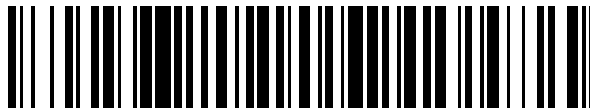


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 253**

51 Int. Cl.:

H02K 1/16 (2006.01)

H02K 1/20 (2006.01)

H02K 1/18 (2006.01)

H02K 5/18 (2006.01)

H02K 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.05.2014 PCT/EP2014/059081**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14187661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2014 E 14725383 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2989711**

54 Título: **Máquina eléctrica refrigerada por aire con aletas de refrigeración de chapa de estator.**

30 Prioridad:

24.05.2013 EP 13169135

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

02.08.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KÖHLER, MARCO;
GÖMMEL, GERHARD;
OUDE KOTTE, FREERK JACOBUS y
RETTIG, THOMAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 628 253 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

Máquina eléctrica refrigerada por aire con aletas de refrigeración de chapa de estator

La presente invención hace referencia a una máquina eléctrica,

- 5
- donde la máquina eléctrica presenta un rotor que se encuentra montado de forma giratoria en cojinetes, de manera que el rotor puede rotar alrededor de un eje de rotación,
 - donde la máquina eléctrica presenta un estator que rodea el rotor radialmente en el exterior, referido al eje de rotación,
 - donde el estator se compone de chapas de estator que, observado en la dirección del eje de rotación, están apiladas unas sobre otras.

- 10
- Las máquinas eléctricas de esa clase en general son conocidas. En particular, casi cualquier máquina eléctrica cuyo rotor está diseñado como rotor interno, está construida de ese modo.

La presente invención hace referencia además a un vehículo terrestre,

- donde el vehículo terrestre presenta ruedas de accionamiento,
 - donde un rotor de una máquina eléctrica actúa sobre al menos una de las ruedas de accionamiento,
- 15
- donde un eje de rotación del rotor se extiende transversalmente con respecto a una dirección de desplazamiento del vehículo terrestre.

Los vehículos terrestres de esa clase en general también son conocidos - en particular como vehículos ferroviarios.

- 20
- En los vehículos terrestres, en tanto sean accionados mediante máquinas eléctricas, con frecuencia se utilizan accionamientos directos. Debido a las velocidades de rotación reducidas de un accionamiento directo y a un espacio de construcción con frecuencia deficiente, no pueden utilizarse ventiladores propios para la refrigeración. Una refrigeración con agua es posible pero implica costes adicionales. Por lo tanto, en el estado del arte es conocido el hecho de rodear el estator con una carcasa de fundición que a su vez presenta aletas de refrigeración. Las pérdidas térmicas que se producen en el estator se transmiten a la carcasa y allí, a través del flujo de aire, de convección y de radiación, son liberadas al ambiente. Un problema de esa forma de construcción es que debe garantizarse una
- 25
- resistencia de transferencia más reducida desde el estator hacia la carcasa de fundición. Por lo tanto, el asiento debe estar realizado de forma cuidadosa. El grosor de la pared de la carcasa presenta un tamaño correspondiente. Además, debido a los aspectos técnicos de la fundición, no debe alcanzarse un valor inferior al grosor mínimo de las aletas de refrigeración. Debido a ello, las aletas de refrigeración son relativamente gruesas y pesadas. Además, la superficie realizable de las aletas de refrigeración está limitada

- 30
- En el estado del arte se conocen además máquinas eléctricas sin carcasa. En las máquinas eléctricas de esa clase, en la parte externa del estator, se encuentran dispuestas a menudo barras de tracción macizas. Las barras de tracción cubren las chapas de estator y con frecuencia en gran medida también aletas de refrigeración que se encuentran presentes. Resultan perjudiciales por tanto para la refrigeración.

- 35
- Por la solicitud IT MI 941 458 A1 se conoce una máquina eléctrica de la clase mencionada en la introducción, en donde las chapas de estator, referido al eje de rotación, presentan radialmente en el exterior una cantidad de escotaduras que en su totalidad forman ranuras que se extienden paralelamente con respecto al eje de rotación. En la solicitud IT MI 941 458 A1 no se indica de forma clara y unívoca si en las ranuras están dispuestas barras de tracción y si las barras de tracción en sus extremos están unidas con entradas. Las ranuras están realizadas en forma de cola de milano.

- 40
- Por la solicitud US 2004/0000821 A1 se conoce igualmente una máquina eléctrica de la clase mencionada en la introducción. En esas máquinas eléctricas, las chapas de estator, referido al eje de rotación, presentan radialmente en el exterior una cantidad de escotaduras que, en su totalidad, forman ranuras que se extienden paralelamente con respecto al eje de rotación. En las ranuras están dispuestas barras de tracción que en sus extremos están unidas con entradas. Las chapas de estator comprenden primeras chapas de estator que respectivamente presentan al
- 45
- menos un talón de gran tamaño que sobresale radialmente en el exterior entre las dos barras de tracción adyacentes al talón de gran tamaño, observado en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación más allá de las dos barras de tracción.

En la solicitud JP H06 070 452 U puede observarse un contenido de la descripción esencialmente similar.

El objeto de la presente invención consiste en crear posibilidades para refrigerar con aire de forma sencilla una máquina eléctrica sin carcasa.

5 Este objeto se alcanzará a través de una máquina eléctrica con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes 2 a 13 se indican variantes ventajosas de la máquina eléctrica de acuerdo con la invención.

De acuerdo con la invención, una máquina eléctrica de la clase mencionada en la introducción se diseña además de manera que

- 10 - las chapas de estator, referido al eje de rotación, presentan radialmente en el exterior una cantidad de escotaduras que, en su totalidad, forman ranuras que se extienden paralelamente con respecto al eje de rotación,
- en las ranuras están dispuestas barras de tracción que en sus extremos están unidas con entradas,
- las chapas de estator comprenden al menos primeras chapas de estator, y
- 15 - las primeras chapas de estator presentan respectivamente al menos un talón que sobresale radialmente en el exterior entre las dos barras de tracción adyacentes al talón de gran tamaño, observado en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación más allá de las dos barras de tracción adyacentes y que presenta allí voladizos que se extienden alrededor del eje de rotación, los cuales recubren las dos barras de tracción adyacentes.

20 Gracias a ello, en primer lugar, mediante las primeras chapas de estator, es posible realizar aletas de refrigeración que, observado radialmente con respecto al eje de rotación, sobresalen por encima de las barras de tracción. En segundo lugar, a través de los voladizos, las barras de tracción son fijadas en dirección radial. En el caso de que un par de flexión actúe sobre la máquina eléctrica, por tanto, las barras de tracción no pueden levantarse desde el estator. Debido a ello - a diferencia del estado del arte - todas las barras de tracción absorben una parte del par de flexión. Por consiguiente, el par de flexión que debe ser absorbido por una barra de tracción individual es menor que

25 en el estado del arte. Por ese motivo, las barras de tracción pueden dimensionarse de un tamaño más reducido.

En una variante preferente de la máquina eléctrica se prevé que las primeras chapas de estator presenten otros talones adicionales que sobresalen radialmente en el exterior entre las dos barras de tracción, observado en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación, adyacentes con respecto al otro respectivo talón. A través de esa realización resulta un diseño más flexible de las aletas de refrigeración.

30 De manera preferente se prevé que al menos uno de los talones adicionales sobresalga radialmente en el exterior más allá de las dos barras de tracción respectivamente adyacentes. Los talones adicionales mencionados pueden - pero no deben - presentar voladizos de forma análoga al talón de mayor tamaño, los cuales se extienden alrededor del eje de rotación y recubren las dos barras de tracción adyacentes. De manera alternativa o adicional es posible que los talones adicionales de las primeras chapas de estator sobresalgan radialmente en el exterior a diferentes

35 distancias. A través de esas realizaciones, la estructura de las aletas de refrigeración puede orientarse a una descarga térmica óptima.

La cantidad de barras de tracción puede estar determinada según la necesidad. Se considera especialmente preferente que la cantidad ascienda a seis. En especial, las chapas de estator de esa clase, en general independientemente de la cantidad de ranuras del estator, pueden utilizarse en cualquier máquina eléctrica

40 alimentada con corriente trifásica.

En el caso de que las chapas de estator comprendan exclusivamente las primeras chapas es posible un gran número de diseños de la máquina eléctrica, con una refrigeración muy eficiente. No obstante, de manera preferente se prevé que

- 45 - las chapas de estator, adicionalmente con respecto a las primeras chapas de estator, comprendan segundas chapas de estator,
- las segundas chapas de estator presenten respectivamente una cantidad de talones que sobresalen en cada caso radialmente en el exterior entre las dos barras de tensión adyacentes con relación al respectivo talón, observado en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación, más allá de las dos barras de tracción adyacentes,

- los talones de las segundas chapas de estator, sin embargo, no sobresalgan radialmente en el exterior tanto como los talones de gran tamaño de las primeras chapas de estator y no presenten voladizos que se extienden alrededor del eje de rotación, los cuales recubren respectivamente las dos barras de tracción respectivamente adyacentes.

5 El hecho de que se encuentren presentes también las segundas chapas de estator posibilita una flexibilidad mucho mayor en el diseño de las aletas de refrigeración. En particular es posible regular con flexibilidad una distancia que presentan unos con respecto a otros los talones de gran tamaño que se encuentran dispuestos en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación, con la misma posición tangencial, en la dirección del eje de rotación.

10 Ha resultado ventajoso que los dos talones de las segundas chapas de estator sobresalgan radialmente en el exterior con una distancia diferente.

Como regla general, la cantidad de talones de las segundas chapas de estator es igual a la cantidad de talones de las primeras chapas de estator.

Mediante las primeras y las segundas chapas de estator resulta en general una flexibilidad mucho mayor en el diseño del estator. Por lo tanto, es posible que las chapas de estator no presenten otras chapas de estator.

15 La sección transversal de las barras de tracción puede estar determinada según la necesidad. Preferentemente, las barras de tracción presentan una sección transversal rectangular o trapezoidal. Esto posibilita una estructura relativamente liviana y estable pero no obstante conveniente en cuanto a los costes. Esto aplica en particular cuando, referido al eje de rotación, los costados de la sección transversal rectangular, así como los lados paralelos de la sección transversal trapezoidal, están orientados en la dirección circunferencial, donde los otros lados están orientados radialmente.

20 Preferentemente se prevé que las chapas de estator estén reunidas formando grupos de chapas de estator sucesivas de forma directa, observado en la dirección del eje de rotación, donde los grupos respectivamente presentan un contorno del grupo uniforme y el contorno del grupo varía de un grupo de chapas de estator a otro grupo de chapas de estator. Gracias a ello se garantiza un buen efecto de refrigeración con una buena estabilidad mecánica de los talones, sin afectar negativamente las propiedades eléctricas de la máquina eléctrica.

25 La cantidad de chapas de estator por grupo puede estar determinada según la necesidad. Generalmente, la cantidad de chapas de estator por grupo se ubica entre 4 y 10. Del mismo modo, un grosor de los grupos, observado en la dirección del eje de rotación, puede estar determinada según la necesidad. Usualmente, el grosor se ubica entre 2,5 mm y 6,0 mm, por ejemplo entre 3,5 mm y 5,0 mm.

30 En una variante especialmente preferente de la presente invención se prevé que, observado en la dirección del eje de rotación, los grupos de chapas de estator se sucedan unos a otros en el centro en una primera secuencia y, en áreas del borde adyacentes hacia el centro en ambos lados, se sucedan unos a otros en una segunda secuencia diferente de la primera secuencia. Gracias a ello es posible optimizar la máquina eléctrica en el centro de otro modo y no en los bordes.

35 Este objeto se alcanzará además a través de un vehículo terrestre con las características de la reivindicación 14. En las reivindicaciones dependientes 15 y 16 se indican variantes ventajosas del vehículo terrestre de acuerdo con la invención.

De acuerdo con la invención, un vehículo terrestre de la clase mencionada en la introducción se diseña además de manera que

40 - la máquina eléctrica está diseñada como máquina eléctrica de acuerdo con la invención, y
- los talones de gran tamaño de las primeras chapas de estator están dispuestos de manera que no sobresalen hacia abajo.

A través de esta variante puede lograrse en particular un buen efecto de refrigeración también cuando, debido a poco espacio libre en la base, aletas de refrigeración pequeñas pueden estar dispuestas en el área inferior.

45 Dependiendo de la necesidad es posible que los talones de gran tamaño de las primeras chapas de estator estén dispuestos de manera que tampoco sobresalgan hacia arriba. A través de esa conformación, la altura de construcción vertical de la máquina eléctrica puede reducirse al mínimo.

El vehículo terrestre puede estar realizado según la necesidad. Sin embargo, también es posible que las ruedas de accionamiento estén realizadas como ruedas de un vehículo ferroviario. En ese caso, el vehículo terrestre se utiliza en particular en el transporte público. Por ejemplo, el vehículo terrestre puede estar realizado como metro o como tranvía.

5 Las propiedades, características y ventajas de la invención antes descritas, así como el modo de alcanzarlas, se indican con mayor claridad con relación a la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución, los cuales se explican en detalle en combinación con los dibujos. En representaciones esquemáticas, las figuras muestran:

Figura 1: una máquina eléctrica en una vista en perspectiva;

Figura 2: un corte longitudinal a través de la máquina eléctrica de la figura 1;

10 Figura 3: un corte transversal a través de la máquina eléctrica de la figura 1;

Figura 4: una primera chapa de estator individual;

Figura 5: una segunda chapa de estator individual;

Figura 6: posibles orientaciones de primeras chapas de estator;

Figura 7: una primera secuencia posible de primeras y segundas chapas de estator;

15 Figuras 8 a 11: geometrías correspondientes de aletas de refrigeración;

Figura 12: una segunda secuencia posible de primeras y segundas chapas de estator;

Figura 13: posibles orientaciones de segundas chapas de estator;

Figura 14: otras posibles orientaciones de primeras chapas de estator;

Figura 15: una vista lateral de una máquina eléctrica; y

20 Figura 16: un vehículo terrestre.

De acuerdo con la figura 1, una máquina eléctrica presenta un rotor 1. El rotor 1 está montado de forma giratoria en cojinetes 2. El rotor 1, debido a ello, puede rotar alrededor de un eje de rotación 3.

Siempre que a continuación se utilicen los términos "axial", "radial" y "tangencial" se hace referencia al eje de rotación 3. Axial hace referencia a una dirección que está orientada paralelamente con respecto al eje de rotación 3. Radial hace referencia a una dirección que se extiende de forma ortogonal con respecto al eje de rotación 3, es decir directamente en el eje de rotación 3 o distanciándose del mismo. Tangencial es una dirección que es ortogonal tanto con respecto a la dirección axial, como también con respecto a la dirección radial. Por tanto, tangencial es una dirección que se encuentra orientada de forma circular alrededor del eje de rotación 3, a una distancia radial constante de eje de rotación 3.

25 La máquina eléctrica presenta además un estator 4. El estator 4 rodea radialmente hacia el exterior el rotor 1. El estator 4 se compone de chapas de estator 5, 6. Las chapas de estator 5, 6 están apiladas unas sobre otras, observado en dirección axial. Las chapas de estator 5, 6; de acuerdo con las figuras 4 y 5, en su lado orientado hacia el rotor 1 (es decir, radialmente en el interior) presentan dientes 7 que sobresalen en el rotor 1. Entre los dientes 7 está dispuesto un devanado del estator 8. Desde el devanado del estator 8, sólo en la figura 2, pueden observarse las cabezas del bobinado. Radialmente en el exterior, las chapas de estator 5, 6 presentan una cantidad de escotaduras 9. Las escotaduras 9 en su totalidad (es decir, observado axialmente sobre toda la longitud del estator 4), forman ranuras 10 que se extienden de forma axial. En las ranuras 10 están dispuestas barras de tracción 11. Las barras 11, en sus extremos, están unidas con entradas 12. El estator 4 se mantiene unido mediante las barras de tracción 11 y las entradas 12. La unión de las barras de tracción 11 y las entradas 12 unas con otras puede ser según la necesidad. A modo de ejemplo, las barras de tracción 11 pueden estar soldadas con las entradas 12. Preferentemente, las barras de tracción 11 presentan una sección transversal rectangular o trapezoidal. En las entradas 12, axialmente en el exterior, están colocadas generalmente placas de cojinetes 12', en donde están dispuestos los cojinetes 2.

45 Las chapas de estator 5, 6 comprenden al menos primeras chapas de estator 5. Las primeras chapas de estator 5 presentan entre sí el mismo corte de la chapa. En la figura 4 se representa una primera chapa de estator 5

individual. De acuerdo con la figura 4, la primera chapa de estator 5 representada presenta un talón 13 de gran tamaño. El talón de gran tamaño 13 se extiende en dirección tangencial entre las dos barras de tracción 11 adyacentes de forma tangencial. El talón 13 de gran tamaño sobresale radialmente en el exterior más allá de esas dos barras de tracción 11. En el área que se eleva sobre esas dos barras de tracción 11, el talón 13 de gran tamaño presenta voladizos 14 que se extienden de forma tangencial y recubren esas dos barras de tracción 11 radialmente en el exterior.

De acuerdo con la figura 4, las primeras chapas de estator 5 presentan respectivamente un único talón 13 de gran tamaño. Sin embargo, en algunos casos puede ser conveniente que las primeras chapas de estator 5 presenten más de un talón 13 de gran tamaño. Además, en algunas variantes de la máquina eléctrica se considera suficiente que las primeras chapas de estator 5 presenten exclusivamente el talón 13 de gran tamaño, así como los talones 13 de gran tamaño, pero que no presenten otros talones 15, 16. Con frecuencia, sin embargo, esos otros talones 15, 16 se encuentran presentes. En ese caso, los otros talones 15, 16 se extienden en dirección tangencial entre las dos barras de tracción 11 adyacentes respectivamente de forma tangencial, pero no tanto como el talón 13 de gran tamaño o los talones 13 de gran tamaño. Además, también los otros talones 15, 16 sobresalen radialmente en el exterior entre las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes. Los otros talones 15, 16; de acuerdo con la figura 4 - en oposición al talón de gran tamaño 13 - no presentan voladizos que recubran radialmente en el exterior las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes. Además, los otros talones 15, 16; referido al eje de rotación 3, están limitados radialmente en el exterior, preferentemente a través de secantes. Lo mencionado se opone al talón 13 de gran tamaño, el cual, referido al eje de rotación 3, está limitado radialmente en el exterior, preferentemente por un arco de círculo (eventualmente exceptuando sus áreas tangenciales del extremo). Dependiendo de la situación del caso en particular, los otros talones 15, 16 pueden estar limitados radialmente en el exterior por un arco de círculo, de forma alternativa con respecto a una secante.

Es posible que los otros talones 15, 16 de las primeras chapas de estator 5, observado en dirección radial, no sobresalgan radialmente en el exterior más allá de las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes. De manera alternativa es posible que al menos uno de los otros talones 15, 16, observado en dirección radial, sobresalga radialmente en el exterior más allá de las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes. En ese caso, también los otros talones 15, 16 correspondientes pueden presentar voladizos, de forma análoga al talón 13 de gran tamaño. Es posible además que los otros talones 15, 16 de las primeras chapas de estator 5 sobresalgan radialmente en el exterior a la misma distancia. Preferentemente, los otros talones 15, 16 de las primeras chapas de estator 5, sin embargo, sobresalen radialmente en el exterior a una distancia diferente, en correspondencia con la representación de la figura 4.

De acuerdo con la figura 4, los otros talones 15, 16; observado en dirección tangencial alrededor del eje de rotación 3, se extienden de forma levemente cónica. De este modo, con la dirección radial, los bordes forman un ángulo α que es menor, pero distinto de cero. El ángulo α puede ubicarse por ejemplo entre 2° y 5° . Debido al ángulo α , las escotaduras 9 adyacentes a los otros talones 15, 16 pueden presentar radialmente en el exterior una sección transversal paralela o pueden reducirse. De forma alternativa, los bordes de los otros talones 15, 16 pueden extenderse de forma estrictamente radial. Los bordes del talón 13 de gran tamaño - independientemente de si los bordes de los otros talones 15, 16 se extienden de forma estrictamente radial o levemente cónica - preferentemente presentan el mismo desarrollo que los bordes de los otros bordes 15, 16. Con respecto al talón 13 de gran tamaño - éste puede presentar la misma conicidad - pero esto no es obligatorio.

De acuerdo con la figura 4, la cantidad de barras de tracción 11 asciende a seis. Esta es una realización preferente. Sin embargo, son posibles también variantes con más o menos de seis barras de tracción 11.

Es posible que las chapas de estator 5, 6 comprendan exclusivamente las primeras chapas de estator 5, pero no otras chapas de estator. En ese caso, las primeras chapas de estator 5 por ejemplo pueden estar apiladas tal como se explicará más adelante en detalle con relación a la figura 6.

En el marco de la figura 6, las primeras chapas de estator 5 se apilan en cuatro orientaciones diferentes, a saber

- en una orientación básica que en la figura 6 se representa a la izquierda y también se representa en la figura 4;

- en una primera orientación rotada de forma simple, en donde la primera chapa de estator 5 correspondiente, referido a la orientación base, está rotada en 180° alrededor de un eje vertical 17 (véase la figura 4); esa ubicación se representa en la figura 6 a la derecha, junto a la primera orientación base rotada de forma simple;

- en una segunda orientación rotada de forma simple, en donde la primera chapa de estator 5 correspondiente, referido a la orientación base, está rotada en 60° en sentido horario, alrededor de un eje

vertical 3; esa ubicación se representa en la figura 6 a la derecha, junto a la primera orientación base rotada de forma simple;

5 - en una orientación rotada de forma doble, en donde la primera chapa de estator 5 correspondiente, referido a la orientación base, está rotada primero en 60° en sentido horario alrededor del eje 3, y a continuación rotada en 180° alrededor de un eje vertical 17; esa ubicación se representa bien a la derecha en la figura 6.

10 El orden en el cual se suceden las orientaciones puede estar determinado según la necesidad. En el caso más sencillo, la secuencia es orientación base - primera orientación rotada de forma simple - segunda orientación rotada de forma simple - orientación rotada de forma doble. De manera alternativa, por ejemplo, la secuencia es orientación base - segunda orientación rotada de forma simple - primera orientación rotada de forma simple - orientación rotada de forma doble. Dependiendo de situación del caso particular, son posibles también otras secuencias y también otras orientaciones de las primeras chapas de estator 5.

15 Las chapas de estator 5, 6 (observado en dirección axial) presentan generalmente un grosor relativamente reducido. Generalmente, el grosor de una chapa de estator 5, 6 individual es inferior a 1 mm. Para aumentar la estabilidad, en particular de los talones 13 de gran tamaño, por lo tanto, las primeras chapas de estator 5, en el marco del apilamiento, están reunidas formando grupos. Por consiguiente, respectivamente varias primeras chapas de estator 5 que se suceden de forma directa en dirección axial, presentan la misma orientación y, con ello, también el mismo contorno, se denominan a continuación como contorno de grupo. De un grupo a otro grupo de primeras chapas de estator 5, sin embargo, el contorno de grupo varía de forma respectiva. Las orientaciones mencionadas anteriormente con relación a la figura 6 (o también otras orientaciones) aplican de modo preferente respectivamente 20 no para una chapa de estator 5 individual, sino para el respectivo grupo de primeras chapas de estator 5.

25 La cantidad de primeras chapas de estator 5 por grupo puede estar determinada según la necesidad. Generalmente ésta se ubica entre cuatro y diez, donde por ejemplo se ubica entre cinco y ocho. En particular puede ubicarse en seis. Debido a la formación de grupos, los grupos (en dirección axial) presentan un grosor más grande que una primera chapa de estator 5 individual. El grosor de los grupos se ubica en general entre 2,5 mm y 6,0 mm, por ejemplo entre 3,0 mm y 5,0 mm. En particular, éste puede ubicarse entre 3,5 mm y 4,0 mm.

30 Es posible que exceptuando las primeras chapas de estator 5, ningunas otras chapas de estator 5, 6 se encuentren presentes. Preferentemente, las chapas de estator 5, 6; sin embargo, de forma adicional con respecto a las primeras chapas de estator 5, comprenden segundas chapas de estator 6. Las segundas chapas de estator 6 presentan entre sí el mismo corte de la chapa. En la figura 5 se representa una segunda chapa de estator 6 individual. De acuerdo con la figura 5, la segunda chapa de estator 6 presenta una cantidad de talones 18, 19, 20. Los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6 se extienden en dirección tangencial entre las dos barras de tracción 11 adyacentes respectivamente de forma tangencial. Además, también los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator sobresalen radialmente en el exterior entre las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes. Los talones 35 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6, sin embargo, no sobresalen radialmente en el exterior tanto como los talones 13 de gran tamaño de las primeras chapas de estator 5. También los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6 - de forma análoga a los otros talones 15, 16 de las primeras chapas de estator 5 - no presentan voladizos que recubran las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes.

40 De acuerdo con la figura 5, la cantidad de talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6 asciende a tres. Por tanto, la cantidad de talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6 es igual a la cantidad de talones 13, 15, 16 de la primera chapa de estator 5. Esta conformación es la que se da por lo general, pero no es en absoluto obligatoria.

45 También es posible que los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator sean todos del mismo tamaño. Preferentemente, sin embargo, los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6 sobresalen radialmente en el exterior a una distancia diferente. Algunos de los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6 pueden presentar una extensión radial uniforme, pero al menos uno de los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6, sin embargo, es más grande o - como se representa en la figura 5 - es más pequeño que los otros talones 19, 20 de la segunda chapa de estator 6. Los talones 18, 19, 20 más pequeños de las segundas chapas de estator 6 - referido al eje de rotación 3 - están limitados radialmente en el exterior, preferentemente a través de secantes. Esto se opone a los talones 18, 19, 20 más grandes de las segundas chapas de estator 6 que - referido al eje de rotación 50 3 - están limitados radialmente en el exterior, preferentemente por un arco de círculo. Dependiendo de la situación del caso en particular, los talones 18, 19, 20 más pequeños, de forma alternativa, pueden estar limitados radialmente en el exterior igualmente por un arco de círculo.

55 Es posible que los otros talones 18, 19, 20 de las segundas chapas de estator 6, observado en dirección radial, no sobresalgan radialmente en el exterior más allá de las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes. De manera alternativa es posible que al menos uno de los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6, observado en dirección radial, no sobresalga radialmente en el exterior más allá de las dos barras de tracción 11 respectivamente adyacentes.

De acuerdo con la figura 5, los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6 - de forma análoga a los otros talones 15, 16 de las primeras chapas de estator 5 - observado en dirección tangencial alrededor del eje de rotación 3, se extiendan de forma levemente cónica. Los bordes forman de este modo el ángulo α con la dirección radial. Debido al ángulo α , se reducen las escotaduras 9 adyacentes en los talones 18, 19, 20 de la segunda chapa de estator 6, radialmente en el exterior, o presentan una sección transversal paralela. De manera alternativa, los bordes de los talones 18, 19, 20 de las segundas chapas de estator 6 se extienden estrictamente de forma radial, de forma análoga a los otros talones 15, 16 de la primera chapa de estator 5.

En particular cuando las chapas de estator 5, 6 comprenden tanto las primeras chapas de estator 5 como también las segundas chapas de estator 6, no es necesario que las chapas de estator 6 comprendan otras chapas de estator. Al estar presentes tanto las primeras como también las segundas chapas de estator 5, 6 resulta una gran flexibilidad en el diseño de las aletas de refrigeración 21. A continuación, en primer lugar con relación a las figuras 7 a 11, se explica una primera secuencia posible de primeras y segundas chapas de estator 5, 6; después con relación a la figura 12 se explica una segunda secuencia posible de primeras y segundas chapas de estator 5, 6. Independientemente de si se realiza una de las dos secuencias explicadas con relación a las figuras 7 a 12, u otra secuencia, también para las secuencias de primeras y segundas chapas de estator 5, 6 - como antes para secuencias de (exclusivamente) primeras chapas de estator 5 - aplica que para aumentar la estabilidad de las aletas de refrigeración 21 formadas generalmente las primeras y las segundas chapas de estator 5, 6 se reúnen en grupos, en el marco del apilamiento. Las ejecuciones antes mencionadas con respecto a la formación de grupos, incluyendo la cantidad preferente de chapas de estator 5, 6, y con respecto al grosor preferente de los grupos formados, aplican por tanto también para las variantes descritas con relación a las figuras 7 a 12.

En el marco de las figuras 7 a 11, con respecto a las primeras chapas de estator 5, se necesitan las orientaciones ya mencionadas más arriba con relación a la figura 4 (orientación base - primera orientación rotada de forma simple - segunda orientación rotada de forma simple - orientación rotada de forma doble). Con respecto a las segundas chapas de estator 6 se necesitan tres orientaciones que se representan en la figura 13 y que a continuación se denominan como orientación base, como primera orientación rotada y como segunda orientación rotada.

- En la orientación base que se muestra a la izquierda en la figura 13 y también en la figura 6, el talón pequeño 18 de la segunda chapa de estator 6 señala hacia abajo.

- En la primera orientación rotada se representa la segunda chapa de estator 6 correspondiente, referido a la figura 13, a la derecha, junto a la orientación base.

- En la segunda orientación rotada, la segunda chapa de estator 6 correspondiente, referido a la orientación base, está rotada en 60° en contra del sentido horario, alrededor del eje de rotación 3. Esa orientación en la figura 13 se representa a la derecha junto a la primera orientación rotada.

La figura 7 muestra la sucesión de primeras y segundas chapas de estator 5, 6 según la primera secuencia. Las primeras y segundas chapas de estator 5, 6 (así como los grupos correspondientes) siguen el siguiente orden de orientaciones:

- primera chapa de estator 5 en la orientación base,
- primera chapa de estator 5 en la segunda orientación rotada de forma simple,
- segunda chapa de estator 6 en la primera orientación rotada,
- segunda chapa de estator 6 en la orientación base,
- segunda chapa de estator 6 en la segunda orientación rotada,
- primera chapa de estator 5 en la orientación rotada de forma doble,
- primera chapa de estator 5 en la primera orientación rotada de forma simple,
- segunda chapa de estator 6 en la orientación base.

Con esa secuencia de primeras y segundas chapas de estator 5, 6; referido a la cruz de coordenadas marcada en la figura 4, en los dos cuadrantes indicados con I y II se forma un patrón de aletas de refrigeración 21, tal como se representa en la figura 8. En los dos cuadrantes indicados con III y IV se forma un patrón de aletas de refrigeración 21, tal como se representa en la figura 9. En el área de transición desde el cuadrante I hacia el cuadrante II se forma un patrón de aletas de refrigeración 21, tal como se representa en la figura 10. En el área de transición desde el

cuadrante III hacia el cuadrante IV se forma un patrón de aletas de refrigeración 21, tal como se representa en la figura 11.

5 Para la sucesión representada en la figura 12 de primeras y segundas chapas de estator 5, 6; de acuerdo con la segunda secuencia, se necesitan otras cuatro orientaciones de la primera chapa de estator 5. Esas orientaciones se representan en la figura 14 y, partiendo de la orientación base ya explicada de la primera chapa de estator 5, se denominan y definen del siguiente modo:

- Orientación A: la primera chapa de estator 5 rota respectivamente 180°, tanto alrededor del eje de rotación 3, como también alrededor del eje vertical 17. El orden de las dos rotaciones no es relevante. Esa orientación se representa en la figura 14 en el exterior hacia la izquierda.

10 - Orientación B: la primera chapa de estator 5 rota primero en 180° alrededor del eje vertical 17, a continuación en 120° en sentido horario, alrededor del eje de rotación 3. Esa orientación se representa en la figura 14 como la segunda desde la izquierda.

- Orientación C: la primera chapa de estator 5 rota en sentido antihorario en 120° alrededor del eje de rotación 3. Esa orientación se representa en la figura 14 como la tercera desde la izquierda.

15 - Orientación D: la primera chapa de estator 5 rota en 180° alrededor del eje de rotación 3. Esa orientación se representa en la figura 14 en el exterior hacia la derecha.

20 Se necesita además una orientación adicional de las segundas chapas de estator 6, denominada a continuación como tercera orientación rotada. En la tercera orientación rotada, la segunda chapa de estator 6 correspondiente, referido a la orientación base, está rotada en 180° alrededor del eje de rotación 3. Esa orientación se representa en la figura 13 en el exterior hacia la derecha.

En el marco de la sucesión de la figura 12, las primeras y las segundas chapas de estator 5, 6 (así como los grupos correspondientes) se suceden como se explica a continuación:

- primera chapa de estator 5 en la orientación A,

- primera chapa de estator 5 en la orientación B,

25 - segunda chapa de estator 6 en la orientación base,

- segunda chapa de estator 6 en la tercera orientación rotada,

- segunda chapa de estator 6 en la orientación base,

- primera chapa de estator 5 en la orientación C,

- primera chapa de estator 5 en la orientación D,

30 - segunda chapa de estator 6 en la tercera orientación rotada.

35 Con esa secuencia de primeras y segundas chapas de estator 5, 6 se forma otro patrón de aletas de refrigeración 21. Tanto en la secuencia según la figura 7 como también en la secuencia según la figura 12, sin embargo, tanto arriba (es decir, en el área de transición del cuadrante I hacia el cuadrante II), como también abajo (es decir en el área de transición desde el cuadrante III hacia el cuadrante IV), no se encuentran dispuestos talones 13 de gran tamaño de las primeras chapas de estator 5.

40 En muchos casos, en el marco del apilamiento de primeras y segundas chapas de estator 5, 6; será suficiente utilizar exclusivamente el apilamiento según la figura 7 o exclusivamente el apilamiento según la figura 12. Sin embargo, en algunos casos puede ser conveniente, de acuerdo con la figura 1, observado en dirección axial, que puedan sucederse secuencias diferentes en el centro de la máquina eléctrica por un lado y en el centro de las áreas del borde adyacentes a ambos lados. Por ejemplo, en el centro, puede utilizarse la primera secuencia explicada anteriormente con relación a la figura 7; en las áreas del borde puede utilizarse la segunda secuencia explicada anteriormente con relación a la figura 12. Las áreas del borde - observado en la dirección axial - pueden extenderse de acuerdo con la necesidad - por ejemplo respectivamente sobre el 10% al 25 % externo de la longitud del estator 4.

La máquina eléctrica de acuerdo con la invención en principio puede utilizarse de forma universal. Por ejemplo, en correspondencia con la representación de la figura 16, puede utilizarse para accionar un vehículo terrestre. En ese caso, el vehículo terrestre presenta ruedas de accionamiento 22, donde el rotor 1 de la máquina eléctrica de acuerdo con la invención actúa al menos sobre una, eventualmente sobre dos - de las ruedas de accionamiento 22. El rotor 1 puede actuar en particular de forma directa (es decir sin un mecanismo de transmisión conectado entre medio) sobre al menos una rueda de accionamiento 22. El eje de rotación 3, en correspondencia con la representación de la figura 14, se extiende de forma transversal con respecto a una dirección de desplazamiento del vehículo terrestre. En general, el eje de rotación 3 se extiende además paralelamente con respecto a la base inferior del vehículo terrestre, mayormente por tanto de forma horizontal. En particular los talones de gran tamaño 13 de las primeras chapas de estator 5, en la máquina eléctrica utilizada en el vehículo terrestre, preferentemente están orientados tal como se explicó anteriormente con relación a las figuras 6, 7 y 12. Los talones 13 de gran tamaño de las primeras chapas de estator 5 en particular no sobresalen hacia abajo ni hacia arriba. Eventualmente puede seleccionarse una secuencia de primeras chapas de estator 5 o de primeras chapas de estator 5 y de segundas chapas de estator 6, en donde los talones 13 de gran tamaño de las primeras chapas de estator 5 sobresalen hacia arriba. No obstante, los talones 13 de gran tamaño de las primeras chapas de estator 5 al menos no deberían sobresalir hacia abajo.

En cuanto al resto de los aspectos, el vehículo terrestre puede estar realizado según la necesidad, por ejemplo como un auto eléctrico. Preferentemente, sin embargo, el vehículo terrestre está realizado como vehículo ferroviario. De manera preferente, por lo tanto, las ruedas de accionamiento 22 están realizadas como ruedas de un vehículo ferroviario, las cuales se desplazan sobre rieles 23 durante el funcionamiento del vehículo ferroviario.

La presente invención ofrece muchas ventajas. En particular, de manera sencilla, puede crearse una máquina eléctrica mecánicamente estable que puede refrigerarse de forma sencilla, la cual presenta un peso relativamente reducido. La superficie de las aletas de refrigeración 21 puede maximizarse. Los costes para el perforado y los costes relativos a las herramientas apenas aumentan en comparación con las máquinas eléctricas convencionales, ya que aun en el caso más inconveniente se necesitan sólo dos chapas de estator 5, 6 diferentes. El espacio de construcción disponible puede aprovecharse muy bien. La sucesión de las aletas de refrigeración 21 y su distancia axial una con respecto a otra - en particular a través de las dos secuencias mencionadas con relación a las figuras 7 y 12, de chapas de estator 5, 6 - puede realizarse de manera que tanto en el estado de detención a través de convección, como también a través del flujo de aire, es posible una refrigeración eficiente.

En comparación con una máquina eléctrica con carcasa de fundición pueden alcanzarse mejoras considerables. De este modo, por ejemplo, puede realizarse una superficie más grande, aproximadamente en un 50 %. Además, como resultado total, pudo lograrse un ahorro en cuanto al peso de aproximadamente el 10 %. Se suprime además la resistencia de transferencia térmica entre el estator 4 y la carcasa de fundición. El largo de la construcción de la máquina eléctrica (en dirección axial) pudo reducirse alrededor de un 13%, en el caso de dimensiones no modificadas en dirección radial. También pudo alcanzarse una elevación de la temperatura reducida aproximadamente en un 10% durante el desplazamiento.

Si bien la invención fue ilustrada y descrita en detalle a través del ejemplo de ejecución preferente, la presente invención no se limita a los ejemplos descritos, de manera que el experto puede deducir otras variantes en base a ello, sin abandonar el alcance de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Máquina eléctrica,

- donde la máquina eléctrica presenta un rotor (1) que se encuentra montado de forma giratoria en cojinetes (2), de manera que el rotor (1) puede rotar alrededor de un eje de rotación (3),

5 - donde la máquina eléctrica presenta un estator (4) que rodea el rotor (1) radialmente en el exterior, referido al eje de rotación (3),

- donde el estator (4) se compone de chapas de estator (5, 6) que, observado en la dirección del eje de rotación (3), están apiladas unas sobre otras,

10 - donde las chapas de estator (5, 6), referido al eje de rotación (3), presentan radialmente en el exterior una cantidad de escotaduras (9) que en su totalidad forman ranuras (10) que se extienden paralelamente con respecto al eje de rotación (3),

- donde en las ranuras (10) están dispuestas barras de tracción (11) que, en sus extremos, están unidas con entradas (12),

- donde las chapas de estator (5, 6) comprenden al menos primeras chapas de estator (5),

15 - caracterizada porque las primeras chapas de estator (5) presentan respectivamente al menos un talón (13) que sobresale radialmente en el exterior entre las dos barras de tracción (11) adyacentes al talón (13) de gran tamaño, observado en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación (3) más allá de las dos barras de tracción (11) adyacentes y que presenta allí voladizos (14) que se extienden alrededor del eje de rotación (3), los cuales recubren las dos barras de tracción (11) adyacentes.

20 2. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, caracterizada porque las primeras chapas de estator (5) presentan adicionalmente otros talones (15, 16) que sobresalen radialmente en el exterior entre las dos barras de tracción (11) adyacentes con respecto al otro respectivo talón (15, 16) observado en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación (3).

25 3. Máquina eléctrica según la reivindicación 2, caracterizada porque al menos uno de los talones adicionales (15, 16) sobresalen radialmente en el exterior sobre las dos barras de tracción (11) respectivamente adyacentes.

4. Máquina eléctrica según la reivindicación 2 ó 3, caracterizada porque los otros talones (15, 16) de las primeras chapas de estator (5) sobresalen radialmente en el exterior a diferentes distancias.

5. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la cantidad de barras de tracción (11) asciende a seis.

30 6. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque,

- las chapas de estator (5, 6) comprenden segundas chapas de estator (6) de manera adicional con respecto a las primeras chapas de estator (5),

35 - las segundas chapas de estator (6) presentan respectivamente una cantidad de talones (18, 19, 20) que sobresalen en cada caso radialmente en el exterior entre las dos barras de tensión (11) adyacentes con relación al respectivo talón (18, 19, 20), observado en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación (3), más allá de las dos barras de tracción (11) adyacentes,

40 - los talones (18, 19, 20) de las segundas chapas de estator (6), sin embargo, no sobresalen radialmente en el exterior tanto como los talones (13) de gran tamaño de las primeras chapas de estator (5) y no presentan voladizos que se extienden alrededor del eje de rotación (3), los cuales recubren respectivamente las dos barras de tracción (11) respectivamente adyacentes.

7. Máquina eléctrica según la reivindicación 6, caracterizada porque los talones (18, 19, 20) de las segundas chapas de estator (6) sobresalen radialmente en el exterior a una distancia diferente.

8. Máquina eléctrica según la reivindicación 6 ó 7, caracterizada porque la cantidad de talones (18, 19, 20) de las segundas chapas de estator (6) es igual a la cantidad de talones (13, 15, 16) de las primeras chapas de estator (5).

9. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las chapas de estator (5, 6) no comprenden otras chapas de estator.
10. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las barras de tracción (11) presentan una sección transversal rectangular o trapezoidal.
- 5 11. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las chapas de estator (5, 6) están reunidas formando grupos de chapas de estator (5, 6) sucesivas de forma directa, observado en la dirección del eje de rotación (3), donde los grupos respectivamente presentan un contorno del grupo uniforme y el contorno del grupo varía de un grupo de chapas de estator (5, 6) a otro grupo de chapas de estator (5, 6).
- 10 12. Máquina eléctrica según la reivindicación 11, caracterizada porque la cantidad de chapas de estator (5, 6) por grupo se ubica entre 4 y 10 y/o un grosor de los grupos, observado en la dirección del eje de rotación (3), se ubica entre 2,5 mm y 6,0 mm.
- 15 13. Máquina eléctrica según la reivindicación 11 ó 12, caracterizada porque, observado en la dirección del eje de rotación (3), los grupos de chapas de estator (5, 6) se suceden unos a otros en el centro en una primera secuencia y, en áreas del borde adyacentes hacia el centro en ambos lados, se suceden unos a otros en una segunda secuencia diferente de la primera secuencia.
14. Vehículo terrestre,
- donde el vehículo terrestre presenta ruedas de accionamiento (22),
 - donde un rotor (1) de una máquina eléctrica actúa sobre al menos una de las ruedas de accionamiento (22),
 - donde un eje de rotación (3) del rotor (1) se extiende transversalmente con respecto a una dirección de desplazamiento del vehículo terrestre,
- 20 caracterizado porque,
- la máquina eléctrica está diseñada como máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores y
 - porque los talones (13) de gran tamaño de las primeras chapas de estator (5) están dispuestos de manera que no sobresalen hacia abajo.
- 25 15. Vehículo terrestre según la reivindicación 14, caracterizado porque los talones (13) de gran tamaño de las primeras chapas de estator (5) están dispuestos de manera que tampoco sobresalen hacia arriba.
16. Vehículo terrestre según la reivindicación 14 ó 15, caracterizado porque las ruedas de accionamiento (22) están realizadas como ruedas de un vehículo ferroviario.

FIG 1

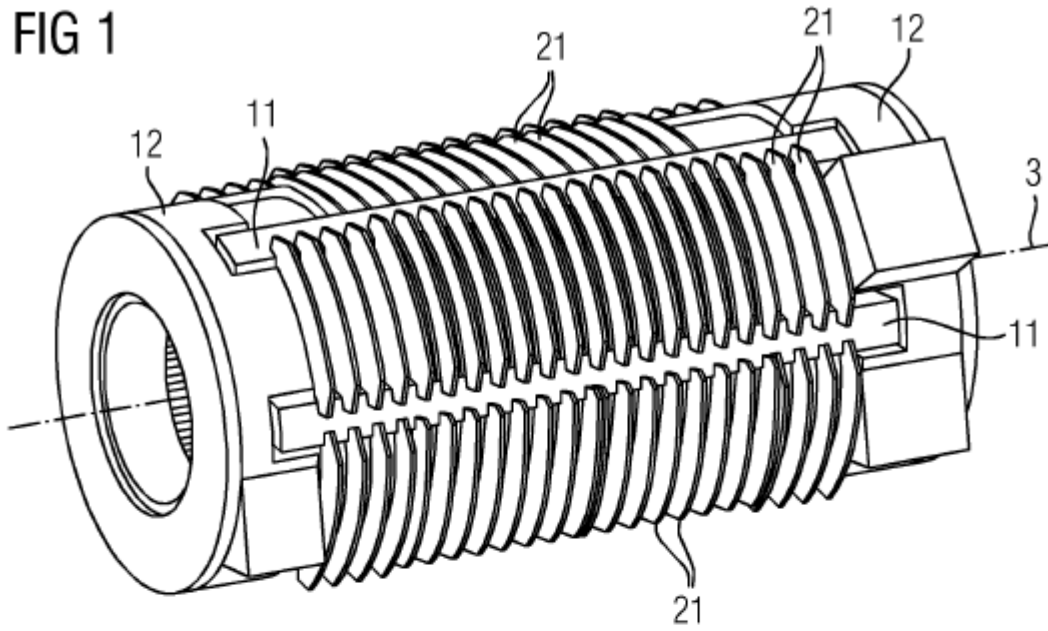


FIG 2

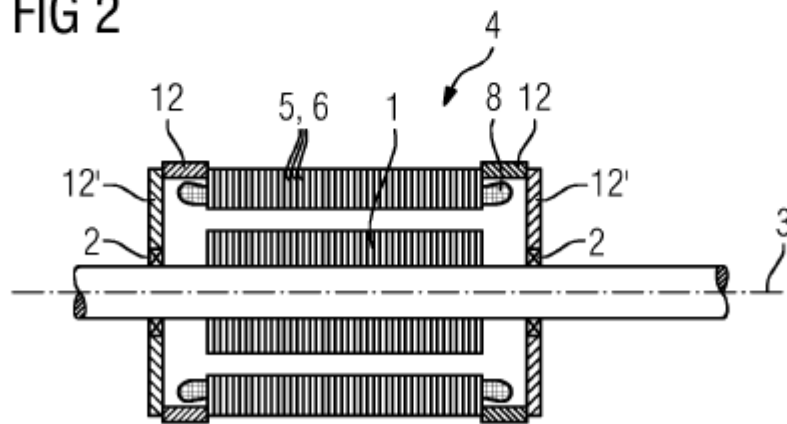


FIG 3

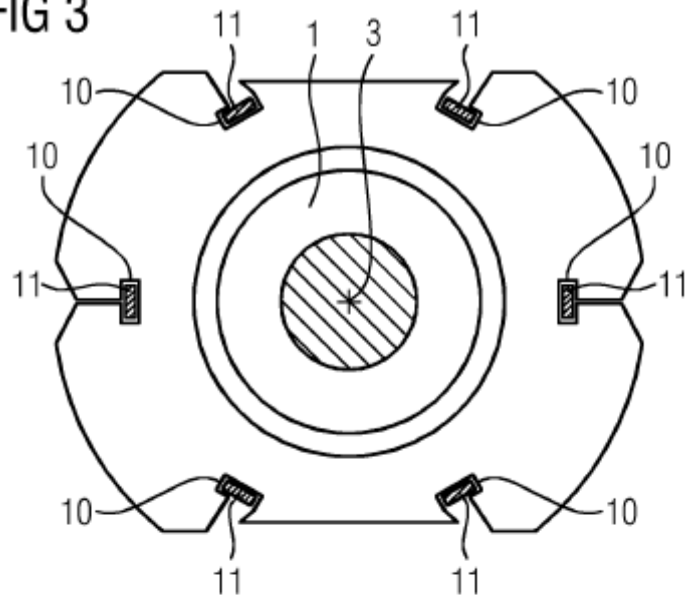


FIG 4

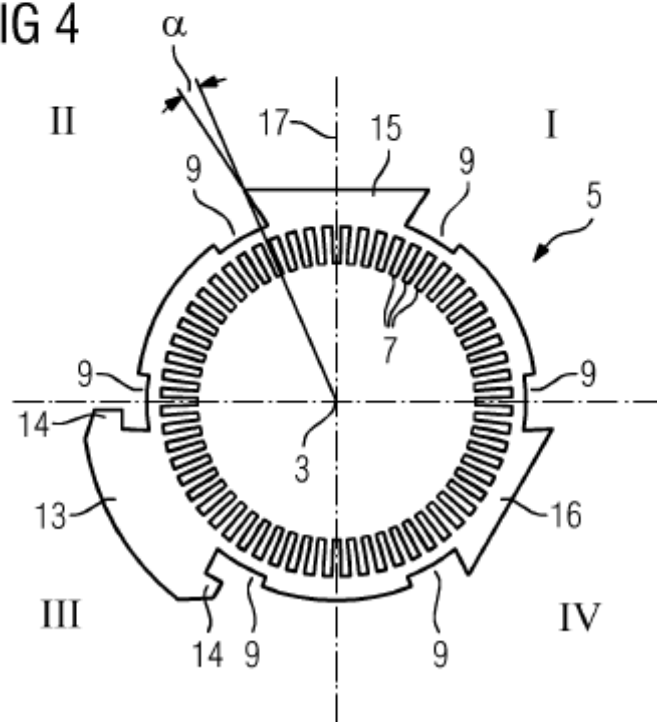


FIG 5

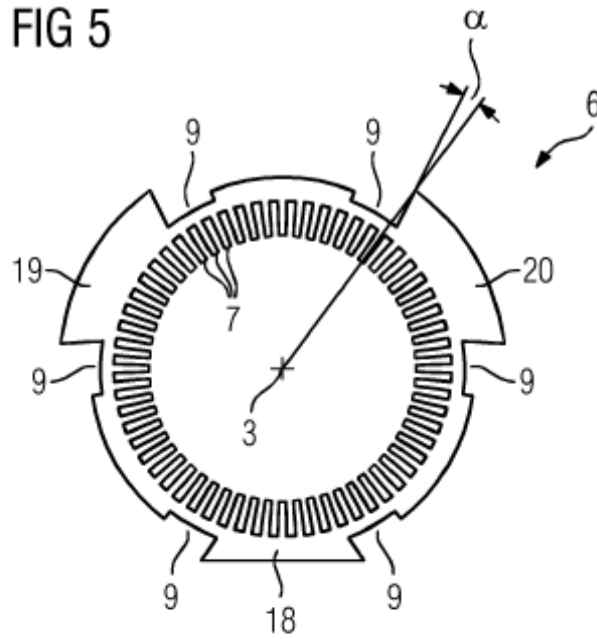


FIG 6

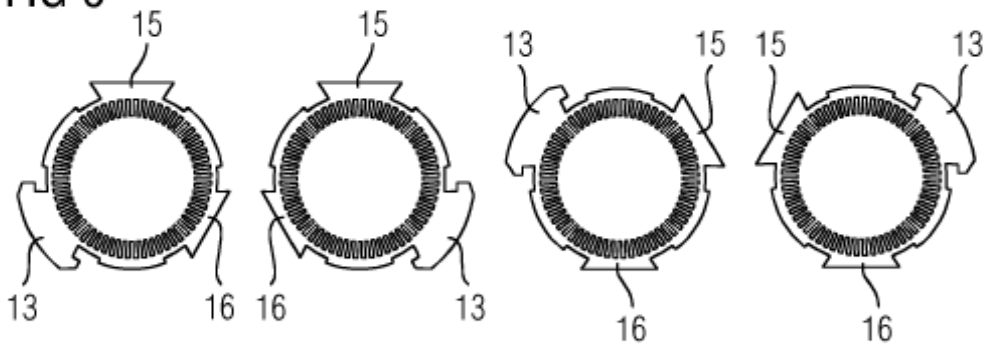


FIG 7

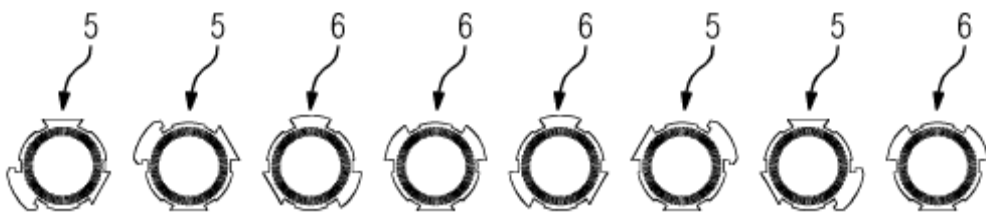


FIG 8

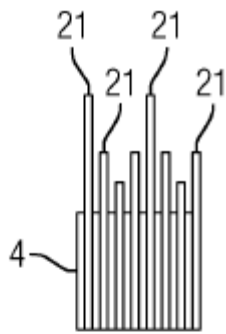


FIG 9

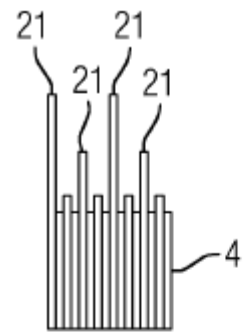


FIG 10

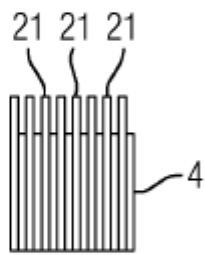


FIG 11

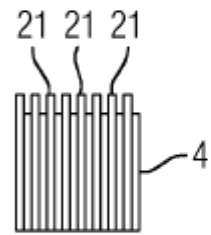


FIG 12

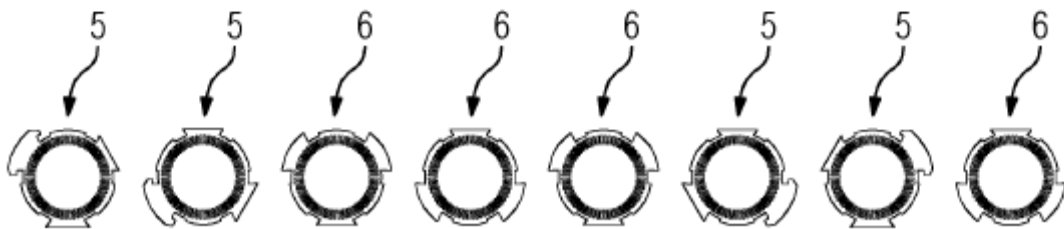


FIG 13

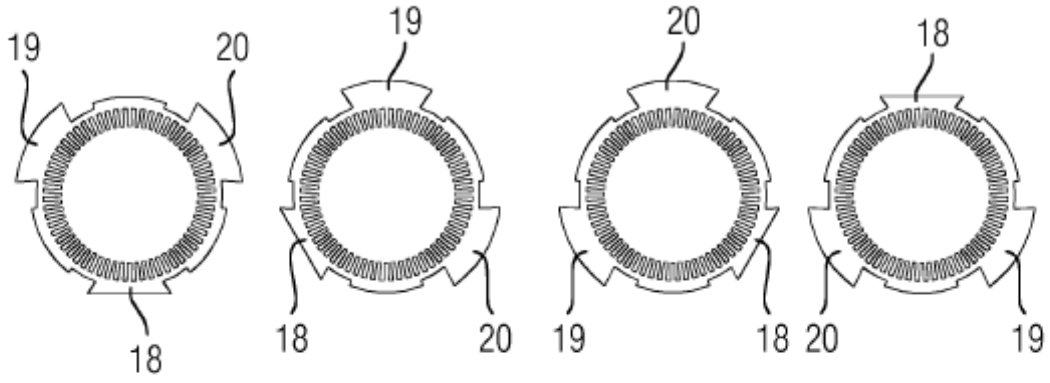


FIG 14

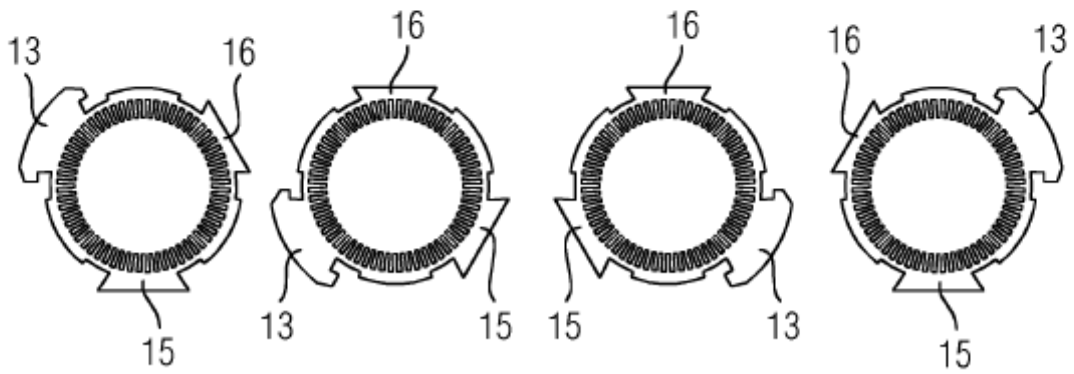


FIG 15

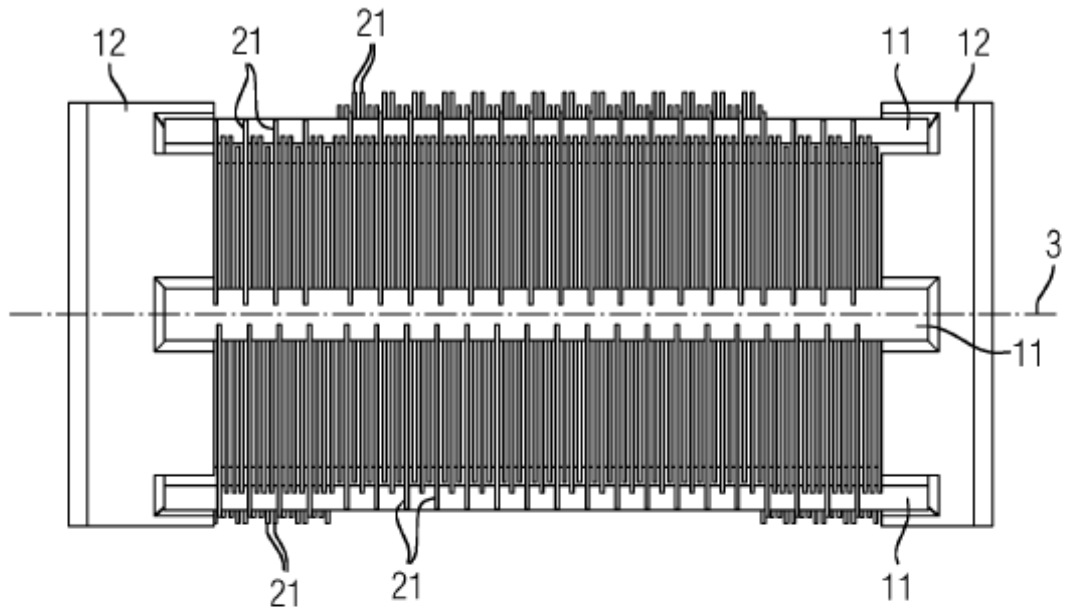


FIG 16

