

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 507**

51 Int. Cl.:

H02K 15/03	(2006.01)
H02K 1/27	(2006.01)
H02K 1/16	(2006.01)
H02K 7/18	(2006.01)
H02K 15/16	(2006.01)
H02K 5/18	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2010 PCT/EP2010/059705**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2011 WO11006810**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2010 E 10732917 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2454803**

54 Título: **Rotor anular para un motor eléctrico**

30 Prioridad:

13.07.2009 DE 102009032885

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

23.10.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**JUNGE, MARTIN y
JÖCKEL, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 638 507 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 anular para un motor eléctrico

5 La invención hace referencia a un rotor anular con un árbol hueco para un motor eléctrico. La invención se emplea en particular en el caso de motores eléctricos muy grandes, como por ejemplo generadores de transmisión directa para centrales eólicas.

10 Conforme se incrementa el tipo de rendimiento, las centrales eólicas de transmisión directa se hacen cada vez más competitivas en relación con instalaciones que estén equipadas con engranajes. En las centrales eólicas de transmisión directa el buje de rotor está unido directamente a un generador síncrono. La ventaja principal de un diseño de este tipo es la estructura claramente más sencilla en comparación con centrales eólicas con generador, la cual requeriría menos componentes rotatorios de la maquinaria. Lo anterior tiene como consecuencia una menor complejidad de mantenimiento y una elevada disponibilidad de la instalación.

En particular las centrales eólicas muy grandes trabajan normalmente con unos números de revoluciones muy bajos. Por ello estas centrales deben ser equipadas, en el caso de un modo de realización de transmisión directa, con unos generadores muy grandes y pesados. El diámetro de estos motores supera entonces fácilmente el límite de 4 a 5 m.

15 Los generadores para las centrales eólicas de transmisión directa comprenden con frecuencia rotores con un árbol hueco. Un motor eléctrico de este tipo se conoce por ejemplo del documento WO 2006/032969 A2. Este documento describe un rotor que está dividido en varios segmentos, en donde los segmentos están encajados sobre un anillo tubular del rotor.

20 A causa del tamaño creciente de los generadores eólicos, que llevan consigo forzosamente las mayores potencias de estas centrales, su montaje se hace cada vez más difícil. Las turbinas de transmisión directa de centrales eólicas o mareomotrices, sin embargo, implican también unos grandes requisitos en cuanto al transporte y a la logística.

25 Del documento EP 2 063 117 A1 se conoce un generador de una central eólica de transmisión directa con un rotor anular, en donde el rotor en dirección perimétrica está dividido en varios segmentos de rotor parcialmente anulares, y en donde la forma anular cerrada del rotor se anula mediante la separación de los segmentos de rotor unos de los otros, y con un estator, que está dividido en dirección perimétrica en varios segmentos de estator parcialmente anulares.

Por ello el objeto de la invención consiste en simplificar el transporte de grandes motores eléctricos.

El objeto es resuelto mediante un procedimiento para producir un generador según la reivindicación 1.

Este objeto es resuelto asimismo mediante un generador con las características de la reivindicación 3.

30 En las reivindicaciones dependientes se citan unas formas de realización ventajosas de la invención.

35 El objeto principal de la invención consiste en dividir el rotor del motor eléctrico, en el que se trata en particular de un motor síncrono con excitación permanente, en varios segmentos de rotor parcialmente anulares en dirección perimétrica. Esta división se produce de forma preferida a lo largo de unas juntas de separación radiales, de forma similar a como se divide una tarta en porciones de tarta individuales. Si se descompone el rotor anular conforme a la invención en sus segmentos de rotor, se anula la forma anular cerrada del rotor de árbol hueco. El rotor ocupa en la forma descompuesta un volumen claramente menor que un rotor anular completo. Incluso una descomposición en solamente dos segmentos de rotor parcialmente anulares, que abarquen respectivamente un arco de círculo de 180°, produce una clara reducción de volumen, que puede hacer posible un transporte de un rotor de este tipo por carretera. Conforme a la invención cada segmento de rotor presenta al menos un imán permanente. De este modo
40 se obtiene en particular un motor síncrono con excitación permanente. La utilización de imanes permanentes sobre el rotor para producir un campo excitador tiene la ventaja de que, durante el montaje de los segmentos de rotor individuales para formar el rotor anular, no es necesario establecer ningún contacto eléctrico entre los segmentos de rotor individuales. Los imanes permanentes se disponen en cavidades para los imanes, que se encuentran sobre los segmentos de rotor.

45 En otro modo de realización ventajoso de la invención también puede prescindirse de una unión mecánica entre sí de los segmentos de rotor individuales, si el rotor comprende en ambos lados frontales respectivamente una brida anular a la que estén unidos los segmentos de rotor. En el caso de esta brida puede tratarse por ejemplo de la brida de turbina de una central eólica. Aquí los segmentos de rotor parcialmente anulares podrían montarse directamente en la obra sobre la brida de los segmentos de rotor.

Puede garantizarse una fabricación económica de los segmentos de rotor mediante una forma de realización de la invención, en la que los segmentos de rotor comprenden unas láminas eléctricas parcialmente anulares apiladas en la dirección axial del rotor. Mediante la estructura del rotor a partir de láminas eléctricas individuales aisladas unas de otras se reducen las pérdidas por histéresis y corrientes parásitas en el rotor.

5 La presente invención hace posible una conformación del rotor ya sea como rotor interior o como rotor exterior.

Por lo general se desea transportar un generador completo o un motor completo a su posterior punto de empleo. De forma correspondiente la invención está caracterizada por un motor eléctrico con un rotor según una de las formas de realización descritas anteriormente y un estator, que en dirección perimétrica está dividido en varios segmentos de estator parcialmente anulares, en donde el número de segmentos de estator es igual al número de segmentos de rotor. Los segmentos de estator individuales están distanciados entre sí a través de unas juntas de separación orientadas radialmente. Una estructura de este tipo hace posible una entrega y un montaje acoplados de los motores eléctricos. Es decir, un segmento de rotor se transporta primero junto con un segmento de estator correspondiente acoplados hasta el punto de empleo posterior. A continuación estas parejas de segmentos de rotor/estator, también llamadas elementos de motor en el desarrollo ulterior de la invención, se ensamblan para formar un motor eléctrico completo.

En particular en los motores eléctricos con excitación permanente, esta entrega acoplada de segmentos de estator y de rotor hacen posible un manejo claramente más sencillo con los muy potentes imanes permanentes. A causa de su enorme fuerza de atracción es necesario cumplir unas normas de seguridad muy estrictas durante el transporte de piezas de motores, que estén equipadas con imanes permanentes. Mediante el acoplamiento del segmento de rotor al segmento de estator, sin embargo, los imanes permanentes ya se apantallan magnéticamente con relación al entorno y por ello ya no representan un riesgo tan alto. También el montaje del motor eléctrico se simplifica claramente, si los segmentos de rotor y estator se montan por parejas unos en los otros.

A este respecto es ventajosa una conformación de la invención, en la que el motor eléctrico comprende para cada segmento de rotor un segmento de estator, cuyo perímetro en forma de arco de círculo presente un ánulo de punto central fundamentalmente igual. Los elementos de motor resultantes de este modo tienen también forma de arco de círculo, de tal manera que mediante su ensamblaje mutuo se obtiene un motor eléctrico con rotor de árbol hueco.

Para la producción conforme a la invención del motor eléctrico en primer lugar se equipan los segmentos de rotor parcialmente anulares con los imanes permanentes y, a continuación, se equipan los segmentos de estator parcialmente anulares con bobinas para obtener el campo de armadura. A continuación se fabrican los elementos de motor también parcialmente anulares ya citados, en donde respectivamente un segmento de rotor equipado con imanes permanentes se une a un segmento de estator parcialmente anular equipado con las bobinas. El segmento de estator y el segmento de rotor se unen entre sí a este respecto a través de unos elementos de unión apropiados de tal manera, que en el estado de ensamblaje del motor eléctrico el estator y el rotor están distanciados, separados uno del otro.

35 Un elemento de motor de este tipo puede transportarse a continuación hasta su posterior punto de empleo, de forma claramente más sencilla que lo que lo hace posible, como se conoce del estado de la técnica, el transporte de un rotor completo.

Solamente en la obra los elementos de motor así contruidos se ensamblan para formar un anillo cerrado. Si el motor eléctrico se monta en una central eólica como generador eólico, los elementos de motor premontados pueden montarse conforme a la invención directamente sobre una brida de la turbina de la central eólica, de tal manera que la forma anular cerrada del rotor se obtenga directamente durante el montaje sobre la citada brida. En esta clase de montaje se monta sobre la brida respectivamente un segmento de rotor con un segmento de estator simultáneamente. Los imanes permanentes del rotor están apantallados también durante el montaje mediante el segmento de estator. El segmento de estator y el segmento de rotor están distanciados a este respecto uno del otro mediante los elementos de unión ya citados. Las dificultades, que son conocidas durante una incorporación de un rotor con imanes permanentes en un taladro de estator a causa de las altas fuerzas de atracción y del reducido entrehierro entre estator y rotor del estado de la técnica, quedan eliminadas mediante el procedimiento de montaje conforme a la invención.

50 A continuación se describe y explica con más detalle la invención en base a los ejemplos de realización representados en las figuras. Aquí muestran:

la fig. 1 un primer modo de realización de un elemento de motor que comprende un segmento de rotor y un segmento de estator,

la fig. 2 un segundo modo de realización de un elemento de motor que comprende un segmento de rotor y un segmento de estator,

la fig. 3 unas formas de lámina eléctrica de los segmentos de un generador de rotor interior con refrigeración superficial,

la fig. 4 unas formas de lámina eléctrica de los segmentos de un generador de rotor interior con refrigeración interna,

5 la fig. 5 unas formas de lámina eléctrica de los segmentos de un generador de rotor exterior con refrigeración superficial,

la fig. 6 unas formas de lámina eléctrica de los segmentos de un generador de rotor exterior con refrigeración interna,

la fig. 7 una central eólica con un motor eléctrico y un rotor conformado según el modo de realización de la invención.

10 La fig. 1 muestra un primer modo de realización que comprende un segmento de rotor y un segmento de estator 1, 5. Tanto el segmento de rotor 1 como el segmento de estator 5 cubren un arco de círculo de 180°. Si se ensamblan entre sí dos segmentos de rotor 1 de la forma constructiva representada, se obtiene un rotor completo de un motor eléctrico con árbol hueco.

15 También pueden complementarse dos segmentos de estator 5 de la forma constructiva representada para formar un anillo cerrado, de tal manera que se obtenga el estator completo del motor eléctrico.

20 En el caso del motor eléctrico aquí representado se trata de un motor síncrono con excitación permanente. El segmento de rotor 1, que está configurado aquí como rotor interior, está equipado de forma correspondiente con imanes permanentes. Los imanes permanentes están realizados como imanes enterrados; es decir, están incorporados en unas cavidades que están configuradas sobre el segmento de rotor 1 repartidas sobre el perímetro. Los imanes permanentes pueden introducirse en estas cavidades en dirección axial.

Debido a que en el rotor aquí representado no está previsto ningún tipo de excitación, también es muy sencilla la estructura del rotor a partir de dos segmentos de este tipo. No es necesario instalar ningún tipo de conexión eléctrica entre los segmentos de rotor durante el montaje.

25 El segmento de estator 5 está realizado con unas ranuras aquí no reconocibles, que están introducidas en las bobinas para establecer un campo giratorio.

30 El segmento de estator 5 equipado con las bobinas está unido primero rígidamente al segmento de rotor 1 equipado con imanes permanentes a través de unos elementos de unión 6, en donde está asegurado un entrehierro entre el segmento de rotor 1 y el segmento de estator 5, a través del cual los dos segmentos están distanciados uno del otro. Estos elementos de unión 6 no se separan hasta que el elemento de motor representado que comprende el
35 segmento de rotor 11 y el segmento de estator 5 se ensambla con otro elemento de motor del mismo tipo para formar el motor eléctrico completo. Solamente si los segmentos de estator 5 y los segmentos de rotor 1 están montados respectivamente sobre una brida anular se separan los segmentos de unión 6. En esta clase de montaje los imanes permanentes del segmento de rotor 1 están apantallados mediante los segmentos de estator 5 durante todo el proceso de instalación. Se evita el riesgo de las grandes fuerzas de atracción de los imanes permanentes atraigan partes externas y, de este modo, puedan causarse daños al motor o incluso a las personas ocupadas en el montaje. Puede prescindirse del proceso de montaje en la práctica extremadamente difícil en los grandes generadores convencionales, en los que es necesario implantar un rotor acabado en un estator acabado manteniendo el reducido entrehierro.

40 Mediante la segmentación representada del motor en los segmentos de estator 5 y los segmentos de rotor 1 es posible por primera vez un escalamiento de motores eléctricos hasta las grandes potencias de 5 MW, 8MW o 10 MW con 10 a 15 rpm, como se requiere por ejemplo en las modernas centrales eólicas. Los motores de este tipo exigen un diámetro de rotor de 12 a 14 m, con lo que casi se hace imposible un transporte por carretera de rotores completos o estatores completos.

45 La fig. 2 muestra un segundo modo de realización de un elemento de motor que comprende un segmento de rotor y un segmento de estator 1, 5. Los elementos que actúan igual funcionalmente poseen aquí y en toda la solicitud los mismos símbolos de referencia.

50 A diferencia del elemento de motor representado en la fig. 1, el elemento de motor aquí representado sólo abarca un arco de círculo de 120°. De forma correspondiente deberían ensamblarse entre sí respectivamente tres segmentos de rotor 1 para formar un rotor acabado. Análogamente el estator completo se construye con tres de los segmentos de estator 5 representados. En la fig. 2 puede verse una brida anular 3, sobre la que está montado el segmento de rotor durante el montaje del motor. También está prevista una brida anular correspondiente para el segmento de

estator 5. Sólo si los segmentos de rotor 1 junto con los segmentos de estator 5 están montados por completo en forma de elementos de motor en forma de arco de círculo sobre las bridas, se separan los elementos de unión 6 representados en la fig. 1, de tal manera que el motor sea capaz de rotar.

5 La fig. 3 muestra unas formas de lámina eléctrica de los segmentos de un generador de rotor interior con refrigeración superficial. Se han representado las láminas eléctricas 4 del rotor que, apiladas axialmente unas sobre otras, forman los segmentos de rotor descritos anteriormente. En estas láminas eléctricas 4 se han troquelado unos orificios, a través de los cuales se forman las cavidades para los imanes para alojar los imanes permanentes 2. En estas cavidades para los imanes pueden implantarse los imanes permanentes 2 en dirección axial.

10 Además de esto se han representado otras láminas eléctricas 8 para fabricar los segmentos de estator. En las mismas se han troquelado las posteriores formas de ranura. Asimismo las láminas eléctricas 8 adicionales comprenden unas aletas de refrigeración 10, que hacen posible una refrigeración superficial.

La fig. 4 muestra otras formas de lámina eléctrica de los segmentos de un generador de rotor interior con refrigeración interior. Las mismas contienen unas rendijas de refrigeración 9 radialmente circulantes, para hacer posible una refrigeración interna.

15 Las figs. 4 y 5 muestran formas de lámina eléctrica para modos de realización del generador como rotor exterior. También para un rotor exterior pueden llevarse a cabo los conceptos de refrigeración ya conocidos de las figuras 3 y 4 en unión a la segmentación conforme a la invención.

20 La fig. 7 muestra una central eólica 7 con un motor eléctrico 11 y un rotor conformado según un modo de realización de la invención. El motor eléctrico está realizado como motor síncrono con excitación permanente y árbol hueco. Como ya se ha descrito anteriormente en las formas de realización, los rotores y estatores están contruidos segmentados. Debido a que en las centrales eólicas accionadas directamente aquí representadas se usan unos generadores muy grandes, sólo se hace posible un transporte por carretera del motor eléctrico 11 hasta el punto de instalación de la central eólica mediante el modo de realización segmentado del estatores y rotores.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir un generador con los siguientes pasos de procedimiento:
- 5 i) varios segmentos de rotor (1) parcialmente anulares se equipan con imanes permanentes (2), en donde los mismos se introducen en unas cavidades para los imanes de los segmentos de rotor (1),
 - ii) 5 varios segmentos de estator (5) parcialmente anulares se equipan con bobinas,
 - 10 iii) respectivamente uno de los segmentos de rotor (1) parcialmente anulares se ensambla respectivamente con un segmento de estator (5) parcialmente anular para formar un elemento de motor parcialmente anular, en donde el segmento de estator y el segmento de rotor están unidos entre sí de tal manera a través de unos elementos de unión (6), que están distanciados a través del entrehierro que, en el estado de ensamblaje del motor eléctrico, separa entre sí estatores y rotores,
 - 15 iv) los elementos de motor fabricados según el paso iii) se ensamblan para formar un anillo cerrado, y se montan directamente sobre una brida de una turbina de una central eólica (7),
 - v) después de esto se separan los elementos de unión (6) entre segmentos de estator (5) y segmentos de rotor (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde para producir los segmentos de rotor (1) se estampan unas láminas eléctricas (4) parcialmente anulares y las láminas eléctricas (4) estampadas se apilan en la dirección axial del rotor.
- 20 3. Generador de una central eólica de transmisión directa, producido según un procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, con
- un rotor anular, en donde el rotor está dividido en dirección perimétrica en varios segmentos de rotor (1) parcialmente anulares y presenta un árbol hueco, en donde la forma anular cerrada puede anularse mediante la separación de los segmentos de rotor (1) unos respecto a los otros, y
 - 25 - un estator, que está dividido en dirección perimétrica en varios segmentos de estator (5) parcialmente anulares, en donde el número de segmentos de estator (5) es igual al número de segmentos de rotor (1).
4. Generador según la reivindicación 3, en donde cada segmento de rotor (1) presenta al menos un imán permanente (2).
5. Generador según la reivindicación 4, en donde los segmentos de rotor (1) presentan por cada imán permanente una cavidad de imán, en la que está dispuesto el imán permanente (2).
- 30 6. Generador según una de las reivindicaciones anteriores 3 a 5, en donde el rotor comprende en ambos lados frontales respectivamente una brida anular (3), a la que están unidos los segmentos de rotor (1).
7. Generador según una de las reivindicaciones anteriores 3 a 6, en donde los segmentos de rotor (1) comprenden unas láminas eléctricas (4) parcialmente anulares apiladas en la dirección axial del rotor.
- 35 8. Generador según una de las reivindicaciones anteriores 3 a 7, en donde el rotor está configurado como rotor interior.
9. Generador según una de las reivindicaciones 3 a 7, en donde el rotor está configurado como rotor exterior.
10. Generador según una de las reivindicaciones 3 a 9, en donde el generador para cada segmento de rotor (1) comprende un segmento de estator (5), cuyo perímetro en forma de arco de círculo presenta un ángulo de punto central fundamentalmente igual.
- 40 11. Central eólica (7) con un generador según una de las reivindicaciones 3 a 10.

FIG 1

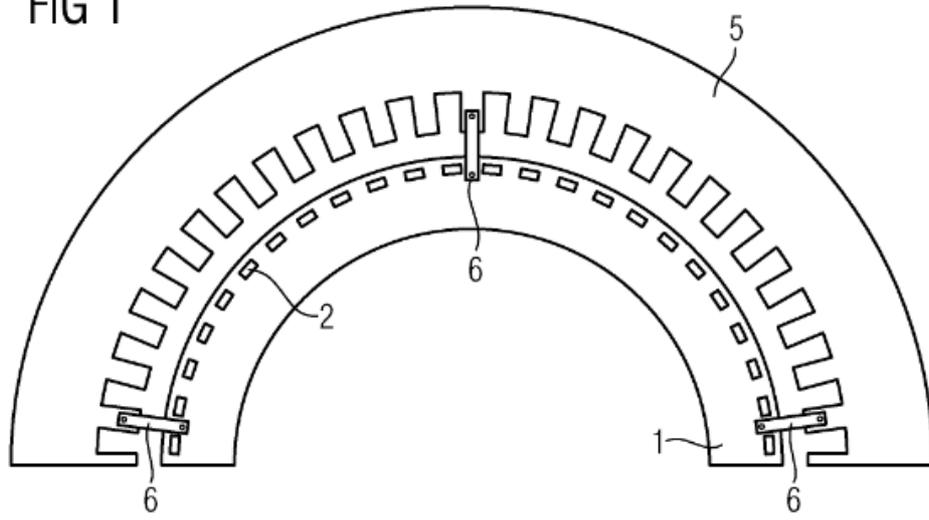


FIG 2

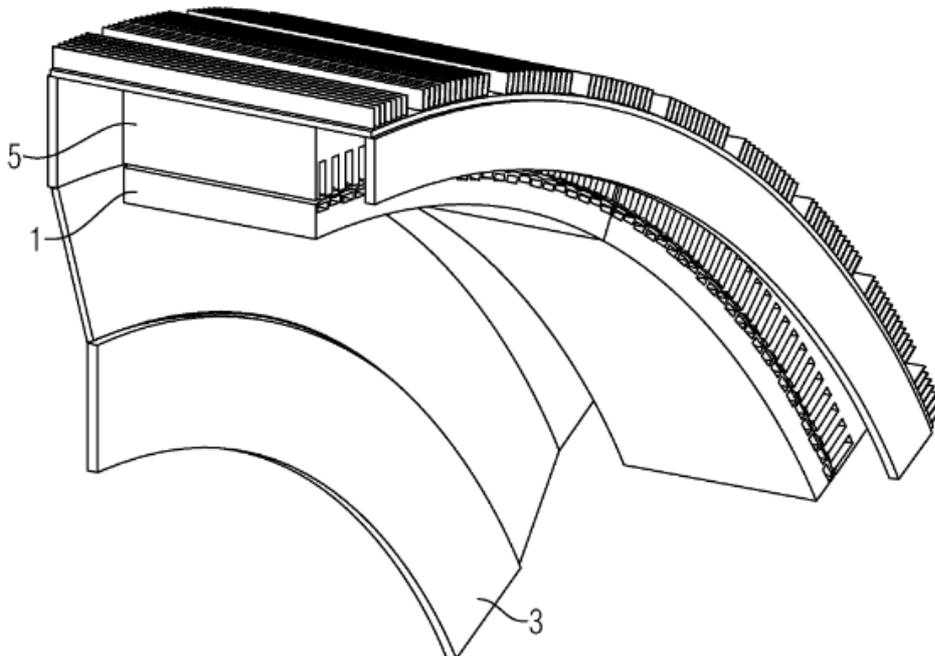


FIG 3

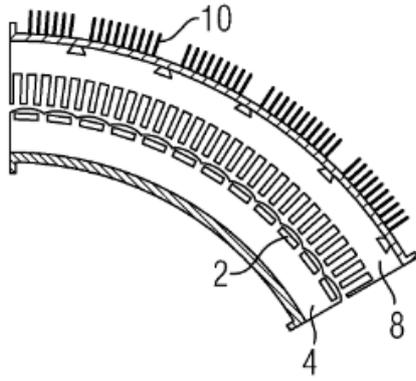


FIG 4

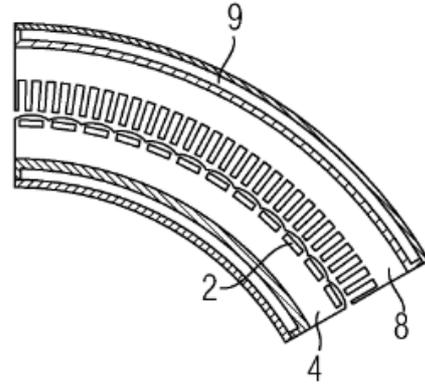


FIG 5

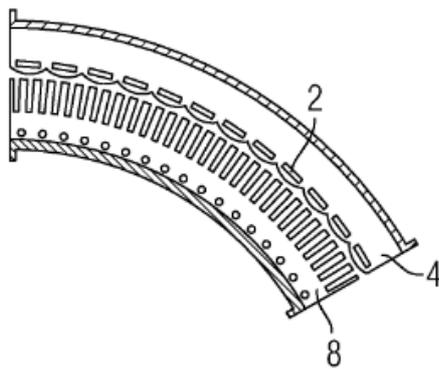


FIG 6

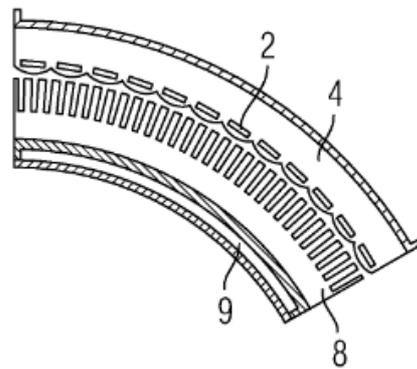


FIG 7

