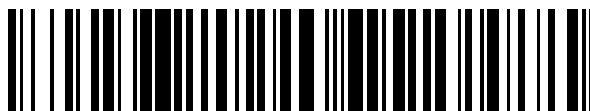


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 620**

51 Int. Cl.:

H02K 15/00 (2006.01)

H02K 17/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2013 PCT/EP2013/071747**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO2014067792**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2013 E 13785377 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2891234**

54 Título: **Rotor de jaula y barra con una hendidura**

30 Prioridad:

30.10.2012 EP 12190603

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

26.06.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BRANDL, KONRAD;
PFALLER, MAXIMILIAN;
PIOTROWSKI, PATRYK;
TREPPER, ANDRÉ;
DEEG, CHRISTIAN y
FICHTNER, SIEGFRIED**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 619 620 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

Rotor de jaula y barra con una hendidura

5 La presente invención hace referencia a un rotor de jaula conforme al preámbulo de la reivindicación 1, a una máquina eléctrica, que comprende el rotor de jaula, y a una barra para el rotor de jaula. Además de esto la invención hace referencia a un procedimiento para producir el rotor de jaula.

10 Un rotor de jaula de este tipo se conoce del documento WO 2012/041943 A2. Allí se describen unas medidas para mejorar la calidad de un rotor de jaula y de una máquina asíncrona, con objeto de superar o reducir los problemas que a este respecto se producen. Allí se describe que un rotor de jaula de una máquina asíncrona presenta una barra en un paquete de chapas de rotor, en donde la barra puede bascular sobre un punto de basculación. La barra puede bascular a este respecto ventajosamente, de tal manera que sus extremos pueden bascular respecto a un eje del rotor de jaula. En la zona terminal del paquete de chapas de rotor se produce por lo tanto una rendija respecto a la barra, en donde la barra puede realizar una flexión en dirección a la rendija. La rendija hace posible por lo tanto una flexión de los extremos de las barras de rotor hacia el eje. Esto tiene la ventaja de que la barra puede ceder ante una fuerza, que se produce si al solidificarse el caldo el anillo de cortocircuito se contrae y ejerce una fuerza sobre la barra en dirección al eje del rotor de jaula. De este modo se actúa en contra del problema de que aumenta la resistencia de transición entre el anillo de cortocircuito y la barra, si la barra no puede seguir el anillo de cortocircuito que se encoge durante el proceso de enfriamiento. El punto de unión entre la barra y el anillo de cortocircuito es responsable predominantemente de los datos de funcionamiento del rotor de jaula o de la máquina eléctrica. Una mejora de los mismos conduce automáticamente a unos mejores datos eléctricos, en particular del grado de eficacia.

20 A causa de los esfuerzos por reducir predominantemente el consumo de energía, es de importancia capital realizar una aportación técnica adicional que, por sí sola, alternativamente o en combinación con medidas conocidas, haga posible una máquina eléctrica con un elevado grado de eficacia.

Por ello el objeto de la invención consiste en proporcionar un rotor de jaula para una máquina eléctrica con un elevado grado de eficacia.

25 Este objeto es resuelto mediante un rotor de jaula para una máquina eléctrica con las características de la reivindicación 1.

El rotor de jaula conforme a la invención para una máquina eléctrica comprende

- un paquete de chapas de rotor, que presenta una ranura,
- 30 - un anillo de cortocircuito moldeado por fusión en un extremo axial del paquete de chapas de rotor, que presenta un primer material, y
- una barra, que está dispuesta en la ranura y presenta un extremo de barra,
- en donde el extremo de barra penetra en el primer material,
- en donde el extremo de barra que penetra en el primer material presenta al menos una hendidura.

El objeto también es resuelto mediante una máquina eléctrica con las características según la reivindicación 10.

35 La máquina eléctrica conforme a la invención comprende un rotor de jaula conforme a la invención.

Además de esto el objeto es resuelto mediante un procedimiento para producir un rotor de jaula según la reivindicación 11. En el procedimiento conforme a la invención para producir un rotor de jaula conforme a la invención se dispone el extremo de barra, que presenta la al menos una hendidura, de forma flexible sobre la ranura.

40 El extremo de barra puede presentar ventajosamente varias hendiduras. De este modo puede mejorarse la flexibilidad del extremo de barra y conseguirse ventajosamente una superficie de sección transversal de los planos de sección transversal, eficaz para la resistencia eléctrica. De este modo a continuación una hendidura puede valer para al menos una hendidura, ventajosamente para varias hendiduras.

45 El rotor de jaula conforme a la invención resuelve el objeto ventajosamente, por medio que el extremo de barra puede flexionarse a causa de la hendidura. De este modo el extremo de barra puede seguir una contracción del primer material durante una solidificación después o durante el moldeado por fusión del anillo de cortocircuito, ya que un momento de flexión radial de la barra, que actúa en contra de las fuerzas que actúan sobre el extremo de

barra durante la contracción del primer material, se reduce mediante la hendidura en el extremo de barra. De este modo se consigue una unión ventajosa entre la barra y el anillo de cortocircuito moldeado por fusión, que conduce a una baja resistencia eléctrica entre la barra y el anillo de cortocircuito y, de este modo, a un rotor de jaula para una máquina eléctrica con un elevado grado de eficacia.

- 5 Asimismo se consigue ventajosamente una unión fija mecánica entre la barra y el rotor de jaula moldeado por fusión, ya que la barra puede seguir de forma correspondiente la contracción del primer material durante la solidificación del caldo.

10 El extremo de barra puede presentar una flexión, en función de las fuerzas que actúan durante la contracción del primer material sobre el extremo de barra. La deformación que sufre a este respecto la barra puede ser una deformación elástica. De este modo se presenta una relación lineal entre la fuerza que actúa a causa de la solidificación del caldo y el tramo, que sigue la barra del caldo que se solidifica.

15 La deformación del extremo de barra puede ser una deformación plástica. De este modo puede actuarse en contra de las fuerzas que actúan durante la contracción del primer material con una contrafuerza definida, cuyo desarrollo temporal está adaptado de tal modo al desarrollo temporal de las fuerzas que actúan, que se consigue una unión ventajosa entre la barra y el anillo de cortocircuito moldeado por fusión.

20 La barra presenta una extensión máxima en una dirección de barra axial desde el extremo de barra hasta otro extremo de barra, que se mide como longitud de barra. Se extienden unos planos de sección transversal perpendicularmente a la dirección de barra axial dentro de la barra. La barra presenta en el plano de sección transversal una primera dirección de barra, en la que se mide una anchura de barra, y presenta una segunda dirección de barra, en la que se mide una altura de barra.

La altura de barra puede ser ventajosamente mayor que la anchura de barra. Entre otras cosas la barra presenta por medio de esto, en el caso de un arranque de una máquina eléctrica con el rotor de jaula, una elevada resistencia eléctrica eficaz y, durante el funcionamiento de la máquina eléctrica, una baja resistencia eléctrica eficaz.

25 La barra puede ser ventajosamente asimétrica respecto a la primera dirección de barra. Mediante la asimetría de la barra respecto a la primera dirección de barra puede elegirse una geometría asimétrica para planos de sección transversal de la barra, de tal manera que la barra durante el arranque de una máquina eléctrica con el rotor de jaula presenta una ventajosamente elevada resistencia eléctrica eficaz que, con un número de revoluciones creciente del rotor de jaula durante el funcionamiento de la máquina eléctrica, varía de forma ventajosa en una baja resistencia eléctrica eficaz.

30 La longitud de barra, anchura de barra y altura de barra son dimensiones de la barra. La barra presenta un segundo material, que puede ser p.ej. cobre.

Una superficie del extremo de barra presenta la hendidura, en donde la hendidura se extiende desde la superficie de la barra con una profundidad de hendidura hacia dentro de la barra. De este modo la hendidura presenta una superficie de corte con la barra.

35 La hendidura puede practicarse ventajosamente con poco esfuerzo. De este modo la hendidura puede practicarse con poco esfuerzo serrando la barra.

40 Durante el funcionamiento de la máquina eléctrica puede alimentarse también energía eléctrica a través de un devanado del estator, y transformarse en energía mecánica mediante la cooperación magnética entre estator y rotor de jaula. A este respecto se hace girar el rotor de jaula y puede entregarse sobre un árbol energía mecánica a un consumidor mecánico en forma de movimientos giratorios.

45 Para el giro del rotor de jaula alrededor de un eje de giro, el rotor de jaula presenta un árbol que se extiende a lo largo del eje de giro y al que está fijado el paquete de chapas de rotor. El paquete de chapas de rotor comprende unas chapas, que están dispuestas por capas desde un extremo axial del paquete de chapas de rotor hasta otro extremo axial del paquete de chapas de rotor. Las chapas presentan para alojar la barra unas aberturas, que forman la ranura. Para la cooperación magnética entre el rotor de jaula y la barra, el rotor de jaula presenta un devanado. El devanado comprende la barra y el anillo de cortocircuito moldeado por fusión, que cortocircuita el devanado. Cuanto menor es la resistencia eléctrica, en particular la resistencia que actúa durante el funcionamiento de la máquina eléctrica, que es el devanado del rotor de jaula, mayor es el grado de eficacia que se alcanza en una máquina eléctrica con el rotor de jaula. Para conseguir un giro ventajoso del rotor de jaula en la máquina eléctrica, el rotor de jaula presenta una o varias barras, en donde la barra y la otra o las otras barras se extienden desde el extremo axial del paquete de chapas de rotor hasta el otro extremo del paquete de chapas de rotor, y en el extremo axial están unidas mediante el anillo de cortocircuito moldeado por fusión eléctrica y mecánicamente, ventajosamente del mismo modo que la barra, al anillo de cortocircuito moldeado por fusión. En el otro extremo axial del paquete de

5 chapas de rotor, la barra y la otra o las otras barras están unidas mediante otro anillo de cortocircuito moldeado por fusión, ventajosamente del mismo modo que la barra, en el extremo de barra al anillo de cortocircuito moldeado por fusión. Para una fijación de la barra, la otra barra o las otras barras el primer material del anillo de cortocircuito moldeado por fusión puede extenderse, a través de la ranura, hasta el otro anillo de cortocircuito moldeado por fusión.

Una dirección axial es una dirección paralela al eje de giro, y una dirección radial es una dirección perpendicular al eje de giro. Si nos alejamos del eje de giro en una dirección radial, alcanzamos primero la base de ranura de la ranura y después la barra que está dispuesta en la ranura.

10 Una máquina eléctrica puede presentar una carcasa para proteger la máquina eléctrica, en la que está dispuesto el estator, y el rotor está montado de forma giratoria entre el estator. La sustentación giratoria del rotor de jaula puede realizarse a través del árbol mediante unos cojinetes en la carcasa,

15 Una máquina eléctrica conforme a la invención presenta, además de las ventajas ya citadas, también la ventaja adicional de que, además del elevado grado de eficacia de la máquina eléctrica, los cojinetes para sustentar el rotor de jaula en la carcasa presentan un menor desgaste. A causa de la hendidura en el extremo de barra se producen desviaciones en una distribución simétrica de masas del rotor de jaula en una mayor medida en el extremo de barra. En el anillo de cortocircuito pueden compensarse las mismas ventajosamente y muy de cerca sencillamente mediante masas inerciales, de tal manera que se consigue un desequilibrio reducido del rotor de jaula. El desgaste reducido de los cojinetes produce unas pérdidas reducidas por fricción en los cojinetes, de tal manera que puede proporcionarse una máquina eléctrica con un elevado grado de eficacia.

20 Un procedimiento conforme a la invención para producir un rotor de jaula conforme a la invención presenta también la ventaja adicional de que el extremo de barra se flexiona ventajosamente durante el moldeo por fusión del anillo de cortocircuito. Entre otras cosas el extremo de barra puede flexionarse paso a paso mediante la hendidura durante la solidificación del caldo, a causa de las fuerzas actuantes, sin obstaculizar la producción del rotor de jaula.

En las reivindicaciones dependientes se especifican unas configuraciones ventajosas de la invención.

25 De este modo es ventajosa una configuración del rotor de jaula conforme a la invención, en la que el extremo de barra mediante la al menos una hendidura presenta una flexión mayor que un segmento de barra que está dispuesto dentro de la ranura. De este modo el extremo de barra puede seguir la contracción del caldo con un flexionado menor de la barra en la ranura. La barra puede estar montada ventajosamente en la ranura. De esta manera puede conseguirse un menor desequilibrio del rotor de jaula. Se evitan ventajosamente espacios vacíos en la ranura que provocan un movimiento de la barra en la ranura, p.ej. con unos números de revoluciones elevados de la barra. De este modo se consigue un menor desgaste de los cojinetes.

La barra puede llenar ventajosamente la ranura. Entre otras cosas de este modo se aprovecha la sección transversal de la ranura completamente para la barra, con lo que se consigue una resistencia eléctrica ventajosamente menor.

35 La barra puede estar dispuesta ventajosamente en una base de ranura de la ranura. De esta forma puede conseguirse un elevado grado de llenado de la sección transversal de la ranura, en donde el primer material está presente ventajosamente en una zona de la ranura, que en una dirección radial está más alejada del eje de giro que la barra. De este modo se consigue una resistencia eléctrica ventajosamente menor.

40 La ranura puede presentar ventajosamente una zona, que está rellena con el primer material. El primer material puede solidificarse ventajosamente en la zona y entre otras cosas se obstaculiza menos la solidificación del primer material en la zona, a causa de la reducida flexión de la barra en la ranura, de tal manera que el primer material presenta después de la solidificación unas características ventajosas, que se consiguen de un modo definido. De esta forma pueden proporcionarse máquinas eléctricas con un elevado grado de eficacia.

45 En otra configuración ventajosa de un rotor de jaula conforme a la invención, una superficie envolvente de la barra presenta la hendidura. La hendidura puede practicarse ventajosamente de forma sencilla sobre la superficie envolvente del extremo de barra. Entre otras cosas la barra puede fijarse sencillamente, de forma ventajosa, para practicar la hendidura en la superficie envolvente. En particular si la superficie de corte se extiende por más del 60% de la altura de barra, se consigue una flexibilidad de los extremos de barra con la que la barra puede seguir ventajosamente una contracción del primer material durante una solidificación del caldo después o durante un moldeo por fusión del anillo de cortocircuito. En particular la hendidura se encuentra a este respecto en una zona de la superficie envolvente, que está alejada del eje de giro en una dirección radial. De este modo se consigue una medida necesaria de flexibilidad de los extremos de barra.

La superficie envolvente puede presentar otra hendidura en un lado de la superficie envolvente opuesto a la hendidura, en donde la superficie envolvente presenta la otra hendidura desplazada en la dirección axial de la barra

5 respecto a la hendidura. De este modo puede conseguirse ventajosamente una mayor medida de flexibilidad del extremo de barra, en donde la resistencia eléctrica de la barra es ventajosamente reducida, ya que el valor para una superficie de sección transversal eficaz mínima para la resistencia eléctrica es invariable con respecto a la barra con una sola hendidura. En otra configuración ventajosa de un rotor de jaula conforme a la invención, una superficie frontal de la barra presenta la hendidura. La superficie frontal es el plano de sección transversal, que puede verse en el extremo de barra o en el otro extremo de barra en un estado no obstruido de la barra, ya que forma una superficie de la barra. Por medio de que la superficie frontal de la barra presenta la hendidura, aumenta la flexibilidad del extremo de barra, en donde se conserva en gran medida la reducida resistencia eléctrica de la barra en toda la longitud de barra. Es asimismo ventajoso que la resistencia de la barra sólo se desvíe en una medida reducida en toda la longitud de barra. De esta manera la barra presenta una estabilidad mecánica ventajosa.

15 En otra configuración ventajosa de un rotor de jaula conforme a la invención la hendidura se extiende sobre la superficie frontal, en una dirección que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en una primera dirección de barra. De este modo se aumenta ventajosamente la flexibilidad del extremo de barra, ya que el momento resistente del extremo de barra se reduce. En particular aumenta ventajosamente la flexibilidad de la barra, si la barra presenta una altura que es mayor que la anchura de barra. En particular la hendidura se extiende en la superficie frontal ventajosamente en la primera dirección, para conseguir una reducción ventajosa máxima del momento resistente a causa de la hendidura en la superficie frontal.

20 En otra configuración ventajosa de un rotor de jaula conforme a la invención la hendidura se extiende sobre la superficie frontal, en una dirección que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en una segunda dirección de barra. A causa de la hendidura en la superficie frontal se alcanza una reducción ventajosa del momento resistente, que conduce a una flexibilidad ventajosa del extremo de barra.

25 Si la barra presenta una hendidura en la superficie frontal que, como se ha descrito, se extiende fundamentalmente en una primera dirección de barra, puede presentarse de forma ventajosa otra hendidura sobre la superficie frontal, que se extiende en una dirección que, como se ha descrito, se extiende fundamentalmente en la segunda dirección de barra. De este modo unas zonas entre las hendiduras presentan una ventajosamente gran dimensión en la primera y en la segunda dirección de barra. Entre otras cosas las zonas entre las hendiduras pueden garantizar de este modo que las zonas, durante la producción del rotor de jaula, permanecen unidas a la barra de tal manera, que están unidas a la barra con una reducida resistencia eléctrica.

30 En otra configuración ventajosa de un rotor de jaula conforme a la invención la superficie de corte se extiende desde el extremo de barra hasta otro extremo de barra de la barra. Se consigue ventajosamente una mejor flexibilidad de la barra en el extremo de barra. Entre otras cosas pueden dilatarse o aplastarse unos conductores parciales, que forman una barra, con una menor influencia mutua bajo la acción de la fuerza que actúa sobre la barra durante la solidificación del caldo. La superficie de corte se extiende a este respecto entre los conductores parciales, que se extienden a lo largo de la dirección axial de la barra, en donde están dispuestas unas secciones transversales de los conductores parciales dentro de los planos de sección transversal de la barra. Los planos de sección transversal de la barra forman una curva envolvente, que abraza los conductores parciales.

35 La hendidura puede practicarse ventajosamente con un esfuerzo reducido. De este modo la hendidura puede practicarse mediante una disposición de los conductores parciales respecto a la curva envolvente de la barra.

40 Los conductores parciales pueden presentar unas secciones transversales circulares. De este modo se consigue ventajosamente una mejor flexibilidad en el extremo de barra.

45 Los conductores parciales pueden presentar unas secciones transversales circulares con un diámetro, que presenta un valor máximo de un milímetro. De esta manera se alcanza ventajosamente una mejor flexibilidad en el extremo de barra, con una superficie grande entre los conductores parciales y el anillo de cortocircuito. De esta forma se consigue ventajosamente una menor resistencia eléctrica para una unión entre los conductores parciales y el anillo de cortocircuito.

Los conductores parciales pueden presentar unas secciones transversales rectangulares. De este modo se consigue un elevado nivel de llenado de la ranura con los conductores parciales. De esta manera se consigue una resistencia eléctrica reducida de la barra.

50 En otra configuración ventajosa de un rotor de jaula conforme a la invención, la hendidura termina dentro de la barra. De este modo se consigue ventajosamente una flexibilidad del extremo de barra, con una flexibilidad ventajosamente reducida en un centro de la barra.

De esta manera el extremo de barra puede sobresalir de la ranura con una longitud de salida en un extremo axial del paquete de chapas de rotor, en donde la hendidura presenta una profundidad de corte que supone ventajosamente al menos la mitad de la longitud de salida y como máximo la longitud de salida. La hendidura puede practicarse aquí

ventajosamente con un esfuerzo reducido mediante el serrado de la barra, ya que entre cosas el serrado puede llevarse a cabo de forma sencilla hasta la profundidad de penetración de la hendidura.

5 En otra configuración ventajosa de un rotor de jaula conforme a la invención, la barra presenta en la hendidura un dispositivo de unión. La barra se confina ventajosamente en la hendidura, en donde se consiguen una flexibilidad ventajosa conforme a la invención y una ventajosamente menor resistencia eléctrica conforme a la invención del devanado del rotor de jaula. Entre otras cosas se obtiene mediante el dispositivo de unión en la hendidura una introducción más precisa de la barra durante la producción, de tal manera que durante la producción del rotor de jaula o de la máquina eléctrica con el rotor de jaula pueden fabricarse máquinas eléctricas con un elevado grado de eficacia.

10 El dispositivo de unión puede ser una grapa, que rodea la barra de tal manera, que no se impide una disposición de la barra en la ranura. La grapa puede aplicarse ventajosamente a la barra, en particular en arrastre de fuerza. Entre otras cosas la grapa puede aplicarse con un esfuerzo reducido a la barra.

15 El dispositivo de unión puede ser un tercer material, que llena al menos parcialmente la hendidura, en donde el tercer material a una temperatura, que es al menos igual al punto de fusión del primer material, hace posible una flexión del extremo de barra con una fuerza menor que en una barra, que sólo se compone del primer material. La barra puede presentar de este modo ventajosamente la forma utilizada habitualmente en un rotor de jaula. Entre otras cosas se necesitan pocas adaptaciones, en particular ninguna, del rotor de jaula a una geometría modificada de la barra, que conducen a un empeoramiento del grado de eficacia de la máquina eléctrica. También pueden utilizarse ventajosamente los procesos de producción habituales con una elevada calidad para conseguir un rotor de jaula con un elevado grado de eficacia.

La hendidura puede practicarse ventajosamente con un esfuerzo reducido. De este modo la hendidura puede practicarse mediante una disposición de los conductos parciales con respecto a la curva envolvente de la barra y mediante un llenado al menos parcial de la hendidura con el tercer material, en un estado de fusión.

25 Para que se haga posible la flexión del extremo de barra con una menor fuerza que con una barra, que sólo se compone del primer material, el tercer material puede llenar la hendidura solo parcialmente en la dirección axial de la barra. De esta manera puede conseguirse mediante el tercer material una unión puntual fija ventajosa.

30 Para que se haga posible la flexión del extremo de barra con una menor fuerza que con una barra, que sólo se compone del primer material, el tercer material puede presentar un punto de fusión, que presenta un valor de hasta un valor del punto de fusión del primer material. De este modo la barra puede flexionarse todavía durante la solidificación del caldo y es compacta ventajosamente después de la solidificación.

Las características, particularidades y ventajas anteriormente descritas de esta invención, así como el modo y la manera en los que se consiguen las mismas, se entienden de forma más clara y nítida con relación a la siguiente descripción de los ejemplos de realización, que se explican con más detalle en relación con las figuras. Aquí muestran:

35 la fig. 1 un primer ejemplo de realización de una máquina eléctrica, que comprende un primer ejemplo de realización de un rotor de jaula,

la fig. 2 un segundo ejemplo de realización de una máquina eléctrica, que comprende un segundo ejemplo de realización de un rotor de jaula,

40 la fig. 3 un tercer ejemplo de realización de una máquina eléctrica, que comprende un tercer ejemplo de realización de un rotor de jaula,

la fig. 4 un cuarto ejemplo de realización de una máquina eléctrica, que comprende un cuarto ejemplo de realización de un rotor de jaula,

la fig. 5 un corte de una sección transversal a lo largo de la línea V-V de la fig. 4,

45 la fig. 6 un quinto, sexto, séptimo y octavo ejemplo de realización de una máquina eléctrica, que comprende un quinto, sexto, séptimo y octavo ejemplo de realización de un rotor de jaula,

la fig. 7 un corte de una sección transversal a lo largo de la línea VII-VII de la fig. 6,

la fig. 8 un corte de una sección transversal a lo largo de la línea VIII-VIII de la fig. 6,

la fig. 9 un corte de una sección transversal a lo largo de la línea IX-IX de la fig. 6,

la fig. 10 un corte de una sección transversal a lo largo de la línea X-X de la fig. 6.

La fig. 1 muestra un primer ejemplo de realización de una máquina eléctrica 4, que comprende un primer ejemplo de realización de un rotor de jaula 3. La máquina eléctrica 4 es una máquina asíncrona y presenta una carcasa 101, en la que está dispuesto el estator 102. El estator 102 presenta un devanado 103. El rotor de jaula 3 está fijado a un árbol 18, que está montado a través de unos rodamientos 17 de forma que puede girar alrededor del eje de giro 19 en la carcasa 101. El rotor de jaula 3 comprende un paquete de chapas de rotor 5, que presenta una ranura 6, un anillo de cortocircuito 5 moldeado por fusión en un extremo axial 7 del paquete de chapas de rotor 5, que presenta un primer material 108, y una barra 9 que está dispuesta en la ranura 6 y presenta un extremo de barra 14. El paquete de chapas de rotor 5 comprende unas chapas, que están dispuestas por capas desde el extremo axial 7 del paquete de chapas de rotor 5 hasta otro extremo axial 11 del paquete de chapas de rotor 5. El paquete de chapas de rotor 5 presenta, p.ej. en el extremo axial 7, una chapa 15 y otra chapa 16. El extremo de barra 14 puede flexionarse mediante una hendidura 10, en donde la hendidura 10 presenta una superficie de corte 1010 con el extremo de barra 14. El primer material 108 es aluminio y se ha moldeado por fusión en un proceso de moldeo por presión sobre el rotor de jaula 3.

Un devanado del rotor de jaula 3 presenta la barra 9, otra barra 109, el anillo de cortocircuito 8 y otro anillo de cortocircuito 110, así como otras barras, que están dispuestas en otras ranuras del rotor de jaula 3. Los extremos de barra de la otra barra 109 y de las otras barras están configurados ventajosamente del mismo modo que el extremo de barra 14, para que los mismos estén unidos ventajosamente al anillo de cortocircuito 8 moldeado por fusión mediante el anillo de cortocircuito 8 moldeado por fusión, eléctrica y mecánicamente, del mismo modo que el extremo de barra 14. En el otro extremo axial 11 del paquete de chapas de rotor 5, la barra 9 y la otra barra 109 o las otras barras están unidas de forma correspondiente al anillo de cortocircuito 8 moldeado por fusión mediante otro anillo de cortocircuito 110 moldeado por fusión, ventajosamente del mismo modo que el extremo de barra 14. La barra 9, la otra barra 109 y las otras barras presentan un segundo material, que es cobre.

Una dirección axial es una dirección paralela al eje de giro 19, y una dirección radial es una dirección perpendicular al eje de giro 19. Si nos alejamos del eje de giro en una dirección radial, alcanzamos primero la base de ranura 13 de la ranura y después la barra 9 que está dispuesta en la ranura.

El extremo de barra 14 presenta otra hendidura 12, de tal manera que el extremo de barra presenta varias hendiduras. De este modo puede conseguirse ventajosamente una mayor medida de flexibilidad del extremo de barra 14, en donde la resistencia eléctrica de la barra 9 es ventajosamente reducida, ya que el valor para una superficie de sección transversal eficaz mínima para la resistencia eléctrica es invariable con respecto a la barra con una sola hendidura 10. Una superficie envolvente 900, que es una superficie del extremo de barra 14, presenta la hendidura 10 y la otra hendidura 12 en una zona de la superficie envolvente 900, que está alejada del eje de giro 19 en una dirección radial. La superficie de corte 1010 se extiende por más del 60% de una altura de barra, de tal manera que la barra 9 puede seguir una contracción del primer material 108 durante una solidificación del caldo después o durante un moldeo por fusión del anillo de cortocircuito 8. La barra 9 puede seguir de este modo la contracción del primer material 108 durante la solidificación del caldo en dirección al eje de giro 19.

Las hendiduras 10, 12 se extienden desde la superficie envolvente 900 con una profundidad de hendidura hasta dentro de la barra 9. La profundidad de hendidura es superior al 60% de la altura de barra. El extremo de barra 14 presenta una mayor flexión que un segmento de barra que está dispuesto dentro de la ranura 6. La mayor flexión no se ha representado en ninguna de las figuras. El segmento de barra se encuentra entre el extremo axial 7 y el otro extremo axial 11 del paquete de chapas de rotor 5.

La barra 9 presenta una extensión máxima en una dirección de barra axial 1 desde el extremo de barra 14 hasta otro extremo de barra 114, que se mide como longitud de barra. La barra 9 está dispuesta fundamentalmente en la ranura 6, de tal manera que una dirección axial del rotor de jaula 3 o de la máquina eléctrica discurre en paralelo a la dirección de barra axial 1 dentro de la barra 9. La barra 9 presenta en los planos de sección transversal una primera dirección de barra 2, en la que se mide una anchura de barra, y una segunda dirección de barra 300, en la que se mide una altura de barra. La altura de barra es mayor que la anchura de barra. La barra 9 es asimétrica respecto a la dirección de barra 2, ya que presenta unos planos de sección transversal con una curva envolvente como la barra 49 en el cuarto ejemplo de realización conforme a la fig. 5.

La fig. 2 muestra un segundo ejemplo de realización de una máquina eléctrica 24, que comprende un segundo ejemplo de realización de un rotor de jaula 23. El extremo de barra 244 puede flexionarse mediante una hendidura 22, que presenta el extremo de barra 244 en una zona de la superficie envolvente 929, que está alejada del eje de giro 19 en una dirección radial. Una superficie envolvente 929 de la barra 29 presenta, además de la hendidura 22, otra hendidura 20 en un lado de la superficie envolvente 929 opuesto a la hendidura 22, en donde la superficie envolvente 929 presenta la otra hendidura 20 desplazada en la dirección de barra axial 1 respecto a la hendidura 22.

De este modo el extremo de barra 244 es ventajosamente flexible en la dirección de barra axial 1, para que el extremo de barra 244 pueda ceder antes las fuerzas que actúan dado el caso también en la dirección de barra axial 1, durante la contracción del primer material 108 del caldo. La otra hendidura 20 está desplazada en la dirección de barra axial de tal manera, que una separación axial a entre la otra hendidura 20 y la hendidura 22 en la dirección de barra axial 1 presenta al menos un valor que se corresponde con la altura de barra, reducida en la profundidad de hendidura de la hendidura 22 o de la otra hendidura 20. De este modo puede conseguirse ventajosamente una mayor medida de flexibilidad del extremo de barra 244, en donde la resistencia eléctrica de la barra 29 es ventajosamente reducida, ya que el valor de una superficie de sección transversal eficaz mínima para la resistencia eléctrica es invariable con respecto a una barra 29 con una sola hendidura 22. De esta forma se consigue una sección transversal para la resistencia eléctrica, que se determina fundamentalmente mediante la profundidad de hendidura.

La hendidura 22 y la otra hendidura 20 se extienden por más del 60% de la altura de barra hacia dentro de la barra 29.

La fig. 3 muestra un tercer ejemplo de realización de una máquina eléctrica 34, que comprende un tercer ejemplo de realización de un rotor de jaula 33. El extremo de barra 344 puede flexionarse mediante una hendidura 32, que presenta el extremo de barra 344 en una zona de una superficie envolvente 939, que en una dirección radial está alejada del eje de giro 19. La superficie envolvente 939 del extremo de barra 344 de una barra 39 presenta la hendidura 32. La barra 39 presenta otra hendidura 30, que forma una superficie de corte 130 con el extremo de barra 344. La otra hendidura 30 presenta otra superficie de corte 131 con el extremo de barra 344. La otra hendidura 30 se extiende cuneiformemente desde la superficie envolvente 939 en la barra 39 hasta una profundidad de hendidura. La hendidura 32 se extiende cuneiformemente desde la superficie envolvente 939 en la barra 39 hasta una profundidad de hendidura dentro de la barra 9. De este modo el primer material 108 puede asentarse o comprimirse sobre la barra 39 durante la solidificación, después o durante el moldeado por fusión del anillo de cortocircuito 39 durante la contracción, de tal manera que se establece una unión entre la barra 39 y el anillo de cortocircuito 38 con una resistencia eléctrica reducida. La profundidad de penetración de la hendidura 32 y de la otra hendidura 30 es superior al 60% de la altura de barra de la barra 39. La superficie envolvente 939 presenta la otra hendidura 30 en un lado opuesto a la hendidura 32, en donde la superficie envolvente 939 presenta la otra hendidura 30, desplazada en la dirección de barra axial 1 con respecto a la hendidura 32.

La fig. 4 muestra un cuarto ejemplo de realización de una máquina eléctrica 44, que comprende un cuarto ejemplo de realización de un rotor de jaula 43. Un extremo de barra 444 puede flexionarse mediante una hendidura 40, que presenta el extremo de barra 444. Una superficie frontal 443 de la barra 49 presenta la hendidura 40. El extremo de barra 444 presenta sobre la superficie frontal 443 otra hendidura 42. El paquete de chapas de rotor 5 comprende en el extremo axial 7 una primera chapa 15.

La fig. 5 presenta un corte de una sección transversal a lo largo de la línea V-V de la fig. 4. El corte de la sección transversal a lo largo de la línea V-V se corresponde con un corte correspondiente de una sección transversal a lo largo de la primera chapa 15 en el extremo axial 7 del rotor de jaula 43. La hendidura 40 sobre la superficie 443 se extiende en una dirección 141, que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en la primera dirección de barra 2. La hendidura 40 presenta una superficie de corte 41 con el extremo de barra 444.

El extremo de barra 444 de la barra 49 presenta una hendidura 400 en la superficie frontal 443, que se extiende en una dirección 1401, que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en la segunda dirección de barra 300. Esta hendidura 400 presenta una superficie de corte 1400 con el extremo de barra 444.

Como se muestra en la fig. 4, las hendiduras 40, 42 terminan dentro de la barra 49. Las hendiduras 40, 42 terminan en una zona de la barra 49, que ya está dispuesta escasamente en la ranura 6. Escasamente significa a este respecto que las hendiduras 40, 42 penetran en la ranura 6 en un grosor de la chapa. De este modo se obtiene la hendidura de la sección transversal a lo largo de la línea V-V conforme a la fig. 5.

La barra 49 está dispuesta en una base de ranura 13 de la ranura 6. El primer material 108 se presenta en una zona de la ranura 6, que en una dirección radial está más alejada del eje de giro 19 que la barra 49. El rotor de jaula 43 se muestra en la fig. 4 en una posición, en la que la dirección radial se corresponde con la segunda dirección de barra 300.

El paquete de chapas de rotor 5 puede presentar en la ranura 6 unos elementos de posicionamiento 21. Los mismos pueden sujetar la barra 49 ventajosamente en una posición definida, para mantener la posición de la barra 49 en la base de ranura 13 durante la producción del rotor de jaula 43. La primera chapa 15 presenta los elementos de posicionamiento 21, en donde los mismos están unidos formando una pieza con la chapa 15. De este modo la primera chapa 15 con sus elementos de posicionamiento 21 puede producirse a partir de un trozo de chapa. De forma ventajosa una primera chapa 15 presenta, en el otro extremo axial 11 del paquete de chapas de rotor 5, también unos elementos de posicionamiento 21. Por medio de que el extremo de barra 444 mediante las hendiduras 40, 42, 400 presenta una mayor flexión que un segmento de barra, que está dispuesto dentro de la ranura 6, el

extremo de barra 444 puede seguir ventajosamente la contracción del primer material 108 durante la solidificación del caldo, sin que los elementos de posicionamiento 21 obstaculicen esto de forma notable.

5 La fig. 6 muestra un quinto, sexto, séptimo y octavo ejemplo de realización de una máquina eléctrica, que comprende un quinto, sexto, séptimo u octavo ejemplo de realización de un rotor de jaula. Los extremos de barra de las barras 69, 79, 89, 99 presentan unas hendiduras 140, 691, 791, 892 y otras hendiduras. Las separaciones en la segunda dirección de barra 300 entre las hendiduras 140, 691, 791, 892 y las otras hendiduras no son iguales para todos los ejemplos de realización. La fig. 6 no ofrece ninguna información sobre las separaciones. Si se quisieran representar las separaciones de los ejemplos de realización unos con relación a los otros en figuras, debería elaborarse para cada ejemplo de realización su propia figura y dibujarse cualitativamente las separaciones conforme a la descripción.

10 La fig. 7 muestra un corte de una sección transversal a lo largo de la línea VII-VII del quinto ejemplo de realización de una máquina eléctrica 64, que comprende un quinto ejemplo de realización de un rotor de jaula 63, conforme a la fig. 6. El corte de la sección transversal a lo largo de la línea VII-VII se corresponde con un corte correspondiente de una sección transversal a lo largo de la primera chapa 15 en el extremo axial 7 del rotor de jaula 63. Una superficie de corte, que presenta la hendidura 691 con el extremo de barra, se extiende entre un conductor parcial 70 y otro conductor parcial 72, que se extienden a lo largo de la dirección de barra axial 1, en donde una sección transversal del conductor parcial 70 y una sección transversal del otro conductor parcial 72 están dispuestas dentro de los planos de sección transversal de una barra 69. Las secciones transversales del conductor parcial 70 y del otro conductor parcial en la ranura 6 están dispuestas dentro de los planos de sección transversal de la barra 69. Los planos de sección transversal de la barra 69 forman una curva envolvente, que abraza el conductor parcial 70 y los otros conductores parciales. El conductor parcial 70 y los otros conductores parciales 72 presentan una sección transversal rectangular.

15 La fig. 8 muestra un corte de una sección transversal a lo largo de la línea VIII-VIII del sexto ejemplo de realización de una máquina eléctrica 74, que comprende un sexto ejemplo de realización de un rotor de jaula 73 en la fig. 6. El corte de la sección transversal a lo largo de la línea VIII-VIII se corresponde con un corte correspondiente de una sección transversal a lo largo de la primera chapa 15, en el extremo axial 7 del rotor de jaula 73. Una superficie de corte, que presenta la hendidura 791 con el extremo de barra, se extiende entre el conductor parcial 80 y el otro conductor parcial 82, que se extienden a lo largo de la dirección de barra axial 1, en donde una sección transversal del conductor parcial 80 y una sección transversal del otro conductor parcial 82 están dispuestas dentro de los planos de sección transversal de una barra 79. El conductor parcial 80 y los otros conductores parciales en la ranura 6 están dispuestos dentro de los planos de sección transversal de la barra 79. Los planos de sección transversal de la barra 79 forman una curva envolvente, que abraza el conductor parcial 80 y los otros conductores parciales. El conductor parcial 80 y los otros conductores parciales presentan una sección transversal circular.

20 La fig. 9 muestra un corte de una sección transversal a lo largo de la línea IX-IX del séptimo ejemplo de realización de una máquina eléctrica 84, que comprende un séptimo ejemplo de realización de un rotor de jaula 83 en la fig. 6. El corte de la sección transversal a lo largo de la línea IX-IX se corresponde con un corte correspondiente de una sección transversal a lo largo de la primera chapa 15, en el extremo axial 7 del rotor de jaula 83. Los conductores parciales 891 presentan una sección transversal circular con un diámetro que presenta un valor máximo de 1 mm.

25 La fig. 10 muestra un corte de una sección transversal a lo largo de la línea X-X de un octavo ejemplo de realización de una máquina eléctrica 94, que comprende un octavo ejemplo de realización de un rotor de jaula 93 en la fig. 6. El corte de la sección transversal a lo largo de la línea X-X se corresponde con un corte correspondiente de una sección transversal a lo largo de la primera chapa 15, en el extremo axial 7 del rotor de jaula 93. Una barra 99, que presenta un conductor parcial 151 y otro conductor parcial 991, que se extienden a lo largo de la dirección de barra axial 1, presenta en la hendidura 140 un dispositivo de unión 1000. Este dispositivo de unión 1000 presenta un tercer material, que es aluminio.

30 La barra 99 presenta otras hendiduras 142 sobre la superficie frontal, que se extienden en una dirección 141, que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en la primera dirección de barra 2. La barra presenta también una hendidura 402 sobre la superficie frontal, que se extiende en una dirección 1401, que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en la segunda dirección de barra 300. Todas las hendiduras 140, 142 presentan unas superficies de corte 1400, 1402 con el extremo de barra. Las superficies de corte 1400, 1402 se extienden desde un extremo de barra hasta otro extremo de barra de la barra 99. Las superficies de corte 1400, 1402 se extienden entre el conductor parcial 151 y los otros conductores parciales 991, que se extienden a lo largo de la dirección de barra axial, en donde las secciones transversales del conductor parcial 151 y de los otros conductores parciales están dispuestas dentro de los planos de sección transversal de la barra 99. El dispositivo de unión 1000 llena al menos parcialmente todas las hendiduras 140, 142, 402. La barra 99 presenta de este modo ventajosamente la forma utilizada habitualmente en un rotor de jaula. El dispositivo de unión 1000 une el conductor parcial 151 y los otros conductores parciales, de tal manera que la barra 99 puede implantarse ventajosamente en una pieza en la ranura 6 y puede utilizarse, incluso antes de la implantación en la ranura 6, de forma sencilla en un proceso de producción.

ES 2 619 620 T3

Las hendiduras 10, 12, 20, 22, 30, 32, 40, 42 en las barras 19, 109, 29, 39, 49 de los ejemplos de realización primero a cuarto se han practicado mediante el serrado de las barras 19, 109, 29, 39, 49.

5 Las hendiduras 691, 791, 892, 140, 142, 402 en las barras 69, 79, 89, 99 de los ejemplos de realización quinto a octavo se han practicado mediante una disposición de los conductores parciales 70, 80, 151, 891, 991, de los otros conductores parciales 72, 82, 152 y otros conductores parciales respecto a la curva envolvente de las barras 69, 79, 89, 99.

10 En el octavo ejemplo de realización las hendiduras 140, 142, 402 en la barra 99 se han llenado adicionalmente al menos parcialmente con el tercer material, que es aluminio, en un estado de fusión del tercer material, para practicar las hendiduras 140, 142, 402. Entre otras cosas la barra 99 puede introducirse de este modo ventajosamente como barra aisladas en la ranura 6.

Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en detalle mediante unos ejemplos de realización preferidos, la invención no está limitada a los ejemplos revelados y el técnico puede deducir de ellos otras variaciones, sin abandonar el ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Rotor de jaula (3, 23, 33, 43, 63, 73, 83, 93) para una máquina eléctrica (4, 24, 34, 44, 64, 74, 84, 94), que comprende
- un paquete de chapas de rotor (5), que presenta una ranura (6),
- 5
- un anillo de cortocircuito (8, 38) moldeado por fusión en un extremo axial (7) del paquete de chapas de rotor (5), que presenta un primer material (108), y
 - una barra (9, 29, 39, 49, 69, 79, 89, 99), que está dispuesta en la ranura (6) y presenta un extremo de barra (14, 244, 344, 444),
 - en donde el extremo de barra (14, 244, 344, 444) penetra en el primer material (108),
- 10
- caracterizado porque el extremo de barra (14, 244, 344, 444) que penetra en el primer material (108) presenta varias hendiduras (10, 20, 30, 40, 140, 402, 691, 791, 892).
2. Rotor de jaula (3, 23, 33, 43, 63, 73, 83, 93) según la reivindicación 1, en donde el extremo de barra (14, 244, 344, 444) mediante al menos una hendidura (10, 20, 30, 40, 140, 402, 691, 791, 892) presenta una flexión mayor que un segmento de barra que está dispuesto dentro de la ranura (6).
- 15
3. Rotor de jaula (3, 23, 33, 43, 63, 73, 83, 93) según la reivindicación 1 ó 2, en donde una superficie envolvente (900, 939, 929) de la barra (9, 29, 39) presenta al menos una hendidura (10, 20, 30).
4. Rotor de jaula (43, 63, 73, 83, 93) según la reivindicación 1 ó 2, en donde una superficie frontal (443) de la barra (49, 69, 79, 89, 99) presenta al menos una hendidura (40, 140, 402, 691, 791, 892).
- 20
5. Rotor de jaula (43, 63, 73, 83, 93) según la reivindicación 4, en donde al menos una hendidura (40, 140, 402, 691, 791, 892) se extiende sobre la superficie frontal (443), en una dirección (141) que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en una primera dirección de barra (2), en donde en la primera dirección de barra (2) se mide una anchura de barra.
- 25
6. Rotor de jaula (43, 63, 73, 83, 93) según la reivindicación 4, en donde al menos una hendidura (40, 140, 402, 691, 791, 892) se extiende sobre la superficie frontal (443), en una dirección (141) que presenta una componente vectorial máxima en cuanto a importe en una segunda dirección de barra (300), en donde en la segunda dirección de barra (300) se mide una altura de barra.
7. Rotor de jaula (63, 73, 83, 93) según una de las reivindicaciones 4 a 6, en donde una superficie de corte de al menos una hendidura (140, 402, 691, 791, 892) con la barra (69, 79, 89, 99) se extiende desde el extremo de barra hasta otro extremo de barra de la barra (69, 79, 89, 99).
- 30
8. Rotor de jaula (3, 23, 33, 43) según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde al menos una hendidura (10, 20, 30, 40) termina dentro de la barra (9, 29, 39, 49).
9. Rotor de jaula (93) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la barra (99) presenta en al menos una hendidura (140, 142, 402) un dispositivo de unión (1000), en donde la barra (99) se confina en al menos una hendidura (140, 142, 402) con el dispositivo de unión (1000), para una introducción más precisa de la barra (99) durante la producción del rotor de jaula (93) o de la máquina eléctrica (94).
- 35
10. Máquina eléctrica (4, 24, 34, 44, 64, 74, 84, 94) que comprende un rotor de jaula (3, 23, 33, 43, 63, 73, 83, 93) según una de las reivindicaciones anteriores.
11. Procedimiento para producir un rotor de jaula (3, 23, 33, 43, 63, 73, 83, 93) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el extremo de barra (14, 244, 344, 444), que presenta varias hendiduras (10, 20, 30, 40, 140, 402, 691, 791, 892), se dispone de forma flexible sobre la ranura (6), y el anillo de cortocircuito (8, 38) se moldea por fusión, en donde el extremo de barra (14, 244, 344, 444) mediante una flexión del extremo de barra (14, 244, 344, 444) puede sufrir una deformación elástica o plástica, en función de las fuerzas que actúan durante la contracción del primer material (108) al solidificarse el caldo sobre el extremo de barra (14, 244, 344, 444).
- 40

FIG 1

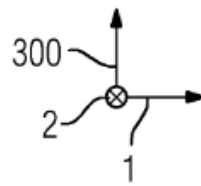
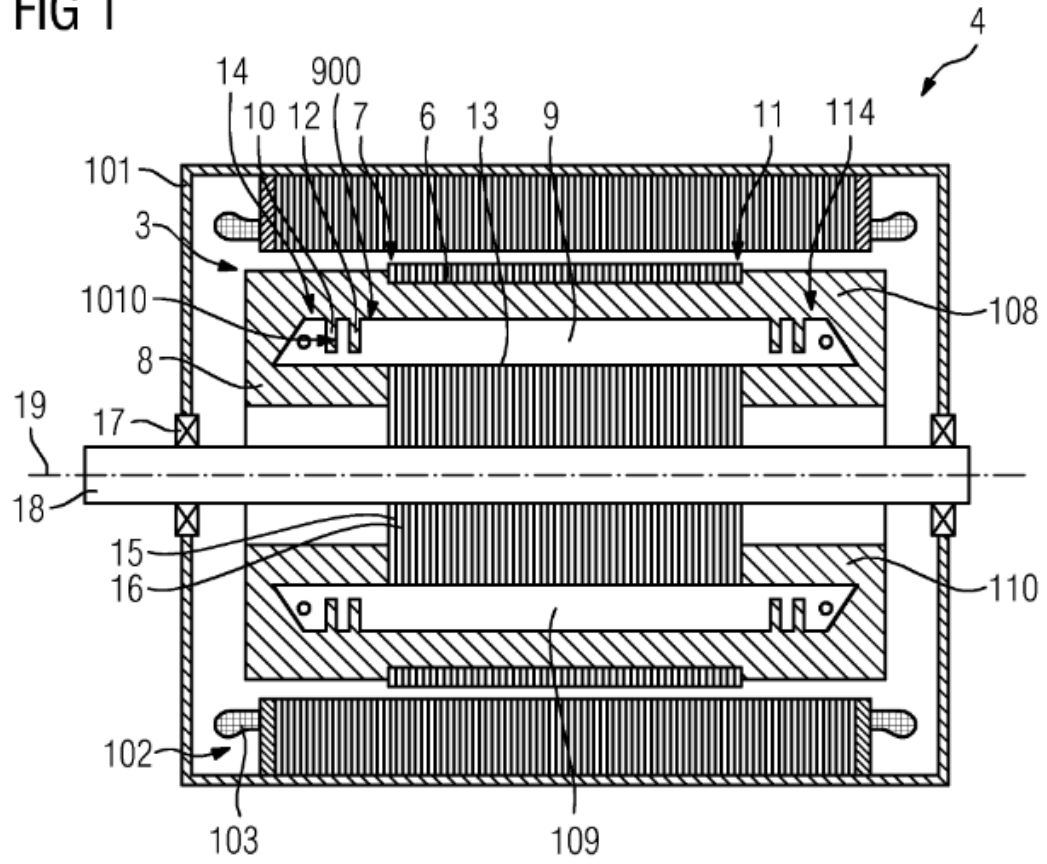


FIG 2

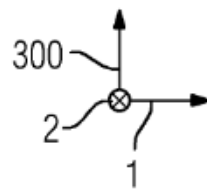
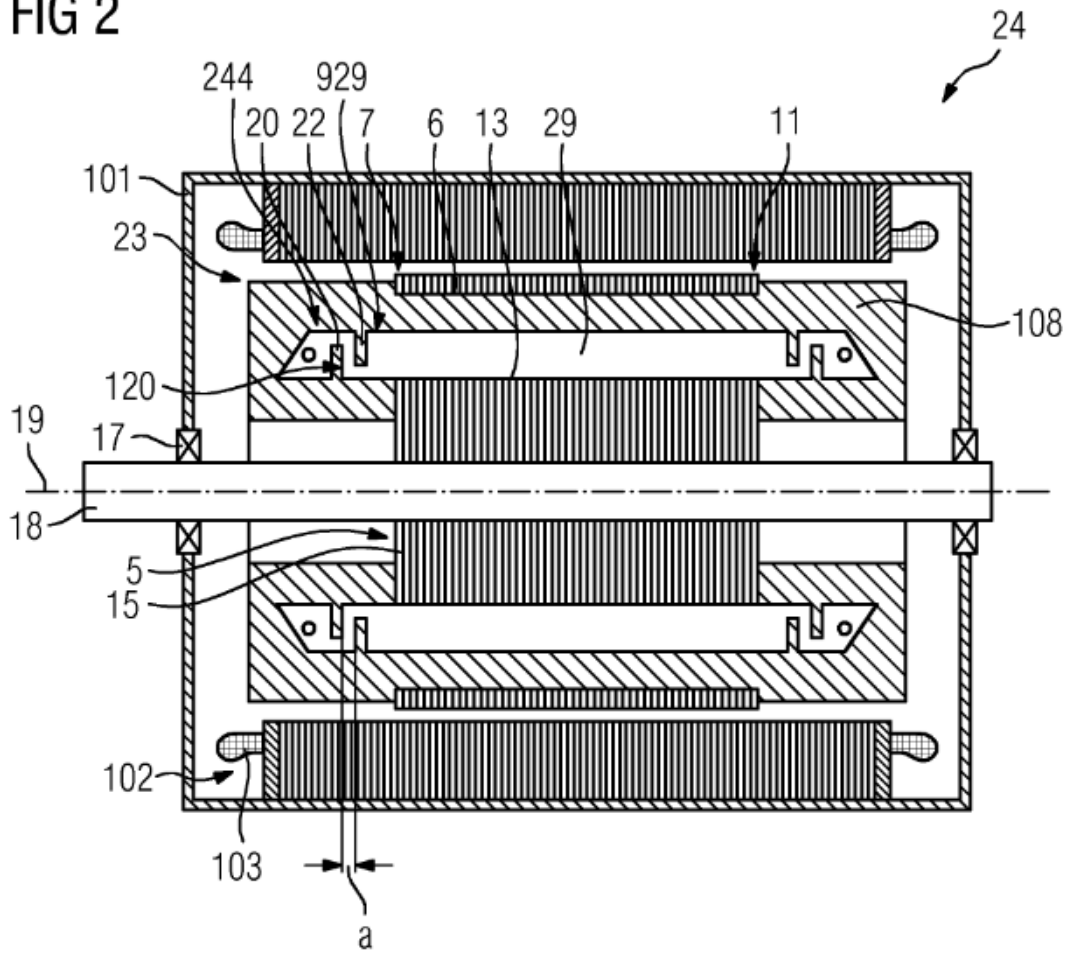


FIG 3

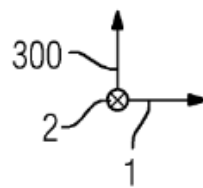
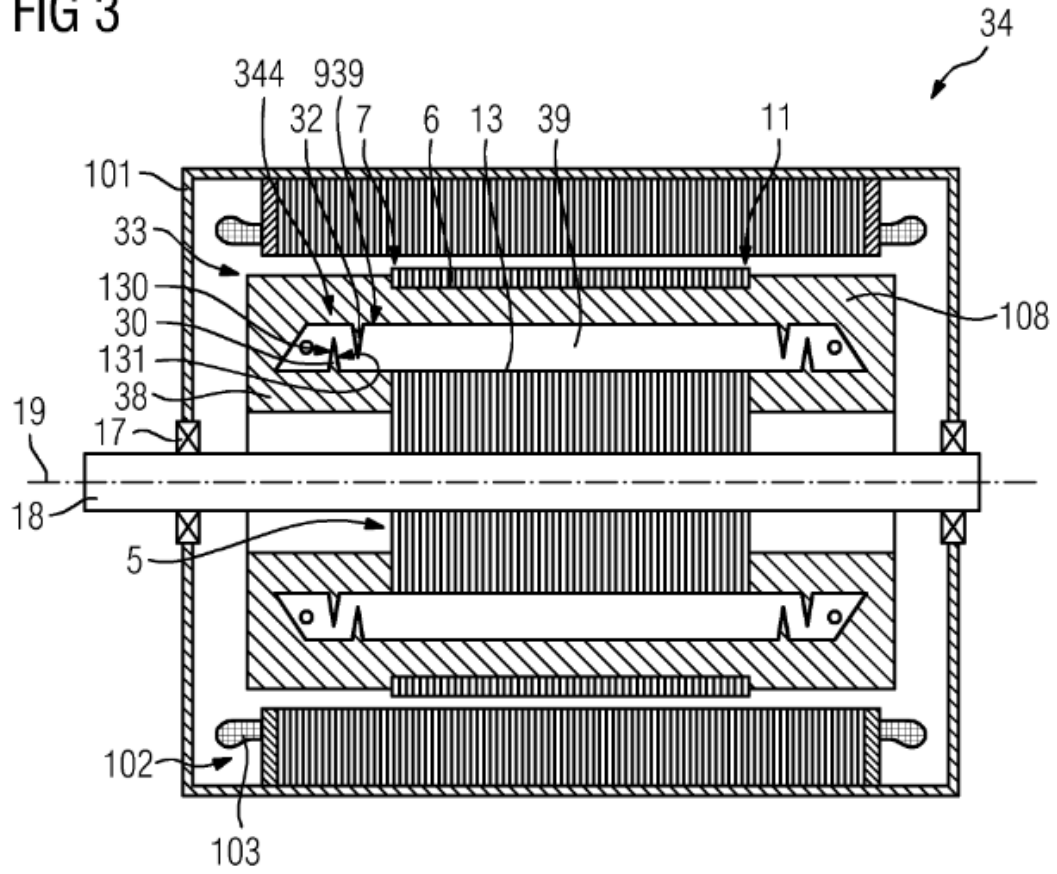


FIG 4

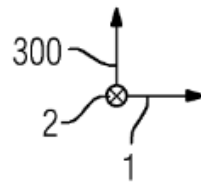
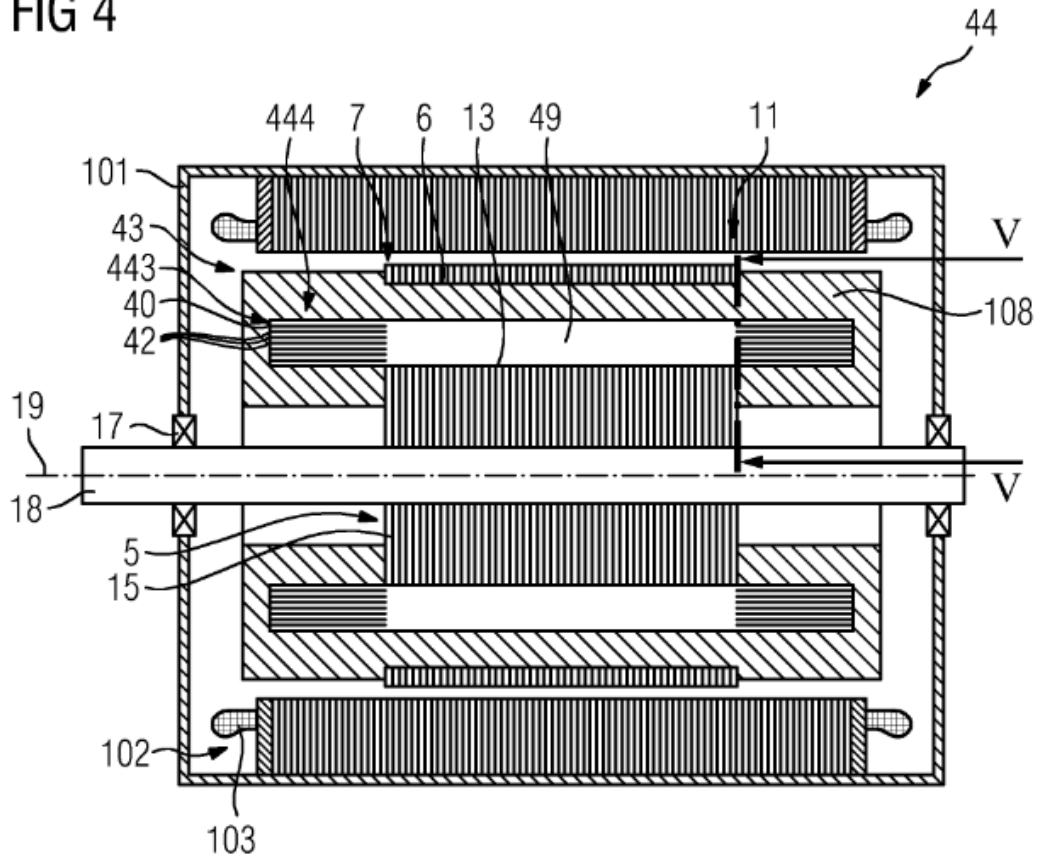


FIG 5

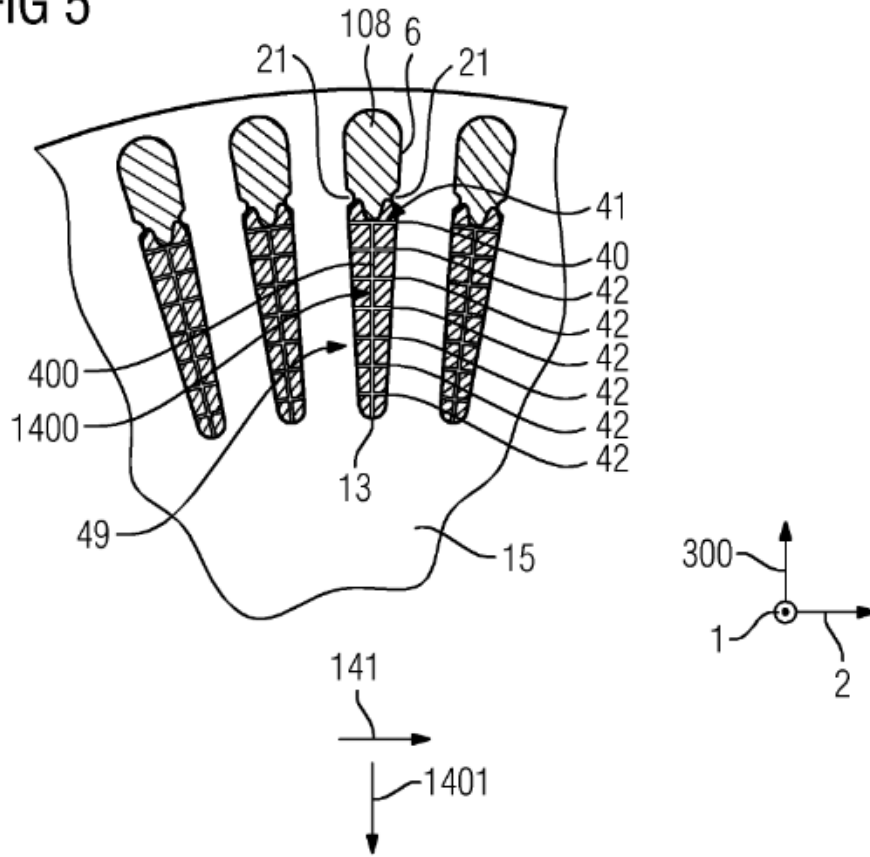


FIG 6

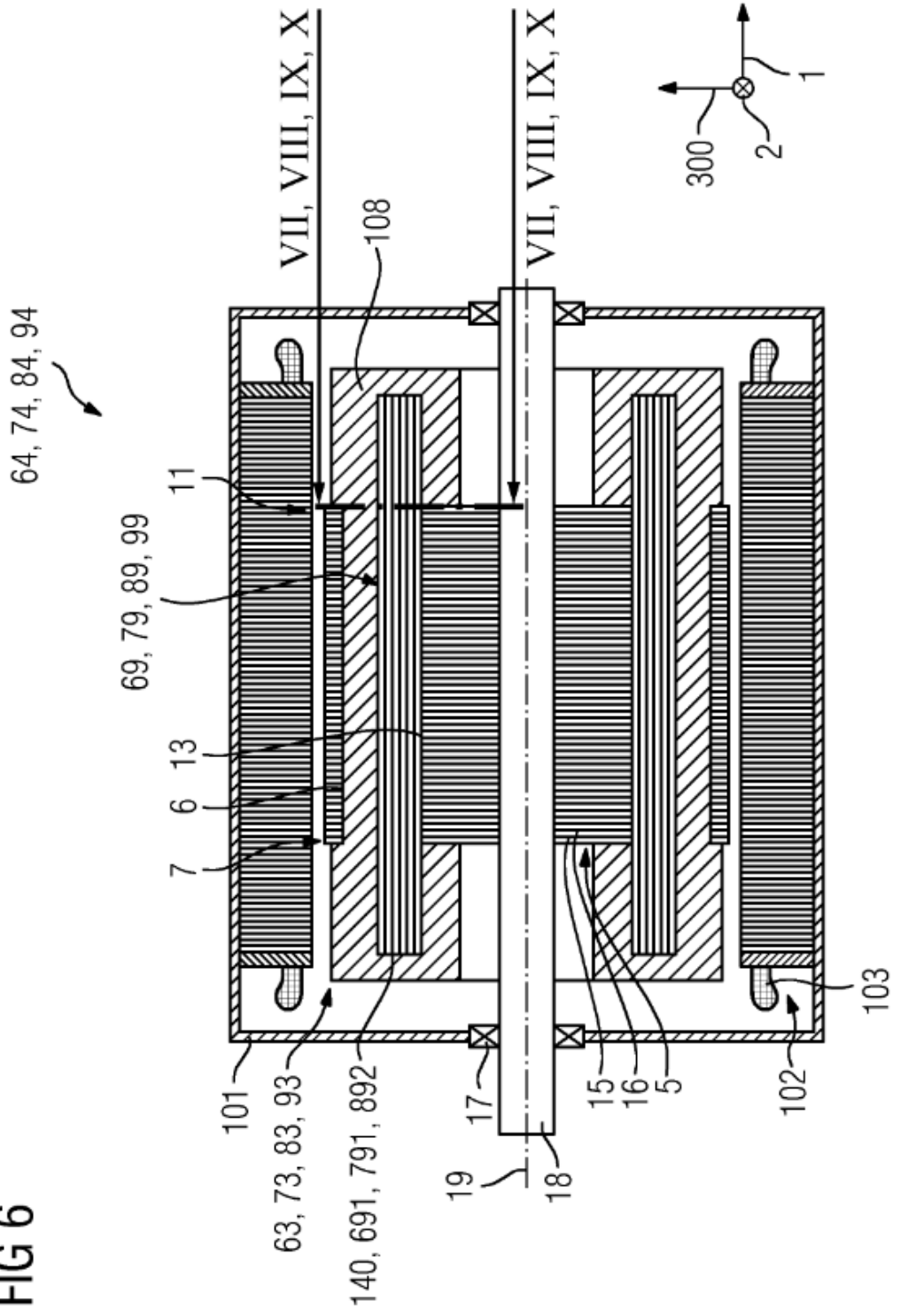


FIG 7

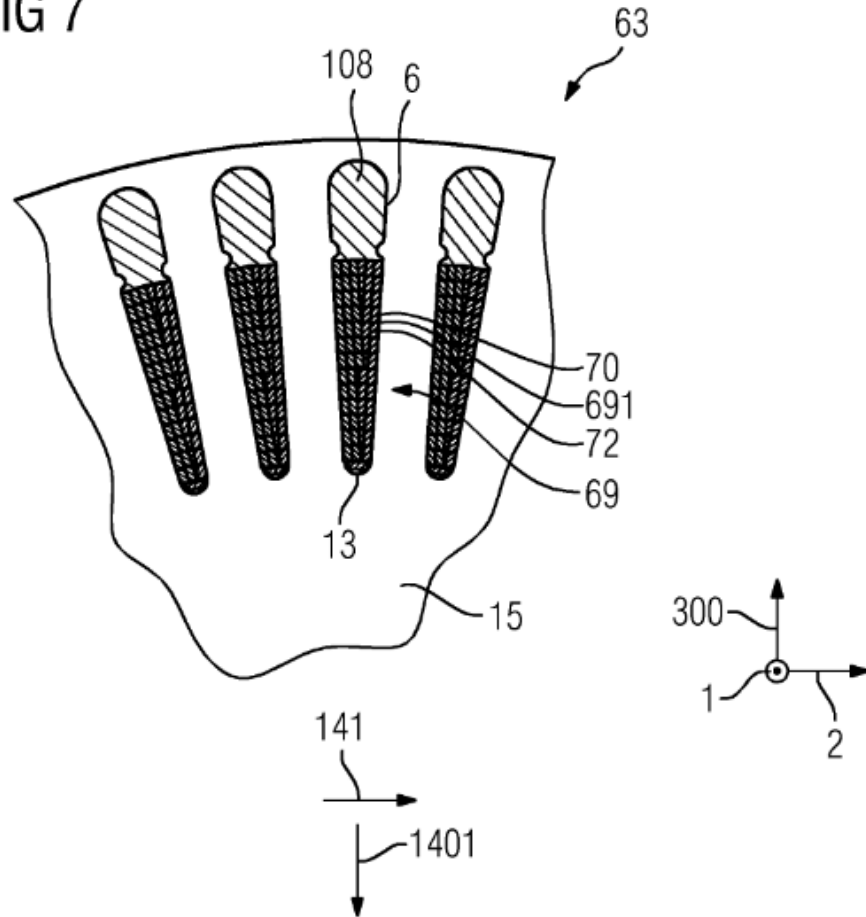


FIG 8

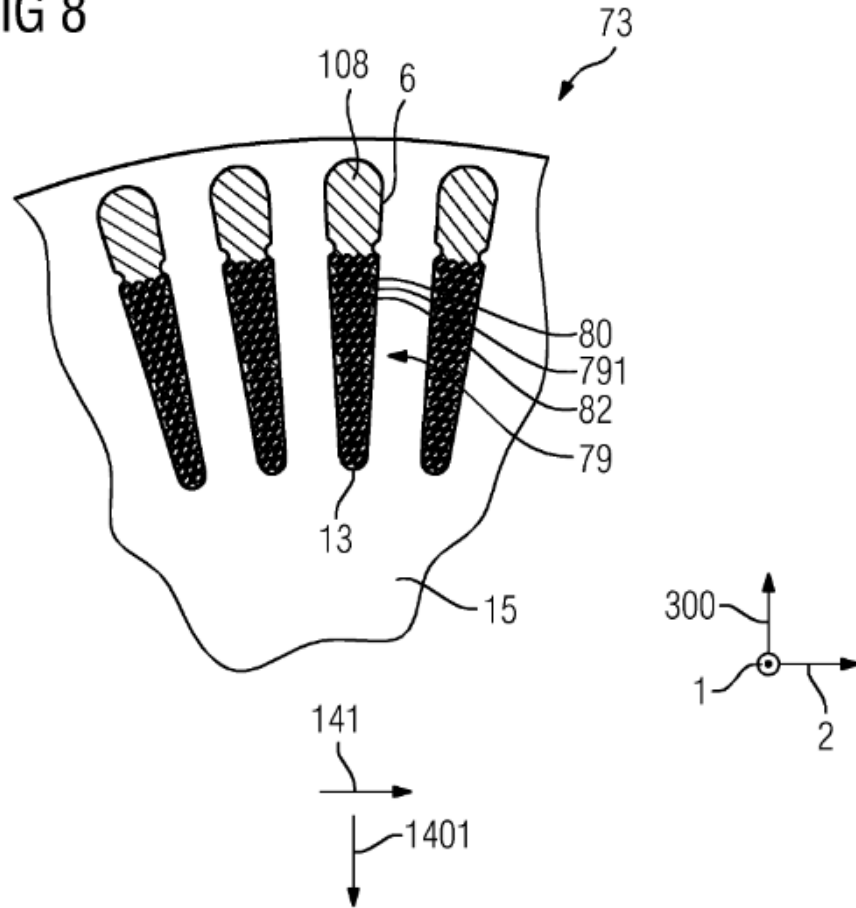


FIG 9

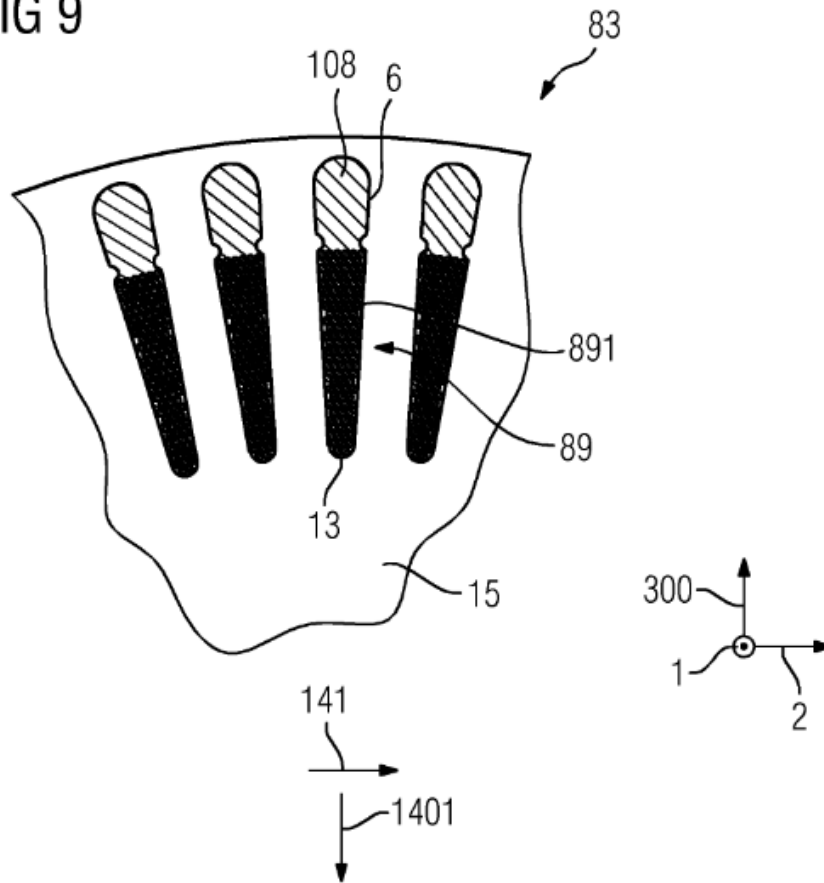


FIG 10

