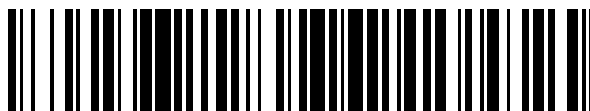


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 903**

51 Int. Cl.:

H02K 3/04 (2006.01)

H02K 3/47 (2006.01)

H02K 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2012 E 12001971 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 2642636**

54 Título: **Bobinado cilíndrico hueco no ferroso**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.07.2020

73 Titular/es:

**MAXON INTERNATIONAL AG (100.0%)
Brünigstrasse 220
6072 Sachseln, CH**

72 Inventor/es:

**FÖLMLI, FRANZ-XAVER;
SCHULZE, JENS y
PITTINI, RANIERO**

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 773 903 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

Bobinado cilíndrico hueco no ferroso

La presente invención se refiere a un bobinado cilíndrico hueco no ferroso para un electromotor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

5 En el estado de la técnica se conocen los bobinados cilíndricos huecos no ferrosos para electromotores, que están formados por una pluralidad de bobinas individuales que están distribuidos sobre la circunferencia del bobinado cilíndrico hueco y que se solapan entre sí de manera similar a las tejas de un tejado. Cada bobina individual está arrollada de alambre y comprende varias espiras. Para los bobinados cilíndricos huecos no ferrosos es característico que las bobinas de la bobina no estén arrolladas sobre un soporte férreo ranurado, sino que estén realizadas de
10 manera autoportante. A menudo, las bobinas están arrolladas de alambre esmaltado secado al horno. Así, las espiras individuales de las bobinas individuales pueden hornearse conjuntamente después del proceso de bobinado, por lo que se confiere una estabilidad adicional a las bobinas y, por lo tanto, a la bobina entera.

Los bobinados cilíndricos huecos no ferrosos de este tipo se usan tanto en el rotor de pequeños motores eléctricos conmutados mecánicamente como también en el estator de motores eléctricos conmutados electrónicamente. Los
15 motores de corriente continua mecánicamente conmutados con un bobinado cilíndrico hueco no ferroso también se conocen como motores de inducido en forma de campana o como motores eléctricos con un inducido no ferroso. Los motores electrónicamente conmutados con un bobinado de estator cilíndrico hueco no ferroso también se denominan como motores sin ranura o motores EC.

Entre las ventajas de este tipo de motores eléctricos cabe mencionar su alto grado de eficiencia, libertad de par de
20 retención y propiedades de regulación lineales.

Por el documento US 5294855 se conoce un procedimiento para fabricar un bobinado cilíndrico hueco no ferroso, cuyas bobinas individuales están distribuidas sobre la circunferencia del bobinado y que se solapan mutuamente de manera similar a las tejas de un tejado. El procedimiento es apropiado exclusivamente para fabricar un bobinado, en el que las espiras de las bobinas individuales están desplazadas de manera paralela entre sí. Un bobinado no
25 ferroso, cuyas bobinas individuales se resumen en un total de tres bobinados de fase, que están hechos respectivamente de un solo alambre continuo, se conoce por el documento DE 2511567 A1.

Por el documento DE 10 2005 051059 A1 se conoce un bobinado cilíndrico hueco no ferroso del tipo mencionado al comienzo. En este bobinado, las espiras de cada bobina individual están arrolladas en forma de espiral alrededor de un eje de bobinado, que se dispone de manera perpendicular sobre el eje del bobinado cilíndrico hueco. Frente al
30 bobinado conocido por el documento US 5294855 con espiras desplazadas paralelamente entre sí, esta realización ofrece en particular la ventaja de que el espacio de bobinado se aprovecha de manera óptima. Debido al bobinado en forma de espiral se alcanza si una densidad de rendimiento optimizada. Las bobinas individuales del bobinado cilíndrico hueco conocido por el documento DE 10 2005 051059 A1 están arrolladas respectivamente de un alambre separado. Los extremos de alambre de cada bobina individual salen de este bobinado y deben contactarse por separado. Se describe que las bobinas individuales debido a la precisión y rotación de forma deseada se fabrican por separado. Para facilitar la puesta en contacto, los extremos de alambre de las bobinas adyacentes se pueden trenzar unos con otros.

Un objetivo de la presente invención consiste en mejorar el bobinado cilíndrico hueco no ferroso del tipo mencionado al comienzo, de tal manera que se facilite adicionalmente la puesta en contacto y que la posibilidad de fallo de las bobinas individuales sea lo más reducida posible. Otro objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un bobinado cilíndrico hueco no ferroso del tipo mencionado al comienzo que permita una fabricación tan rápida y simple como sea posible de motores eléctricos de alta polaridad.

El objetivo se logra a través de las características de la reivindicación independiente 1.

La invención presenta la ventaja de que no es necesario contactar individualmente cada bobina del bobinado. Por lo tanto, la puesta en contacto del bobinado se hace más fácil y económica. Comparado con los bobinados con bobinas individuales, cuyos extremos de alambre se trenzan entre sí, con la solución de acuerdo con la presente invención existe una posibilidad de fallo mucho menor de las bobinas individuales. Esto se debe a que cada
45 trenzado encierra el peligro de que los extremos de alambre trenzados se puedan soltar o que, por ejemplo, con el tiempo se presente una mayor resistencia de transmisión entre los extremos de alambre debido a la corrosión. Por lo tanto, el bobinado cilíndrico hueco no ferroso de acuerdo con la presente invención es particularmente apropiado para fabricar motores eléctricos de alta polaridad que, como se sabe, presentan una pluralidad de bobinas individuales.

Las conexiones de bobinado de los bobinados de fase pueden conectarse en una disposición de estrella o de triángulo. Para la conexión se puede prever un tablero de circuitos impresos. En el bobinado de acuerdo con la presente invención, el número de conexiones de bobinado que se van a poner en contacto es reducido comparado con el número de las bobinas individuales incluidas, por lo que el tablero de circuitos impresos puede mantenerse muy pequeño en comparación con las formas de realización convencionales. Debido al reducido número de
55

conexiones de bobinado, también se puede prescindir completamente de un tablero de circuitos impresos. Con el bobinado de acuerdo con la presente invención, por lo tanto, se reduce tanto la complejidad de la fabricación como también los costes de los motores eléctricos equipados con el bobinado. Si no se prevé un tablero de circuitos impresos, las conexiones de bobinado pueden conectarse directamente entre sí y/o directamente con los contactos del motor. Preferentemente, las conexiones se producen mediante soldadura.

Formas de realización ventajosas de la presente invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

En una forma de realización particularmente preferente de la presente invención, las secciones de conexión del alambre continuo se extienden entre las bobinas individuales consecutivas de un bobinado de fase de manera radialmente desplazada con respecto a las bobinas individuales con relación al eje del bobinado cilíndrico hueco. Esto permite que los bobinados de fase individuales del bobinado cilíndrico hueco puedan disponerse unos dentro de otros. Por lo tanto, los bobinados de fase pueden fabricarse individualmente de manera extremadamente precisa y posteriormente se pueden unir para formar un bobinado compuesto. De manera extremadamente preferente, las mencionadas secciones de conexión se extienden entre bobinas individuales consecutivas de un bobinado de fase, radialmente dentro del bobinado cilíndrico hueco formado por las bobinas individuales. Así se logra un bobinado extremadamente compacto.

De manera adicionalmente preferente, el alambre se extiende entre dos bobinas individuales consecutivas del bobinado de fase, partiendo de las mencionadas dos bobinas individuales en un extremo axial del bobinado cilíndrico hueco, primero respectivamente en dirección hacia el eje del bobinado cilíndrico hueco, y extendiéndose luego entre las dos bobinas de manera radialmente distanciada con respecto al lado interior del bobinado. Esto favorece la inserción de las bobinas en un primer bobinado de fase entre las bobinas de un segundo bobinado de fase. Así, durante la inserción mutua de los bobinados de fase, las bobinas individuales pueden desviarse ligeramente o torcerse en sí mismas. No es absolutamente necesario que el alambre se extienda directamente hacia el eje del bobinado partiendo de las bobinas individuales. Preferentemente, sin embargo, en esta sección que se extiende hacia el eje, el alambre se extiende por lo menos paralelamente en dirección al eje de bobinado de la respectiva bobina individual.

De manera adicionalmente preferente, las secciones de conexión del segundo bobinado de fase se extienden en dirección al eje del bobinado cilíndrico hueco, de forma desplazada con respecto a las secciones de conexión del primer bobinado de fase. Así, las bobinas de los diferentes bobinados de fase se pueden insertar completamente entre sí. Por ejemplo, las secciones de conexión entre las bobinas de un primer bobinado de fase se pueden extender directamente en el extremo axial del bobinado cilíndrico hueco, mientras que el alambre en el segundo bobinado de fase en cada bobina primero se hace salir por una corta distancia axialmente fuera del bobinado cilíndrico hueco. Con cada bobinado de fase previsto adicionalmente, el alambre debe hacerse salir axialmente por una distancia adicional en los extremos de las secciones de conexión.

Puede estar previsto además que las secciones de conexión entre las bobinas individuales consecutivas del primer bobinado de fase y las secciones de conexión entre las bobinas individuales consecutivas del segundo bobinado de fase se dispongan en extremos axiales diferentes del bobinado cilíndrico hueco. También en esta forma de realización, las bobinas de dos bobinados de fase diferentes pueden insertarse entre sí de manera particularmente fácil. Esta forma de realización es particularmente apropiada, si sólo se prevén dos bobinados de fase diferentes.

En otra forma de realización particularmente preferente de la presente invención, el bobinado comprende tres bobinados de fase. Esta forma de realización es particularmente apropiada para motores eléctricos electrónicamente conmutados con más de dos polos de rotor. Por ejemplo, el rotor puede presentar entre 4 y 32 polos de rotor.

De acuerdo con la presente invención, las bobinas individuales presentan una primera sección y una segunda sección, en las que entre la primera sección y la segunda sección existe un desplazamiento radial con respecto al eje del bobinado cilíndrico hueco, y en donde el solapamiento en forma de las tejas de un tejado se logra debido a que la segunda sección de una bobina se apoya sobre la primera sección de una bobina individual adyacente. Así se logra una forma de construcción extremadamente compacta. Las dos secciones preferentemente se disponen respectivamente en una superficie cilíndrica alrededor del eje del bobinado cilíndrico hueco. La superficie cilíndrica de la segunda sección presenta un mayor radio, es decir que se extiende a una mayor distancia del eje del bobinado cilíndrico hueco que la superficie cilíndrica de la primera sección. A este respecto, las espiras de la bobina individual en una mitad se extienden paralelamente entre sí en la primera superficie cilíndrica y en la otra mitad en la segunda superficie cilíndrica. En la zona del desplazamiento se produce un salto a la superficie cilíndrica superior o inferior.

Preferentemente, las espiras de una bobina individual en la zona del desplazamiento presentan una escotadura. Con la escotadura se asegura que se disponga de suficiente longitud de alambre para formar el desplazamiento. Por lo tanto, el desplazamiento se puede formar después del proceso de arrollado, sin que existe el peligro de que el alambre se dañe en la zona del desplazamiento o incluso se rompa. La escotadura en la zona del desplazamiento puede ser preferentemente una escotadura con forma de horquilla o de lazo.

En otra forma de realización preferente de la presente invención, la proyección de la forma básica de las espiras de una bobina individual en un plano perpendicular al eje de bobinado es hexagonal o romboide. Con esto se logra un

aprovechamiento óptimo del espacio de arrollado disponible. También son posibles otras formas básicas, en particular las formas básicas conocidas por el documento DE 10 2005 051059 A1.

5 En otra forma de realización preferente de la presente invención, los bobinados de fase están arrollados de alambre trenzado. Un alambre trenzado presenta la ventaja de que el alambre es extremadamente flexible y también puede arrollarse con radios muy pequeños sin que se destruya. Además, los bobinados de fase prefabricados de esta manera se pueden insertar unos dentro de otros sin destrucción. La flexibilidad alcanzada debido al alambre trenzado también permite ligeras deformaciones de los bobinados de fase, que eventualmente son necesarias durante la inserción mutua de los bobinados de fase. Sin embargo, también se pueden usar otros alambres para fabricar los bobinados de fase. De manera particularmente preferente, se emplean alambres con una sección transversal rectangular del alambre. Con esto se logra un mejor aprovechamiento del espacio. Si el alambre está realizado como alambre esmaltado secado al horno, la bobina puede hornearse adicionalmente después de la fabricación, con lo que se aumenta la estabilidad del bobinado.

10 En otra forma de realización de la presente invención, las bobinas consecutivas de un bobinado de fase están arrolladas en sentidos contrarios. Con esto, en diferentes constelaciones de arrollado se puede lograr una superposición ventajosa de los campos magnéticos generados por el bobinado.

La invención proporciona además un motor eléctrico con un rotor y con un estator, en donde el motor eléctrico está realizado como motor eléctrico electrónicamente conmutados y el estator comprende un bobinado cilíndrico hueco de acuerdo con la presente invención. El bobinado cilíndrico hueco de acuerdo con la presente invención es particularmente apropiado para el uso en motores eléctricos electrónicamente conmutados.

20 Un ejemplo de realización de la presente invención se describe más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos. En los dibujos:

La **Fig. 1** muestra un bobinado cilíndrico hueco no ferroso de acuerdo con la presente invención en una vista oblicua,

La **Fig. 2** muestra el bobinado de acuerdo con la presente invención de la figura 1 en una vista desde arriba,

25 La **Fig. 3** muestra un bobinado de fase del bobinado cilíndrico hueco de acuerdo con la presente invención de las figuras 1 y 2 en una vista oblicua,

La **Fig. 4** muestra el bobinado de fase de la figura 3 en una vista desde arriba,

La **Fig. 5** muestra el bobinado de fase de las figuras 3 y 4 antes de la terminación definitiva en una vista lateral, y

30 La **Fig. 6** muestra una representación esquemática de una bobina individual del bobinado de fase mostrado en la figura 5.

Para las siguientes descripciones aplica que los componentes iguales se designan con signos de referencia iguales. Si en una figura se incluyen signos de referencia que no se mencionan expresamente en la descripción correspondiente de la figura, se hace referencia entonces a las descripciones de figura precedentes o posteriores.

35 Las **figuras 1 y 2** muestran diferentes vistas de un bobinado cilíndrico hueco no ferroso 1 de acuerdo con la presente invención. En la **figura 1**, se puede ver el eje 4, así como el extremo axial superior 11 y el extremo axial inferior 12 del bobinado 1 de acuerdo con la presente invención. El bobinado 1 de acuerdo con la presente invención se compone sustancialmente de una pluralidad de bobinas individuales 2.1, 2.2 y 2.3. Las bobinas individuales están distribuidas sobre la circunferencia del bobinado 1, en donde las bobinas individuales consecutivas se solapan respectivamente entre sí de manera similar a las tejas de un tejado.

Como se puede ver en particular en las **figuras 5 y 6**, las bobinas individuales del bobinado 1 de acuerdo con la presente invención están arrolladas de un alambre trenzado 22 en forma de espiral alrededor del eje de bobinado 5 que se representa en la **figura 6**. El eje de bobinado 5 de cada una de las bobinas individuales se dispone perpendicularmente sobre el eje 4 del bobinado cilíndrico hueco 1 de acuerdo con la invención.

45 Las bobinas individuales del bobinado cilíndrico hueco de acuerdo con la presente invención se reúnen en tres así llamadas bobinas de fase 3, 7 y 8. La primera bobina de fase 6 se representa en la **figura 3**. Como se muestra en la **figura 3**, cada una de las tres bobinas de fase 6, 7 y 8 está arrollada de un alambre trenzado continuo. Las bobinas individuales 2.1 de la primera bobina de fase 6 mostrada en la **figura 3** están conectadas entre sí respectivamente a través de una sección de conexión 9.1 del alambre trenzado continuo. Los extremos del alambre trenzado forman las dos conexiones de bobina 21.1 del bobinado de fase 6. Las otras dos bobinas de fase 7 y 8 mostradas en la **figura 1** están construidas sustancialmente de la misma manera que el bobinado de fase 6. Sin embargo, las tres bobinas de fase 6, 7 y 8 están mutuamente desplazadas en la dirección circunferencial del bobinado cilíndrico hueco 1, de tal manera que las bobinas individuales de las tres bobinas de fase se suceden de manera respectivamente alternada. En la **figura 1** se puede ver claramente que una bobina individual 2.1 de la primera bobina de fase 6 es

seguida por una bobina individual 2.2 de la segunda bobina de fase 7, y que a ésta le sigue una bobina individual 2.3 de la tercera bobina de fase 8. Este patrón se repite a lo largo de la circunferencia del bobinado cilíndrico hueco 1 ocho veces, ya que cada una de las tres bobinas de fase 6, 7 y 8 comprende respectivamente ocho bobinas individuales.

- 5 Como se muestra en la **figura 2**, también las conexiones de las tres bobinas de fase se disponen respectivamente en posiciones diferentes en la dirección circunferencial de la bobina cilíndrica hueca 1. Las conexiones de la segunda bobina de fase 7 se designan con el signo de referencia 21.2 en la **figura 2**, y las conexiones de la tercera bobina de fase 8 se designan con el signo de referencia 21.3.

- 10 Para que las tres bobinas de fase 6, 7 y 8 se puedan insertar los unos en los otros, como se muestra en la **figura 1**, las secciones de conexión del alambre trenzado entre las bobinas individuales de los bobinados de fase deben estar configuradas apropiadamente. Como se muestra en la **figura 1**, todas las secciones de conexión 9.1, 9.2 y 9.3 de las tres bobinas de fase se disponen en el extremo axial superior 11 del bobinado cilíndrico hueco 1. Sin embargo, todas las secciones de conexión están desplazadas hacia adentro en la dirección radial con respecto al diámetro interior del bobinado cilíndrico hueco 1. Esto se puede ver claramente, por ejemplo, en la **figura 4**, que muestra una
15 vista desde arriba sobre la primera bobina de fase 6. El radio de la pared interior de la bobina cilíndrica hueca en esta representación se designa con el signo de referencia 15. Las secciones de conexión 9.1 de la primera bobina de fase 6 se extienden de manera distanciada de esta pared y, por lo tanto, están algo desplazadas hacia el eje 4 del bobinado cilíndrico hueco. Para lograr este desplazamiento, el alambre trenzado se extiende tanto al comienzo como también al final de cada una de las bobinas individuales 2.1, partiendo del extremo axial superior 11, primero a
20 lo largo de una determinada distancia en dirección al eje 4 del bobinado cilíndrico hueco. Este tramo del alambre trenzado que permite lograr el desplazamiento radial de las secciones de conexión 9.1 se designa con el signo de referencia 10 en las **figuras 3 y 4**.

- 25 Cabe señalar que el tramo 10 del alambre trenzado no necesariamente tienen que extenderse directamente hacia el eje 4. Ventajosamente, sin embargo, el alambre trenzado en esta sección se extiende por lo menos paralelamente al eje de bobinado 5 de la respectiva bobina individual 2.1. Con esto se asegura que se disponga de suficiente espacio para insertar las otras dos bobinas de fase 7 y 8 en la primera bobina de fase 6. Como se muestra en la **figura 4**, las secciones de conexión 9.1 de la primera bobina de fase 6 se extienden tangencialmente a un cilindro interior imaginario con el radio 23, que es más pequeño que el radio interior 15 del bobinado cilíndrico hueco. En lugar del desarrollo tangencial de las secciones de conexión 9.1, también es concebible que las secciones de conexión 9.1 se
30 extiendan a lo largo de una trayectoria circular con el radio 23.

- 35 En las **figuras 1 y 2** se puede ver que las secciones de conexión 9.2 de la segunda bobina de fase 7 en la dirección axial del bobinado cilíndrico hueco 1 se extienden sobre las secciones de conexión 9.1 de la primera bobina de fase 6. Las secciones de conexión 9.3 de la tercera bobina de fase 8 también se extienden por encima de las secciones de conexión 9.2 de la segunda bobina de fase 7. Por esta razón, el alambre trenzado en las dos bobinas de fase 7 y 8 respectivamente al comienzo y al final de las bobinas individuales se hace salir por una distancia diferente en la dirección axial hacia arriba, antes de que se extienda en dirección al eje 4 del bobinado cilíndrico hueco. Por lo demás, la disposición de las secciones de conexión 9.2 y 9.3 de la segunda y la tercera bobina de fase corresponde a la disposición de las secciones de conexión 9.1 de la primera bobina de fase 6.

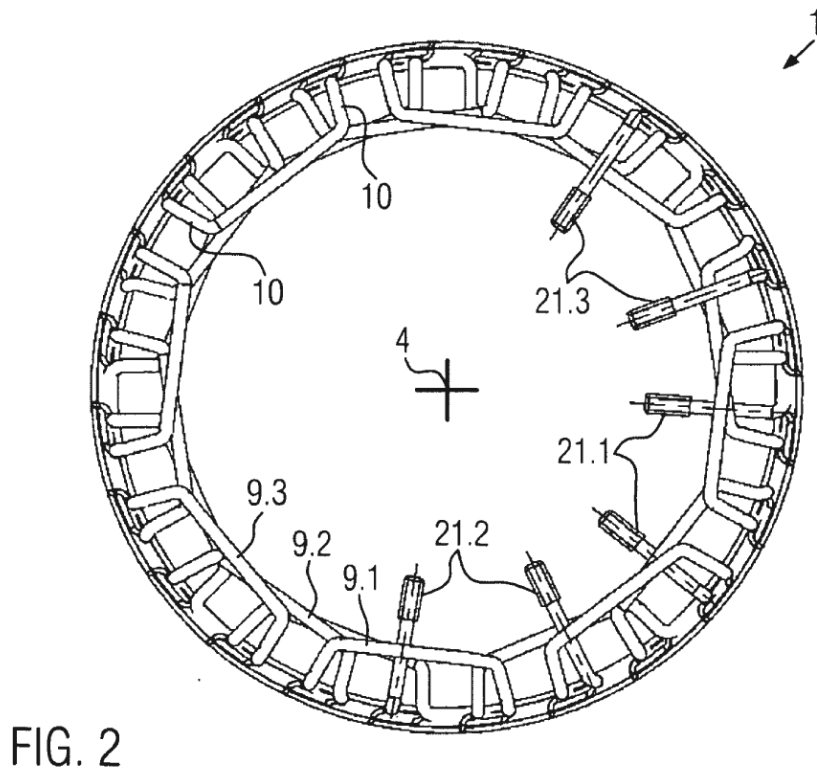
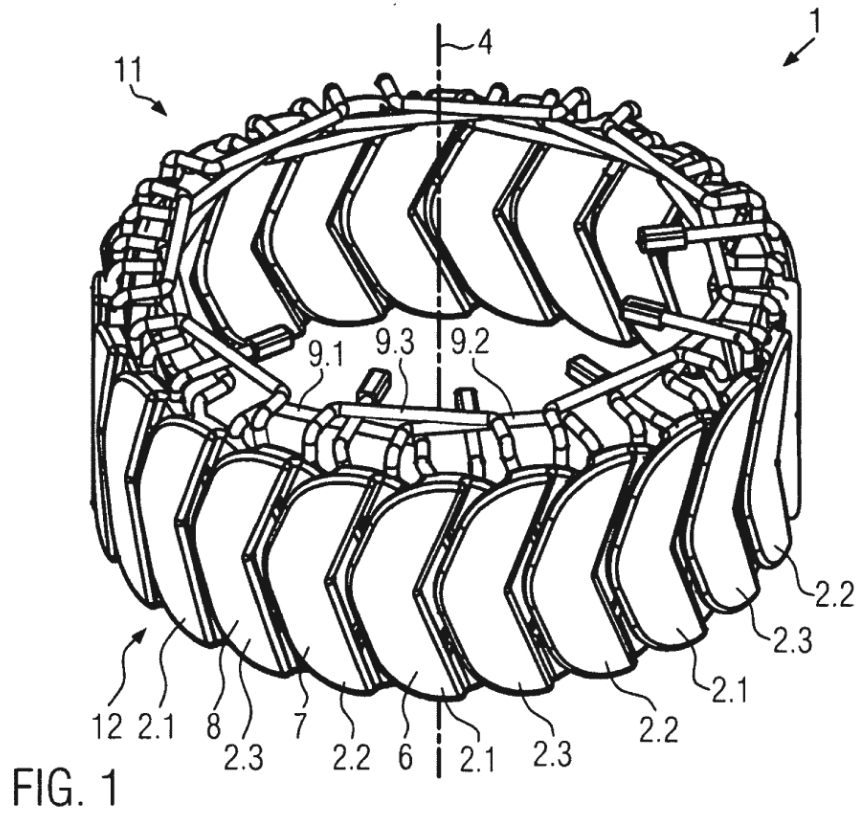
- 40 La **figura 6** muestra una vista esquemática del desarrollo de bobinado de una bobina individual del bobinado cilíndrico hueco de acuerdo con la presente invención. El alambre trenzado 22 está arrollado en forma de espiral en varias espiras 3 alrededor del eje de bobinado 5 de la bobina individual 2.1, en donde la forma básica de las espiras corresponde a una forma de rombo. Como se muestra en la **figura 6**, las espiras 3 se extienden paralelamente unas al lado de otras. Las **figuras 3 y 4** muestran que cada bobina comprende una primera sección 13 y una segunda sección 14, y entre estas dos secciones existe un desplazamiento radial 17 con respecto al eje 4 del bobinado
45 cilíndrico hueco. Las espiras 3 de las bobinas individuales se extienden respectivamente por una mitad en la primera sección 13 y por la otra mitad en la segunda sección 14. La primera sección 13 se dispone en una superficie cilíndrica con el radio 15 más pequeño que se muestra la **figura 4** alrededor del eje 4 del bobinado cilíndrico hueco, mientras que la segunda sección 14, en cambio, se dispone en una superficie cilíndrica con un radio 16 algo mayor alrededor del eje 4 del bobinado cilíndrico hueco. Esta realización de las bobinas individuales permite el solapamiento similar a las tejas de un tejado que se representa en la **figura 1**. La segunda sección 14 de una bobina individual 2.1 de la primera bobina de fase 6, por lo tanto, se dispone sobre la primera sección 13 de una bobina 2.2 de la segunda bobina de fase 7. La misma constelación resulta entre las bobinas 2.2 de la segunda bobina de fase 7 y las bobinas 2.3 de la tercera bobina de fase 8.

- 55 La **figura 5** muestra el primer bobinado de fase 6 como producto semiacabado. Las bobinas individuales 2.1 y fueron arrolladas en un mismo plano, de tal manera que las espiras de las bobinas individuales se extienden respectivamente en un plano llano. Por lo tanto, las bobinas individuales 2.1 no presentan el desplazamiento 17 que se muestra en las **figuras 3 y 4**, ni están curvadas la sección derecha y la sección izquierda, de tal manera que las espiras se disponen en una superficie cilíndrica. La **figura 5** muestra además una forma de realización con un sentido de arrollado contrario de dos bobinas individuales consecutivas 2.1. La bobina individual que se muestra en el centro de la figura está arrollada en la dirección de arrollado 19 en sentido antihorario, mientras que en la bobina individual mostrada a la derecha está arrollada en la dirección contraria 20 en sentido horario. El arrollado en
60

5 sentidos contrarios puede ser ventajoso en disposiciones de arrollado especiales. Sin embargo, las bobinas individuales también pueden estar arrolladas todas en el mismo sentido de arrollado. Para que se pueda producir el desplazamiento 17 requerido que se muestra en las **figuras 3 y 4**, sin que se dañe el alambre trenzado, las espiras 3 de la bobina individual en la zona del desplazamiento presentan la escotadura 18 con forma de horquilla que se muestra en la **figura 6**. Con la escotadura 18 se asegura que en la zona del desplazamiento que se va a generar exista suficiente longitud de alambre.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Bobinado cilíndrico hueco no ferroso (1) para un motor eléctrico, que comprende una pluralidad de bobinas individuales (2.1, 2.2, 2.3) distribuidas sobre la circunferencia del bobinado (1), en donde cada bobina individual (2.1, 2.2, 2.3) comprende una pluralidad de espiras (3), que están arrolladas en forma de espiral alrededor de un eje de bobinado (5) dispuesto perpendicularmente sobre un eje (4) del bobinado (1), y en donde las bobinas individuales consecutivas (2.1, 2.2, 2.3) se solapan entre sí de manera similar a las tejas de un tejado, en donde el bobinado (1) comprende por lo menos dos bobinados de fase (6, 7, 8), en donde cada uno de los bobinados de fase (6, 7, 8) consiste en varias de las bobinas individuales (2.1, 2.2, 2.3), en donde los bobinados de fase (6, 7, 8) además están desplazados entre sí en la dirección circunferencial del bobinado cilíndrico hueco (1), de tal manera que las bobinas individuales (2.1) de un primer bobinado de fase (6) se disponen en la dirección circunferencial del bobinado cilíndrico hueco (1) entre las bobinas individuales (2.2) de un segundo bobinado de fase (7), en donde las bobinas individuales (2.1, 2.2, 2.3) presentan una primera sección (13) y una segunda sección (14), en donde entre la primera sección (13) y la segunda sección (14) con respecto al eje (4) del bobinado cilíndrico hueco (1) existe un desplazamiento radial (17), en donde las espiras (3) de las bobinas individuales (2.1, 2.2, 2.3) se extienden respectivamente por una mitad en la primera sección (13) y por la otra mitad en la segunda sección (14), y en donde el solapamiento similar a las tejas de un tejado se logra debido a que la segunda sección (14) de una bobina individual (2.1, 2.2, 2.3) se apoya sobre la primera sección (13) de una bobina individual adyacente (2.1, 2.2, 2.3) del bobinado cilíndrico hueco (1), **caracterizado porque** cada uno de los bobinados de fase (6, 7, 8) está arrollado de un alambre continuo (22).
- 20 2. Bobinado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque secciones de conexión (9.1, 9.2, 9.3) del alambre continuo (22) entre bobinas individuales consecutivas (2.1, 2.2, 2.3) de un bobinado de fase (6, 7, 8), en relación al eje (4) del bobinado cilíndrico hueco (1), se extienden de manera radialmente desplazada con respecto a las bobinas individuales (2.1, 2.2, 2.3).
- 25 3. Bobinado (1) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque el alambre (22) entre dos bobinas individuales consecutivas (2.1, 2.2, 2.3) del bobinado de fase (6, 7, 8), partiendo de las dos bobinas individuales (2.1, 2.2, 2.3), en un extremo axial del bobinado cilíndrico hueco (1) primero se extiende respectivamente en la dirección del eje (4) del bobinado cilíndrico hueco (1) y luego se extiende de manera radialmente distanciada del lado interior del bobinado cilíndrico hueco (1).
- 30 4. Bobinado (1) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, caracterizado porque las secciones de conexión (9.2) del segundo bobinado de fase (7) en la dirección del eje (4) del bobinado cilíndrico hueco (1) se extienden de manera desplazada con respecto a las secciones de conexión (9.1) del primer bobinado de fase (6, 7, 8).
- 35 5. Bobinado (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las secciones de conexión (9.1) entre bobinas individuales consecutivas (2.1) del primer bobinado de fase (6) y las secciones de conexión (9.2) entre bobinas individuales consecutivas (2.2) del segundo bobinado de fase (7) se disponen en extremos axiales diferentes (11, 12) del bobinado cilíndrico hueco (1).
6. Bobinado (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el bobinado (1) comprende tres bobinados de fase (6, 7, 8).
7. Bobinado (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque las espiras (3) de una bobina individual (2.1, 2.2, 2.3) en la zona del desplazamiento (17) presentan una escotadura (18).
- 40 8. Bobinado (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la proyección de la forma básica de las espiras (3) de una bobina individual (2.1, 2.2, 2.3) en un plano dispuesto perpendicularmente al eje de bobinado (5) es hexagonal o romboide.
9. Bobinado (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque los bobinados de fase (6, 7, 8) están arrollados de un alambre trenzado (22).
- 45 10. Bobinado (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque bobinas individuales consecutivas (2.1, 2.2, 2.3) de un bobinado de fase (6, 7, 8) están arrolladas en sentidos contrarios.
11. Motor eléctrico con un rotor y con un estator, **caracterizado porque** el motor eléctrico está realizado como motor eléctrico electrónicamente conmutado, y que el estator comprende un bobinado cilíndrico hueco (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.



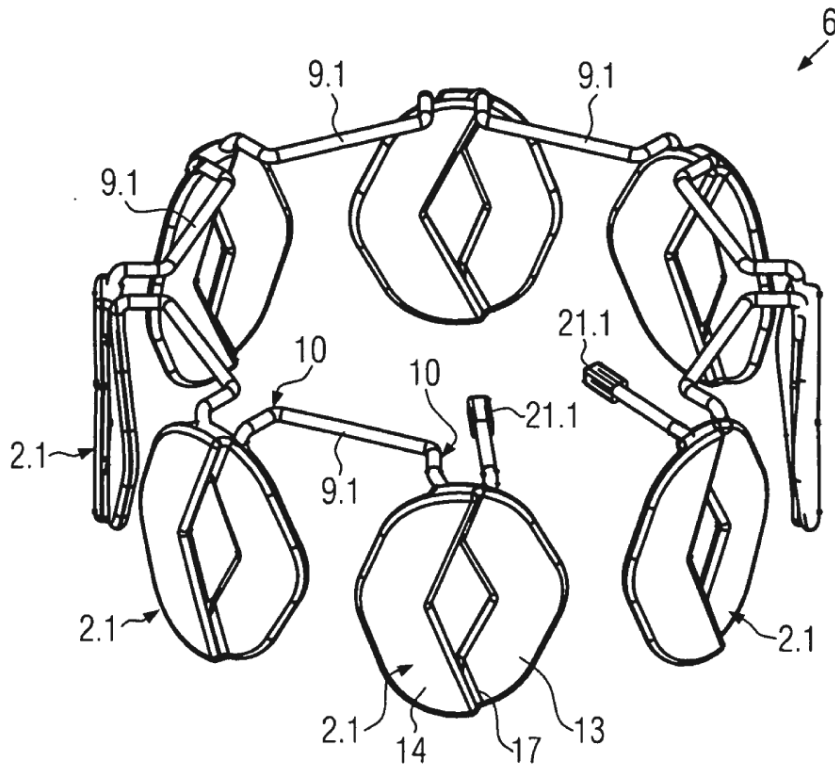


FIG. 3

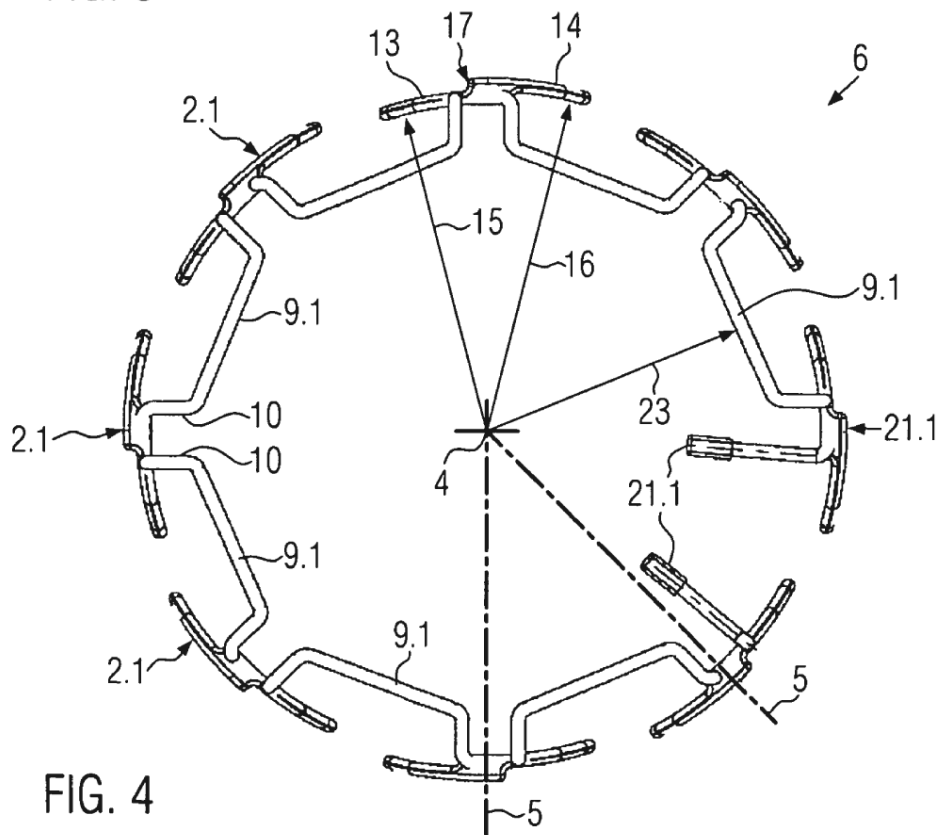


FIG. 4

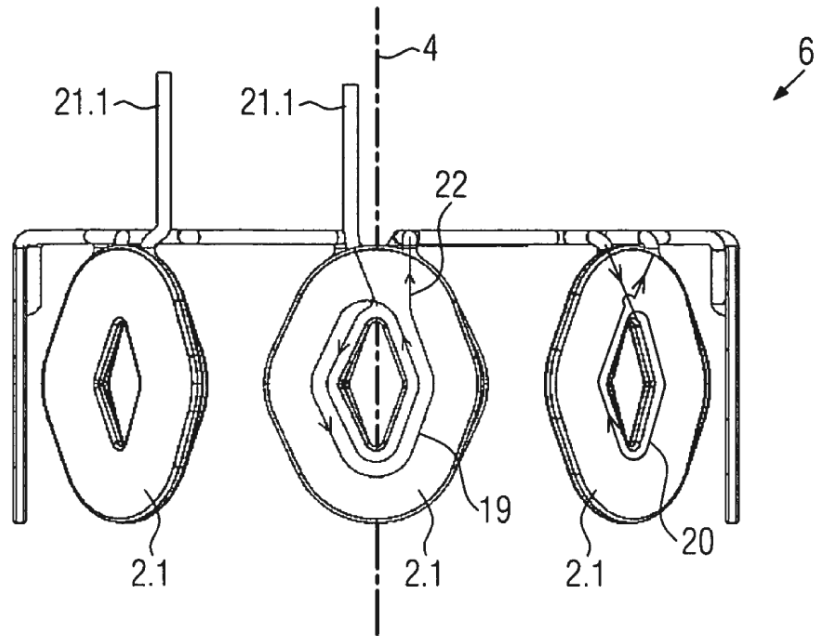


FIG. 5

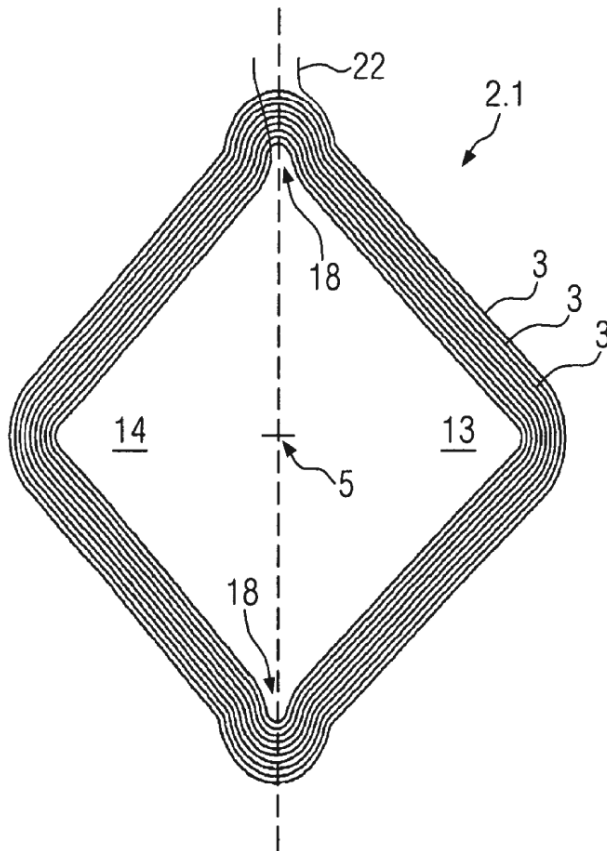


FIG. 6