundo punzón 62', activable/desactivable, de manera independiente uno con respecto al otro, mediante una señal respectiva de control, con el fin de asumir respectivamente una posición avanzada (como se representa, por ejemplo, en la figura 12) y una posición de retroceso (como se representa, por ejemplo, en la figura 14). Por ejemplo, los punzones 61' y 62' anteriormente mencionados están mandados por, o son parte de, cilindros neumáticos.

10 En la posición avanzada o posición de inmovilización, los punzones 61' y 62' están adaptados para ser selectivamente aplicados en una pluralidad respectiva de asientos 91a, 91b y 91c y 92a, 92b, 92c y 92d de inmovilización proporcionados para estar en una pared externa 71 y 72, respectivamente, del primer cuerpo 51 y del segundo cuerpo 52.

15 Los segundos elementos 61 y 62 de inmovilización están, por ejemplo, integrados en la mesa giratoria 36, de modo que se entiende que, en la posición de inmovilización (figura 12), los punzones 61' y 62' puedan inmovilizar los cuerpos 51 y 52 a la mesa giratoria 36, impidiendo, por lo tanto, la rotación de dichos cuerpos 51 y 52 con respecto a una referencia externa. Con referencia a la figura 14, se observa que, por el contrario, en la posición de retroceso o posición de movilización, los punzones 61' y 62' no impiden una rotación de los dos cuerpos 51 y 52 con respecto a una referencia externa. De acuerdo con una realización, al menos uno de los antes mencionados asientos 91a, 91b, 91c y 92a, 92b, 92c de inmovilización es un asiento con espacios libres, adaptado para permitir una rotación del cuerpo asociado 51 y 52 para un recorrido angular predefinido y limitado con respecto a una referencia externa, incluso cuando el punzón respectivo 61' y 62' está en la posición avanzada. En la realización particular representada, se proporcionan dos de tales asientos de inmovilización con holguras 91c y 92d, asociados con el primer y el segundo cuerpo, 51 y 52, respectivamente.

25 De acuerdo con una realización, los segundos elementos de inmovilización 61 y 62 están adaptados para inmovilizar uno de los cuerpos 51 y 52 antes mencionados a una referencia fijada de tal manera que, accionando en rotación el otro de dichos cuerpos, tales cuerpos puedan llevar a cabo una rotación relativa uno con respecto al otro, venciendo la resistencia opuesta de los primeros medios 55 de inmovilización. En otras palabras, los segundos medios 61 y 62 de inmovilización prevalecen con respecto a los primeros elementos 55 de inmovilización.

30 Posteriormente se describe un ejemplo de funcionamiento de un dispositivo y aparato de retorcimiento como se describió anteriormente.

35 En la figura 12, el dispositivo 50 de retorcimiento está representado en una configuración operativa de inserción. En tal configuración, el dispositivo 50 de retorcimiento está posicionado en la estación 31 de carga. En tal estación 31, un servo motor paso a paso, o, en general, un dispositivo giratorio de accionamiento paso a paso que no se muestra en las figuras, está acoplado al primer cuerpo 51. En la anteriormente mencionada configuración de inserción, los dos cuerpos 51 y 52 están inmovilizados a la mesa giratoria 36, estando los dos punzones 61' y 62' en la posición avanzada y aplicados a los respectivos asientos 91a y 92a de inmovilización. En esta configuración, en el que cada bolsillo del primer cuerpo 51 está radialmente alineado con un bolsillo respectivo del segundo cuerpo 52, se inserta el primer conductor preformado 25 con forma de U, es decir, cargado, en el dispositivo 50 de retorcimiento, en particular, en los dos bolsillos radialmente alineados dispuestos en la posición fijada de inserción. Subsiguientemente, los dos punzones 61' y 62' se llevan a la posición de retorno y, por medio del motor servo, el primer cuerpo 51 se hace girar alrededor del eje Zt-Zt de retorcimiento, en la dirección de la flecha Fr (es decir, en el sentido de las agujas del reloj en las figuras). El segundo cuerpo 52 también es accionado en rotación, ya que se inmoviliza para el primer cuerpo 51 por medio de las abrazaderas 55. En la realización representada, la rotación llevada a cabo tiene una amplitud de 5°. Después de tal rotación, el dispositivo 50 de retorcimiento alcanza la configuración adicional de inserción de la figura 14, en la que, en aras de la simplicidad, el conductor preformado 25 con forma de U insertado en los bolsillos indicados mediante la flecha F1 no está representado. Con los punzones 61' y 62' en posición de retroceso, se procede paso a paso de la manera anteriormente descrita, hasta que estén llenas cincuenta y cuatro de las setenta y dos ranuras, alcanzándose, por lo tanto, la configuración de la figura 15, en la que los punzones 61' y 62' se ponen en posición avanzada y se aplican a los asientos de inmovilización con holguras 91c y 92d. En tal configuración, todos los bolsillos, empezando desde la flecha F54, yendo en sentido de las agujas del reloj, y hasta la flecha F1 fueron, por lo tanto, cargados con sus respectivos conductores preformados 25 con forma de U. Es posible, por consiguiente, identificar, en tal posición, un subconjunto de bolsillos ocupados por una pata 5 respectiva de un conductor preformado 25 con forma de U, así como un subconjunto residual de bolsillos libres. En la realización particular descrita hasta ahora, el subconjunto de bolsillos ocupados y el subconjunto de bolsillos libres forman dos arcos de circunferencia complementarios entre sí.

60 En este punto, de acuerdo con una realización, el primer cuerpo 51 es accionado en rotación por dos pasos consecutivos: el primero se proporciona para llevar dos bolsillos libres, alineados radialmente, hasta la posición P_I de inserción, mientras que el segundo se proporciona para hacer un retorcimiento, y, en particular una expansión, de los conductores preformados 25 con forma de U insertados en el dispositivo 50 de retorcimiento. En particular, en la realización representada en el primer paso, ambos cuerpos 51 y 52 rotan hasta 5°, mientras que debido a las diferencias de anchura de los asientos con holguras 91c y 92d, en el segundo paso sólo el primer cuerpo 51 rota, ya que el segundo cuerpo 52 está inmovilizado por el punzón 62' asociado. Por medio de la rotación relativa antes mencionada de un paso entre los dos cuerpos 51 y 52, se alcanza la configuración adicional de inserción de la figura

- 16, en la que todos los conductores preformados 25 con forma de U cargados en el dispositivo 50 de retorcimiento se han sometido a un retorcimiento de 5°; en la realización representada, esto corresponde a la distancia angular entre los centros de dos bolsillos adyacentes. Con referencia a la figura 13 y 16, se observa que la rotación relativa entre los dos cuerpos 51 y 52 determina el paso de la esfera 57 desde el asiento c1 hasta el asiento c2 de
- 5 inmovilización. Partiendo de la configuración de la figura 16, los dos punzones 61' y 62' se ponen en posición de retroceso y –accionando en rotación el primer cuerpo 51 y, de este modo, el segundo cuerpo 52 en cada paso- se carga el subconjunto de bolsillos libres con una pluralidad de conductores preformados 25 con forma de U, dejando libres los bolsillos destinados a recibir los conductores especiales S1, S2 y S3.
- 10 En la figura 19 se representa un patrón que sirve de ejemplo posible para el llenado de los bolsillos del dispositivo 50 de retorcimiento. Como puede apreciarse, los bolsillos externos se cargan con las patas 5 que forman un primer arco de circunferencia continua (desde la flecha F5 hasta la flecha F6, en dirección en el sentido de las agujas del reloj). También los bolsillos interiores están cargados con patas 5 que forman un segundo arco de circunferencia continua (desde la flecha F7 hasta la flecha F8, en dirección en el sentido de las agujas del reloj). Todos los bolsillos de los
- 15 arcos primero y segundo alojan patas 5 de conductores preformados 25 con forma de U, que en la realización fueron sometidos a un retorcimiento de 5°, o, más en general, a un retorcimiento de un primer paso predefinido. Tal paso primero no está restringido a ser igual a la distancia angular entre los centros de dos bolsillos adyacentes, sino que representa un parámetro de diseño.
- 20 Los bolsillos marcados por un cuadrado están, en cambio, destinados a recibir las patas de unos conductores especiales S1, S2 y S3, y se dejan libres. Los bolsillos restantes, marcados con un círculo, alojan patas 5 de conductores preformados 25 con forma de U (12 de los cuales aparecen en la realización representada) aún no sometidas a retorcimiento alguno. En la figura 19, la flecha P_I indica la posición de inserción del último conductor preformado 25 con forma de U.
- 25 Volviendo a la figura 18, después del llenado de los bolsillos marcados con el círculo en la figura 19, se fija la posición del primer y del segundo cuerpo 51 y 52 llevando los dos punzones 61' y 62' hasta la posición avanzada. En este punto, al mover la mesa giratoria 36, el dispositivo 50 de retorcimiento se lleva hasta la estación 32 para insertar los conductores especiales S1, S2 y S3. En esta estación 32, los conductores especiales S1, S2 y S3 se insertan, por ejemplo, manualmente en los bolsillos marcados en la figura 19 con un cuadrado. Por ejemplo, se insertan los siguientes: tres terminales S1, tres puentes S2 y un conductor neutro S3. Subsiguientemente, el dispositivo 50 de retorcimiento se pone en la estación 33 de retorcimiento, en la que los punzones 61' y 62' se ponen en la posición de retroceso y en la que un primer servo motor y un segundo servo motor, no representados en las
- 30 figuras, son respectivamente acoplados al primer cuerpo 51 y al segundo cuerpo 52, por ejemplo, por medio de pasadores insertables en los respectivos asientos 81 y 82. De acuerdo con una realización, los dos cuerpos 51 y 52 son accionados en rotación en direcciones opuestas por medio de servo motores asociados. Tal accionamiento en rotación se lleva a cabo de acuerdo con un paso de retorcimiento predefinido (por ejemplo, igual a ocho ranuras), que se denominará “segundo paso predefinido de retorcimiento”, en contraste con el primer paso predefinido de retorcimiento mencionado anteriormente. De manera tal, se obtiene una primera pluralidad de conductores básicos U1 que tiene patas separadas unas de otras por una distancia igual a la suma de dichos primer y segundo pasos predefinidos, y una segunda pluralidad de conductores básicos U2 que tiene las patas separadas entre sí mediante dicho segundo paso predefinido.
- 35 También se observa que en la realización específica descrita con preferencia para la figura 19, después del retorcimiento antes descrito en la estación 33 de retorcimiento, será posible obtener un conjunto de conductores de barra. Tales conductores de barra, después de haber sido extraídos del dispositivo 50 de retorcimiento e insertados en las ranuras 2 de núcleo de estator, permiten hacer un estator 1, que comprende:
- 45 - un núcleo (2) de estator, que comprende un cuerpo cilíndrico en el que se define una matriz circular de ranuras 8, comprendiendo cada ranura 8 al menos una posición primera P1 y al menos una segunda P2 de inserción, radialmente alineadas una con respecto a la otra;
- 50 - al menos un devanado de barra, que comprende una primera pluralidad de conductores básicos U1 y U2 que tienen dos patas 5 y una porción 15 de conexión entre dichas patas, comprendiendo la primera pluralidad de conductores básicos U1 y U2 al menos un primer conjunto de conductores U1 que tiene patas desplazadas entre sí por un primer paso y un segundo conjunto de conductores U2 que tiene patas desplazadas entre sí por un segundo paso diferente del primer paso; el devanado de barra también comprende una segunda pluralidad de conductores especiales S1, S2 y S3 de barra para la terminación del devanado que tienen una o más patas, perteneciendo las patas 5 de los conductores de la primera y de la segunda pluralidad a una primera o a una segunda matriz circular de patas, basada en la posición ocupada de inserción. Cada primera y segunda matriz circular comprende:
- 55 - un primer arco de patas del primer conjunto de conductores U1 delimitado por una pata respectiva inicial y otra final de dichos conductores U1 del primer conjunto;
- 60 - un arco complementario a dicho primer arco en el que se insertan las patas del segundo conjunto de conductores U2, así como las patas de los conductores especiales S1, S2 y S3 de barra.
- 65

ES 2 523 116 T3

Con referencia a la figura 20, basada en el funcionamiento ilustrado anteriormente del dispositivo 20 de retorcimiento, se observa que, mediante la generalización de tal funcionamiento, se describe en la práctica un método 100 para retorcer conductores preformados para devanados de barra de máquinas eléctricas, comprendiendo dichos conductores una primera y una segunda patas 5 unidas entre sí mediante una porción 15 de conexión, comprendiendo el método 100 las etapas de:

a) proporcionar, 101, un aparato 30 de retorcimiento que comprende un dispositivo 50 de retorcimiento que tiene al menos un primer cuerpo 51 y un segundo 52 coaxiales entre sí y extendidos alrededor de un eje Z_t - Z_t de retorcimiento, que comprenden, respectivamente, una primera y una segunda matriz circular A1 y A2 de bolsillos con centro en tal eje; dichos cuerpos 51 y 52 son relativamente giratorios uno con respecto al otro alrededor del eje de retorcimiento con el fin de asumir una primera configuración de inserción, en la que los bolsillos respectivos de la primera y segunda matriz están radialmente alineados entre sí en pares con respecto al eje de retorcimiento;

b) carga, 102, en un subconjunto de dichos bolsillos, de una primera pluralidad de dichos conductores, de tal manera que los bolsillos alineados de la primera y segunda matriz, respectivamente, reciban una primera y una segunda pata 5 del conductor respectivo, siendo la etapa 102 de carga tal que deje un primer subconjunto residual de bolsillos libres;

c) accionamiento, 103, del primer cuerpo 51 y del segundo 52 en rotación relativa alrededor de dicho eje Z_t - Z_t , con el fin de separar tales patas 5 entre sí mediante un primer paso preestablecido de retorcimiento, hasta que se alcanza una segunda configuración de inserción en la que los bolsillos de una segunda pluralidad de cuerpos primero y segundo y de dicho subconjunto residual estén radialmente alineados entre sí.

El método 100 de retorcimiento también comprende, después del accionamiento en la etapa 103 de rotación, las etapas de:

d) carga, 104, en un segundo subconjunto de dicha segunda pluralidad de bolsillos, de una segunda pluralidad de conductores preformados, de tal manera que los bolsillos alineados de las matrices primera y segunda que pertenecen a dicho segundo subconjunto reciban, respectivamente, una primera y una segunda pata 5 del respectivo conductor preformado;

e) accionamiento, 106, de los cuerpos primero y segundo en rotación relativa alrededor de dicho eje Z - Z , con el fin de separar entre sí las patas 5 de una segunda pluralidad de conductores mediante un segundo paso preestablecido de retorcimiento y de separar entre sí adicionalmente las patas de la primera pluralidad de conductores mediante dicho segundo paso preestablecido de retorcimiento, obteniendo, por lo tanto, que dicha primera pluralidad de conductores tenga patas separadas entre sí por una distancia igual a la suma de dichos pasos primero y segundo, y que dicha segunda pluralidad de conductores tenga patas separadas entre sí mediante dicho segundo paso.

De acuerdo con una posible realización, en la etapa 104 de carga, se deja libre un segundo subconjunto residual de bolsillos, y el método comprende también una etapa 105 de carga de los bolsillos de dicho segundo subconjunto residual con una pluralidad de conductores especiales preformados S1, S2 y S3 de barra destinados a completar el devanado. De acuerdo con una realización, la etapa 105 de carga de bolsillos con dicho segundo subconjunto residual se lleva a cabo antes de ejecutar dicha etapa 106 de accionamiento.

De acuerdo con una realización particular, el antes mencionado primer paso preestablecido es igual a la distancia angular entre los centros de dos bolsillos adyacentes de una misma matriz.

De acuerdo con una realización adicional, las etapas 102 y 104 de carga se llevan a cabo mediante la inserción de las patas de los conductores en los bolsillos en una posición fijada de inserción, y haciendo que dichos cuerpos primero 51 y segundo 52 roten, manteniendo dichos cuerpos integrados uno con el otro durante la rotación. En particular, dicha rotación se puede llevar a cabo mediante el accionamiento en rotación de sólo uno de dichos cuerpos primero y segundo; el otro de dichos cuerpos se inmoviliza para el cuerpo accionado por los primeros medios retirables 55 de inmovilización, adaptados para impedir una rotación relativa entre dichos cuerpos 51 y 52 y para permitir, sin embargo, una rotación de ambos cuerpos con respecto a una referencia externa.

De acuerdo con una realización, la etapa 103 de accionamiento se lleva a cabo por el accionamiento en rotación de uno de dichos cuerpos 51 y 52 primero y segundo, manteniendo en una posición angular fijada el otro de dichos cuerpos por medio de unos segundos elementos de inmovilización 61 y 62.

De acuerdo con una realización, en la etapa 102 de carga se carga un primer arco de dichas matrices de bolsillo, dejando libre un segundo arco complementario a dicho primer arco. En la realización descrita hasta ahora, el primer arco es más ancho que el segundo arco.

Como se puede apreciar de lo descrito anteriormente, el aparato y el método de retorcimiento ilustrados anteriormente permiten cumplir con el requisito descrito anteriormente con referencia a la técnica anterior.

De hecho, se observa que el método antes mencionado permite llevar a cabo, de manera automatizada, un retorcimiento con un paso diferencial; a través de esto, es posible hacer devanados, por lo cual, el doblado de las porciones 7 de extremo que se proyectan desde la cara 4 de soldadura, después de la inserción del devanado de barra en las ranuras 8 de un núcleo 2 de estator, puede llevarse a cabo de una manera relativamente sencilla y conveniente. Lo mismo es válido para la soldadura de dichas porciones 7 de extremo.

El experto en la técnica, con el fin de satisfacer requisitos contingentes y específicos, puede hacer numerosos cambios y variaciones en el método y en el aparato descritos anteriormente, todos contenidos en el alcance de la invención como se define mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método (100) para retorcer conductores preformados (25) de barra para devanados de barra de máquinas eléctricas, comprendiendo dichos conductores (25) unas patas (5) primera y segunda unidas entre sí por una porción (15) de conexión, comprendiendo el método (100) las etapas de:
- 5
- a) proporcionar (101) un aparato (30) de retorcimiento que comprende un dispositivo (50) de retorcimiento que tiene al menos unos cuerpos primero (51) y segundo (52) coaxiales entre sí y extendidos alrededor de un eje (Zt-Zt) de retorcimiento, y que comprenden, respectivamente, una primera (A1) y una segunda (A2) matrices circulares de bolsillos con centro en tal eje (Zt-Zt), siendo dichos cuerpos (51 y 52) relativamente giratorios uno con respecto al otro alrededor del eje (Zt-Zt) de retorcimiento con el fin de asumir una primera configuración de inserción en la que los bolsillos respectivos de las matrices primera y segunda (A1, A2) están radialmente alineados entre sí en parejas con respecto al eje (Zt-Zt) de retorcimiento;
- 10
- b) carga (102), en un subconjunto de dichos bolsillos, de una pluralidad de dichos conductores preformados (25) de tal manera que los bolsillos alineados de las matrices primera y segunda reciben, respectivamente, unas patas (5) primera y segunda del conductor respectivo, siendo la etapa (102) de carga tal que deje un primer subconjunto residual de bolsillos libres;
- 15
- c) accionamiento (103) de los cuerpos primero (51) y segundo (52) en rotación relativa alrededor de dicho eje (Zt-Zt), con el fin de separar tales patas (5) entre sí mediante un primer paso preestablecido de retorcimiento, hasta que se alcanza una segunda configuración de inserción en la que los bolsillos de una segunda pluralidad de bolsillos de los cuerpos primero (51) y segundo (52) de dicho subconjunto residual son radialmente alineados entre sí;
- 20
- caracterizado porque el método (100) también comprende, después de la etapa c), las etapas de:
- 25
- d) de carga (104), en un segundo subconjunto de dicha pluralidad de bolsillos, de una segunda pluralidad de conductores preformados (25) de tal manera que los bolsillos alineados de las matrices primera y segunda que pertenecen a dicho segundo subconjunto reciben, respectivamente, unas patas (5) primera y segunda del conductor respectivo;
- 30
- e) accionamiento (106) de los cuerpos primero (51) y segundo (52) en rotación relativa alrededor de dicho eje (Zt-Zt), con el fin de separar las patas (5) de los conductores de la segunda pluralidad de conductores entre sí mediante un segundo paso preestablecido de retorcimiento y de separar adicionalmente las patas de la primera pluralidad de conductores entre sí mediante dicho segundo paso preestablecido de retorcimiento, obteniendo, por consiguiente, que dicha primera pluralidad de conductores tenga las patas separadas entre sí por una distancia igual a la suma de dichos pasos primero y segundo, y que dicha segunda pluralidad de conductores tenga las patas separadas entre sí mediante dicho segundo paso.
- 35
2. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que durante la etapa b) de carga (102), se deja libre un segundo subconjunto residual de bolsillos, y en donde el método (100) también comprende una etapa adicional (105) para la carga bolsillos de dicho segundo subconjunto residual con una pluralidad de conductores preformados especiales (S1, S2 y S3) de barra prevista para la realización de un devanado.
- 40
3. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha etapa (105) de carga de bolsillos de dicho segundo subconjunto residual se lleva a cabo antes de ejecutar dicha etapa (106) e) de accionamiento.
- 45
4. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho primer paso preestablecido es igual a la distancia angular entre los centros de dos bolsillos adyacentes de una misma matriz (A1, A2).
- 50
5. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las etapas de carga se llevan a cabo mediante la inserción de las patas de los conductores en los bolsillos en una posición fijada (P₁) de inserción y haciendo que roten dichos cuerpos primero (51) y segundo (52), manteniendo dichos cuerpos (51, 52) integrales uno con el otro en rotación.
- 55
6. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicha rotación se lleva a cabo accionando en rotación sólo uno de dichos cuerpos primero (51) y segundo (52), siendo inmovilizado el otro de dichos cuerpos al cuerpo accionado mediante elementos retirables (55) de inmovilización, adaptados para impedir una rotación relativa entre dichos cuerpos (51, 52) y, sin embargo, permitir una rotación integral de ambos cuerpos con respecto a una referencia externa.
- 60
7. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha etapa c) de accionamiento se lleva a cabo accionando en rotación uno de dichos cuerpos primero y segundo, manteniendo el otro de dichos cuerpos en una posición angular fijada por medio de unos segundos elementos de inmovilización selectivamente activables (61, 62).
- 65

8. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en la etapa b) de carga, se carga un primer arco de dichas matrices de bolsillo, dejando libre un segundo arco complementario a dicho primer arco.
- 5 9. Método (100) de retorcimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho primer arco es más extenso que dicho segundo arco.
- 10 10. Aparato (30) de retorcimiento que comprende dicho dispositivo (50) de retorcimiento y que está adaptado y configurado para implantar un método (100) de retorcimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 15 11. Aparato (30) de retorcimiento de acuerdo con la reivindicación 10, como dependiente de la reivindicación 6, en el que los primeros elementos de inmovilización (55) comprenden al menos una abrazadera de muelle asociado con uno de dichos cuerpos (51,52) adaptado para ser enganchado en al menos un ahuecamiento (c1, c2) proporcionado en el otro de dichos cuerpos.
- 20 12. Aparato (100) de retorcimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho al menos un ahuecamiento comprende un par de ahuecamientos (c1, c2) separados angularmente uno de otro mediante dicho primer paso predefinido de retorcimiento, siendo dicha abrazadera (55) de muelle tal como para ser aplicada selectivamente a uno u otro de dichos ahuecamientos para, respectivamente, inmovilizar juntos dichos cuerpos en dicha etapa b) de carga o en dicha etapa d) de carga.

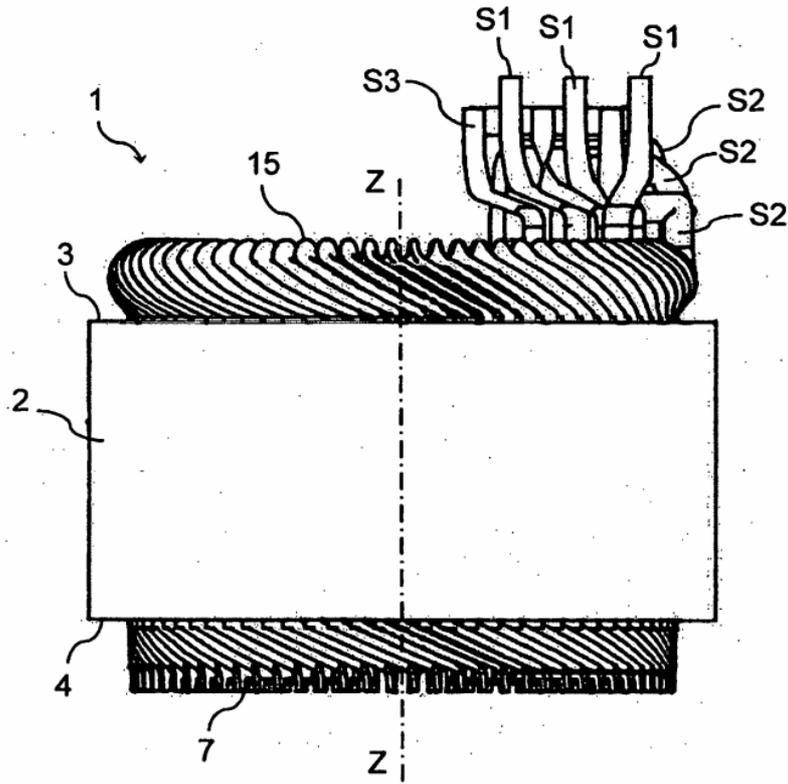


FIG. 1

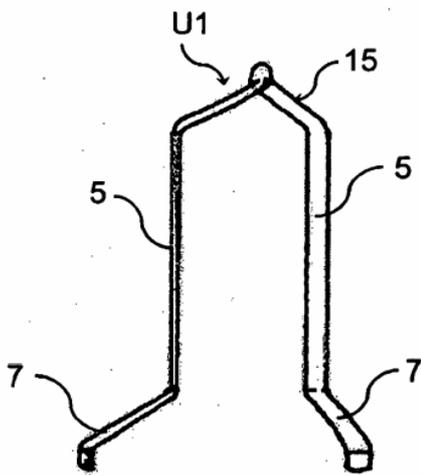


FIG. 2

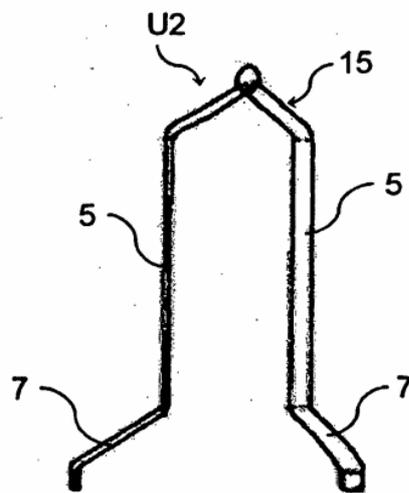


FIG. 3

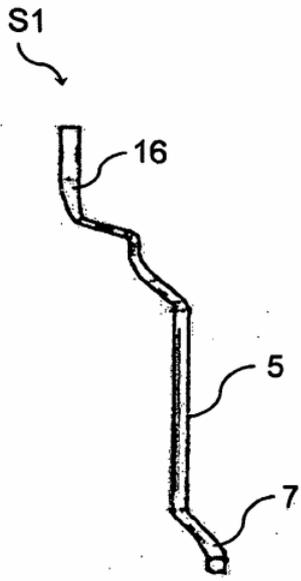


FIG. 4

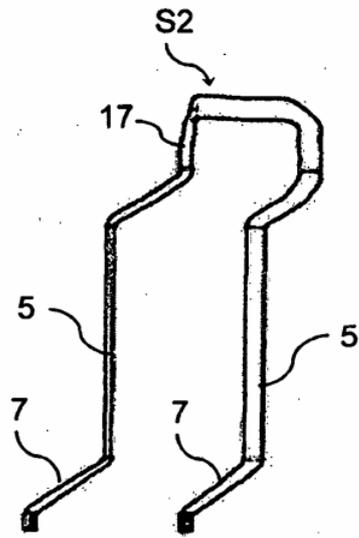


FIG. 5

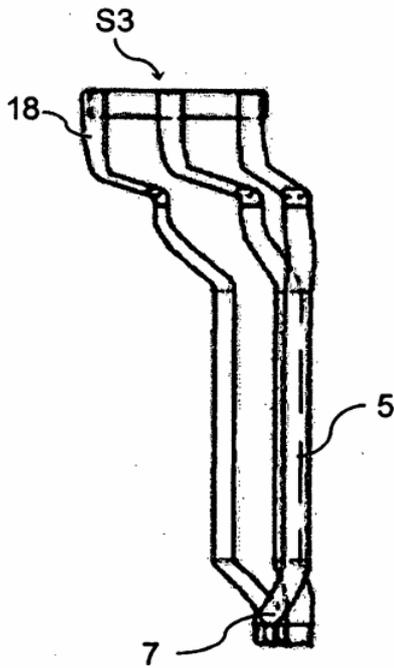


FIG. 6

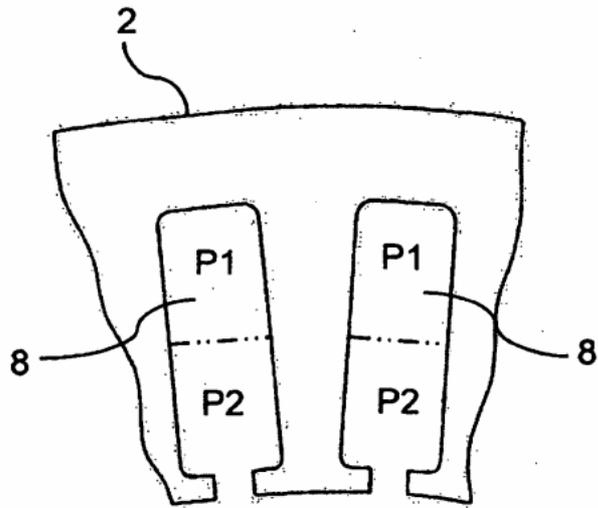


FIG. 7

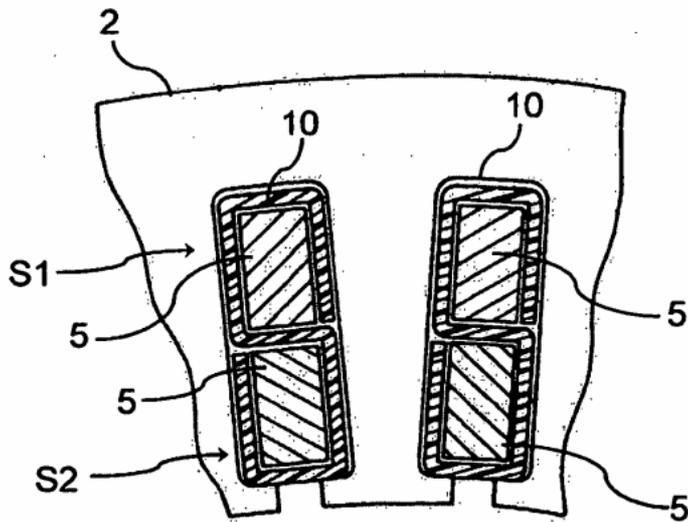


FIG. 8

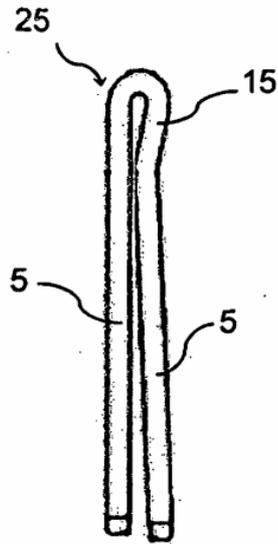


FIG. 9

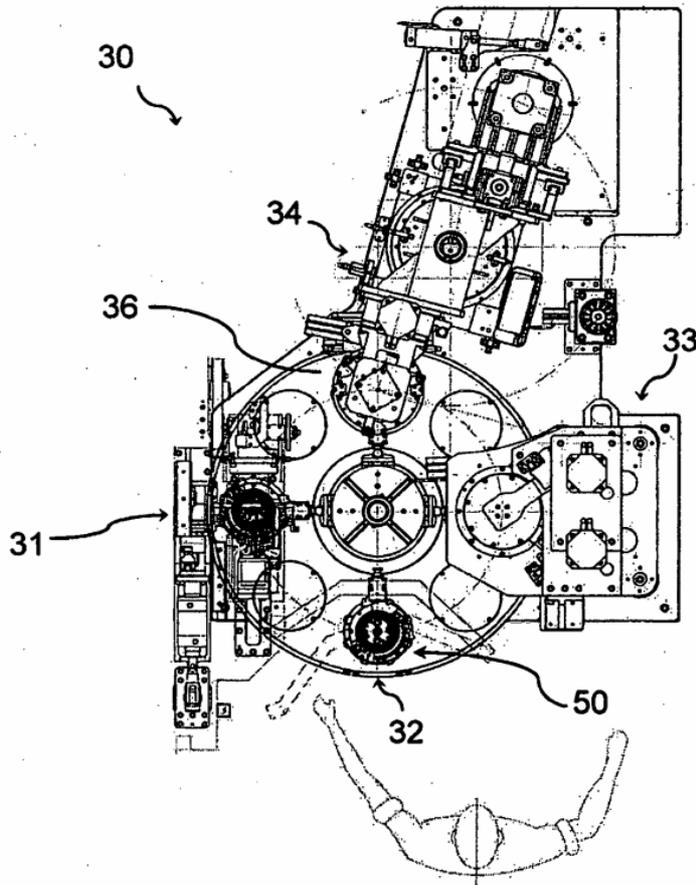


FIG. 10

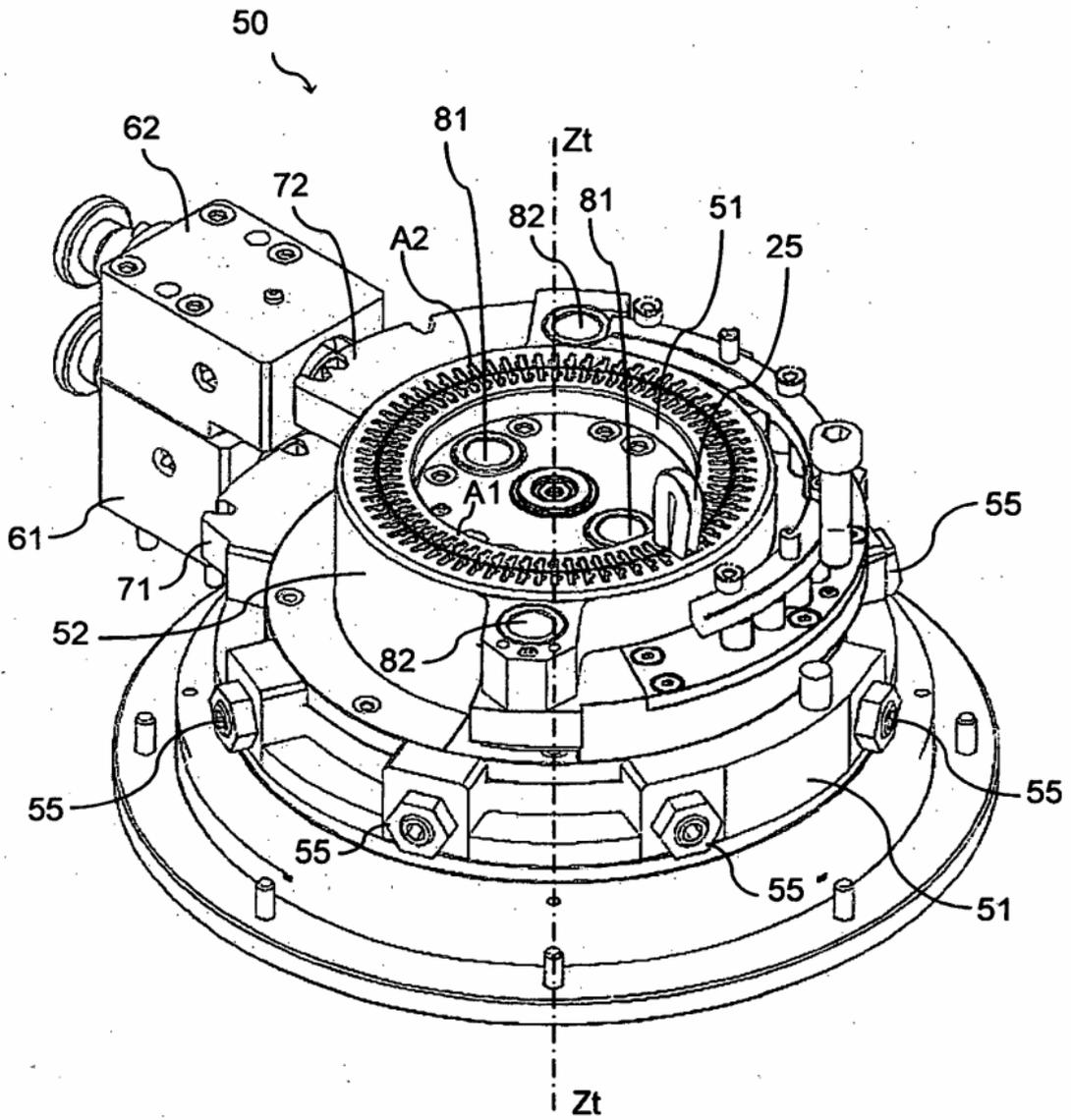


FIG. 11

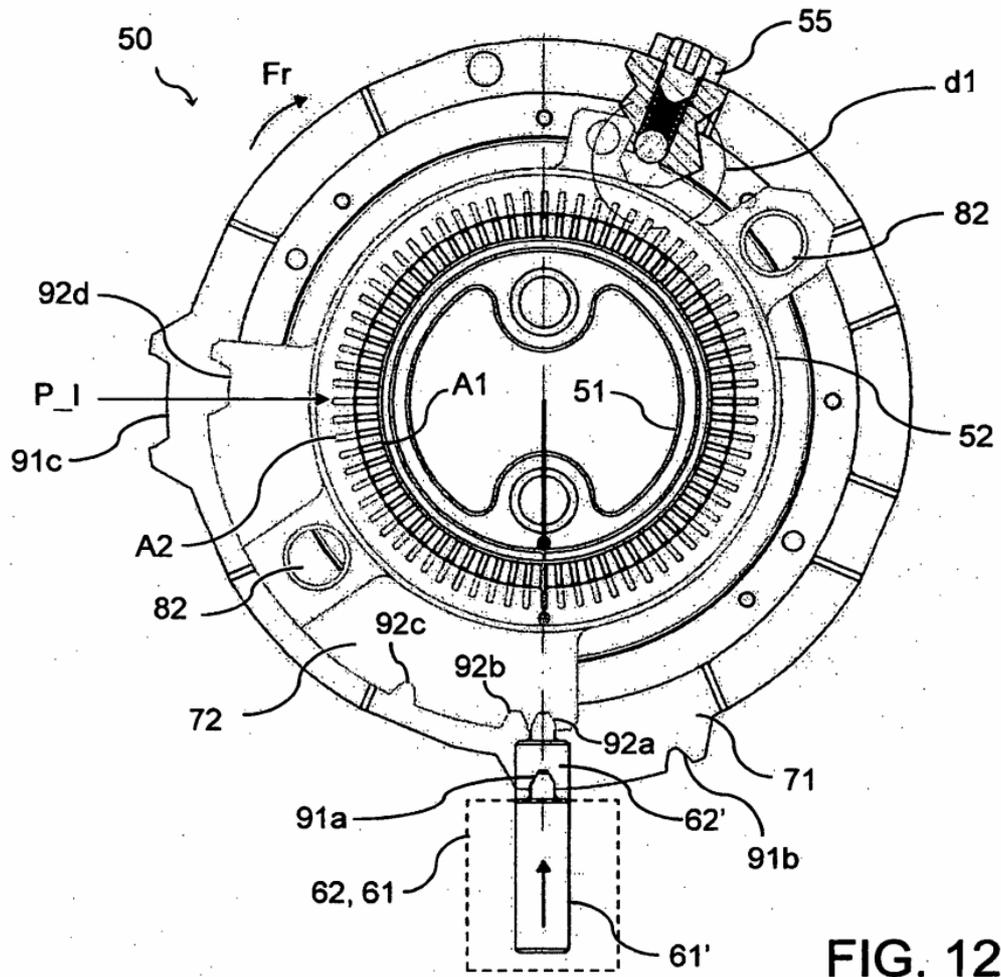


FIG. 12

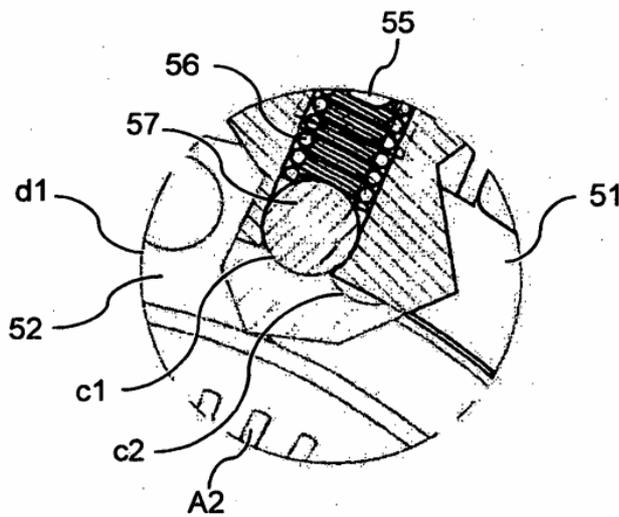


FIG. 13

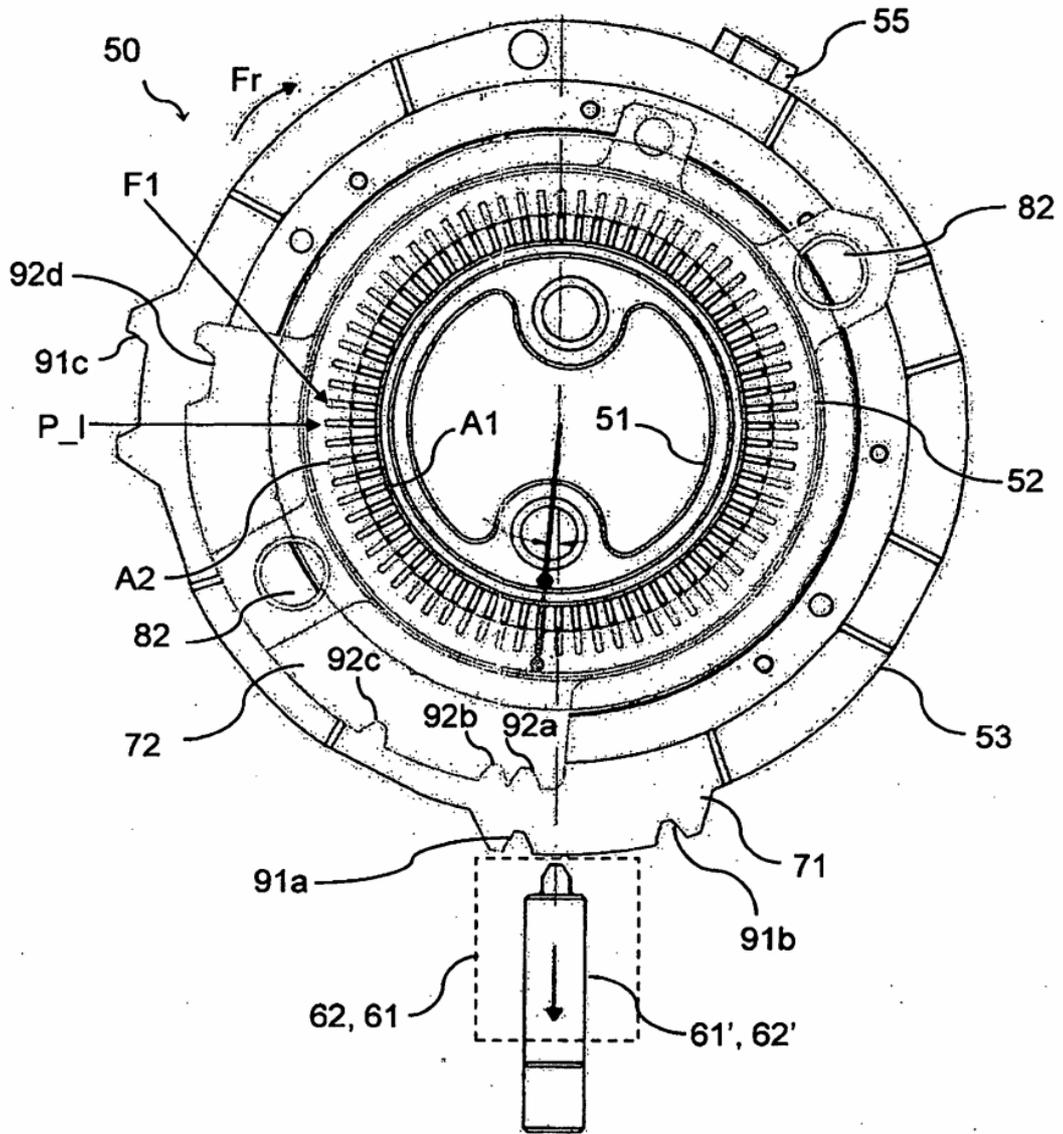


FIG. 14

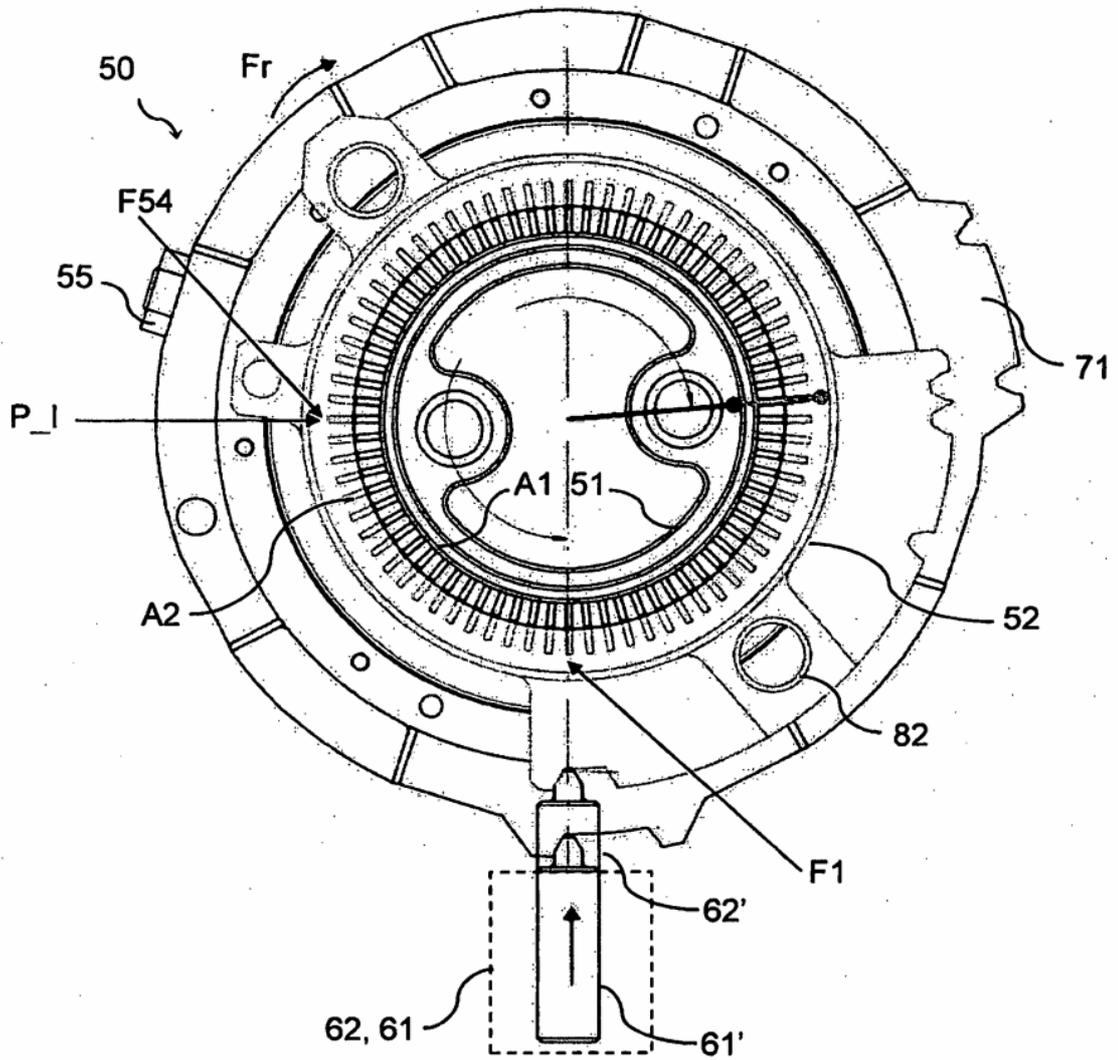


FIG. 15

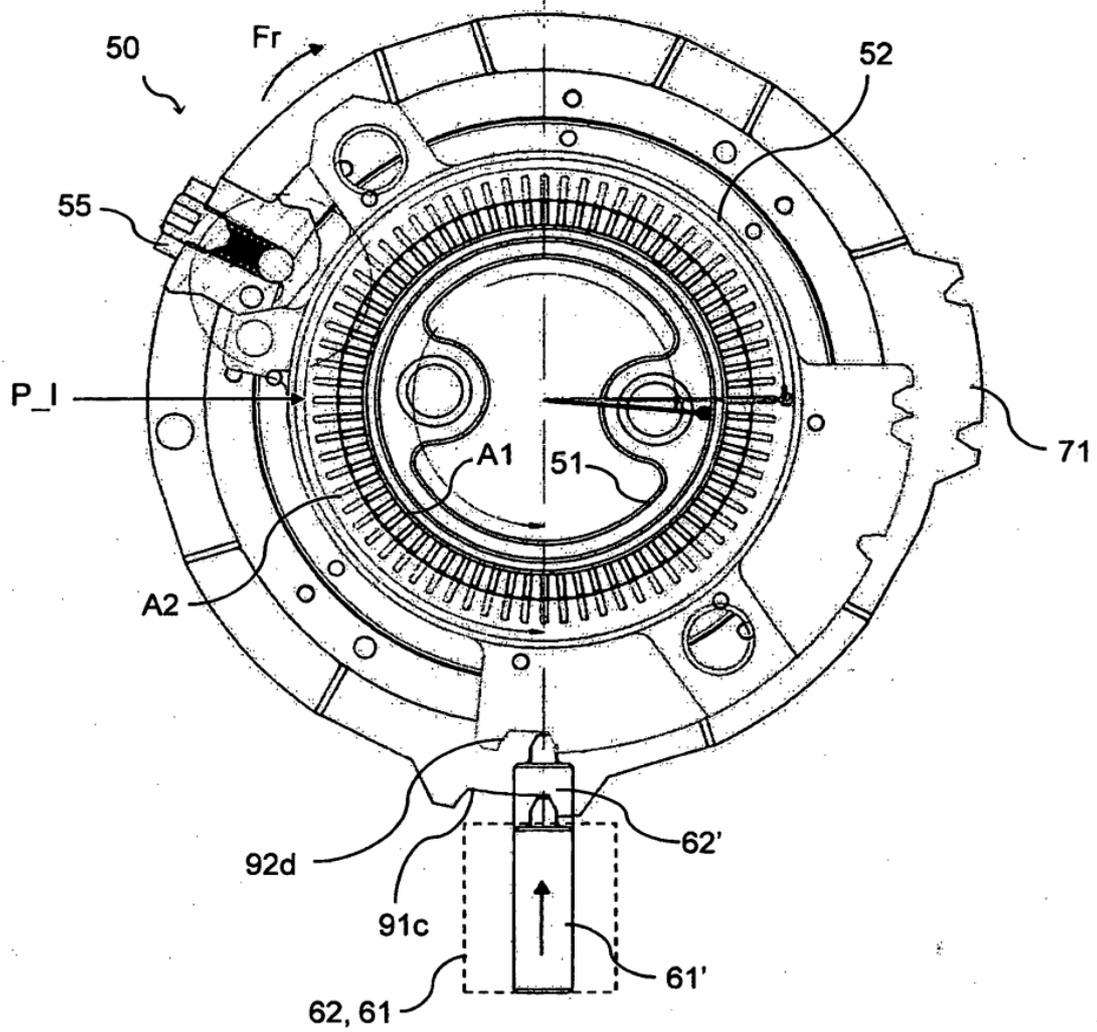


FIG. 16

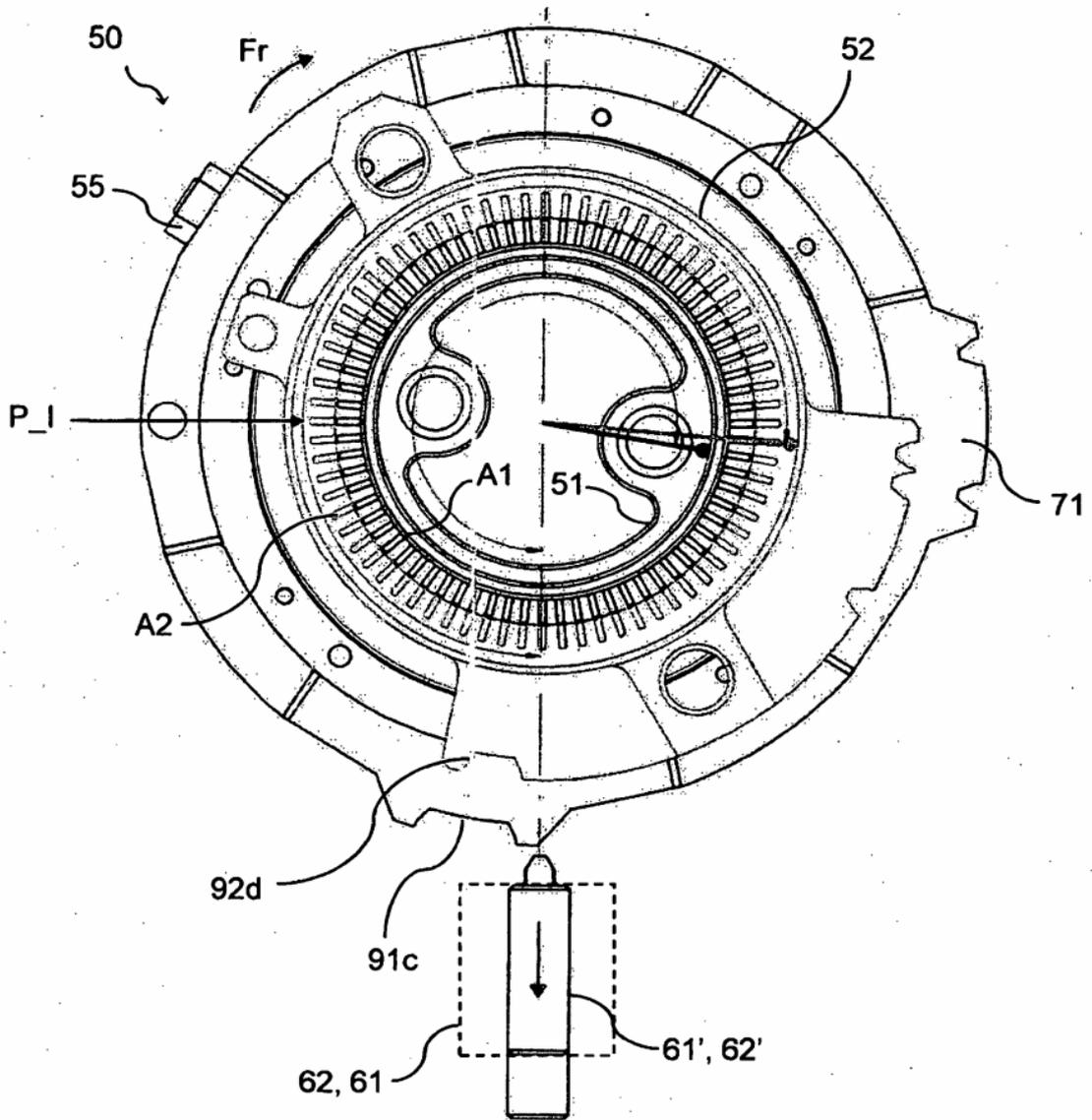


FIG. 17

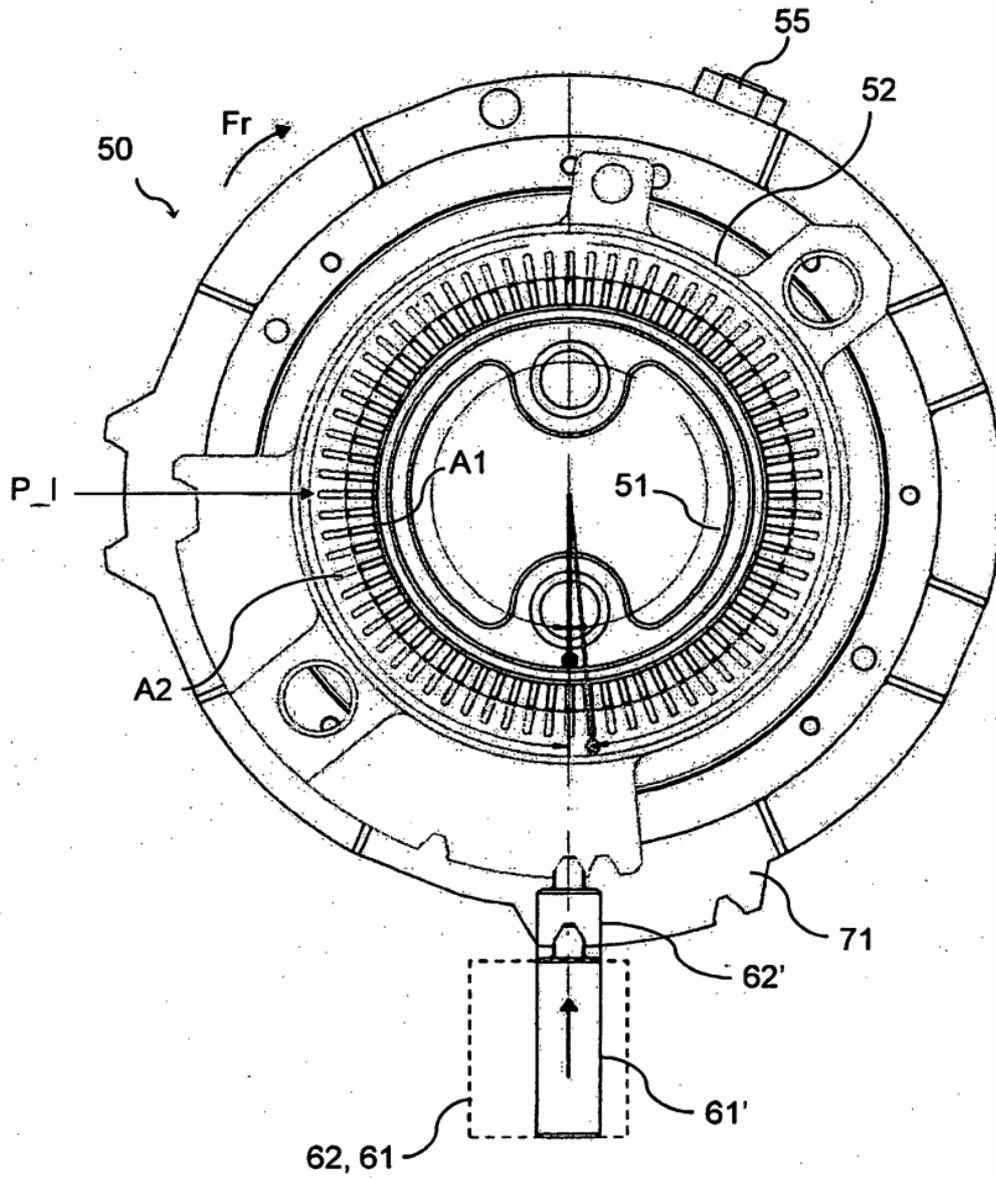


FIG. 18

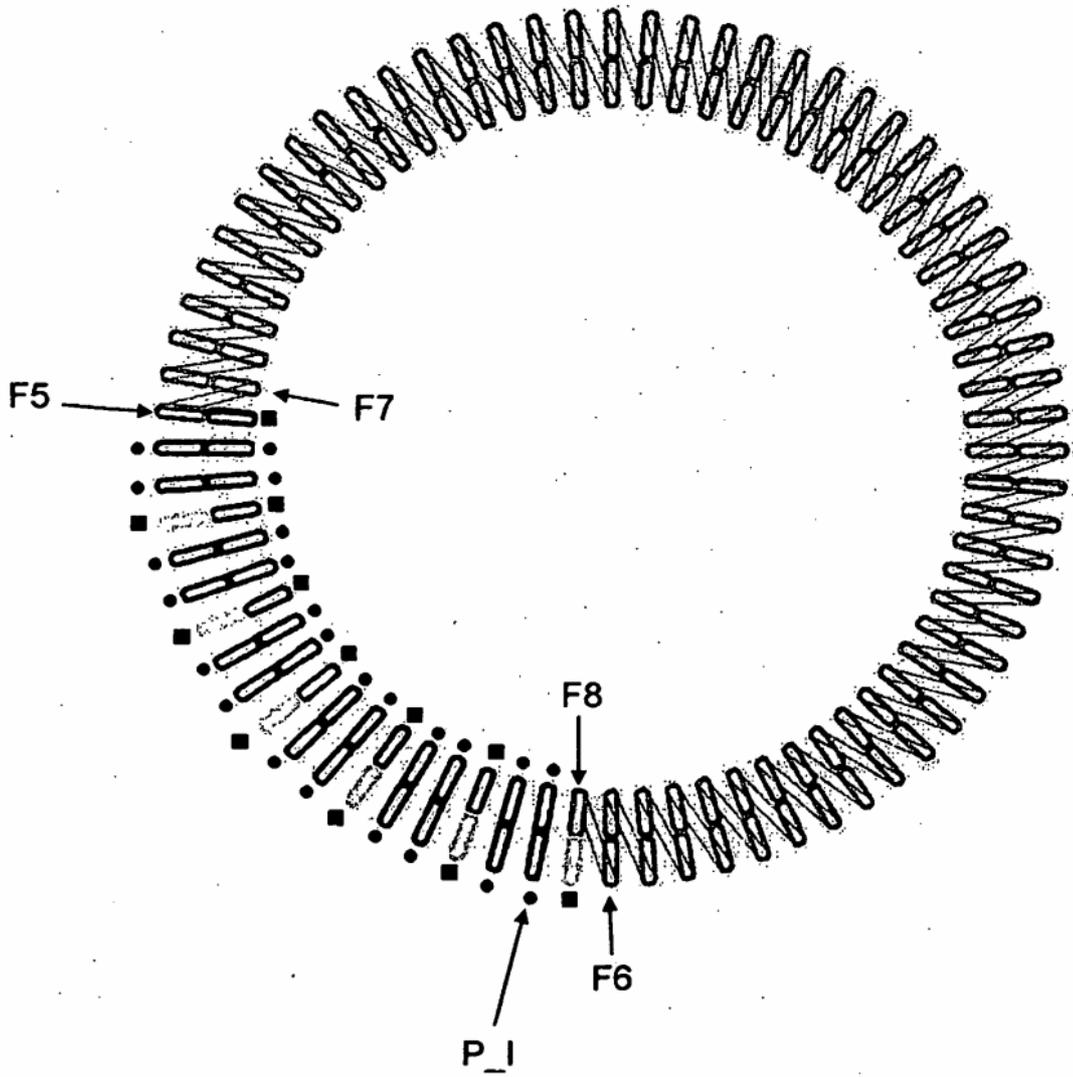


FIG. 19

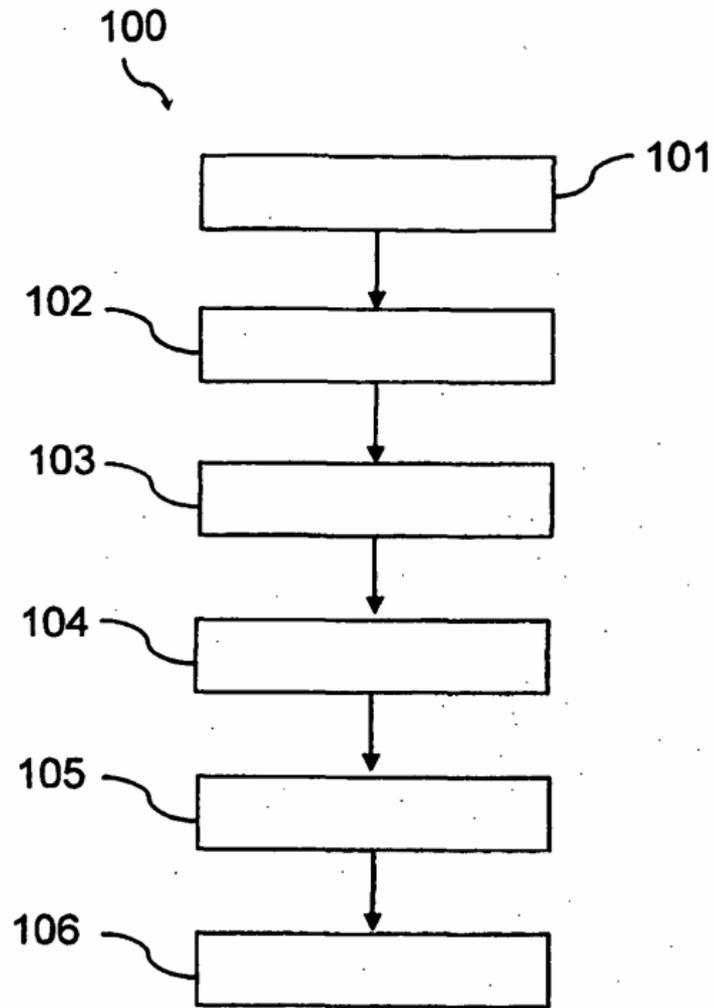


FIG. 20