

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 855**

51 Int. Cl.:

**H02K 3/12**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2011 PCT/IT2011/000231**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2013 WO13005238**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2011 E 11767783 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2730009**

54 Título: **Estator para una máquina eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.04.2019**

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 2 710 855 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**

Estator para una máquina eléctrica

5 La presente descripción se refiere a un estator para una máquina eléctrica y más en particular, se refiere a un estator como se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Es conocido construir estatores de máquinas eléctricas, tales como generadores o motores eléctricos, por ejemplo para aplicaciones en vehículos eléctricos híbridos (HEV), en los que el devanado del estator está compuesto por una pluralidad de conductores de barra doblados e interconectados de forma variada entre sí para formar los llamados devanados de barra.

15 En particular, los devanados de barra son conocidos en la técnica, que están hechos de conductores de barra eléctricos que tienen un corte transversal rectangular, en el que por rectangular se entiende tanto el corte cuadrado como el corte "plano" por el que generalmente se entiende un corte de forma rectangular en el que dos lados del corte tienen un tamaño más pequeño que los otros dos.

20 Los conductores de barra que forman los devanados de barra de la técnica anterior típicamente comprenden una pluralidad de los llamados conductores "básicos" y una pluralidad de los llamados conductores "especiales", como terminales de fase, puentes, conexiones neutras, centros de estrella, etc. Es decir, conductores necesarios para completar el devanado.

25 Los conductores básicos generalmente están preformados por flexión en "U" o "P" a partir de conductores de barra rectilíneos. La patente US 7480987 describe un método de ejemplo para preformar conductores de barras básicos (en este documento llamado "conductores de horquilla").

30 Los conductores preformados en "U" o "P", también conocidos en el campo como "conductores preformados básicos", exhiben típicamente dos patas de lado a lado que tienen una longitud diferente, cada una con una porción de extremo unida a través de una porción de conexión a la otra. Las dos patas y una porción de extremo libre opuesta.

Por ejemplo, para construir un estator, se sabe que los conductores de barra preformados en "U" o "P" están sujetos a dos tipos de torsión diferentes.

35 En un primer tipo de torsión, también llamado "torsión de lado de inserción", los conductores preformados básicos se insertan adecuadamente en cavidades especiales alineadas radialmente hechas en un dispositivo de torsión que es adecuado para deformar tales conductores después de la inserción. El dispositivo de torsión sirve esencialmente para "extender" las patas en forma de "U" o "P" de modo que las dos patas de un mismo conductor, después de haber retirado este último del dispositivo de torsión, puedan insertarse en las ranuras de un núcleo de estator que están radialmente desplazadas entre sí por un paso predeterminado.

40 La solicitud de patente publicada con el número US 2009/0178270 describe un ejemplo de un método de torsión en el lado de inserción para torcer los conductores de barra preformados con un paso uniforme después de la inserción de los mismos en las cavidades de un dispositivo de torsión.

45 Después de haber sido sometidos al primer tipo de torsión, los conductores de barra se insertan en las ranuras del núcleo de estator a través de un primer lado del mismo (el llamado "lado de inserción" o "cara de inserción") con las respectivas porciones del extremo que sobresalen de un segundo lado del núcleo (el llamado "lado de soldadura" o "lado de conexión" o "cara de soldadura") opuesto al primer lado.

50 Las porciones de extremo libre que sobresalen en el lado de soldadura se someten luego a un segundo tipo de torsión, también llamado "torsión en el lado de soldadura", por ejemplo, después de haber sido insertadas en cavidades hechas en un accesorio de torsión adecuado. El accesorio de torsión está diseñado para doblar ("retorcer") las porciones de extremo libre de los conductores para conformar adecuadamente dichas porciones de extremo y, por consiguiente, permitir realizar las conexiones eléctricas apropiadas entre los conductores para completar el devanado.

55 La solicitud de patente publicada US 2009/0302705 describe un método de torsión de ejemplo en el lado de soldadura del tipo explicado anteriormente. El método descrito en dicha solicitud de patente permite realizar una torsión desigual de las porciones de extremo libre de los conductores de barra a la vez.

60 En los estatores con devanado de barra de la técnica anterior, las porciones de extremo libre de los conductores básicos que sobresalen del lado de soldadura normalmente definen una pluralidad de capas circulares de conductores concéntricas entre sí que comprenden una capa de extremo radialmente externa y una capa de extremo radialmente interna con respecto al eje del estator central.

65

Por diversas razones, en los estatores con devanados de barra de la técnica anterior se siente la necesidad de limitar lo más posible las dimensiones globales axiales de las partes del devanado de barra que sobresalen del lado de inserción y del lado de soldadura del núcleo de estator. Por ejemplo, en particular en el caso de aplicaciones en vehículos con accionamiento eléctrico o híbrido, la máquina eléctrica a la que pertenece el estator está destinada a ser colocada en un espacio que normalmente es relativamente limitado. En particular, el estator suele estar destinado a estar asentado en un asiento cuyas dimensiones están predeterminadas e impuestas por restricciones externas. Normalmente, solo los terminales de fase sobresalen fuera de tal asiento, de modo que se pueden realizar las conexiones apropiadas a una carga externa o a una fuente de alimentación externa, de acuerdo con si la máquina eléctrica sirve como motor o como generador. Siendo iguales las dimensiones de dicho asiento, la tendencia actual es aumentar la extensión axial del núcleo de estator tanto como sea posible para aumentar el rendimiento de la máquina eléctrica a la que pertenece el estator. Por lo tanto, el procedimiento es minimizar las dimensiones globales axiales de las partes del devanado de barra que sobresalen axialmente más allá del núcleo de estator (con la excepción de los terminales de fase que pueden sobresalir fuera de dicho asiento).

Un inconveniente encontrado en los estatores de la técnica anterior se relaciona con el hecho de que, con el objetivo de tener un devanado de barra con dimensiones globales axiales reducidas, como se explicó anteriormente, las posibilidades de construir las conexiones entre las porciones de extremo libre de los conductores de barra que sobresalen en el lado de soldadura son relativamente limitados. De hecho, las soluciones de la técnica anterior que son adecuadas para mantener las dimensiones globales axiales del estator limitadas consisten esencialmente en soldar directamente entre sí dos porciones de extremo libre dispuestas radialmente adyacentes con relación al eje del estator y al conectarse entre sí, a través de conductores especiales tales como puentes o centros de estrella, dos o más porciones de extremo libre de la capa de extremo radialmente externa (o de la capa de extremo radialmente interna) que están espaciadas circunferencialmente entre sí en una extensión dada. El hecho de que las posibilidades de conexión entre los conductores de barra sean relativamente limitadas crea, por consiguiente, restricciones que hacen que la gestión de las conexiones en el lado de soldadura sea poco flexible y que, en general, hacen que el diseño del devanado de barra sea menos flexible y, por lo tanto, más difícil.

El documento US 2008079328 divulga varias realizaciones en una máquina giratoria eléctrica AC con un estator en el que se devanan las bobinas de estator multifase. En particular, el documento US 2008079328 divulga bobinas que incluyen porciones de conductor de la misma capa y diferentes porciones de conductor de diferente capa. El documento FR 2841701 divulga un estator que puede ser hecho más compacto gracias a una pieza de conexión.

El objeto de la presente descripción es proporcionar un estator para una máquina eléctrica que debería permitir, al menos en parte, obviar los inconvenientes explicados anteriormente con referencia a la técnica anterior.

De acuerdo con un aspecto de la invención, un objeto de la presente descripción es proporcionar un estator con devanado de barra para una máquina eléctrica que permita gestionar las conexiones entre los conductores de devanado de una manera más flexible en comparación con los estatores de la técnica anterior mientras se mantiene la compacidad axial de las partes de devanado que sobresalen axialmente más allá del núcleo de estator.

Estos y otros objetos se logran mediante un estator como se define en la primera reivindicación adjunta en la forma más general de la misma y en las reivindicaciones dependientes en algunas realizaciones particulares.

Los objetos de la presente invención también son una máquina eléctrica como se define en la reivindicación 8 y un vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido como se define en la reivindicación 8 adjunta.

La invención se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la misma, realizada a modo de ejemplo y, por lo tanto, de ninguna manera limitativa con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra una vista en perspectiva de un estator para una máquina eléctrica de acuerdo con una realización actualmente preferida;

- la figura 2 muestra una vista en perspectiva del estator de la figura 1, en la que en particular se puede ver el lado del estator opuesto al lado visible en la figura 1;

- la figura 3 muestra una vista en planta superior del estator de la figura 1, visto desde el lado de la figura 2;

- las figuras 4A-4B muestran vistas en perspectiva (la vista 4A en particular es una vista casi delantera) de una realización de un conductor de barra básico mostrado respectivamente en dos configuraciones diferentes;

- la figura 5 muestra una vista en perspectiva de una realización de un primer tipo de conductor especial en forma de puente o puente;

- la figura 6 muestra una vista en perspectiva de una realización adicional del primer tipo de puente de la figura 5;

- la figura 7 muestra una vista en perspectiva de una realización de un segundo tipo de conductor especial en forma de puente o puente;

- la figura 8 muestra una vista en perspectiva de una realización adicional del segundo tipo de puente de la figura 7;

5 - la figura 9 muestra una vista en perspectiva de una realización de un tipo adicional de conductor especial, más en particular un centro de estrella o un conductor de conexión neutral; y

10 - la figura 10 muestra una vista en perspectiva de una realización de un tipo adicional de conductor especial, más en particular un terminal de fase.

En las figuras adjuntas, los elementos que son equivalentes o similares se indicarán con los mismos números de referencia.

15 Para los propósitos de la presente descripción, el conductor de barra "plano" o "cuadrado" indica un conductor de barra que tiene cuatro lados sustancialmente planos, cada uno conectado a lados adyacentes, típicamente por un borde redondeado.

20 Por lo tanto, las palabras "plano" o "cuadrado" o palabras equivalentes que se usan para describir el corte transversal de un conductor de barra se usan en un sentido general y no deben interpretarse para excluir el hecho de que dichos conductores de barra tienen bordes considerablemente redondeados que conectan con los lados sustancialmente planos. La expresión "conductor plano" debe considerarse que significa que el conductor tiene dos lados opuestos cuya distancia es mayor que la distancia entre los dos lados opuestos restantes. A los efectos de la presente descripción, la expresión "conductor rectangular" debe considerarse como una generalización de un  
25 conductor plano y un conductor cuadrado, siendo el conductor cuadrado un caso especial de conductor rectangular, en el que los cuatro lados tienen las mismas dimensiones.

30 Con referencia inicial a las figuras 1-3, el número de referencia 1 indica globalmente un estator de acuerdo con una realización actualmente preferida. En el ejemplo, no de forma limitativa, el estator 1 es un estator que tiene tres fases conectadas en estrella, ocho polos y una potencia nominal de 60 kW. Por ejemplo, el estator 1 es el estator de una máquina eléctrica como, por ejemplo, un motor eléctrico, por ejemplo, para un vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido. Por ejemplo, un estator de acuerdo con la presente descripción también se puede usar para dispositivos auxiliares en un vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido, por ejemplo, para una bomba de agua o una bomba de aceite.

35 Está claro que el estator 1 también se puede usar en una máquina eléctrica que se usa como generador o que se usa para realizar alternativamente tanto la función del motor como la función del generador. Las figuras adjuntas solo muestran 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 por los  
40 expertos en la técnica.

Por razones de simplicidad y para hacer la descripción breve, un rotor no se describe en detalle en el presente documento, ya que se considera que un experto en la técnica, que conoce bien la estructura de un rotor, puede prever la aplicación de las enseñanzas de la presente descripción a un rotor sin dificultades.

45 Siempre con referencia a las figuras 1-3, el estator 1 comprende un núcleo 2 de estator. Como puede verse en las figuras, de acuerdo con una realización, el núcleo 2 de estator comprende, de una manera conocida de por sí, un cuerpo laminar tubular principal con una forma generalmente cilíndrica, por ejemplo hecho de un material magnético, que se extiende alrededor de un eje Z-Z del estator (en la figura 3, el eje Z-Z del estator es ortogonal al plano de la figura y está esquemáticamente indicada por una cruz). Preferiblemente, el eje Z-Z del estator coincide con el eje de simetría central del cuerpo principal del núcleo 2 de estator. El cuerpo principal del núcleo 2 de estator se extiende axialmente (eje Z-Z) entre una primera y una segunda cara 3, 4 opuestas entre sí, que se denominan respectivamente cara 3 de inserción y cara 4 de soldadura. Cabe señalar que a los efectos de la presente descripción, los términos "axial", "radial" y "circunferencial" deben entenderse como referidos al eje Z-Z del estator.  
50 Más en particular, los términos "radial" y "circunferencial" deben entenderse como una circunferencia virtual situada en un plano ortogonal al eje Z-Z del estator y que tiene el centro respectivo en el eje Z-Z del estator.

60 El cuerpo principal del núcleo 2 de estator comprende una matriz circular de ranuras 5 que se extienden entre las caras 3, 4 y que están distribuidas alrededor del eje Z-Z del estator. En el ejemplo, el cuerpo principal del núcleo 2 de estator comprende, no de forma limitativa, setenta y dos ranuras 5 que se extienden axialmente en el grosor del cuerpo principal y que están espaciadas uniformemente de manera angular alrededor del eje Z-Z del estator.

65 Como puede verse en las figuras, el estator 1 comprende un devanado de barra que está indicado globalmente con el número de referencia 10. De acuerdo con una realización, el devanado 10 comprende una pluralidad de conductores básicos 11 y una pluralidad de conductores especiales 12, 13, 14, 15, 16, 17 que están interconectados entre sí para formar el devanado 10 de barra. Como es sabido, estos últimos conductores 12-17 de barra

representan los llamados elementos o conductores "especiales", provistos para completar el devanado 10. Para este fin, se debe tener en cuenta que en la presente descripción, la expresión "conductores básicos" solo se usa para identificar conductores que no son elementos especiales o conductores del tipo descrito anteriormente, es decir, que no se proporcionan específicamente para la finalización funcional del devanado.

5 De acuerdo con una realización, dichos conductores 11-17 de barra son conductores de cobre y son conductores rectangulares, y más preferiblemente conductores planos, ya que exhiben un par de caras opuestas que están alejadas entre sí más que las dos caras opuestas restantes.

10 De acuerdo con una realización, el devanado 10 comprende dos conjuntos 10A, 10B de devanados concéntricos que están interconectados entre sí. Como puede verse en la figura 1, en el ejemplo, los conjuntos 10A, 10B de devanados tienen una forma esencialmente circular y cada uno comprende una pluralidad de conductores básicos 11. Sin embargo, debe observarse que, en general, el devanado 10 puede comprender un número de conjuntos de devanados concéntricos distinto de dos, por ejemplo, un número de conjuntos de devanado que es mayor o menor  
15 que dos de acuerdo con las especificaciones técnicas requeridas para el devanado 10.

De acuerdo con una realización, los conductores especiales comprenden una pluralidad de conductores en forma de puente 12, 13, 14, 15, o puentes 12, 13, 14, 15, una pluralidad de terminales 17 de fase y una conexión neutral 16, o centro 16 de estrella. Sin embargo, está claro que el número y el tipo de conductores especiales usados, así como el  
20 número de conductores básicos, pueden variar en general de acuerdo con el devanado específico que se realizará.

Las figuras 4A y 4B muestran una realización de un conductor básico 11, respectivamente, en dos configuraciones diferentes. En particular, en la figura 4A, el conductor básico 11 se muestra en la configuración respectiva sustancialmente preformada como una "P". En esta configuración, el conductor 11 también suele denominarse  
25 "conductor preformado básico". En la figura 4B, el conductor básico 11 se muestra en la configuración esencialmente final del mismo en el estator 1 (es decir, la configuración tomada en las figuras 1-3), después de haber sido sometido, por ejemplo, a una torsión en el lado de inserción y a una torsión en el lado de soldadura. Como puede verse en las figuras 4A, 4B, cada uno de los conductores básicos 11 comprende dos patas 11A, 11B de conductor básico y una porción 11C de conexión de conductor básico (en el campo también llamada "porción principal") entre  
30 las patas 11A, 11B. Cada pata 11A, 11B tiene una porción de extremo conectada a la porción 11C de conexión y una porción 11F de extremo libre opuesta.

A este respecto, con referencia a la figura 10, puede verse que tal figura muestra una realización de un terminal 17 de fase en su configuración esencialmente final en el estator 1 (es decir, la configuración tomada en las figuras 1-3 en el ejemplo). En particular, puede observarse que también el terminal 17 de fase comprende una primera y una  
35 segunda pata 17A, 17B de terminal y una porción 17C de conexión de terminal entre dichas patas 17A, 17B. Más en particular, la pata 17A de terminal, es decir, la pata de terminal más larga de los brazos 17A, 17B, exhibe una porción de extremo conectada a la porción 17C de conexión de terminal y una porción 17F de extremo de terminal libre opuesta. La configuración esencialmente final del terminal 17 de fase que se muestra en la figura 10 se obtiene  
40 en el ejemplo a partir de una configuración inicial de dicho terminal similar a la del conductor básico 11 que se muestra en la figura 4A, pero en el que la diferencia de longitud entre las patas 17A, 17B es considerablemente mayor en comparación con la diferencia de longitud entre las patas 11A, 11B del conductor básico preformado 11 de la figura 4A. La configuración de la figura 10 se puede obtener, por ejemplo, sometiendo el terminal 17 a una torsión en el lado de inserción y a una torsión en el lado de soldadura a partir de la configuración inicial respectiva  
45 mencionada anteriormente.

Con referencia a la figura 2, se puede ver que los conductores básicos 11 se insertan en las ranuras 5 del estator con las porciones 11F de extremo libre que sobresalen de la cara 4 de soldadura. Las porciones 11F de extremo definen una pluralidad de capas L1, L2, L3, L4 de conductor circular concéntricas entre sí. Tales capas L1, L2, L3,  
50 L4 de conductor, en el ejemplo cuatro capas L1, L2, L3, L4, comprenden una capa L1 de extremo circular radialmente externa y una capa L4 de extremo circular radialmente interna.

De acuerdo con una realización, las capas L1-L4 de conductor anteriores comprenden, en una secuencia y partiendo de la capa L1 de extremo radialmente externa hasta la capa L4 de extremo radialmente interna, una primera L1, una  
55 segunda L2, una tercera L3 y una cuarta L4 capa de conductor circular.

De acuerdo con una realización, las capas L1-L4 de conductor incluyen un primer conjunto de porciones 11F de extremo libre dobladas por un primer paso y un segundo conjunto 11F de porciones de extremo libre dobladas por un segundo paso que difiere del primer paso. De acuerdo con una realización, cada una de las capas L1, L2, L3, L4  
60 comprende porciones 11F de extremo libre dobladas por el primer paso y porciones 11F de extremo dobladas por el segundo paso.

En las figuras 2 y 3, para hacer una distinción entre las porciones 11F de extremo libre dobladas por el primer paso y las dobladas por el segundo paso, las porciones 11F de extremo libre dobladas por el primer paso están marcadas con "X" en las respectivas superficies de extremo rectangulares. Además, debe señalarse que para los fines de la  
65 presente descripción, las expresiones "dobladas por un primer paso" y "dobladas por un segundo paso" referidas a

las porciones 11F de extremo libre deben entenderse en el sentido de que dichas porciones de extremo se doblan para extenderse en la dirección circunferencial por un número predeterminado de ranuras o por un ángulo predeterminado alrededor del eje Z-Z del estator. En el presente ejemplo, pero sin introducir ninguna limitación, las porciones 11F de extremo de dicho primer conjunto (es decir, las porciones dobladas por el primer paso y marcadas con "X" en las figuras 2 y 3) se extienden en un ángulo de 20° alrededor del eje Z-Z del estator, en particular correspondiente a una extensión a lo largo de cuatro ranuras 5 del estator consecutivas entre sí. Las porciones 11F de extremo de dicho segundo conjunto (es decir, aquellas dobladas por el segundo paso y no marcadas con "X"), por otro lado, se extienden en un ángulo de 22,5° alrededor del eje Z-Z del estator, en particular correspondiente a una extensión a lo largo de cuatro ranuras y media del estator. En otras palabras, en el ejemplo, las porciones 11F de extremo libre del primer conjunto se doblan en un primer paso, mientras que las porciones 11F de extremo libre del segundo conjunto se doblan en un segundo paso que es mayor que el primer paso. De acuerdo con una realización preferida, las porciones 11F de extremo pueden doblarse en el primer paso y en el segundo paso a través de un accesorio de torsión y/o un método de torsión como se describe en el número de solicitud de patente PCT/IT 2011/000004 que actualmente está bajo secreto.

De acuerdo con una realización, las porciones 11F de extremo libre de dos capas adyacentes L1-L4 se doblan circunferencialmente en direcciones opuestas. En particular, en el ejemplo, las porciones 11F de extremo de las capas L1 y L3 se doblan en una dirección dada alrededor del eje Z-Z del estator, mientras que las porciones 11F de extremo de las capas L2 y L4 se doblan alrededor del eje del estator en una dirección opuesta con respecto a dicha dirección dada. Como se sabe, las porciones 11F de extremo libre se doblan circunferencialmente de manera que las partes 11G de extremo de las porciones 11F de extremo libre pueden disponerse en posiciones predeterminadas alrededor del eje Z-Z del estator para realizar las conexiones eléctricas apropiadas entre los conductores del devanado 10.

De acuerdo con una realización preferida, los conductores especiales 12-17 comprenden una pluralidad de puentes de un primer tipo 12, 13 y una pluralidad de puentes de un segundo tipo 14, 15. Sin embargo, debe observarse que de acuerdo con una realización adicional menos preferida (no mostrada en las figuras), los puentes del segundo tipo 14, 15 también pueden no ser provistos.

Como se sabe, los puentes generalmente son elementos en forma de puente o conductores en forma de puente que se usan típicamente para conectar dos conductores de barra básicos del devanado de barra entre sí para obtener conexiones eléctricas, por ejemplo, entre polos, fases, conjuntos de devanado, etc. En particular, como puede verse en las figuras adjuntas, cada puente del primer tipo 12, 13 y cada puente del segundo tipo 14, 15 conectan entre sí dos porciones 11F de extremo libre, y más preferiblemente dos de dichas partes 11G de extremo, que están desplazados radialmente entre sí y que, respectivamente, pertenecen a dos conductores básicos separados 11. La principal diferencia entre los puentes del primer y segundo tipo radica en que cada puente del primer tipo 12, 13 conecta entre sí dos porciones 11F de extremo libre que pertenecen a dos de las capas L1-L4 que están separadas entre sí, mientras que cada puente del segundo tipo 14, 15 conecta entre sí dos porciones 11F de extremo libre que pertenecen a una misma capa de las capas L1-L4 de conductor. Como puede verse, por ejemplo, en las figuras 2 y 3, de acuerdo con una realización, los puentes del primer tipo 12, 13 son generalmente más pequeños que los puentes del segundo tipo 14, 15. Por esta razón, los puentes del primer tipo también se denominan "minipuentes".

Con referencia a las figuras 5 y 6, cada puente del primer tipo 12, 13 comprende un primer brazo 12A, 13A de puente, un segundo brazo 12B, 13B de puente y una porción 12C, 13C de unión de puente entre los respectivos brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente.

De acuerdo con una realización, los puentes del primer tipo pueden comprender una pluralidad de puentes que tienen formas diferentes entre sí. En particular, como puede verse en las figuras, en el ejemplo, los puentes 12 difieren de los puentes 13 esencialmente en la forma de los respectivos brazos.

De acuerdo con una realización preferida, cada puente del primer tipo 12, 13 tiene el primer brazo 12A, 13A de puente conectado a una porción 11F de extremo libre que pertenece a una entre la segunda y la tercera capa L2, L3 y tiene el segundo brazo 12B, 13B de puente conectado a una porción 11F de extremo libre que pertenece a la otra entre la segunda y la tercera capa L2, L3. Como puede verse en las figuras 2 y 3, en el ejemplo, el primer y el segundo brazo 12A, 13A y 12B, 13B de puente de cada puente 12, 13 están conectados respectivamente a una porción 11F de extremo libre de la tercera capa L3 y a una porción 11F de extremo libre de la segunda capa L2. Más en particular, como se puede ver, por ejemplo, en las figuras 2 y 3, cada puente del primer tipo 12, 13 tiene el primer brazo 12A, 13A de puente y el segundo brazo 12B, 13B de puente que se extienden cada uno en un pasaje respectivo definido en dichas capas L1-L4 de conductor para conectar a las respectivas porciones 11F de extremo libre. Como se puede ver, por ejemplo, en la figura 3, cada uno de estos pasajes se extiende en dirección radial o sustancialmente radial entre las capas L1-L4 de conductor. Además, la porción 12C, 13C de unión de puente de cada puente 12, 13 se extiende radialmente hacia el exterior con respecto a la capa L1 de extremo radialmente externa para pasar sobre un grupo de porciones 11F de extremo libre. Como puede verse, por ejemplo, en la figura 3, de acuerdo con una realización, el primer brazo 12A, 13A de puente y el segundo brazo 12B, 13B de puente de cada puente 12, 13 tienen una dirección de extensión principalmente radial o esencialmente radial. Más en general, puede ser suficiente que al menos uno entre el primer brazo 12A, 13A de puente y el segundo brazo 12B, 13B de

puede de cada puente 12, 13 tenga una dirección de extensión principalmente radial o esencialmente radial para pasar a través de una o más de las capas L1-L4. Además, las porciones 12C, 13C de unión de cada puente 12, 13 tienen preferiblemente una dirección de extensión principalmente circunferencial o esencialmente circunferencial.

5 Como puede verse en las figuras 2 y 3, de acuerdo con una realización preferida, cada puente 12, 13 está dispuesto para girar alrededor de un grupo de porciones 11F de extremo libre que se doblan por dicho primer paso y que están dispuestas consecutivamente y circunferencialmente adyacentes a otro. Además, cada par de brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente de cada puente 12, 13 está conectado a un par respectivo de porciones 11F de extremo libre que se doblan por dicho segundo paso.

10 De acuerdo con una realización preferida, además de girar alrededor de dicho grupo de porciones de extremo dobladas por el primer paso, cada puente 12 también gira alrededor de una porción 17F de extremo de terminal de fase que sobresale de la cara 4 de soldadura del estator cuando el terminal 17 de fase se inserta en las ranuras 5 del estator. En ese caso, al menos uno entre los brazos 12A, 12B de puente exhibe preferiblemente una porción 12F de extremo de brazo de puente (figura 5) que se dobla para pasar alrededor de la porción 17F de extremo del terminal 17 de fase y para conectarse a la porción 11F de extremo libre respectiva.

15 Debe observarse que en el ejemplo, cada una de las capas L1-L4 de conductor comprende al menos un grupo de porciones 11F de extremo libre que se doblan por el primer paso y que están dispuestas consecutivamente y circunferencialmente adyacentes entre sí (uno de estos grupos consiste, por ejemplo, en dos porciones 11F de extremo libre circunferencialmente adyacentes). Sin embargo, de acuerdo con una realización, es suficiente que al menos una de las capas L1-L4 comprenda un grupo de porciones 11F de extremo libre dobladas por el primer paso y que estén dispuestas consecutivamente y circunferencialmente adyacentes entre sí. En este último caso, dicho grupo de porciones de extremo pertenece preferiblemente a la capa L1 de extremo radialmente externa.

20 Además, debe observarse que mientras en el ejemplo cada puente 12, 13 está dispuesto de modo que gire alrededor de un grupo de porciones 11F de extremo libre, en general es suficiente que cada puente 12, 13 pase alrededor de al menos una de las porciones 11F de extremo libre que pertenecen a la capa L1 de extremo radialmente externa.

25 Además, debe observarse que de acuerdo con realizaciones adicionales, los brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente pueden conectar porciones 11F de extremo libre que pertenecen a capas de conductor que difieren de las capas L2, L3 como se describió anteriormente. Por ejemplo, los brazos de cada puente 12, 13 pueden conectar porciones 11F de extremo libre de la primera y la cuarta capa L1, L4 o de la primera y la tercera capa L1, L3. Por lo tanto, en general, no es estrictamente necesario que ambos brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente de cada puente 12, 13 se extiendan en un pasaje respectivo definido en las capas L1-L4. En otras palabras, en general es suficiente que al menos uno entre los brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente de cada puente 12, 13 se extienda en un pasaje respectivo definido en las capas L1-L4 para conectarse a la porción 11F de extremo libre respectiva.

30 Además, debe observarse que de acuerdo con realizaciones adicionales, los brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente pueden conectar porciones 11F de extremo libre que pertenecen a capas de conductor que difieren de las capas L2, L3 como se describió anteriormente. Por ejemplo, los brazos de cada puente 12, 13 pueden conectar porciones 11F de extremo libre de la primera y la cuarta capa L1, L4 o de la primera y la tercera capa L1, L3. Por lo tanto, en general, no es estrictamente necesario que ambos brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente de cada puente 12, 13 se extiendan en un pasaje respectivo definido en las capas L1-L4. En otras palabras, en general es suficiente que al menos uno entre los brazos 12A, 12B y 13A, 13B de puente de cada puente 12, 13 se extienda en un pasaje respectivo definido en las capas L1-L4 para conectarse a la porción 11F de extremo libre respectiva.

35 Con referencia ahora a las figuras 7 y 8, tales figuras muestran dos realizaciones de puentes del segundo tipo 14, 15 anterior. En particular, de acuerdo con una realización, los puentes del segundo tipo 14, 15 comprenden cada uno dos brazos de puente, respectivamente 14A, 14B y 15A, 15B, y una porción 14C, 15C de conexión de puente entre los respectivos brazos de puente. En el ejemplo, los puentes del segundo tipo 14, 15 tienen formas que difieren entre sí. En particular, como puede verse en las figuras 7 y 8, en el ejemplo, los puentes 14 difieren de los puentes 15 esencialmente en la forma de los respectivos brazos de puente.

40 Volviendo a las figuras 2 y 3, puede verse que los puentes del segundo tipo 14, 15 están dispuestos en un lado del devanado 10 de barra que es radialmente opuesto al de los puentes del primer tipo 12, 13. En otras palabras, en el presente ejemplo los puentes 12, 13 están dispuestos radialmente externos, mientras que los puentes 14, 15 están dispuestos radialmente internos con relación a los puentes 12, 13. Sin embargo, de acuerdo con una realización, las posiciones de los puentes 12, 13 y de los puentes 14, 15 también pueden invertirse en comparación con las que se muestran en las figuras. En otras palabras, los puentes 12, 13 pueden estar dispuestos radialmente internos y los puentes 14, 15 pueden estar dispuestos radialmente externos en relación con los puentes 12, 13. En ese caso, está claro que los puentes 12, 13 estarán dispuestos de modo que giren al menos una porción 11F de extremo libre de la capa de extremo radialmente interna L4 en lugar de girar alrededor de al menos una porción de extremo libre 11F de la capa L1 de extremo radialmente externa como se describe anteriormente.

45 De acuerdo con una realización, cada puente del segundo tipo 14, 15 tiene los respectivos brazos 14A, 14B y 15A, 15B que están conectados respectivamente a dos porciones de extremo libre de la capa L4 de extremo radialmente interna. En particular, de acuerdo con una realización, los puentes 14, 15 conectan las porciones 11F de extremo libre dobladas por dicho primer paso entre sí. En el ejemplo, las porciones 14C, 15C de conexión de puente se extienden radialmente hacia el interior con respecto a la capa L4 de extremo radialmente interna. En particular, como puede verse en las figuras 2 y 3, de acuerdo con una realización, los puentes 14 y 15 están dispuestos cruzados entre sí. En particular, los puentes 15 están dispuestos de manera que tengan un brazo de puente respectivo que está interpuesto entre la porción 14C de conexión de puente del puente 14 y la capa L4 de extremo radialmente interna para conectarse a la porción 11F de extremo libre respectiva. Además, las porciones 14C, 15C de conexión

de los puentes 14, 15 preferiblemente se solapan parcialmente entre sí. De acuerdo con una realización preferida, para permitir una disposición cruzada de los puentes 14, 15, los puentes 15 comprenden al menos un brazo de puente que tiene una forma esencialmente de "L" que se extiende en un plano del conjunto de planos que pasan por el estator eje Z-Z.

5 Basándose en la descripción anterior, por lo tanto, es posible entender cómo un estator para una máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención permite lograr los objetivos mencionados anteriormente.

10 De hecho, gracias al hecho de proporcionar al menos un puente de un primer tipo que exhibe dos brazos de puente conectados a las porciones de extremo libre de dos capas de conductor circulares separadas entre sí, donde tal puente pasa alrededor de al menos una porción de extremo libre de la capa de extremo radialmente externa (o pasa alrededor de al menos una porción de extremo libre de la capa de extremo radialmente interna) y tiene al menos un brazo que se extiende en un pasaje definido en las capas de conductor, es posible hacer conexiones entre las porciones de extremo libre pertenecientes a capas de conductor separadas sin que dicho puente sobresalga axialmente más allá de las porciones de extremo libre de los conductores básicos. De este modo, por lo tanto, es posible hacer que el diseño y la gestión de las conexiones del devanado de barra sean más flexibles al tiempo que se mantiene la compacidad axial de las partes del devanado de barra que sobresalen axialmente del núcleo de estator.

20 Entendiéndose el principio de la invención, los detalles de fabricación y las realizaciones pueden variar ampliamente en comparación con lo que se describe e ilustra solo a modo de ejemplo no limitativo, sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1.- Estator (1) para una máquina eléctrica que comprende:

5 - un núcleo de estator que tiene una primera y una segunda cara opuestas entre sí (3, 4) y una matriz circular de ranuras (5) del estator que se extiende entre dichas caras (3, 4) y se distribuye alrededor de un eje (Z-Z) del estator; y

10 - un devanado (10) de barra que comprende una pluralidad de conductores básicos (11) y una pluralidad de conductores especiales (12, 13, 14, 15, 16, 17) interconectados entre sí para formar el devanado (10) de barra;

15 en el que cada conductor básico (11) comprende dos patas (11A, 11B) de conductor básico y una porción (11C) de conexión de conductor básico entre dichas patas (11A, 11B), cada pata (11A, 11B) de conductor básico tiene una porción de extremo conectada a la porción (11C) de conexión de conductor básico y una porción (11F) de extremo libre opuesta,

20 en el que los conductores básicos (11) se insertan en las ranuras (5) del estator con las porciones (11F) de extremo libre que sobresalen de dicha segunda cara (4), las porciones (11F) de extremo libre definiendo una pluralidad de capas (L1, L2, L3, L4) de conductor circulares concéntricas entre sí que comprenden una capa (L1) de extremo circular radialmente externa y una capa (L4) de extremo circular radialmente interna, y

25 en el que los conductores especiales (12, 13, 14, 15, 16, 17) comprenden un puente (12; 13) de un primer tipo que tiene un primer y un segundo brazo (12A, 12B; 13A, 13B) de puente conectados respectivamente a dos de dichas porciones (11F) de extremo libre, y una porción (12C; 13C) de unión de puente entre dichos brazos (12A, 12B; 13A, 13B) de puente;

30 en el que la porción (12C; 13C) de unión de puente se extiende radialmente hacia el exterior con respecto a dicha capa de extremo radialmente externa (L1), o radialmente hacia el interior con respecto a dicha capa (L4) de extremo radialmente interna, para pasar alrededor de al menos una de las porciones (11F) de extremo libre respectivamente de la capa (L1) de extremo radialmente externa o de la capa (L4) de extremo radialmente interna;

dicho estator (1) estando caracterizado porque el puente de dicho primer tipo (12; 13) está dispuesta de modo que:

35 - las dos porciones (11F) de extremo libre a las que están conectados el primer y segundo brazo (12A, 12B; 13A, 13B) de puente pertenecen respectivamente a dos de dichas capas (L1, L2, L3, L4) de conductor separadas una de otra; y

40 - al menos uno entre el primer y el segundo brazo (12A, 12B; 13A, 13B) de puente se extiende en un pasaje respectivo definido en dichas capas (L1, L2, L3, L4) de conductor para conectarse a la porción (11F) de extremo libre respectiva;

45 en el que dichas capas (L1, L2, L3, L4) de conductor incluyen un primer conjunto de porciones (11F) de extremo libre dobladas circunferencialmente por un primer paso y un segundo conjunto de porciones (11F) de extremo libre dobladas circunferencialmente por un segundo paso que difiere del primer paso, y en el que al menos una de dichas capas (L1, L2, L3, L4) de conductor comprende un grupo de porciones (11F) de extremo libre dobladas por dicho primer paso que están dispuestas consecutivamente y circunferencialmente adyacentes entre sí; el puente de dicho primer tipo (12; 13) girando alrededor de dicho grupo de porciones (11F) de extremo libre, y dichas porciones (11F) de extremo libre a las que están conectados el primer y el segundo brazo (12A, 12B; 13A, 13B) de puente siendo dobladas por dicho segundo paso.

50 2.- Estator (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que también el otro entre el primer y el segundo brazo (12A, 12B; 13A, 13B) de puente se extiende en un pasaje respectivo definido en dichas capas (L1, L2, L3, L4) de conductor para conectar a la respectiva porción (11F) de extremo libre.

55 3.- Estator (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dichas capas (L1, L2, L3, L4) de conductor comprenden, consecutivamente y partiendo de dicha capa (L1) de extremo radialmente externa hasta dicha capa (L4) de extremo radialmente interna, una primera (L1), una segunda (L2), una tercera (L3) y una cuarta (L4) capa de conductor circular, y en la que la porción (11F) de extremo libre a la que está conectado el primer brazo (12A; 13A) de puente pertenece a una entre dichas la segunda y tercera capa (L2, L3) y la porción (11F) de extremo libre a la que está conectado el segundo brazo (12B, 13B) de puente pertenece a la otra entre dicha segunda y tercera capa (L2, L3).

60 4.- Estator (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los conductores especiales (12, 13, 14, 15, 16, 17) comprenden además un terminal (17) de fase insertado en dichas ranuras (5) del estator y que tiene una porción (17F) de extremo de terminal de fase que sobresale de la segunda cara (4) del estator, el puente del primer tipo (12; 13) también girando alrededor de la porción (17F) de extremo de terminal de fase, y al menos uno entre el primer y el segundo brazo (12A, 12B; 13A, 13B) de puente teniendo una porción (12F) de extremo de brazo de puente

respectiva que se dobla para pasar alrededor de dicha porción (17F) de extremo de terminal de fase y para conectar a la porción (11F) de extremo libre respectiva.

5 5.- Estator (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de puentes de dicho primer tipo (12; 13).

10 6.- Estator (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los conductores especiales (12, 13, 14, 15, 16, 17) comprenden una pluralidad de puentes de un segundo tipo (14; 15) que están dispuestos en un lado del devanado (10) de barra que es radialmente opuesto al del puente del primer tipo (12; 13),

15 en el que cada puente del segundo tipo (14; 15) tiene dos brazos (14A, 14B; 15A, 15B) de puente y una porción (14C; 15C) de conexión de puente entre dichos brazos (14A, 14B; 15A, 15B) de puente, los dos brazos (14A, 14B; 15A, 15B) de puente de cada puente del segundo tipo (14; 15) estando conectados respectivamente a dos de dichas porciones (11F) de extremo libre que pertenecen a una misma capa de dicha pluralidad de capas (L1, L2, L3, L4), y en el que los puentes del segundo tipo (14; 15) de dicha pluralidad están dispuestos cruzados entre sí.

7.- Máquina eléctrica que comprende un estator (1) como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

20 8.- Vehículo de accionamiento eléctrico o híbrido que comprende un estator (1) como se define en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores o una máquina eléctrica como se define en la reivindicación 7.

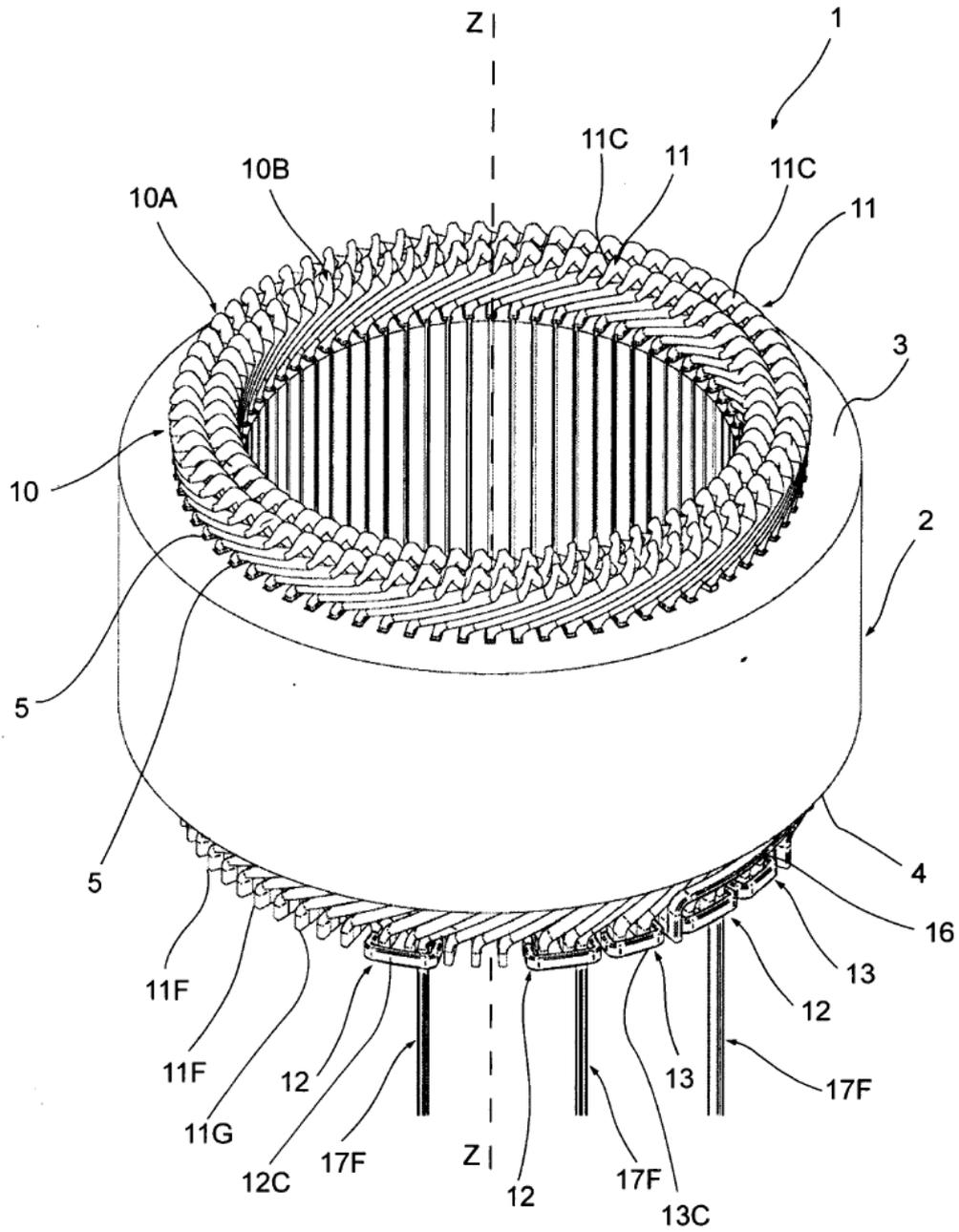


FIG. 1

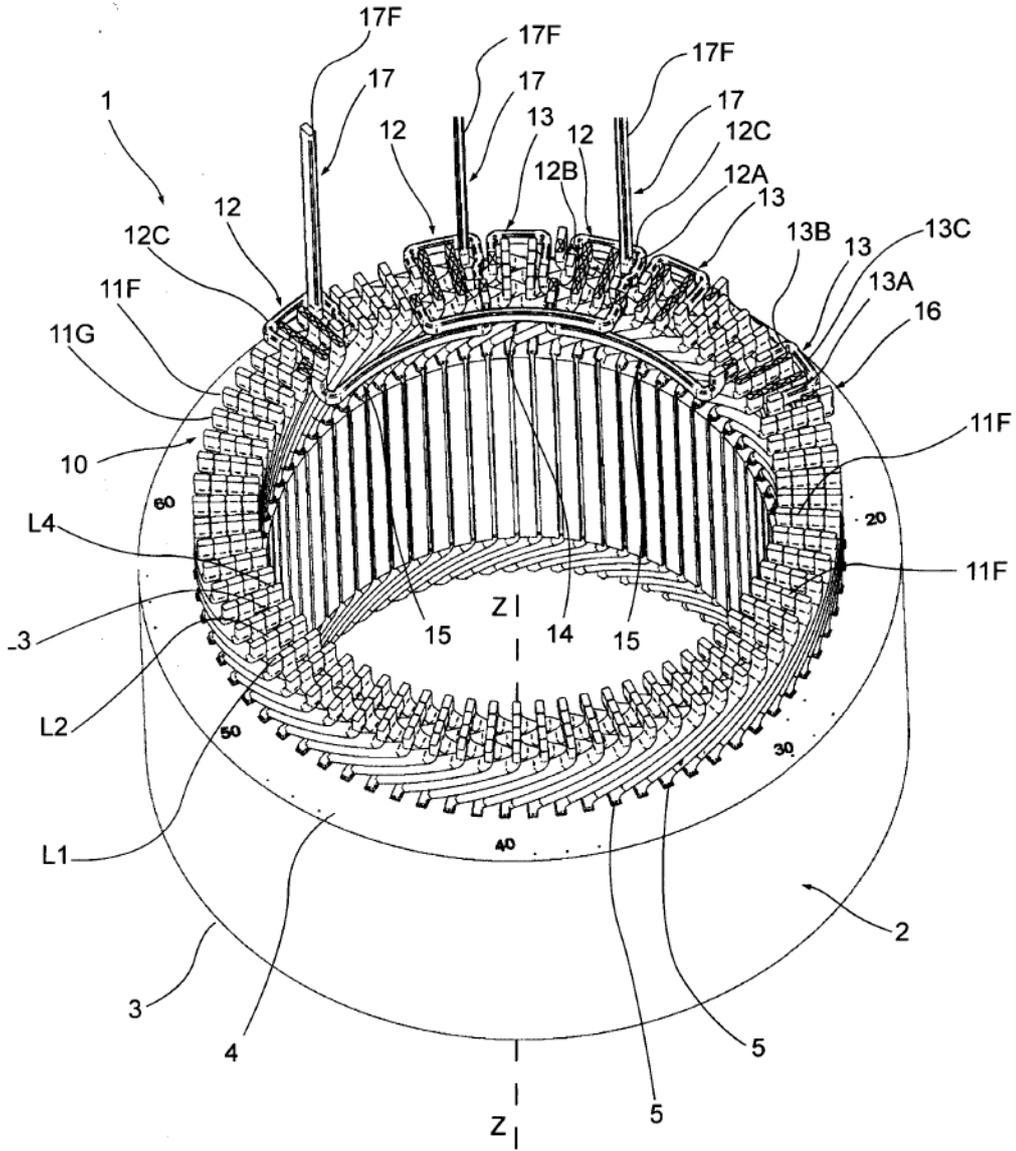


FIG. 2

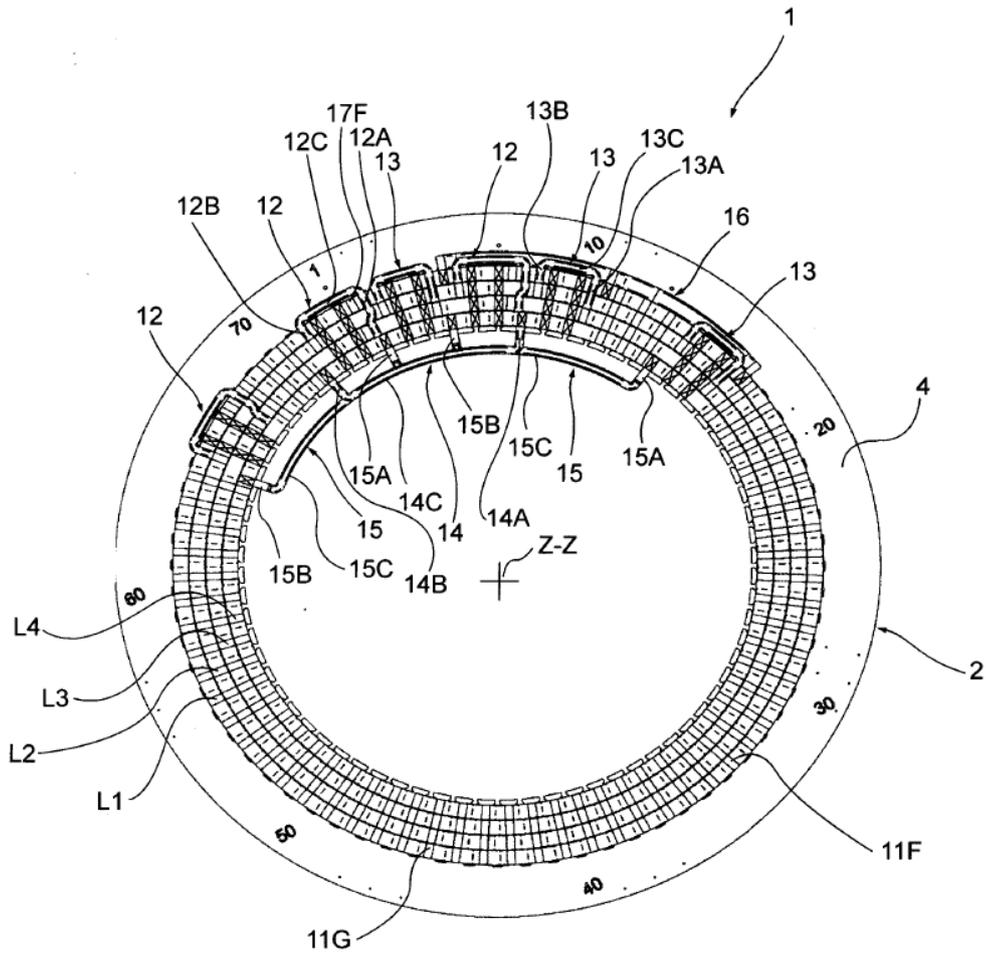


FIG. 3

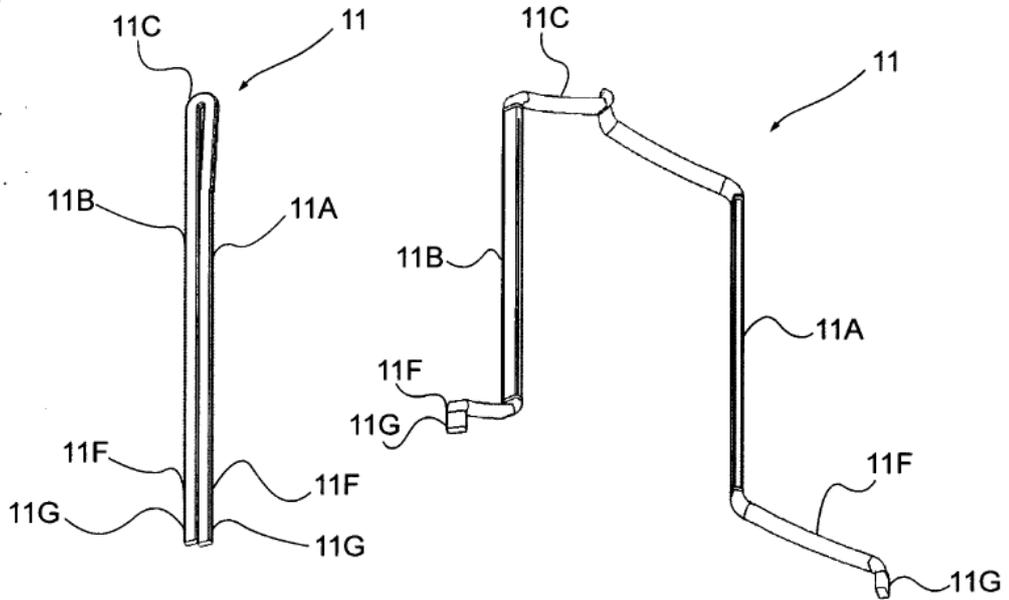


FIG. 4A

FIG. 4B

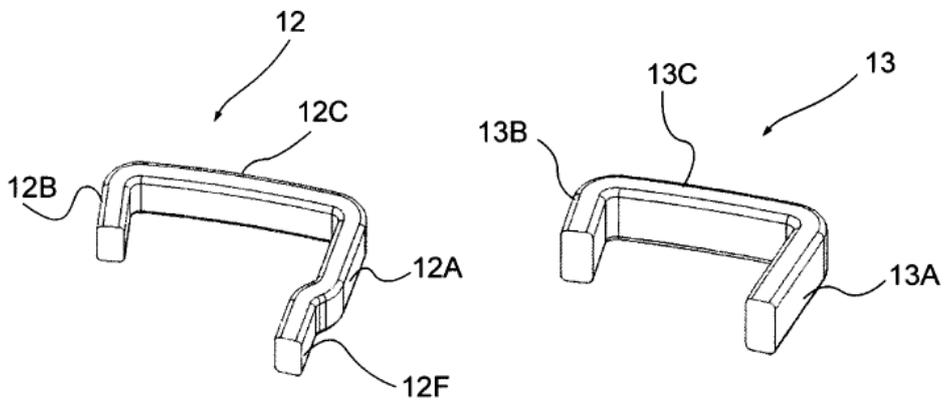


FIG. 5

FIG. 6

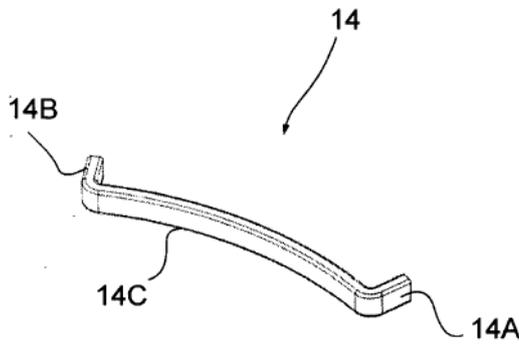


FIG. 7

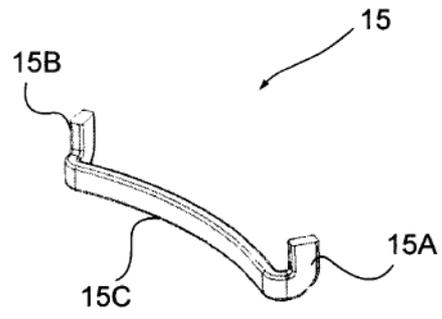


FIG. 8

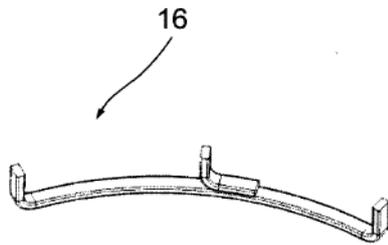


FIG. 9

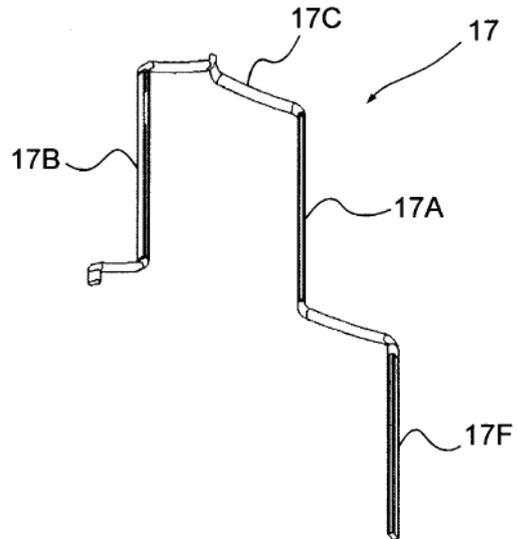


FIG. 10