(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 820 530**

(51) Int. CI.:

H02K 3/12 (2006.01)
H02K 3/50 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.07.2017 PCT/EP2017/068365**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2018 WO18050331**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2017 E 17745689 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3476024**

(54) Título: **Estator para una máquina eléctrica rotatoria**

(30) Prioridad:

19.09.2016 EP 16189489

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.04.2021

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

KÜMMLEE, HORST

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Estator para una máquina eléctrica rotatoria

La presente invención hace referencia a un estator para una máquina eléctrica rotatoria.

Además, la invención hace referencia a una máquina eléctrica rotatoria con al menos un estator de esa clase.

La invención hace referencia además a un accionamiento de góndola con al menos una máquina eléctrica rotatoria de esa clase.

La invención hace referencia también a un buque con al menos un accionamiento de góndola de esa clase.

Asimismo, la invención hace referencia a un procedimiento para producir un estator de esa clase.

Un estator de esa clase, de manera preferente, se encuentra presente en una máquina eléctrica rotatoria, en particular en un motor o un generador que se utiliza en la construcción naval y que presenta una potencia absorbida de al menos un megavatio.

Habitualmente, los bobinados de estator de una máquina eléctrica rotatoria de esa clase se realizan como bobinas de molde, denominadas también bobinas de barra. Las bobinas de molde se producen por ejemplo mediante colada o pulvimetalurgia. En los extremos de las bobinas de molde se encuentra una cabeza de la bobina, que se produce flexionando y curvando los conductores de las bobinas de molde. Esa cabeza de la bobina necesita un espacio de construcción axial considerable. Debido a la longitud inactiva adicional del conductor de la cabeza de la bobina se producen pérdidas óhmicas, que reducen el grado de efectividad de la máquina eléctrica rotatoria. Además es necesario enfriar las cabezas de las bobinas. Para la refrigeración se necesita otro espacio de construcción.

En particular en las máquinas rápidas, con pocos polos, la distancia de apoyo aumentada por las cabezas de las bobinas afecta desventajosamente la dinámica del rotor. Se requieren además medidas de rigidización costosas, adicionales, debido a las grandes longitudes del conductor, para impedir vibraciones y deformaciones inadmisibles durante el funcionamiento. Se incrementan además la longitud total y el peso de la máquina eléctrica rotatoria. En particular en el caso de una estructura modular de máquinas de gran tamaño, en donde varias máquinas parciales, en dirección axial, forman una máquina completa, debido a las cabezas de las bobinas se producen longitudes considerables, no utilizadas de forma eléctrica.

En el documento de patente E 10 2009 032 882 B3 se describe un procedimiento para producir una bobina de molde para un bobinado escalonado de una máquina dinamoeléctrica, así como una bobina de molde producida mediante el procedimiento mencionado. Para simplificar la fabricación de la bobina de molde, la misma se produce a partir de una bobina en bruto, donde la bobina en bruto presenta dos lados longitudinales que están proporcionados para insertarse en ranuras de un estator o de un rotor de la máquina dinamoeléctrica. La bobina en bruto presenta dos lados de la cabeza de la bobina, que están proporcionados respectivamente para formar una cabeza de la bobina, de la bobina de molde, donde los lados longitudinales se curvan en 90° de modo tal, para insertar los lados longitudinales en las ranuras y flexionar los lados de la cabeza de la bobina desde los lados longitudinales.

La primera publicación de la solicitud DE 199 14 942 A1 describe un procedimiento para producir un bobinado del estator para una máquina eléctrica y un bobinado del estator de esa clase. La máquina tiene polos salientes. Los conductores de la bobina, con sus extremos, sobresalen por encima del núcleo de chapas del estator, en dirección axial, y se fijan en bornes de módulos. Sobre los módulos se encuentran pistas conductoras que forman las espiras con los conductores o que se extienden desde bornes hacia puntos de conexión externos.

El documento de patente EP 1 742 330 B1 describe una cabeza de la bobina del estator, para una pieza del estator de un turbogenerador. La cabeza de la bobina del estator está realizada en forma de un disco con una salida para la conducción de un rotor, donde el disco presenta un cuerpo base aislante, en el cual se encuentra integrada una conexión eléctrica para la puesta en contacto de un conductor del estator. La puesta en contacto se establece en forma de una conexión por enchufe y/o mediante una conexión de paso.

La primera publicación de la solicitud DE 10 2014 207 621 A1 describe un estator de una máquina eléctrica rotatoria, que contiene un núcleo del estator con varias ranuras, un bobinado segmentado con varias fases, así como varias placas base, que están laminadas sobre cada extremo del núcleo del estator, en dirección axial. El núcleo del estator y varias barras del bobinado, del bobinado segmentado, forman una disposición del núcleo del estator. La pluralidad de placas base y la pluralidad de extremos del bobinado, del bobinado segmentado, forman una pluralidad de disposiciones de la placa base. El estator está configurado mediante la disposición del núcleo del estator y la pluralidad de placas base que están laminadas sobre cada extremo de la disposición del núcleo del estator.

El documento de patente US 5,623,178 A describe un motor de múltiples fases que presenta partes moldeadas de la bobina, que están introducidas en una ranura de forma separada. Las partes moldeadas de la bobina, mediante un elemento de conexión, están conectadas con piezas moldeadas de la bobina de otra ranura de la misma fase. El elemento de conexión presenta elementos conductores que están laminados en una dirección de forma perpendicular con respecto a un árbol rotativo del rotor en el motor, mediante láminas aislantes. Las partes moldeadas de la bobina están conectadas unas con otras, de forma separada, mediante esos elementos conductores, debido a lo cual se reduce la carga de un extremo de la bobina, desde cada bobina, lo cual posibilita una miniaturización y una reducción del peso del motor. Además, la precisión en cuanto a las medidas de los elementos de conexión puede mejorarse mediante un procedimiento sencillo de estructuración y de producción, debido a lo cual pueden mejorarse notablemente las propiedades del motor eléctrico.

La primera publicación de la solicitud US 2004/0100157 A1 describe un motor eléctrico con un rotor y un estator, donde el estator presenta una pluralidad de ranuras del estator, que están orientadas hacia el rotor. Las bobinas del estator se sostienen en la pluralidad de ranuras del estator. Las bobinas del estator comprenden una pluralidad de barras que están posicionadas dentro de las ranuras del estator, donde cada una de las barras presenta al menos un extremo que sobresale desde una o varias ranuras del estator. Sobre el estator se encuentra dispuesta al menos una tapa del extremo, donde al menos una tapa del extremo presenta una pluralidad de puentes. Cada puente presenta dos canales de conexión, donde cada canal de conexión termina en una abertura. La tapa del extremo está dispuesta sobre el estator, de manera que los extremos de la pluralidad de barras que sobresalen hacia el exterior desde las ranuras del estator son alojados por los canales de conexión de la pluralidad de puentes.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un estator para una máquina eléctrica rotatoria, que con una longitud axial más reducida, en comparación con el estado del arte, presente propiedades eléctricas y térmicas mejoradas.

Dicho objeto, según la invención, se soluciona mediante un estator para una máquina eléctrica rotatoria, que presenta un núcleo de chapas del estator con barras de bobina y al menos una platina de la cabeza de bobina del estator, con un cuerpo base aislante, donde las barras de bobina respectivamente presentan una pluralidad de conductores parciales, donde en el cuerpo base aislante están integradas pistas conductoras, donde al menos una platina de la cabeza de bobina del estator se apoya sobre un lado frontal del núcleo de chapas del estator, donde las pistas conductoras están conectadas por adherencia de materiales a los conductores parciales de las barras de bobina y donde cada conductor parcial está conectado con respectivamente al menos una pista conductora separada.

Además, el objeto, según la invención se soluciona mediante una máquina eléctrica rotatoria, que presenta al menos un estator de esa clase.

Además, el objeto, según la invención, se soluciona mediante un accionamiento de góndola con al menos una máquina eléctrica rotatoria de esa clase.

Además, el objeto, según la invención, se soluciona mediante un buque con al menos un accionamiento de góndola de esa clase.

El objeto, asimismo, según la invención, se soluciona mediante un procedimiento para producir un estator para una máquina eléctrica rotatoria, donde el estator presenta un núcleo de chapas del estator con barras de bobina y una platina de la cabeza de bobina del estator, con un cuerpo base aislante, donde las barras de bobina respectivamente presentan una pluralidad de conductores parciales, donde en el cuerpo base aislante se integran pistas conductoras, donde al menos una platina de la cabeza de bobina del estator se coloca sobre un lado frontal del núcleo de chapas del estator, donde las pistas conductoras se conectan por adherencia de materiales a los conductores parciales de las barras de bobina y donde cada conductor parcial se conecta con respectivamente al menos una pista conductora separada.

Las ventajas indicadas a continuación con respecto al estator y las variantes preferentes, de manera conveniente, pueden trasladarse a la máquina eléctrica rotatoria, al accionamiento de góndola, al buque y al procedimiento de producción.

La invención se basa en la idea de reducir la longitud axial del estator de una máquina eléctrica rotatoria con una potencia de al menos un megavatio, mediante la reconfiguración de las cabezas de la bobina, que en general necesitan un espacio de construcción axial considerable. Mientras que los bobinados en el área del núcleo de chapas del estator, que en particular se encuentran en ranuras, aún están realizados en su forma tradicional como barras de las bobinas, las cabezas de las bobinas están conformadas como una platina de la cabeza de bobina del estator, en la cual se extienden pistas conductoras que conectan unas con otras las respectivas barras de las bobinas. Las pistas conductoras de la platina de la cabeza de bobina del estator están rodeadas por un cuerpo base aislante que reemplaza el aislamiento de los conductores en el áreas de las cabezas de la bobina. La platina de la

cabeza de bobina se apoya sobre el núcleo de chapas del estator, en particular de forma directa y en toda la superficie, de manera que al menos una parte de la refrigeración de las pistas conductoras tiene lugar mediante el núcleo de chapas del estator, en particular cuando el cuerpo base aislante presenta una conductividad térmica elevada. Mediante la utilización de una platina de la cabeza de bobina del estator de esa clase se acorta considerablemente la longitud axial del estator y se producen menos pérdidas óhmicas en el área de las cabezas de la bobina. Las barras de la bobina están conectadas con las pistas conductoras, por adherencia de materiales. Por ejemplo, las pistas conductoras están unidas a las barras de la bobina mediante soldadura o soldadura blanda. Una conexión por adherencia de materiales ahorra mucho espacio y no requiere elementos de unión adicionales. Por lo tanto, el estator presenta en total una longitud axial muy reducida.

Las barras de la bobina presentan respectivamente varios conductores parciales, donde cada uno de los conductores parciales está conectado con respectivamente al menos una pista conductora separada. Por consiguiente, a cada conductor parcial se encuentra asociada al menos una pista conductora propia, de manera que los conductores parciales son guiados de forma individual a través del cuerpo base aislante de la platina de la cabeza de la bobina. Debido al efecto pelicular que se produce se reduce la resistencia eléctrica y deben disiparse menos pérdidas térmicas. Además, la superficie de los conductores parciales individuales, que está directamente en contacto con el cuerpo base aislante, es más grande en comparación con un conductor total, de manera que se optimiza aún más la refrigeración en el área de la platina de la cabeza de bobina. Mediante el diámetro más reducido de las pistas conductoras de los conductores parciales individuales resulta una flexibilidad más elevada en la conducción de las pistas conductoras en la platina de la cabeza de bobina.

De manera ventajosa, la conexión por adherencia de materiales está realizada como unión por soldadura. Las barras de la bobina se sueldan con las pistas conductoras, en particular mediante soldadura por láser. Una unión por soldadura ahorra espacio y pueden transmitirse fuerzas y pares elevados.

En una forma de ejecución preferente, la platina de la cabeza de bobina del estator está realizada de varias capas. Una platina de la cabeza de bobina del estator presenta una pluralidad de capas de al menos un material aislante, donde las pistas conductoras se extienden en al menos una capa. Mediante una platina de la cabeza de bobina del estator de varias capas es posible optimizar las propiedades eléctricas, mecánicas y térmicas de la platina de la cabeza de bobina del estator en cuanto a una longitud axial reducida y a una refrigeración eficiente.

De manera especialmente ventajosa, la platina de la cabeza de bobina del estator de varias capas comprende al menos dos capas dispuestas una sobre otra, que respectivamente presentan al menos una pista conductora. El desarrollo de las capas de las pistas conductoras, dispuestas unas sobre otras, es flexible y puede realizarse ahorrando espacio.

En otra forma de ejecución preferente, un grosor de las pistas conductoras es de al menos algunos milímetros, en particular de al menos 3 milímetros, y como máximo de algunos centímetros, en particular como máximo de 3 centímetros. Mediante un grosor de esa clase de la pista conductora se alcanza una capacidad de carga de corriente elevada y las pérdidas óhmicas son muy reducidas.

En otra variante ventajosa, la platina de la cabeza de bobina del estator, mediante elementos de unión, en particular pernos, está conectada al núcleo de chapas del estator. Una conexión de esa clase ha dado buenos resultados y es fiable.

De manera ventajosa, los elementos de unión se extienden a través del núcleo de chapas del estator, en dirección axial. Los elementos de unión, por ejemplo, de manera adicional, mantienen junto el núcleo de chapas del estator, de manera que no se necesitan pernos adicionales, debido a lo cual se ahorran espacio de construcción y costes para otros elementos de unión.

En una forma de ejecución preferente, la platina de la cabeza de bobina del estator está realizada como placa de presión. Los núcleos de chapas del núcleo de chapas del estator se mantienen juntos mediante una placa de presión dispuesta en los dos extremos axiales del núcleo de chapas del estator. En particular, al menos una placa de presión del núcleo de chapas del estator se reemplaza por una platina de la cabeza de bobina del estator, de manera que en total se ahorra espacio de construcción axial.

De manera ventajosa, las pistas conductoras se encuentran en una conexión térmicamente conductora con el núcleo de chapas del estator. En particular, la conexión térmicamente conductora se produce de forma plana sobre el cuerpo base aislante. De este modo, al menos una parte de la refrigeración de las pistas conductoras tiene lugar mediante el núcleo de chapas del estator.

De manera ventajosa, el cuerpo base aislante contiene un material cerámico. En particular, el cuerpo base aislante se compone al menos parcialmente de al menos un material cerámico o de un material plástico, que presenta partes de al menos un material cerámico. Los materiales cerámicos, como por ejemplo óxido de aluminio, óxido de berilio o

carburo de silicio, presentan muy buenas propiedades de aislamiento, una robustez elevada y una buena conductividad térmica, por ejemplo de al menos 5 Wm-1K-1. En particular la conductividad térmica elevada del material cerámico posibilita una refrigeración, al menos parcial, de las pistas conductoras, mediante el núcleo de chapas del estator, debido a lo cual en particular se requieren menos medios para la refrigeración en la platina de la cabeza de bobina del estator y se reduce el espacio de construcción requerido de la platina de la cabeza de bobina del estator, en particular en dirección axial. Además, las muy buenas propiedades de aislamiento del material cerámico posibilitan una disposición más compacta de las pistas conductoras, lo cual conduce a una reducción adicional del espacio de construcción requerido de la platina de la cabeza de bobina del estator.

De manera conveniente, el cuerpo base aislante contiene óxido de aluminio. En particular, el cuerpo base aislante se compone de al menos 96 % en peso de óxido de aluminio o de un material plástico que presenta partes de óxido de aluminio. El óxido de aluminio, junto con su conductividad térmica elevada y muy buenas propiedades de aislamiento, es comparativamente conveniente en cuanto a los costes.

En otra variante ventajosa, la platina de la cabeza de bobina del estator, al menos de forma parcial, está producida con un procedimiento de fabricación aditivo. Por ejemplo, son procedimientos de fabricación aditivos la impresión 3D y el procedimiento de impresión serigráfica. Por ejemplo, el cuerpo base aislante se produce con un procedimiento de impresión 3D o con un procedimiento de impresión serigráfica, y a continuación se moldean las pistas conductoras, por ejemplo con un procedimiento de moldeado a presión. De manera alternativa, las pistas conductoras se producen con un procedimiento de impresión 3D o con un procedimiento de impresión serigráfica. A continuación se produce el cuerpo base aislante, por ejemplo con un procedimiento de sinterización. Un procedimiento de fabricación aditivo posibilita la realización de estructuras más complejas y más compactas, lo cual conduce a una reducción de la platina de la cabeza de bobina del estator.

En una forma de ejecución preferente, la máquina eléctrica rotatoria presenta al menos un estator de esa clase. En particular en el caso de la utilización de dos o más estatores sobre un árbol de la máquina eléctrica rotatoria se acorta la longitud axial de la máquina eléctrica rotatoria, mediante la utilización de las platinas de la cabeza de bobina del estator.

En otra variante ventajosa, la platina de la cabeza de bobina del estator presenta al menos una pieza espaciadora, mediante la cual la platina de la cabeza de bobina del estator se apoya sobre el núcleo de chapas del estator. Por ejemplo, al menos una pieza espaciadora se produce de un material plástico o de un metal y, en cuanto a su forma, se adapta a aquella de los lados frontales del núcleo de chapas del estator. De manera alternativa se utilizan varias piezas espaciadoras, en particular con la misma altura, que por ejemplo están dispuestas en dirección circunferencial, sobre los lados frontales del núcleo de chapas del estator. Mediante las piezas espaciadoras se mejora la puesta en contacto entre la platina de la cabeza de bobina del estator y el núcleo de chapas del estator.

A continuación, la invención se explica y describe en detalle mediante los ejemplos de ejecución representados en las figuras.

Muestran:

Figura 1 una sección longitudinal de una máquina eléctrica rotatoria,

Figura 2 un sector tridimensional de una primera forma de ejecución de un estator, en el área de una platina de la cabeza de bobina del estator,

Figura 3 una sección longitudinal de una segunda forma de ejecución del estator, en el área de la platina de la cabeza de bobina del estator,

Figura 4 una sección transversal de la segunda forma de ejecución del estator, en el área de la platina de la cabeza de bobina del estator,

Figura 5 una sección transversal de una tercera forma de ejecución del estator, en el área de la platina de la cabeza de bobina del estator,

Figura 6 un sector tridimensional de la platina de la cabeza de bobina del estator, y

Figura 7 un buque con accionamiento de góndola.

Los mismos símbolos de referencia tienen el mismo significado en las distintas figuras.

La figura 1 muestra una sección longitudinal de una máquina eléctrica rotatoria 2, que presenta un rotor 4 que puede rotar alrededor de un eje de rotación 6, y un estator 8 que rodea el rotor 4. Entre el rotor 4 y el estator 8 se encuentra un espacio 10 que preferentemente está realizado como entrehierro. El eje de rotación 6 define una dirección axial A, una dirección radial R y una dirección circunferencial U. La máquina eléctrica rotatoria 2, a modo de ejemplo, está realizada como máquina síncrona 12 y presenta imanes permanentes 14 sobre el rotor 4. El estator 8 comprende un núcleo de chapas del estator 16 con bobinados 18. Los bobinados 18 presentan barras de la bobina 20 que se extienden en la dirección axial A, respectivamente a través de una ranura 22 del núcleo de chapas del estator 16. Sobre ambos lados frontales 23 del núcleo de chapas del estator 16 se apoya respectivamente al menos una platina de la cabeza de bobina del estator 24. Con el fin de una mayor claridad no están representadas las conexiones de los bobinados 18, en una caja de conexiones.

Las platinas de la cabeza de bobina del estator 24 presentan pistas conductoras 26 que conectan unas con otras las barras de la bobina 20 que se extienden en las respectivas ranuras 22. Las pistas conductoras 26 de las platinas de la cabeza de bobina del estator 24 rodean un cuerpo base aislante 28 que establece una conexión térmicamente conductora de las pistas conductoras 26 con el núcleo de chapas del estator 16. Además, las pistas conductoras 26 están encapsuladas mediante el cuerpo base aislante 28. El cuerpo base aislante base 28 contiene un material cerámico, por ejemplo óxido de aluminio o nitrito de aluminio, con una conductividad térmica elevada, en particular con una conductividad térmica de más de 5 W/mK. De manera alternativa, el cuerpo base aislante 28 contiene un material plástico que presenta partes de al menos un material cerámico. En particular en el caso de la utilización de un material plástico es necesario refrigerar adicionalmente las pistas conductoras 26, por ejemplo mediante canales de refrigeración.

La platina de la cabeza de bobina del estator, que presenta un grosor en el rango de centímetros, en particular en el rango entre 3 centímetros y 10 centímetros, está producido completamente o al menos parcialmente en un procedimiento de fabricación aditivo. Por ejemplo, el cuerpo base aislante 28 se produce con un procedimiento de impresión 3D o con un procedimiento de impresión serigráfica, y a continuación se moldean las pistas conductoras 26, por ejemplo con un procedimiento de moldeado a presión. De manera alternativa, las pistas conductoras 26 se producen con un procedimiento de impresión 3D o con un procedimiento de impresión serigráfica. A continuación se produce el cuerpo base aislante 28, por ejemplo con un procedimiento de sinterización. Otra posibilidad para producir la platina de la cabeza de bobina del estator 24 consiste en que tanto las pistas conductoras 26, como también el cuerpo base aislante 28, preferentemente al mismo tiempo, se produzcan con un procedimiento de impresión 3D o con un procedimiento de impresión serigráfica.

La figura 2 muestra un sector tridimensional de una primera forma de ejecución de un estator 8, en el área de una platina de la cabeza de bobina del estator 24. La platina de la cabeza de bobina del estator 24, como se muestra en la figura 1, se apoya sobre el núcleo de chapas del estator 16, donde el núcleo de chapas del estator 16 presenta ranuras 22 y la forma de la platina de la cabeza de bobina del estator 24, en el área de las ranuras 22, está adaptada esencialmente a la forma del núcleo de chapas del estator 16. La platina de la cabeza de bobina del estator 24, mediante elementos de unión 30 que están realizados como pernos de sujeción 32, está conectada al núcleo de chapas del estator 16. La platina de la cabeza de bobina del estator 24 cumple adicionalmente la función de una placa de presión 34, de manera que para mantener juntas las chapas eléctricas 36 del núcleo de chapas del estator 16 no se necesita ninguna placa de presión 34 adicional.

A través de la ranura 22 se extiende una barra de la bobina 20 con un aislamiento principal 38, donde la ranura 22 está cerrada por una cuña de cierre de la ranura 39. La barra de la bobina 20 presenta varios conductores parciales 40, que respectivamente están bobinados con un aislamiento del conductor parcial 42. Una longitud lateral de una sección transversal de los conductores parciales 40 se encuentra en el rango de al menos algunos milímetros, en particular de al menos 3 milímetros, y como máximo de algunos centímetros, en particular como máximo de 3 centímetros. Los conductores parciales 40 están conectados respectivamente a una pista conductora 26 que se extiende a través del cuerpo base aislante 28, mediante una conexión 44 por adherencia de materiales. En particular, la conexión 44 por adherencia de materiales está realizada como unión por soldadura 46. Con el fin de una mayor claridad, está representada sólo una conexión entre un conductor parcial 40 y una pista conductora 26. El grosor D de las pistas conductoras 26 es de al menos algunos milímetros, en particular de al menos 3 milímetros, y como máximo de algunos centímetros, en particular como máximo de 3 centímetros. Por lo demás, la realización del estator 8 corresponde a aquella de la figura 1.

La figura 3 muestra una sección longitudinal de una segunda forma de ejecución del estator 8 en el área de la platina de la cabeza de bobina del estator 24, donde la platina de la cabeza de bobina del estator 24 presenta cinco capas 48, 50, 52, 54, 56. Las pistas conductoras 26 se extienden en la segunda capa 50 y en la cuarta capa 54. La tercera capa 52 aísla unas de otras las pistas conductoras 26. Los conductores parciales 40 que se extienden en una barra de la bobina 20, en diferentes capas 48, 50, 52, 54, 56, se conectan respectivamente con una pista conductora 26. Sólo en el área de la conexión 44 por adherencia de materiales se omite el aislamiento del conductor parcial 42, para prolongar una línea de fuga entre un extremo expuesto del conductor parcial 40 y el núcleo de chapas del estator 16. De manera adicional, la cavidad en la ranura 22 se llena con un material aislante, para impedir descargas eléctricas. Por lo demás, la realización del estator 8 corresponde a aquella de la figura 2.

Puesto que las pistas conductoras 26 de la platina de la cabeza de bobina del estator 24 se extienden muy próximas en el núcleo de chapa del estator 16, debido a campos magnéticos de dispersión pueden producirse corrientes de Foucault y calentamientos que acompañan las mismas en las chapas axialmente externas del núcleo de chapas del estator 16. Para impedir la propagación de corrientes de Foucault en el núcleo de chapas del estator 16, de manera preferente, entre la cabeza de bobina del estator 24 y el núcleo de chapas del estator 16 se coloca una chapa, no representada en la figura 3, que preferentemente está realizada como una chapa de cobre. De manera alternativa, la chapa de cobre está realizada como capa adicional de la platina de la cabeza de bobina del estator 24.

La figura 4 muestra una sección transversal de la segunda forma de ejecución del estator 8, en el área de la platina de la cabeza de bobina del estator 24. Como se muestra en la figura 3, las pistas conductoras 26 se extienden en la segunda capa 50 y en la cuarta capa 54. La tercera capa aislante 52 posibilita que las pistas conductoras 26 se extiendan unas sobre otras de forma completa o parcial, para ahorrar espacio de construcción, en particular en el caso de disposiciones complicadas. Por lo demás, la realización del estator 8 corresponde a aquella de la figura 3.

La figura 5 muestra una sección transversal de una tercera forma de ejecución de un estator 8, en el área de una platina de la cabeza de bobina del estator 24. La platina de la cabeza de bobina del estator 24 presenta cuatro capas 48, 50, 52, 54; donde las pistas conductoras 26 se extienden en la segunda capa 50 y en la tercera capa 52. En particular en el caso de disposiciones más sencilla se ahorra espacio de construcción axial. Los canales de refrigeración 58 se extienden a través de la platina de la cabeza de bobina del estator 24 para enfriar adicionalmente las pistas conductoras 26, para una refrigeración mediante el núcleo de chapas del estator 16. Por lo demás, la realización del estator 8 corresponde a aquella de la figura 3.

La figura 6 muestra un sector tridimensional de una platina de la cabeza de bobina del estator 24 que está realizada de cinco capas, como se muestra en la figura 3 y la figura 4. En las capas internas 50, 52, 54 se extienden las pistas conductoras 26 que conectan unas con otras las barras de las bobinas 20, de las respectivas ranuras 22. Con el fin de una mayor claridad se prescinde de la representación de las barras de las bobinas, y solamente de forma ilustrativa están representadas cuatro pistas conductoras 26. Para reducir al mínimo las pérdidas óhmicas, que son causadas por la longitud de las pistas conductoras 26, y con ello aumentar el grado de efectividad, para la conexión de las respectivas ranuras 22 se selecciona la sección de conexión mínima requerida. En particular, las pistas conductoras 26 se extienden respectivamente en una capa 50, 52, 54. Sin embargo, las pistas conductoras 26 también pueden extenderse en varias capas 50, 52, 54.

Puesto que la máquina eléctrica rotatoria 2 presenta un diámetro más grande, por ejemplo de al menos un metro, eventualmente es necesario dividir la cabeza de bobina del estator 24, que en total presenta una sección transversal en forma de un anillo circular, en al menos dos subplatinas esencialmente en forma de un sector de un anillo circular, que a continuación son ensambladas. Por lo demás, la realización de la platina de la cabeza de bobina del estator 24 corresponde a aquella de la figura 3.

La figura 7 muestra un buque 60 con un accionamiento de góndola 62. El accionamiento de góndola 62 se encuentra por debajo de una superficie de agua 64 y presenta una máquina eléctrica rotatoria 2 y un propulsor 66, donde el propulsor 66, mediante un árbol 68, está conectado a la máquina eléctrica rotatoria 2. El árbol 68, en un lado de accionamiento AS y en un lado de no-accionamiento BS, presenta respectivamente un soporte 70. Mediante la utilización de una cabeza de bobina del estator 24, no representada en la figura 7 con el fin de una mayor claridad, y de la longitud axial óptima vinculada a la misma, del estator 8 de la máquina eléctrica rotatoria 2, se posibilita una distancia corta entre los dos soportes 70. Una distancia estrecha de los soportes influye positivamente en la dinámica del rotor.

REIVINDICACIONES

1. Estator (8) para una máquina eléctrica rotatoria (2), que presenta un núcleo de chapas del estator (16) con barras de bobina (20) y al menos una platina de la cabeza de bobina del estator (24), con un cuerpo base aislante (28),

donde las barras de bobina (20) respectivamente presentan una pluralidad de conductores parciales (40),

donde en el cuerpo base aislante (28) están integradas pistas conductoras (26),

donde al menos una platina de la cabeza de bobina del estator (24) se apoya sobre un lado frontal (23) del núcleo de chapas del estator (16),

donde las pistas conductoras (26) están conectadas por adherencia de materiales a los conductores parciales (40) de las barras de bobina (20) y donde cada conductor parcial (40) está conectado con respectivamente al menos una pista conductora separada (26).

2. Estator (8) según la reivindicación 1, donde la conexión por adherencia de materiales (44) está realizada como unión por soldadura.

3. Estator (8) según una de las reivindicaciones 1 ó 2, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24) está realizada de varias capas.

4. Estator (8) según la reivindicación 3, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24) de varias capas comprende al menos dos capas (48, 50, 52, 54, 56) dispuestas una sobre otra, que respectivamente presentan al menos una pista conductora (26).

5. Estator (8) según una de las reivindicaciones precedentes, donde un grosor (D) de las pistas conductoras (26) es de al menos algunos milímetros, en particular de al menos 3 milímetros, y como máximo de algunos centímetros, en particular como máximo de 3 centímetros.

6. Estator (8) según una de las reivindicaciones precedentes, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24), mediante elementos de unión (30), en particular pernos de sujeción (32), está conectada al núcleo de chapas del estator (16).

7. Estator (8) según la reivindicación 6, donde los elementos de unión (30) se extienden en dirección axial (A), a través del núcleo de chapas del estator (16).

8. Estator (8) según una de las reivindicaciones precedentes, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24) está realizada como placa de presión (34).

9. Estator (8) según una de las reivindicaciones precedentes, donde las pistas conductoras (26) están conectadas de forma térmicamente conductora al núcleo de chapas del estator (16).

10. Estator (8) según una de las reivindicaciones precedentes, donde el cuerpo base aislante (28) contiene un material cerámico.

11. Estator (8) según la reivindicación 10, donde el cuerpo base aislante (28) contiene óxido de aluminio.

12. Estator (8) según una de las reivindicaciones precedentes, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24), al menos de forma parcial, está producida con un procedimiento de fabricación aditivo.

13. Estator (8) según una de las reivindicaciones precedentes, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24) presenta al menos una pieza espaciadora, mediante la cual la platina de la cabeza de bobina del estator (24) se apoya sobre el núcleo de chapas del estator (16).

14. Máquina eléctrica rotatoria (2) con al menos un estator (8) según una de las reivindicaciones 1 a 13.

15. Accionamiento de góndola (62) con al menos una máquina eléctrica rotatoria (2) según la reivindicación 14.

16. Buque (60) con al menos un accionamiento de góndola (62) según la reivindicación 15.

17. Procedimiento para producir un estator (8) para una máquina eléctrica rotatoria (2), que presenta un núcleo de chapas del estator (16) con barras de bobina (20) y al menos una platina de la cabeza de bobina del estator (24), con un cuerpo base aislante (28),

donde las barras de bobina (20) respectivamente presentan una pluralidad de conductores parciales (40),

donde en el cuerpo base aislante (28) se integran pistas conductoras (26),

donde al menos una platina de la cabeza de bobina del estator (24) se coloca sobre un lado frontal (23) del núcleo de chapas del estator (16),

donde las pistas conductoras (26) se conectan por adherencia de materiales a los conductores parciales (40) de las barras de bobina (20), y

donde cada conductor parcial (40) se conecta respectivamente con al menos una pista conductora (26) separada.

18. Procedimiento según la reivindicación 17, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24), mediante elementos de unión (30), en particular pernos de sujeción (32), se conecta al núcleo de chapas del estator (16).

19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 ó 18, donde los elementos de unión (30) se montan a través del estator (8), extendiéndose en dirección axial (A).

20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 19, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24) se utiliza como placa de presión (34).

21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 20, donde la cabeza de bobina del estator (24) se monta de manera que las pistas conductoras (26) están conectadas de forma térmicamente conductora al núcleo de chapas del estator (16).

22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 21, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24), al menos de forma parcial, se produce con un procedimiento de fabricación aditivo.

23. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 22, donde la platina de la cabeza de bobina del estator (24) presenta al menos una pieza espaciadora, mediante la cual la platina de la cabeza de bobina del estator (24) se coloca sobre el núcleo de chapas del estator (16).

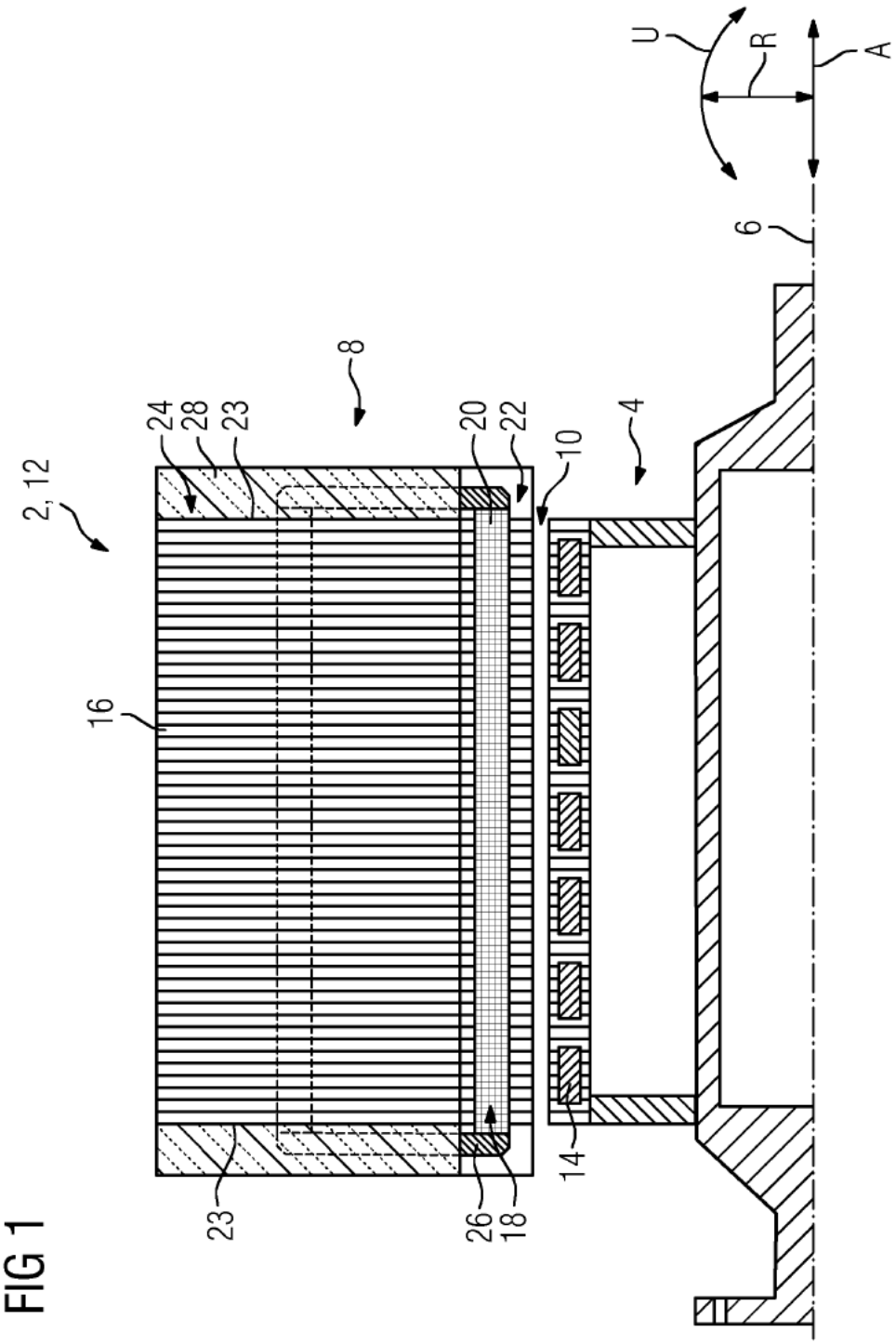


FIG 1

FIG 2

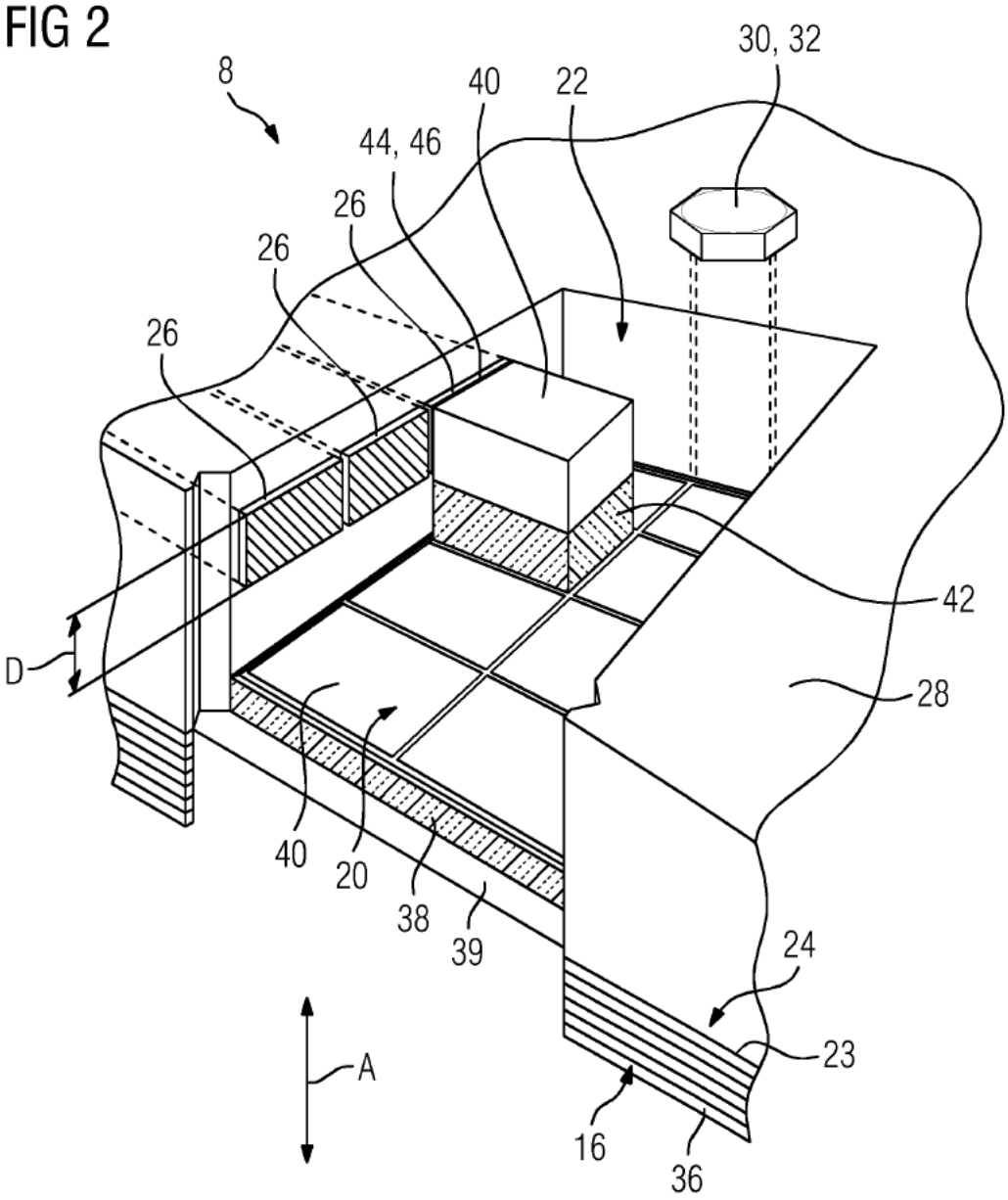


FIG 3

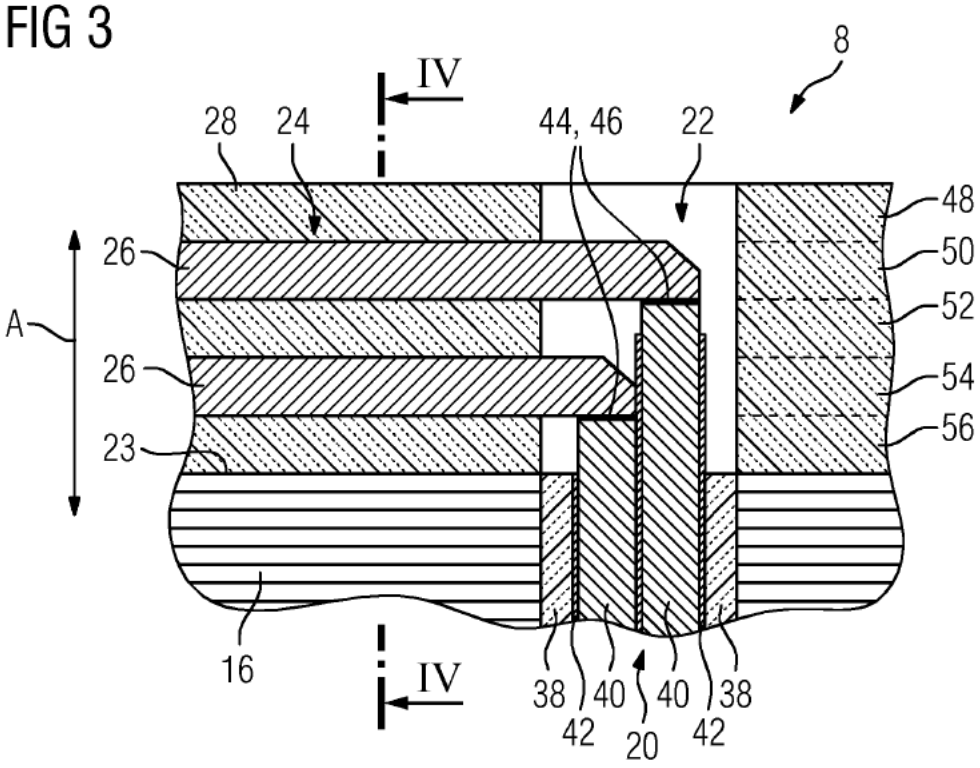


FIG 4

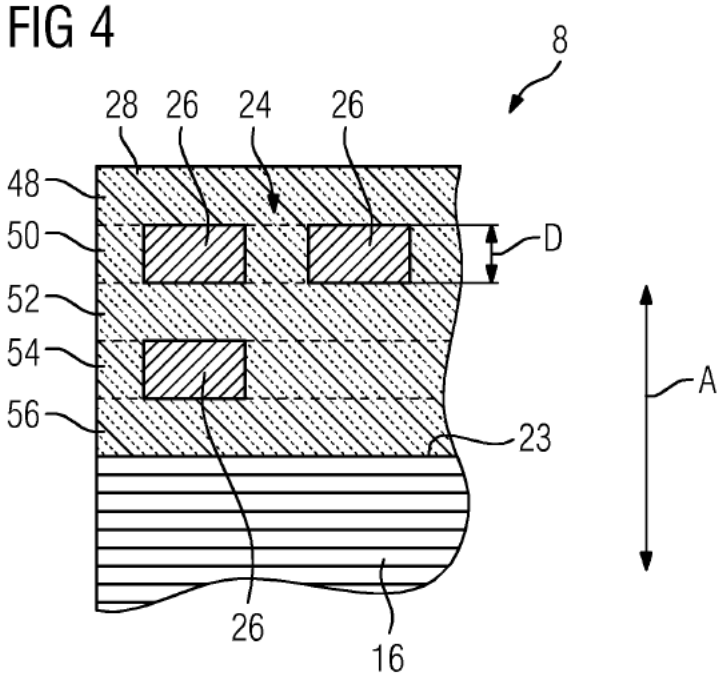
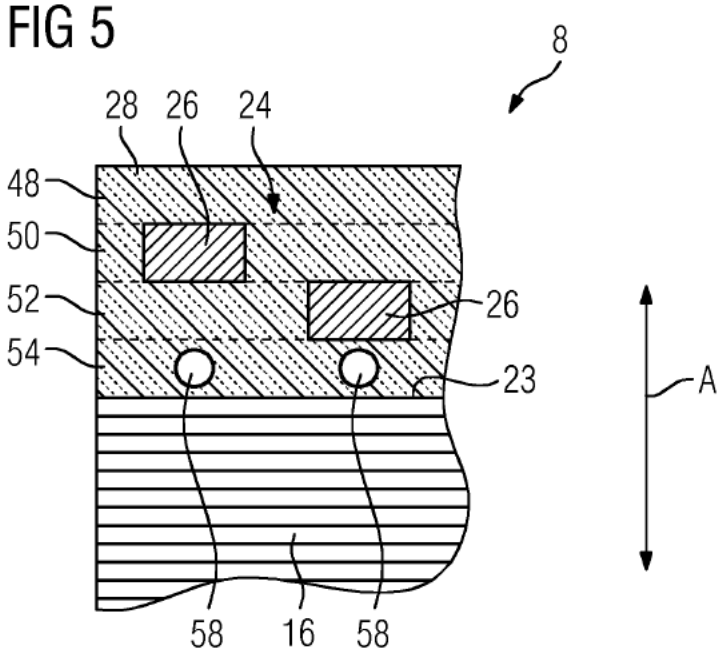

8
28
26
24
26
48
50
52
54
56
D
A
23
26
16

FIG 5


8
28
26
24
48
50
52
54
26
23
A
58
16
58

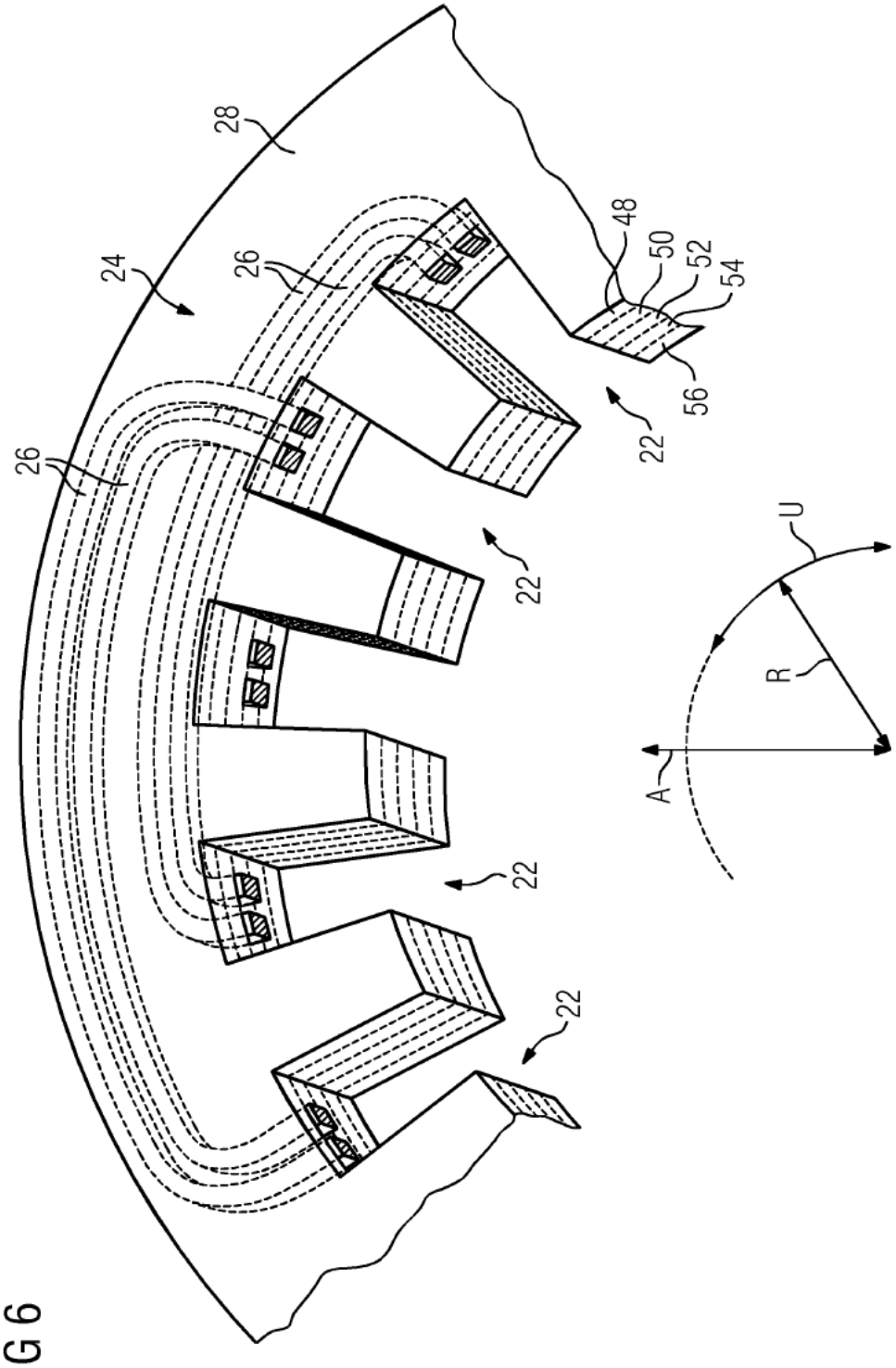


FIG 6

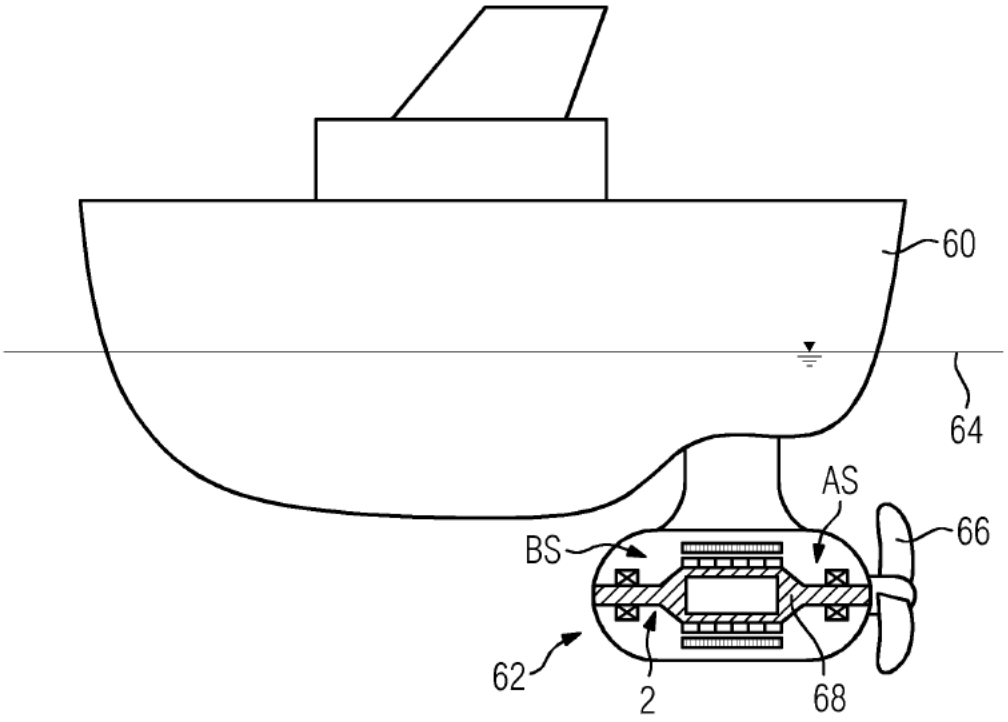



FIG 7