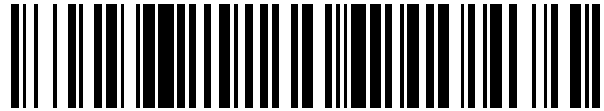


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 593**

51 Int. Cl.:

H02K 9/22 (2006.01)

H02K 3/50 (2006.01)

H02K 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2008 E 08007146 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 2109208**

54 Título: **Disposición de estator, generador y turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

STIESDAL, HENRIK

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 431 593 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

Disposición de estator, generador y turbina eólica.

5 La invención se refiere a una disposición de estator de un generador para una turbina eólica. La invención se refiere también a un generador, por ejemplo un generador de accionamiento directo para una turbina eólica que comprende tal disposición de estator así como una turbina eólica que comprende tal generador.

10 Cada turbina eólica comprende un generador, por ejemplo un generador de accionamiento directo grande que tiene un estator de generador y un rotor de generador para la producción de energía eléctrica. Las turbinas eólicas se levantan en tierra así como en alta mar. En particular, cuando se levanta una turbina eólica en alta mar, la turbina eólica en su conjunto, pero también el generador se exponen a duras condiciones medioambientales, como humedad, partículas saladas, etc. Si no están suficientemente protegidos, en particular los componentes de estator de un generador de turbina eólica, están expuestos a daños debidos a corrosión y a un riesgo aumentado de fallos eléctricos en tales condiciones medioambientales en alta mar. Por consiguiente, es generalmente recomendable que tal generador esté completamente encerrado.

15 Sin embargo, bajo ciertas circunstancias es conveniente disponer un generador grande de turbina eólica para que no esté completamente encerrado. Un ejemplo es cuando el generador está ubicado delante de la torre entre el rotor de turbina eólica y la torre, por tanto en el lado contra el viento de la torre. En tal caso el acceso al buje de rotor, por ejemplo para mantenimiento, está dispuesto de la mejor manera como un camino a través del generador, que obviamente es contrario al deseo de tener un generador totalmente encerrado.

20 Además, es ventajoso que el estator de generador comprenda una serie de segmentos de estator independientes. Un estator segmentado tiene el beneficio de que en el caso de un fallo el segmento de estator afectado respectivo puede reemplazarse con una fracción de los costes y el esfuerzo requeridos para el reemplazo del estator completo. Sin embargo, durante el transporte y el manejo de los segmentos de estator individuales, por ejemplo durante el levantamiento de la turbina eólica, los segmentos de estator están expuestos a condiciones ambientales húmedas y saladas que pueden provocar un daño de los segmentos de estator individuales.

25 El documento WO 03/077404 A1 da a conocer un motor de par que está dotado de un rotor y un estator, que comprende un marco de estator con núcleos de hierro y arrollamientos eléctricos. Los núcleos de hierro y los arrollamientos eléctricos se disponen en uno o más segmentos de estator separados. Un medio de refrigeración se proporciona con los segmentos de estator en forma de un elemento refrigerante que tiene un medio refrigerante circulando en el mismo.

30 El documento WO 91/05953 A1 da a conocer una turbina eólica, que comprende un rotor de turbina y un generador equipado con un rotor y un estator. El generador es una máquina de sectores de tipo asíncrono. El estator comprende uno o más sectores de estator.

35 El documento WO 00/60719 A1 da a conocer un generador, preferiblemente para un molino de viento, con lo que al menos el estator del generador está realizado con al menos dos módulos que están completamente encerrados y son herméticos. Los al menos dos módulos pueden montarse y desmontarse independientemente entre sí uno o más cada vez.

40 Por tanto un objetivo de la presente invención es proporcionar una disposición de estator, un generador así como una turbina eólica como se mencionó inicialmente de tal forma que preferiblemente pueda evitarse un daño de una disposición de estator debido a unas duras condiciones ambientales.

45 La invención alcanza este objetivo mediante una disposición de estator o un estator de un generador preferiblemente de accionamiento directo para una turbina eólica que comprende una pluralidad de segmentos de estator que forman sustancialmente el estator del generador, cada segmento de estator tiene al menos un arrollamiento de estator y una pila laminada de planchas, en la que cada segmento de estator comprende medios para refrigerar al menos el segmento de estator respectivo, caracterizada porque

- 50
- 55 – el al menos un arrollamiento de estator y la pila laminada de planchas están completamente moldeados o fundidos en un material con una propiedad de aislamiento eléctrico y/o con una cualidad anticorrosión y/o con una propiedad de conducción térmica, por lo que
 - 60 – los medios de refrigeración de un segmento de estator se proporcionan como una superficie externa del segmento de estator respectivo que tiene una propiedad de disipación térmica, por lo que la superficie externa es una superficie de una plancha de metal que tiene una propiedad de disipación térmica y que está unida al material de moldeo o fundición del segmento de estator respectivo y/o
 - 65 – los medios de refrigeración de un segmento de estator se proporcionan como al menos un elemento

térmicamente conductor, en la que el elemento térmicamente conductor es un elemento de fundición de aluminio integrado en el material de moldeo o fundición del segmento de estator respectivo.

5 Moldeando o fundiendo completamente cada segmento de estator usando un material mencionado que tiene preferiblemente las tres propiedades mencionadas el al menos un arrollamiento de estator y la pila laminada de planchas y las placas laminadas respectivamente de cada segmento de estator se protegen en particular contra la corrosión, la humedad, y las partículas saladas y de polvo. De esta forma pueden evitarse daños de los segmentos de estator debido a unas duras condiciones medioambientales en particular durante el transporte así como durante el manejo así como durante la operación. Como consecuencia, puede prolongarse la vida útil de los segmentos de estator.

15 El diseño de la disposición de estator o el estator con una pluralidad de segmentos de estator moldeados o fundidos y por tanto completamente protegidos permite adicionalmente un generador no completamente encerrado, por ejemplo un generador de accionamiento directo grande no completamente encerrado. Consecuentemente el generador puede comprender un camino a través del generador que es ventajoso para el mantenimiento de la turbina eólica en particular cuando el generador está ubicado en el lado en contra del viento de la torre de la turbina eólica entre el rotor de turbina eólica y la torre.

20 Además el diseño modular de la disposición de estator o el estator con segmentos de estator individuales únicos permite en caso de fallo de un solo segmento de estator reemplazar solamente el único segmento de estator afectado en vez del reemplazamiento de toda la disposición de estator, el estator o incluso todo el generador. Por tanto el mantenimiento está aún más simplificado.

25 Preferiblemente cada segmento de estator es un segmento con forma de segmento de anillo. Por tanto cuando los segmentos con forma de segmento de anillo únicos se conectan entre sí en sus lados frontales forman la disposición de estator o estator con forma de anillo que se dispone normalmente o bien alrededor o bien dentro del rotor de generador del generador de turbina eólica.

30 Según una variante de la invención el material con la propiedad de aislamiento eléctrico y/o con la cualidad anticorrosión y/o con la propiedad de conducción térmica es una resina, una resina de fundición, una resina epoxídica o una resina epoxídica de fundición. Es posible además añadir materiales a la resina usada normalmente para transformadores de resina fundida, por ejemplo dióxido de silicio (SiO₂) para mejorar la conducción térmica y/o fibras de vidrio para evitar grietas en la resina. Como ya se mencionó, cada segmento de estator se moldea o funde completamente dentro de su material respectivo para tener una protección total del segmento de estator contra las duras condiciones medioambientales.

40 Según la invención, un segmento de estator comprende medios de refrigeración al menos para refrigerar el segmento de estator respectivo. Los medios de refrigeración se proporcionan preferiblemente para mantener el segmento de estator moldeado o fundido dentro de los límites de una temperatura de operación.

45 Conforme a una realización de la invención los medios de refrigeración de un segmento de estator comprenden al menos un conducto para un medio refrigerante. Preferiblemente el conducto es una camisa o una tubería, que está integrada en el segmento de estator moldeado o fundido. Según una variante de la invención el medio refrigerante es un gas refrigerante, un aceite refrigerante o agua guiada o bombeada a través del conducto. Por tanto un segmento de estator puede refrigerarse activamente.

50 Según la invención los medios de refrigeración de un segmento de estator comprenden una superficie externa del segmento de estator respectivo que tiene una propiedad de disipación térmica. La superficie externa es una superficie de un material que tiene una propiedad de disipación térmica y que se une a, por ejemplo se adhiere al material de moldeo o fundición del segmento de estator respectivo. Esta superficie externa es una superficie de una plancha de metal que tiene comparativamente buenas propiedades de conducción y disipación térmica, como el aluminio, y que se adhiere al material de moldeo o fundición. También de esta forma puede refrigerarse un segmento de estator.

55 Según la invención los medios de refrigeración de un segmento de estator pueden proporcionarse adicional o alternativamente como al menos un elemento térmicamente conductor. Preferiblemente el elemento térmicamente conductor se dispone adyacente al arrollamiento de estator y por tanto al menos parcialmente integrado en el material de moldeo o fundición del segmento de estator. Según una variante de la invención el elemento térmicamente conductor se dispone adyacente a una cabeza de arrollamiento de un arrollamiento de estator o se extiende a través de la abertura de una cabeza de arrollamiento de un arrollamiento de estator y se dirige hacia una superficie del segmento de estator respectivo. El elemento térmicamente conductor es un elemento de fundición de aluminio integrado en el material de moldeo o fundición del segmento de estator respectivo. De esta forma se proporciona un camino directo a un disipador térmico para el calor presente en la operación en particular cerca de la cabeza de arrollamiento que no se beneficia de la proximidad a la transferencia de calor de la pila laminada.

65

Según otra realización de la invención la disposición de estator o el estator comprende al menos un intercambiador de calor, en la que los medios de refrigeración de un segmento de estator se conectan al intercambiador de calor. Es posible, por ejemplo, que los conductos para un medio refrigerante de los segmentos de estator, al menos un intercambiador de calor y preferiblemente al menos una bomba formen parte de una circulación del medio refrigerante para refrigerar los segmentos de estator y por tanto toda la disposición de estator o el estator.

El objetivo de la presente invención se alcanza también por la invención mediante un generador de accionamiento directo que comprende una disposición de estator descrita anteriormente o mediante una turbina eólica que comprende una disposición de estator descrita anteriormente o el mencionado generador de accionamiento directo.

La invención se explicará a continuación en más detalle con referencia a los dibujos esquemáticos, en los que

la figura 1 muestra una turbina eólica,

la figura 2 muestra una vista en sección axial de un segmento de estator de un estator del generador de la turbina eólica de la figura 1,

la figura 3 muestra la vista en sección del segmento de estator de la figura 2 en la dirección de las flechas III,

la figura 4 muestra una vista en sección axial de otro segmento de estator de un estator de un generador para una turbina eólica que no cubre la presente invención y

la figura 5 muestra la vista en sección del segmento de estator de la figura 4 en la dirección de las flechas V.

La figura 1 muestra una turbina 1 eólica que comprende una torre 2 levantada en un lecho marino, una góndola 3 y un buje 4 con palas 5 de rotor. Como se indica esquemáticamente en la figura 1 un generador, en el caso de la presente realización de la invención un generador 6 de accionamiento directo se dispone en la góndola 3 entre el buje 4 y la torre 2. El generador 6 de accionamiento directo comprende una disposición 7 de rotor conectada al buje 4 y una disposición 8 de estator que comprende un estator 9 con forma de anillo. El generador 6 de accionamiento directo tiene un eje central A alineado sustancialmente de manera horizontal.

El estator 9 con forma de anillo tiene un diseño modular y comprende una pluralidad, por ejemplo seis o menos o más segmentos 10 de estator con forma de segmento de anillo. Uno de esos segmentos 10 de estator se muestra en la figura 2 y la figura 3 en vistas en sección.

El segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo ilustrado comprende en el caso de la presente realización de la invención una pila 11 laminada de planchas o un paquete 11 de planchas laminadas respectivamente y arrollamientos 12 de estator para la generación de energía eléctrica junto con la disposición 7 de rotor.

El segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo está en el caso de la presente realización de la invención completamente moldeado o fundido en un material 13 con una propiedad de aislamiento eléctrico y/o con una cualidad anticorrosión y/o con una propiedad de conducción térmica para proteger el segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo, en particular el paquete 11 de planchas laminadas y los arrollamientos 12 de estator contra daños y corrosión particularmente bajo duras condiciones medioambientales. Preferiblemente el material 13 comprende las tres propiedades mencionadas. Pero el material 13 puede tener también solamente una o dos de las propiedades mencionadas sujetas al intervalo de aplicación del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo. Los materiales 13 apropiados son resinas, por ejemplo resinas de fundición, una resina epoxídica así como una resina epoxídica de fundición. En el caso de la presente realización de la invención el material 13 de moldeo o fundición es una resina epoxídica de fundición. Se usa un molde o molde de fundición respectivo para sellar el segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo. Para mejorar las propiedades del material 13 y de las resinas respectivamente es posible añadir materiales a las resinas, por ejemplo dióxido de silicio (SiO₂) para mejorar la conducción térmica y/o fibras de vidrio para evitar grietas en la resina 13.

En el caso de la presente realización de la invención el segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo comprende adicionalmente medios de refrigeración del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo durante la operación. En una primera realización de la invención los medios de refrigeración comprenden una superficie externa del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo que tiene una propiedad de disipación térmica. La superficie externa es una superficie 15 de un material que es diferente del material de moldeo o fundición, tiene una propiedad de disipación térmica y que se une al material 13 de moldeo o fundición del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo. Los materiales apropiados son por ejemplo materiales metálicos. En el caso de la presente realización de la invención una plancha 16 de aluminio se adhiere al segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo, en particular con una parte de la superficie 14. Por tanto se conduce el calor generado durante la operación del generador 6 de accionamiento directo y el estator 9 respectivamente mediante el material 13 de moldeo o fundición a la superficie 14 y/o la plancha 16 de aluminio y la superficie 15

respectivamente y se disipa de los mismos al ambiente.

En una segunda realización de la invención los medios de refrigeración del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo comprenden al menos un elemento térmicamente conductor. En el caso de la presente realización de la invención el segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo comprende una pluralidad de elementos térmicamente conductores en forma de elementos 17 de fundición de aluminio. Cada elemento 17 de fundición de aluminio se dispone adyacente a un arrollamiento 12 de estator o se extiende como en el presente caso a través de la abertura de una cabeza 18 de arrollamiento de un arrollamiento 12 de estator. Cada elemento 17 de fundición de aluminio está integrado en el material 13 de moldeo o fundición y se dirige hacia una superficie del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo cuya superficie actúa como un disipador térmico y tiene una propiedad de disipación térmica. Por tanto un elemento 17 de fundición de aluminio se dirige preferiblemente hacia la superficie 14 o la plancha 16 de aluminio y la superficie 15 respectivamente. Cada elemento 17 de fundición de aluminio proporciona un camino directo para el calor generado durante la operación a una superficie 14 ó 15 externa. Los elementos 17 de fundición de aluminio son de forma ventajosa principalmente adyacentes a las cabezas 18 de arrollamiento de los arrollamientos 12 de estator donde la distancia a una superficie externa es relativamente grande.

Las figuras 4 y 5 muestran otro segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo que pertenece a otro generador de accionamiento directo de una turbina eólica no mostrado y que no está cubierto por la presente invención. Un componente del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo de las figuras 4 y 5 que corresponde a un componente del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo de las figuras 2 y 3 está dotado del mismo número de referencia.

En la realización de las figuras 4 y 5 los medios de refrigeración del segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo comprenden al menos un conducto 19, por ejemplo en forma de una camisa o tubería, para un medio refrigerante al menos un conducto 19 que está integrado en el material 13 de moldeo o fundición. En el caso de la presente realización de la invención el segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo comprende tres conductos que se extienden axialmente, por tanto los ejes centrales C de los conductos 19 son sustancialmente paralelos al eje central A del generador. Pero los conductos pueden tener también otro recorrido, por ejemplo un recorrido con forma de meandro, etc. En el presente caso los conductos 19 tienen una sección transversal cuadrada, pero los conductos 19 pueden tener también una sección transversal redonda, ovalada u otra sección transversal. Cuando se guía un medio refrigerante como un gas refrigerante, un aceite refrigerante o simplemente agua a través de los conductos 19 el segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo puede refrigerarse activamente.

Preferiblemente todos los conductos 19 de todos los segmentos 10 de estator con forma de segmento de anillo están conectados de forma no mostrada a una circulación cerrada que comprende aparte de los conductos 19 más conductos de conexión, al menos un intercambiador de calor y al menos una bomba para bombear activamente el medio refrigerante a través de los conductos.

Como se mencionó anteriormente el estator 9 comprende en el caso de la presente realización de la invención una pluralidad de segmentos 10 de estator con forma de segmento de anillo sustancialmente idénticos que forman sustancialmente el estator 9 con forma de anillo cuando el lado 20 frontal de un segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo se dispone en el lado 20 frontal de otro segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo y así sucesivamente.

Según la figura 1 el estator 9 se dispone alrededor de la disposición 7 de rotor. Por tanto el espacio de aire entre el estator 9 y el rotor y la disposición 7 de rotor respectivamente está situado en el interior del estator 9 y cada segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo del estator 9 respectivamente.

Cuando una pluralidad de segmentos 10 de estator con forma de segmento de anillo de las figuras 4 y 5 se disponen de tal forma que el lado 20 frontal de un segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo esté dispuesto en el lado 20 frontal de otro segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo y así sucesivamente forman también sustancialmente un estator o una disposición de estator con forma de anillo, donde los conductos 19 se disponen en el lado interior. En este caso el espacio de aire está ubicado en el exterior del estator o la disposición de estator y por tanto el estator o la disposición de estator se dispone en el interior del rotor o de la disposición de rotor correspondiente. Cuando los conductos están ubicados en el lado exterior de los segmentos con forma de segmento de anillo el espacio de aire está ubicado en el interior del estator o la disposición de estator y por tanto el estator o la disposición de estator se dispone alrededor del rotor o de la disposición de rotor correspondiente. En este caso la curva de los segmentos de estator con forma de segmento de anillo se cambia.

A propósito, un segmento 10 de estator con forma de segmento de anillo puede comprender como medios de refrigeración al menos una superficie 15 y al menos un elemento 17 térmicamente conductor.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de estator de un generador (6) para una turbina (1) eólica que comprende una pluralidad de segmentos (10) de estator que forman sustancialmente el estator (9) del generador (6), cada segmento (10) de estator tiene al menos un arrollamiento (12) de estator y una pila (11) laminada de planchas, en la que cada segmento (10) de estator comprende medios (15, 16, 17) de refrigeración de al menos el segmento (10) de estator respectivo, caracterizada porque
 - el al menos un arrollamiento (12) de estator y la pila (11) laminada de planchas están completamente moldeados o fundidos en un material (13) con una propiedad de aislamiento eléctrico y/o con una cualidad anticorrosión y/o con una propiedad de conducción térmica, por lo que
 - los medios (15, 16) de refrigeración de un segmento (10) de estator se proporcionan como una superficie (15) externa del segmento (10) de estator respectivo que tiene una propiedad de disipación térmica, por lo que la superficie externa es una superficie (15) de una plancha (16) de metal que tiene una propiedad de disipación térmica y que está unida al material (13) de moldeo o fundición del segmento (10) de estator respectivo y/o
 - los medios (17) de refrigeración de un segmento (10) de estator se proporcionan como al menos un elemento (17) térmicamente conductor, en la que el elemento (17) térmicamente conductor es un elemento (17) de fundición de aluminio integrado en el material (13) de moldeo o fundición del segmento (10) de estator respectivo.
2. Disposición de estator según la reivindicación 1, en la que cada segmento de estator es un segmento (10) con forma de segmento de anillo.
3. Disposición de estator según la reivindicación 1 ó 2, en la que el material (13) es una resina, una resina de fundición, una resina epoxídica o una resina epoxídica de fundición.
4. Disposición de estator según la reivindicación 3, en la que la resina comprende dióxido de silicio y/o fibras de vidrio.
5. Disposición de estator según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios (14, 15, 17, 19) de refrigeración comprenden al menos un conducto (19) para un medio refrigerante.
6. Disposición de estator según la reivindicación 5, en la que el conducto (19) es una camisa o una tubería.
7. Disposición de estator según la reivindicación 5 ó 6, en la que el medio refrigerante es un gas refrigerante, un aceite refrigerante o agua.
8. Disposición de estator según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la superficie externa es una superficie (14) del material (13) de moldeo o fundición del segmento (10) de estator respectivo.
9. Disposición de estator según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el elemento (17) térmicamente conductor se dispone adyacente al arrollamiento (12) de estator.
10. Disposición de estator según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el elemento (17) térmicamente conductor se dispone adyacente a una cabeza (18) de arrollamiento de un arrollamiento (12) de estator o se extiende a través de la abertura de una cabeza (18) de arrollamiento de un arrollamiento (12) de estator y se dirige hacia una superficie del segmento (10) de estator respectivo.
11. Disposición de estator según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un intercambiador de calor, en la que los medios (19) de refrigeración de un segmento (10) de estator se conectan al intercambiador de calor.
12. Generador de accionamiento directo para una turbina eólica que comprende una disposición (7) de rotor y una disposición (8) de estator según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
13. Turbina eólica que comprende una disposición (8) de estator según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 o un generador (6) de accionamiento directo según la reivindicación 12.

FIG 1

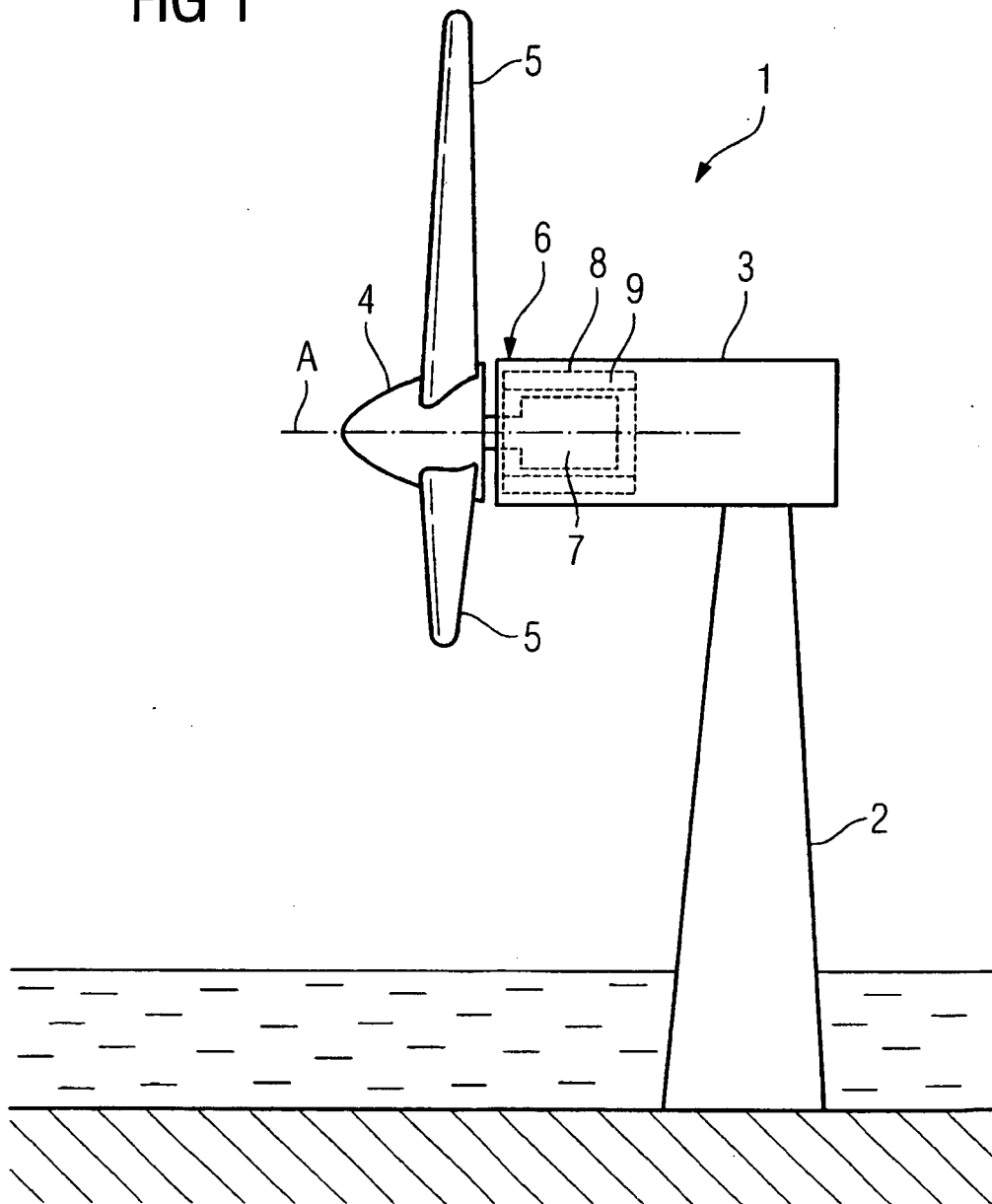


FIG 2

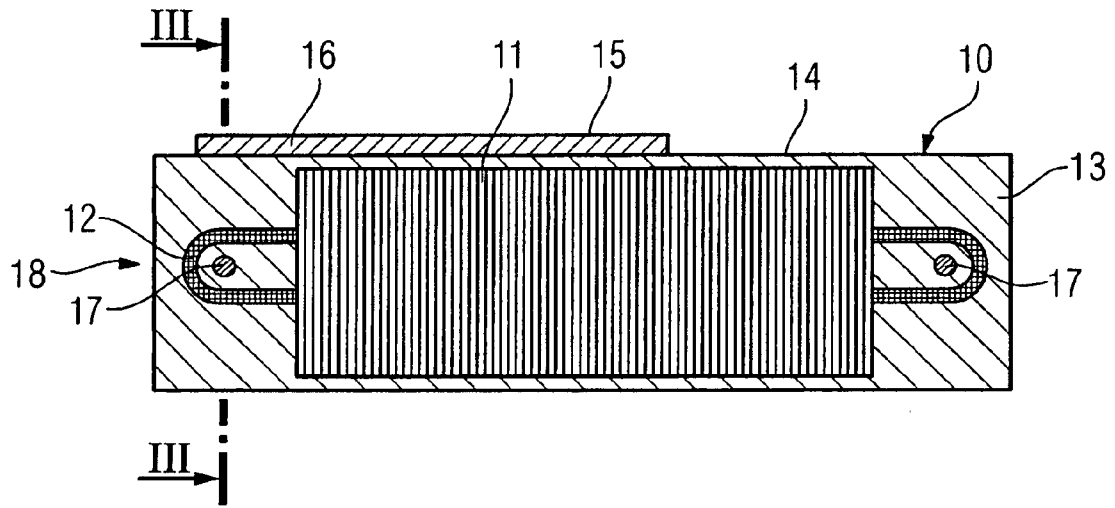


FIG 3

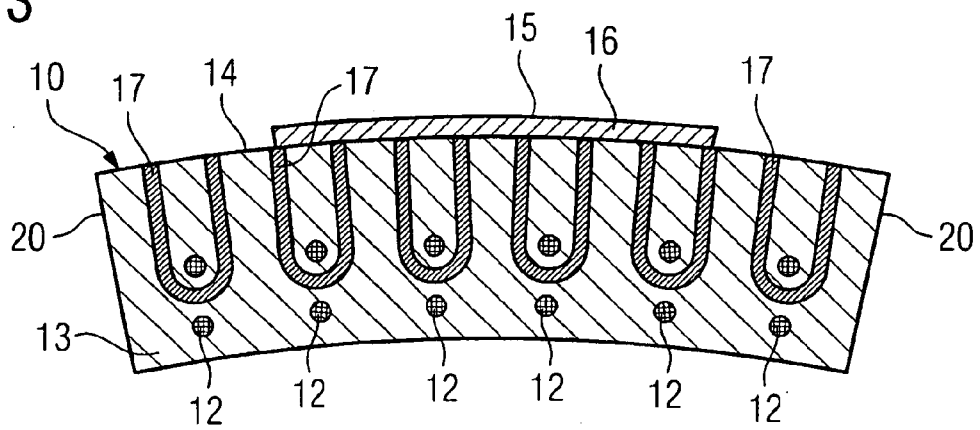


FIG 4

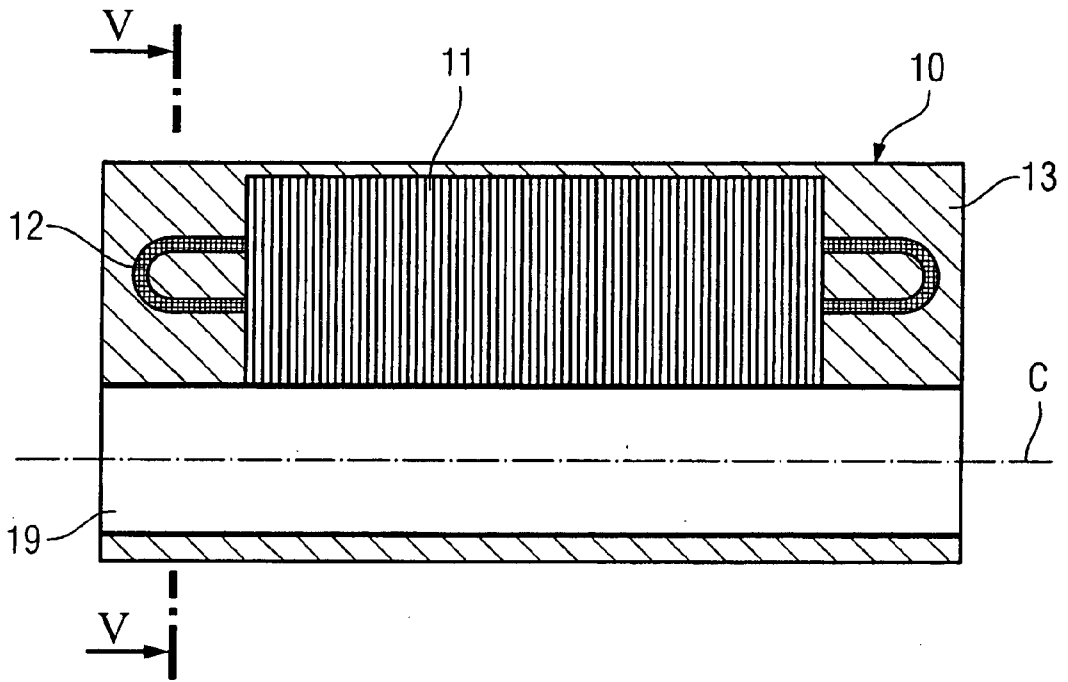


FIG 5

