

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 875 419**

51 Int. Cl.:

H02K 3/28 (2006.01)

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2010 E 10164078 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021 EP 2276149**

54 Título: **Esquema de enrollamiento para un estátor segmentado de una máquina dinamoeléctrica**

30 Prioridad:

13.07.2009 DE 102009032880

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

10.11.2021

73 Titular/es:

**FLENDER GMBH (100.0%)
Alfred-Flender-Strasse 77
46395 Bocholt, DE**

72 Inventor/es:

**SCHÄFER, RÜDIGER y
MÖHLE, AXEL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 875 419 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

Esquema de enrollamiento para un estátor segmentado de una máquina dinamoeléctrica

- 5 La invención se refiere a un segmento para un estator con forma anular de una máquina dinamoeléctrica. La invención se utiliza en particular en máquinas eléctricas muy grandes. Ejemplos de este tipo de máquinas son generadores de las centrales eólicas, centrales mareomotrices, motores de anillo o accionamientos de máquinas de construcción, como excavadoras.
- 10 La obtención de energía a partir de fuentes renovables es cada vez más importante. En consecuencia, los componentes utilizados para la conversión de la energía están expuestos a requisitos cada vez más exigentes. Esto tiene como consecuencia, por ejemplo, que los generadores para turbinas eólicas requieran un volumen constructivo cada vez mayor.
- 15 A medida que aumenta la clase de potencia, los aerogeneradores sin engranajes pasan a ser competitivos en comparación con las turbinas en las que se conecta una transmisión mecánica entre las palas del rotor accionado por el viento y un generador síncrono. La ventaja de una construcción sin engranaje de este tipo, en comparación con turbinas eólicas con engranaje, es la estructura claramente más sencilla. Al ahorrarse la transmisión, se necesitan menos componentes rotativos de máquina. De este modo, se reducen las necesidades de mantenimiento y aumenta la disponibilidad de la instalación.
- 20 En particular turbinas eólicas muy grandes trabajan por regla general con velocidades relativamente bajas. En una realización sin engranaje, tales instalaciones deben ser equipadas, por tanto, con generadores muy grandes y pesados. El diámetro de estas máquinas supera fácilmente en este sentido los 4 m o 5 m.
- 25 Debido al creciente tamaño de los generadores de las turbinas eólicas, que inevitablemente conlleva una mayor potencia de estas instalaciones, su montaje es cada vez más difícil. Sin embargo, las turbinas sin engranajes para centrales eólicas o mareomotrices también plantean grandes retos en términos de transporte y logística.
- 30 Los generadores para turbinas eólicas sin engranaje suelen estar realizados con un rotor anular con eje hueco. Una máquina eléctrica de este tipo se conoce, por ejemplo, por el documento WO 2006/032969 A2. Este documento divulga un estator dividido en una pluralidad de segmentos en dirección circunferencial. Cada segmento del estator comprende un perfil con forma de cola de milano que encaja en una ventana de un anillo del estator. De este modo, cada uno de estos sectores puede ampliarse en dirección axial sin tener que desmontar todo el estator.
- 35 Los documentos EP 1 093 207 A2, DE 10 2005 029895 A1 y EP 1 780 869 A2 desvelan segmentos para un estator anular de una máquina dinamoeléctrica. El documento EP 2 166 645 A1 desvela una unión frontal alargada.
- 40 Por el documento EP 2 166 645 A1 se conoce un segmento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.
- La invención se basa en el objetivo de simplificar el transporte y el montaje de máquinas eléctricas grandes.
- 45 - Este objetivo se consigue mediante un segmento para un estator anular de una máquina dinamoeléctrica con las características según la reivindicación 1.
- 50 Formas de realización ventajosas de la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes. La idea fundamental de la invención reside en que los segmentos del estator están diseñados de tal modo que no se requiere una conexión eléctrica de los segmentos entre sí. Tal conexión sería muy laboriosa. Para realizarlas, habría que fabricar bobinas especiales, que aún tendrían cierta flexibilidad en la nariz de la bobina y que posteriormente tendrían que insertarse en las ranuras del estator para puentear eléctricamente los límites de segmento.
- Estas bobinas tendrían que ser aisladas posteriormente a mano tras el verdadero proceso de impregnación del enrollamiento.
- 55 Una solución alternativa para la conexión eléctrica de los segmentos del estator sería realizar las bobinas que estén dispuestas en los límites de segmento en cada caso solo como medias bobinas y soldarlas después del montaje del estator. Sin embargo, el aislamiento posterior también es necesario en este caso. Los procedimientos desventajosos mencionados anteriormente tienen en común que ya no es posible una posterior separación no destructiva de los segmentos, por ejemplo, para fines de mantenimiento o reparación.
- 60 La invención se basa en el conocimiento de que las conexiones eléctricas problemáticas anteriormente mencionadas entre los segmentos individuales del estator se pueden eliminar si todas las bobinas de un segmento se cierran dentro del segmento. Esto significa que también las bobinas dispuestas en los límites de segmento se cierran dentro del segmento. Esto es posible por que el primer conector dispuesto en el primer límite de segmento se conecta por medio de una conexión frontal alargada en la cabeza de enrollamiento con el segundo conductor dispuesto en el segundo límite de segmento. De esta manera, el primer conductor no necesita conectarse más allá del límite de segmento
- 65

izquierdo con otro conductor de un segmento adyacente. Por el contrario, el segundo conductor, que se encuentra en el límite de segmento derecho, sirve como conductor trasero para el primer conductor.

5 La bobina creada por la conexión del primer y el segundo conductor encierra las al menos dos bobinas restantes. En total, por tanto, el segmento de acuerdo con la invención comprende al menos tres bobinas. El segmento puede impregnarse como una unidad completa y cerrada. Ya no son necesarias las conexiones posteriores de las bobinas a través de los límites de segmento. Los segmentos así resultantes de acuerdo con la invención pueden montarse como elementos funcionales cerrados y desmontarse, por ejemplo, para fines de mantenimiento o reparación. En este sentido, se puede tener en stock un solo segmento como pieza de recambio en lugar de un estator completo.

10 La máquina eléctrica de acuerdo con la invención puede ser tanto un generador como un motor. La segmentación de la columna de acuerdo con la invención es ventajosa en particular para diámetros interiores muy grandes, independientemente de si la máquina está prevista principalmente para un uso como motor o como generador.

15 En un diseño ventajoso de la invención, las bobinas pueden ser alimentadas con una corriente trifásica independientemente de otras bobinas de los otros segmentos para la generación de una primera pareja de polos de un campo giratorio.

20 Por supuesto, el segmento también puede presentar más bobinas, de tal modo que con su ayuda también se pueda generar un número de parejas de polos mayor de uno. Así, es ventajosa una forma de diseño de la invención en la que el segmento para cada fase del sistema trifásico presente al menos una segunda bobina cerrada dentro del segmento para la generación de una segunda pareja de polos que puedan ser alimentadas con la corriente trifásica independientemente de otras bobinas de los otros segmentos para la generación de una segunda pareja de polos del campo giratorio.

25 Los enrollamientos realizados convenientemente como enrollamientos circunferenciales están diseñados en un diseño ventajoso de la invención de tal modo que las bobinas están dispuestas como enrollamiento por niveles de tal modo que los conductores de las tres bobinas de una pareja de polos se solapan en la zona de las cabezas de enrollamiento.

30 Una fabricación sencilla de un segmento de este tipo se da en este sentido en un diseño ventajoso de la invención configurándose las bobinas como enrollamiento de una capa.

Sin embargo, por supuesto, alternativamente es concebible un diseño de la invención en el que las bobinas estén configuradas como enrollamiento de dos capas.

35 En particular en el caso de máquinas electrodinámicas muy grandes, se consigue una considerable ventaja de transporte al poder eliminar la forma de anillo cerrado del estator separando los segmentos unos de otros. En un diseño de este tipo, por ejemplo, ya no hay que transportar por carretera el cilindro hueco completo, que forma el estator completo. Los segmentos individuales ocupan mucho menos volumen cuando están desmontados que cuando están montados.

45 Ventajoso es también un diseño de la invención en el que una máquina dinamoeléctrica con al menos dos segmentos de una de las formas de realización descritas anteriormente está configurada como generador de accionamiento directo para un aerogenerador o una planta de energía mareomotriz. Este tipo de generadores requiere un gran volumen de construcción para ofrecer una elevada potencia eléctrica debido a las bajas velocidades que pueden generarse con las fuerzas de accionamiento utilizadas en este caso. También es ventajoso el uso de una máquina electrodinámica con estator segmentado según una forma de realización de la invención en numerosas otras aplicaciones que requieren un gran par y, por lo tanto, un gran diámetro de máquina.

50 Un aerogenerador con una máquina dinamoeléctrica cuyo estator está fabricado a partir de segmentos individuales con forma de anillo parcial de una de las formas de realización descritas anteriormente puede ser montado muy fácilmente en su posterior lugar de uso. En comparación con una máquina dinamoeléctrica completa, los segmentos individuales del estator pueden transportarse mucho más fácilmente al lugar de instalación, por ejemplo, por carretera.

55 A continuación, se describe y explica con más detalle la invención con ayuda de los ejemplos de realización representados en las figuras. Muestran:

- la Figura 1 un esquema de enrollamiento para un segmento de un estator en una realización convencional,
- la Figura 2 un esquema de enrollamiento para un segmento de acuerdo con un primer diseño de la invención,
- 60 la Figura 3 un esquema de enrollamiento para un segmento de acuerdo con un segundo diseño de la invención y
- la Figura 4 un aerogenerador con una máquina dinamoeléctrica que presenta un estator segmentado.

La figura 1 muestra un esquema de enrollamiento para un segmento 1 de un estator en una realización convencional que no es parte de la invención reivindicada. El esquema de enrollamiento representado está realizado en una máquina dinamoeléctrica muy grande cuyo estator está realizado de manera segmentada para reducir su volumen de transporte de tal modo que el estator se pueda transportar por carretera a su posterior lugar de uso y ser montado en él. Un

ejemplo típico de este tipo de máquinas dinamoeléctricas es un generador de energía eólica que está realizado como generador de eje hueco.

Un segmento 1 mostrado centralmente en la figura 1 se conectada a otros dos segmentos 4 durante el montaje del generador de energía eólica. Los otros segmentos 4 siguen al segmento 1 en el primer y el segundo límite de segmento 2,3. El segmento 1 y los demás segmentos 4 están realizados en gran medida idénticos en su construcción. Cada uno de los segmentos está realizado con bobinas que posibilitan la generación de un campo giratorio. Sin embargo, no todas las bobinas están encerradas dentro del segmento 1. En el primer límite de segmento 2 y en el segundo límite de segmento 3 se encuentra en cada caso media bobina que debe conectarse eléctricamente con una media bobina de uno de los otros segmentos 4. Para hacer esto posible, tras la unión del segmento 1 con los demás segmentos 4 se utilizan bobinas de conexión especiales 15 que conectan eléctricamente dichas medias bobinas más allá de los límites de segmento 2,3. Estas deben presentar aún cierta flexibilidad en la nariz de bobina. En consecuencia, las bobinas de conexión 15 no pueden ser aisladas en el curso del proceso de impregnación del enrollamiento, sino que deben ser aisladas a mano posteriormente.

La figura 2 muestra un esquema de enrollamiento para un segmento 1 de acuerdo con un primer diseño de la invención. También en este caso se parte de que el esquema de enrollamiento o el segmento 1 está previsto para un generador de eje hueco de un aerogenerador. El segmento 1 representado centralmente es unido mecánicamente durante el montaje del generador de energía eólica en un primer límite de segmento 2 y un segundo límite de segmento 3 con otros segmentos 4. Si se prevén N segmentos para el generador de eje hueco, cada uno de los segmentos 1 abarca un arco de círculo con un ángulo de $360^\circ/N$ con respecto a su área de sección transversal.

Cada uno de los segmentos 1 comprende tres bobinas 5,6,7, una bobina 5,6,7 en cada caso para cada fase de un sistema trifásico. Así se puede realizar una pareja de polos con cada segmento 1 para la máquina dinamoeléctrica. Dos de estas bobinas 5,6,7 están cerradas de la manera convencional dentro del segmento 1. Una tercera bobina 5 se forma conectándose un primer conductor 8 que está dispuesto cerca del primer límite de segmento 2, por medio de una conexión frontal 10, con un segundo conductor 9 que está dispuesto cerca del segundo límite de segmento 3. De este modo, la bobina así formada 5 rodea las dos bobinas 6,7 cerradas convencionalmente. El comportamiento magnético de un segmento 1 de este tipo se corresponde esencialmente con un comportamiento magnético como el que se consigue con un enrollamiento convencional de acuerdo con la figura 1. Sin embargo, no se requieren elementos de conexión que conecten eléctricamente las bobinas 5,6,7 con otras bobinas 11 de los otros segmentos 4. El montaje de un generador de eje hueco de este tipo se presenta claramente más sencillo, ya que cada segmento 1 puede ser alimentado con corriente de manera autónoma y no es necesaria una conexión eléctrica ni el posterior aislamiento que conlleva más allá de los límites de segmento 2,3. También los trabajos de mantenimiento y reparación se simplifican considerablemente mediante este diseño del generador de eje hueco. Si se presenta un defecto en un segmento 1, este puede ser sustituido sin que para ello sea necesario separar elementos de conexión que crucen de algún modo límites de segmento 2,3. Los segmentos individuales 1 pueden mantenerse en stock como piezas de repuesto para poder realizar una sustitución rápidamente en caso de defecto. Los tiempos de inactividad se reducen considerablemente de esta manera.

La figura 3 muestra un esquema de enrollamiento para un segmento 1 de acuerdo con un segundo diseño de la invención. Al contrario que en el primer diseño de acuerdo con la figura 2, en este caso están previstas tres ranuras por cada polo y ramal. De ello resulta que, para cada fase, está previsto un grupo de bobinas compuesto de tres bobinas dispuestas concéntricamente entre sí. El enrollamiento de estas bobinas está realizado análogamente al enrollamiento representado en la figura 2. Esto significa que también en este caso se conectan entre sí conductores 8,9 dispuestos en los límites de segmento 2,3 por medio de conexiones frontales 10. Las ventajas que se obtienen de ello ya se han mencionado en la descripción de la figura 2.

La figura 4 muestra un aerogenerador con una máquina dinamoeléctrica que presenta un estator segmentado. La máquina eléctrica 14 está diseñada como un generador de eje hueco. En este sentido se renuncia a un engranaje, de tal modo que el estator de la máquina dinamoeléctrica 14 presenta un diámetro muy grande. El estator está estructurado de manera segmentada de tal modo que se puede montar posteriormente en el lugar de uso mediante ensamblaje de los segmentos individuales. Debido al ventajoso diseño de estos segmentos, que son una realización de acuerdo con la presente invención, el montaje del generador de eje hueco es relativamente sencillo. No es necesaria una conexión eléctrica entre los segmentos individuales para alimentar con corriente las bobinas de los segmentos. Esto simplifica considerablemente el montaje, ya que, en caso contrario, las conexiones eléctricas de los segmentos, que posteriormente se introducen entre las bobinas de los segmentos en la obra, tendrían que seguir siendo aisladas, acarreado un elevado coste. Por el contrario, el generador representado en este caso se construye a partir de segmentos eléctricamente completamente funcionales en los que no se requiere esta conexión.

REIVINDICACIONES

1. Segmento (1) para un estator anular de una máquina dinamoeléctrica (14), que comprende una sección transversal con forma esencialmente de arco circular, presentando el segmento (1):
- 5
- un primer y un segundo límite de segmento (2,3), a los que se puede unir un segmento adicional (4),
 - al menos una bobina (5,6,7) para cada fase de un sistema trifásico,
 - al menos un primer conductor (8) y al menos un segundo conductor (9),
 - estando conectado el primer conductor (8) en el primer límite de segmento (2) al segundo conductor (9) en el
- 10
- segundo límite de segmento (3) a través de una conexión frontal alargada (10) en la zona de las cabezas de enrollamiento, de tal modo que la bobina así formada (5) rodea al menos las dos bobinas restantes (6,7), pudiendo ser alimentadas las bobinas (5,6,7) con una corriente trifásica independientemente de otras bobinas (11) de los otros segmentos (4) para generar una primera pareja de polos de un campo giratorio, **caracterizado por que** el segmento (1) para cada fase del sistema trifásico presenta al menos una segunda bobina cerrada dentro
- 15
- del segmento (1) para la generación de una segunda pareja de polos, que pueden ser alimentadas con la corriente trifásica independientemente de las otras bobinas (11) de los otros segmentos (4) para la generación de una segunda pareja de polos del campo giratorio.
2. Segmento según la reivindicación 1,
- 20
- estando dispuestas las bobinas (5,6,7) como enrollamiento por niveles de tal modo que los conductores de las tres bobinas (5,6,7) de una pareja de polos se solapan en la zona de las cabezas de enrollamiento.
3. Segmento según una de las reivindicaciones anteriores,
- estando configuradas las bobinas (5,6,7) como enrollamiento de una capa.
- 25
4. Segmento según una de las reivindicaciones anteriores,
- estando configuradas las bobinas (5,6,7) como enrollamiento de dos capas.
5. Segmento según una de las reivindicaciones 1 a 4,
- 30
- pudiendo eliminarse la forma anular cerrada del estator mediante separación de los segmentos (1,4) entre sí.
6. Máquina dinamoeléctrica (14) con al menos dos segmentos (1,4) según una de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Máquina dinamoeléctrica (14) según la reivindicación 6, estando configurada la máquina dinamoeléctrica (14) como
- 35
- generador de accionamiento directo para un aerogenerador o para una central mareomotriz.
8. Turbina eólica con una máquina dinamoeléctrica (14) según una de las reivindicaciones 6 o 7.

FIG 1

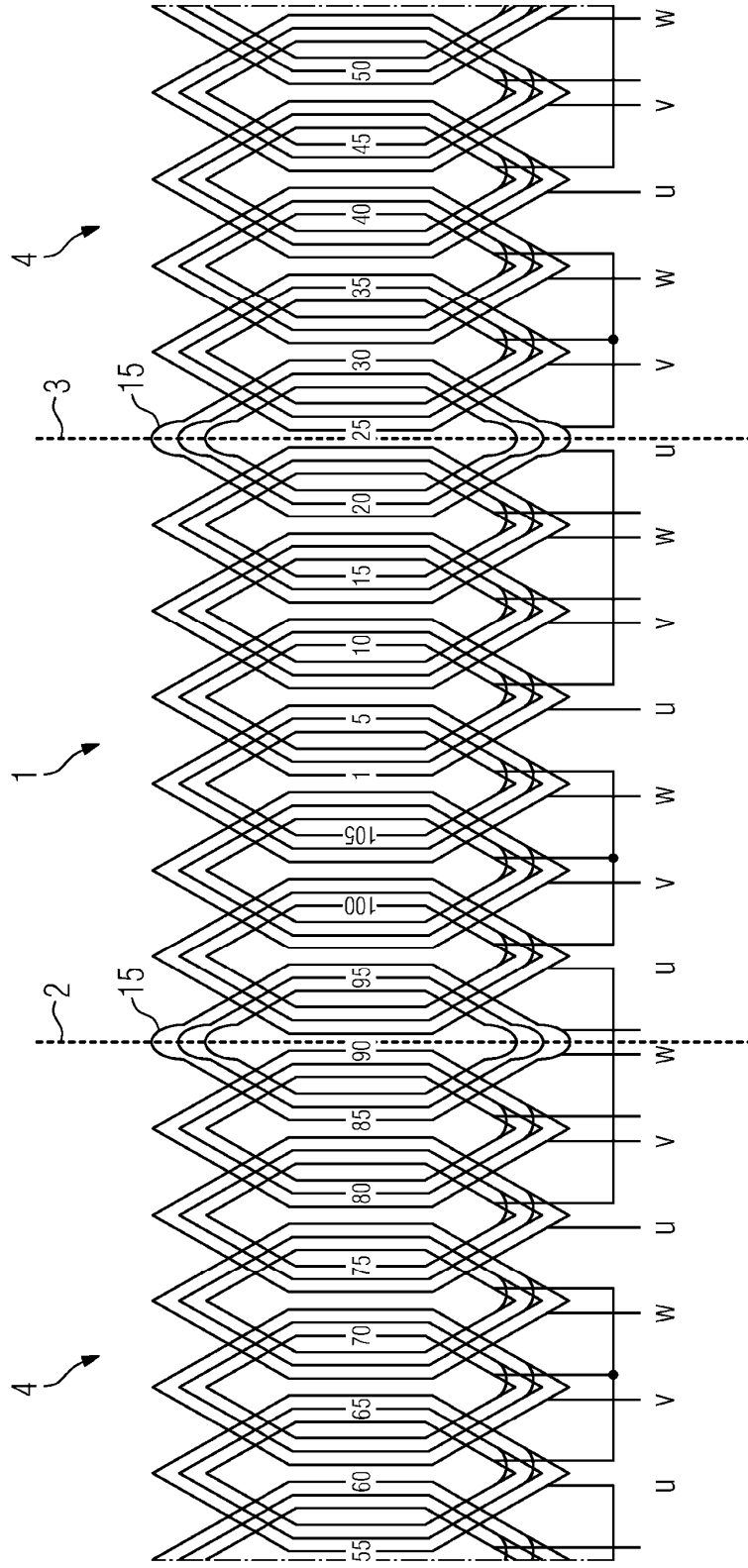


FIG 2

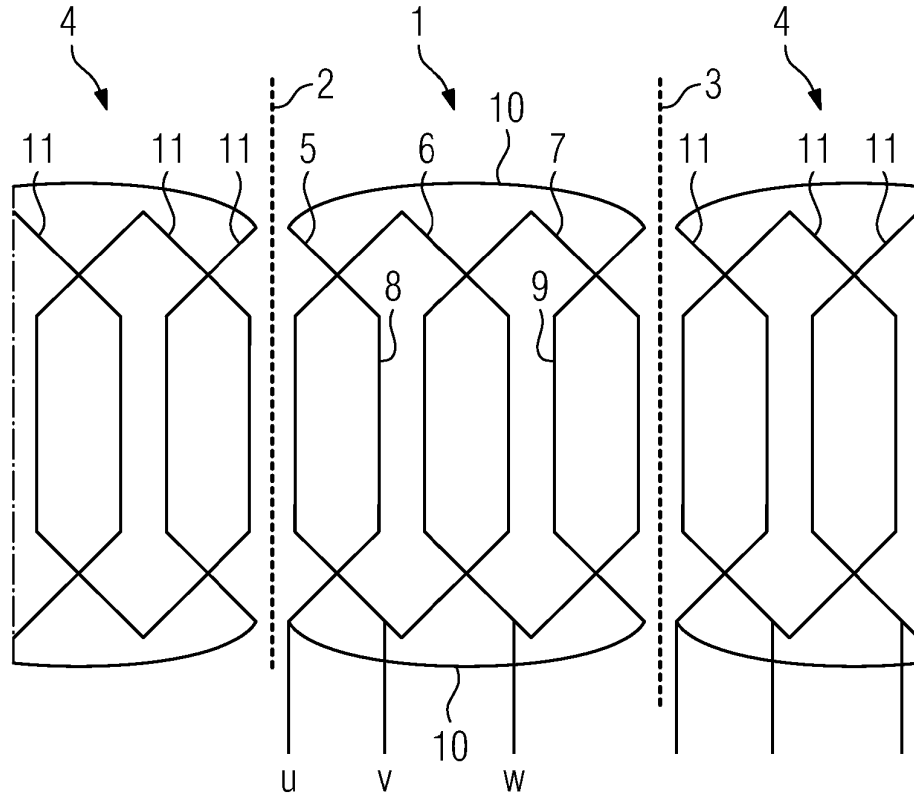


FIG 3

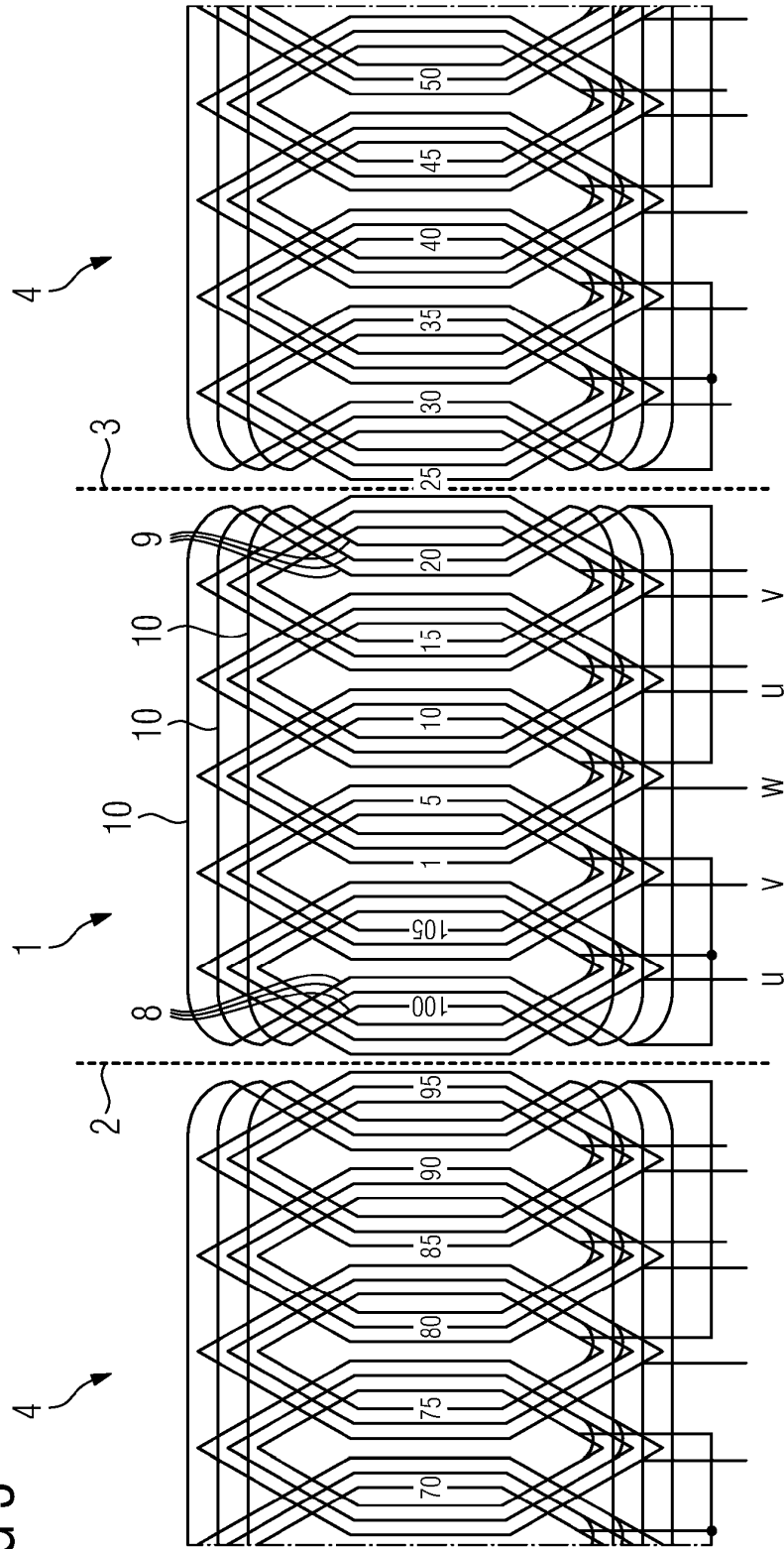


FIG 4

