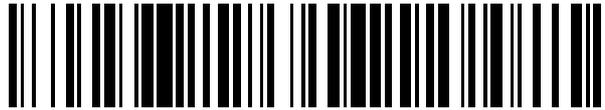


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 436**

51 Int. Cl.:

H02K 1/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.07.2012 PCT/EP2012/002930**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.01.2013 WO13013778**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2012 E 12740485 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 2735086**

54 Título: **Motor de rotor interno**

30 Prioridad:

22.07.2011 DE 102011108677

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

01.07.2020

73 Titular/es:

**EBM-PAPST ST. GEORGEN GMBH & CO. KG
(100.0%)**

**Hermann-Papst-Strasse 1
78112 St. Georgen, DE**

72 Inventor/es:

**FALK, DOMINIK;
SCHULDE, ARNOLD y
MOINI, MOJTABA**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 770 436 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

Motor de rotor interno

5 La presente invención se refiere a un motor de rotor interno y, en particular, a un motor de rotor interno conmutado electrónicamente.

10 Dicho motor presenta un rotor, habitualmente en la forma de un núcleo del rotor laminado, en el que se empotran los imanes permanentes. Este rotor está conectado a un árbol, de modo tal que es posible transmitir un torque en la conexión entre el árbol y el rotor.

15 Si el árbol se presiona y encaja directamente dentro del rotor, puede haber fuerzas de presión hacia adentro muy grandes en la fabricación, lo cual, por un lado, puede dañar o destruir el rotor y también puede llevar al daño del árbol, ya que este último puede doblarse mediante una carga excesiva de pandeo, y, por consiguiente, lleva a rechazos.

20 El documento DE 10 2006 037 804 A1 asignado a ebm-papst describe un motor de rotor interno con un árbol hueco, en cuyo exterior se proporcionan muescas para la conexión al rotor. Estas muescas reducen la presión superficial en el árbol, y, como resultado, se producen menos fuerzas de presión hacia adentro durante el montaje del árbol, a lo que también se hace referencia como el "procedimiento de junta" u "operación de junta". Sin embargo, como resultado de la presión superficial reducida, pueden empujarse virutas fuera del árbol y estas últimas pueden atascarse en el rotor. Esto puede resultar en una fusión en frío entre el rotor y el árbol. El emparejamiento de durezas del árbol, por un lado, y el rotor, por el otro lado, también cumple una función aquí, y esto puede tener un efecto muy negativo en las fuerzas de presión hacia adentro.

25 No es posible determinar con exactitud el emparejamiento de durezas entre el rotor, por un lado, y el árbol, por el otro lado, mediante el diseño de los materiales, ya que los valores de dureza de la lámina de acero eléctrico varían en gran medida. Por consiguiente, al usar una conexión de muescas, hay dos problemas:

- 30 - virutas en la junta
- una operación de unión no confiable debido a las fluctuaciones en la dureza relativa de los materiales.

35 El documento DE 10 2008 034 422 A1 muestra un rotor para un motor conmutado electrónicamente, que presenta un núcleo de rotor hecho de una pluralidad de laminillas anulares con forma de disco que se apilan longitudinalmente a lo largo del eje del rotor y están hechas de un material ferromagnético, y un árbol del rotor que se extiende a lo largo de un eje del rotor. Los imanes permanentes se unen alrededor de las laminillas por medio de un cuerpo de apoyo moldeado a partir de plástico. En el borde periférico interno de las laminillas, se proporcionan proyecciones de contacto dirigidas hacia adentro, cuyos bordes internos de manera radial definen una superficie de contacto del árbol del rotor. El avance central entre las proyecciones de entrada se expande a través de las cavidades que allí se proporcionan. Para producir el núcleo del rotor, las laminillas se apilan una encima de la otra, con las mismas siendo rotadas una a una por un ángulo de polos con respecto al eje del rotor.

40 El documento EP 0 286 905 A1 muestra un motor de corriente directa conmutado electrónicamente con un estator y un rotor. El rotor presenta un árbol, un cuerpo magnético permanente imantado y una ruta de retorno magnético interno con cavidades con forma de riñón.

45 Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un motor de rotor interno innovador.

50 Según la invención, este objeto se logra mediante un motor de rotor interno según la reivindicación 1. En la nueva conexión entre el rotor y el árbol solo hay un riesgo muy pequeño de formación de virutas durante el proceso de junta. La geometría del núcleo del rotor laminado (geometría de diente) se puede optimizar de modo tal que haya una fuerza ideal de presión hacia adentro y presión hacia afuera, y un torque ideal y que la conexión no reaccione de manera significativa a las diferencias en la dureza entre el núcleo del rotor laminado y el árbol, en otras palabras, es diferente de usar una conexión de muescas. La conexión innovadora presenta la ventaja de que no se requieren procedimientos adicionales complejos en la fabricación del árbol, lo que significa, por ejemplo, la no fabricación de muescas en el árbol. Hay una curva de fuerza-distancia reproducible y, sobre la base de esta curva, se pueden efectuar análisis precisos de la conexión. Por consiguiente, es una conexión confiable.

60 Tanto a partir de las reivindicaciones dependientes como a partir de las realizaciones ejemplares se obtendrán detalles adicionales y refinamientos ventajosos de la invención, los cuales se describen a continuación y se ilustran en el conjunto de dibujos, que, de ninguna manera, deberán entenderse como limitantes de la invención.

65 La Fig. 1 muestra una sección esquemática a través de un motor de rotor interno ejemplar, cuyo rotor se agita mediante imanes permanentes empotrados; con la sección siendo perpendicular al árbol del rotor, la Fig. 2 muestra una representación ampliada del detalle II de la Fig. 1, la Fig. 3 muestra la representación esquemática de un laminado del rotor y la posición de los imanes permanentes empotrados con respecto a este laminado del rotor,

la Fig. 4 muestra una representación espacial del árbol y el núcleo del rotor laminado antes de su montaje, la Fig. 5 muestra una representación ampliada del detalle V de la Fig. 4, la Fig. 6 muestra una representación ampliada del detalle VI de la Fig. 4, y la Fig. 7 muestra una representación ampliada del detalle VII de la Fig. 4.

5 Las Fig. 8 y 9 muestra una representación ampliada de una conexión en serie de triángulo de tres fases, y las Fig. 10 y 11 muestran la representación de una conexión paralela de triángulo de tres fases.

10 En los siguientes dibujos, se denotan partes iguales o similares usando los mismos números de referencia y cada una se describe solo una vez. Los términos como encima, debajo, izquierda, derecha, hacen referencia a la figura del dibujo respectivo.

15 **La Fig. 1** muestra una sección transversal a través de un motor de rotor interno de tres fases 20 con una carcasa con forma de concha 24 que se extiende de manera perpendicular a un árbol 18 en una representación esquemática. Un núcleo laminado 27 de un estator externo 28 se dispone en esta carcasa. Dicho estator externo presenta una cavidad interna 34 en la que un rotor interno de ocho polos 36 con un núcleo laminado 37 hecho de laminados del rotor 41 (mostrado esquemáticamente en la Fig. 3) y con un total de ocho imanes permanentes 38A a 38H (véanse las Fig. 1 a 3) se dispone en el eje 18. Un espacio de aire magnéticamente activo 32 separa al estator 28 del rotor 36. Es posible hacer referencia a dicho motor de varias maneras, por ejemplo, como una máquina de rotor interno síncrono permanentemente agitado, o como un motor de seno conmutado electrónicamente o, de manera simple, como un motor de tres fases. Su fuente de alimentación puede ocurrir, por ejemplo, a partir de un suministro de tres fases o a través de un inversor de tres fases adecuado 25, que se indica a modo de ejemplo en la Fig. 1.

20 En un uso posible, un motor 20 según la presente solicitud se usa en un vehículo motorizado para una mayor economía de combustible.

25 Cuando un vehículo motorizado viaja en una autopista, las fuerzas de dirección son muy bajas y, por consiguiente, no se necesita asistencia para la dirección, es decir, el motor 20 puede apagarse.

30 Sin embargo, si el vehículo debe estacionarse, se deseará contar con asistencia de dirección. Para este objeto, el motor 20 debe arrancar muy rápido y de manera confiable para la asistencia de dirección, si es necesario, y, en particular, a temperaturas extremadamente bajas, este motor 20 debe transmitir durante un tiempo breve un torque muy alto desde el rotor 36 a través del árbol 18 a la asistencia de alimentación de la dirección (no se muestra).

35 Para este fin, la conexión entre el rotor 36 y el árbol 18 debe ser muy confiable, pero, por el otro lado, no debe hacer que el rotor 36 o el árbol 18 se dañen o se destruyan durante la fabricación. Dicha conexión tampoco debería ser costosa de fabricar.

40 **La Fig. 3** muestra uno de los laminados del rotor 41. Estos laminados en general presentan un grosor de < 1 mm, por ejemplo, 0,3 mm. En el presente ejemplo, son ampliamente uniformes para todo el rotor 36, pero se usan de diferentes maneras, véase la siguiente descripción.

45 La Fig. 3 muestra, solo para un mejor entendimiento, la posición de los imanes del rotor 38C a 38H en el rotor terminado 36. Cabe señalar explícitamente, sin embargo, que los laminados individuales del rotor 41 solo presentan cavidades 39 para recibir los imanes del rotor 38A a 38H y que los imanes solo se insertan cuando el núcleo del rotor laminado 37 se "acopla" al árbol 18. La Fig. 3 muestra un ejemplo de dos cavidades vacías 39A y 39B, en las que los imanes 38A y 38B se fijan en el rotor terminado 36, véanse las Fig. 1 y 2.

50 Las cavidades 39A, 39B se limitan radialmente hacia adentro mediante la ruta de retorno magnético (yugo) 40 que se acopla mecánicamente en la manera descrita a continuación con el árbol 18, véase la Fig. 2. Hacia el exterior, las cavidades 39A, 39B se limitan a través de las zapatas de los polos 43, que se conectan mecánicamente a la ruta de retorno 40, en la manera mostrada a través de las conexiones finas 45 (Fig. 2) hechas de laminados del rotor. Estas conexiones finas 45 se saturan con el flujo de los imanes 38A a 39H y, por lo tanto, solo presentan una función mecánica. Durante la fabricación del rotor 36, los imanes, 38A, 38B se insertan dentro de las cavidades 39A, 39B, etc. Y se bloquean allí de una manera adecuada, como es del conocimiento de un experto en la materia.

55 Como se muestra en la FIG. 3, el laminado del rotor 41 presenta una cavidad central respectiva 47. Esta cavidad presenta proyecciones que se extienden radialmente hacia adentro 49, cuyo interior está limitado por secciones circulares 50, cuyo diámetro efectivo D es ligeramente mayor que el diámetro d (Fig. 4) del árbol 18, con este último siendo presionado hacia dentro de las proyecciones 49. En este caso, resulta ventajoso que las proyecciones 49 se proporcionen a la misma distancia angular entre sí en la cavidad 47, con un número de tres proyecciones siendo particularmente ventajoso. Habitualmente, el ancho de los salientes 49 se determina de manera empírica.

60 Como se muestra en las Fig. 4 y 6, vistas axialmente, en la región central 52 del núcleo del rotor laminado 37, los laminados sucesivos 41 se desplazan uno en relación con el otro mediante un ángulo de polos de los polos del rotor τ_p . Como la Fig. 3 muestra un rotor de ocho polos 36, se aplica lo siguiente: $\tau_p = 360^\circ / 8 = 45^\circ$, como se indica en la

FIG. 3.

En un motor con 6 polos de rotor, el desplazamiento τ_p sería, en consecuencia: $\tau_p = 360^\circ / 6 = 60^\circ$.

5 El desplazamiento resulta en la imagen según la Fig. 6, es decir, las proyecciones 49 se desplazan unas con otras mediante un ángulo de polos de los polos del rotor τ_p , y entre medio hay espacios 51 sin conexión directa con el árbol 18.

10 **La Fig. 4** muestra el núcleo del rotor laminado 37 antes de la presión hacia adentro del árbol 18 y en una vista ampliada. El núcleo laminado 37 presenta, como se describió, una región central 52, en la que los laminados del rotor 41 se desplazan uno en relación con el otro mediante un ángulo de polos τ_{pe} , de modo tal que el árbol 18 (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 4) se fije exactamente en el medio de la cavidad central 47 y no surjan costos altos para la remoción de desbalances.

15 Los núcleos cortos laminados 54 (Fig. 4, parte superior) y 56 (Fig. 4, parte inferior) se disponen en ambos extremos de la región del núcleo laminado central 52, los cuales, a modo de ejemplo en la Fig. 4, se componen cada uno de $n + 1$ láminas 41 que no se desplazan uno en relación con el otro, donde n es un número natural. Un núcleo corto como tal suele presentar de 2 a 10 láminas.

20 Estos núcleos cortos 54, 56 sirven para facilitar la presión hacia adentro del árbol 18. La dirección de presión hacia adentro del árbol 18 se designa como 58 en la Fig. 4 y se extiende a lo largo del eje del rotor, y el núcleo corto 56 sirve para obtener un valor favorable para la fuerza de presión hacia adentro. El núcleo corto 54 también sirve para obtener una fuerza favorable de presión hacia adentro que, por supuesto, no debe ser demasiado alta, de modo tal que los laminados del rotor 41 no se doblen.

25 Con el tipo de conexión descrito entre el núcleo del rotor laminado 52, 54, 56 y el árbol 18, el riesgo de aparición de virutas se elimina en gran medida. La geometría de diente del núcleo del rotor laminado 52 se puede optimizar de modo tal que se obtengan valores favorables para la fuerza de presión hacia adentro, la fuerza de presión hacia afuera y el torque transmisible, y que la conexión no reaccione a las diferencias de dureza entre los núcleos laminados 52, 54, 56 por un lado y el árbol 18 por el otro. Además, no se requieren procedimientos adicionales complejos para la fabricación del árbol 18. El resultado es una curva de fuerza-distancia reproducible, y esta curva se puede usar para llevar a cabo análisis precisos de la conexión. La conexión es confiable, y si la presión en exceso, es decir, el "exceso" del árbol 18 se diseña correctamente, como se describió, se obtendrá una baja propagación de los valores de presión hacia adentro, lo que permite una producción confiable.

30 Al presionar el árbol 18 hacia adentro, la temperatura T_1 del árbol 18 y la temperatura T_2 del núcleo del rotor laminado 37 pueden ser la misma ($T_1 = T_2$). Sin embargo, de manera alternativa, también se puede seleccionar una temperatura diferente ($T_1 \neq T_2$), con la temperatura T_1 del árbol 18 siendo preferentemente menor que la temperatura T_2 del núcleo del rotor laminado 37 ($T_1 < T_2$). Relativamente, el árbol 18 presenta un diámetro (externo) d ligeramente más pequeño debido a la temperatura menor, y el núcleo del rotor laminado 37 presenta un diámetro (interno) D algo más grande debido a la alta temperatura (véase la Fig. 3). Como resultado, durante la presión hacia adentro del árbol 18, la fricción entre el árbol 18 y el núcleo del rotor laminado 37 se reduce, lo que hace que el montaje sea más fácil. Resulta ventajoso que, en el caso del montaje con una diferencia de temperatura ($T_1 < T_2$), la diferencia entre el diámetro efectivo D (Fig. 3) del núcleo del rotor laminado 37 y el diámetro efectivo d (Fig. 4) del árbol 18 se puedan seleccionar para que sean algo más grandes en el caso de un montaje con la misma temperatura de los componentes. Como resultado, una conexión incluso mejor es posible en combinación con las primeras secciones 50, sin que haya un riesgo de que las primeras secciones 50 del núcleo laminado 37 se destruyan al presionarlas. Al presionar hacia adentro con diferentes temperaturas T_1 , T_2 , el diámetro interno D de la cavidad central 47 definido por las primeras secciones 50 es preferentemente tanto más pequeño que el diámetro externo d del árbol 18 que una presión hacia adentro no destructiva del árbol 18 solo es posible si la temperatura del árbol 18, al presionarlo, es menor que la temperatura del núcleo del rotor laminado. Sin embargo, las diferentes temperaturas T_1 , T_2 también pueden ser ventajosas en los casos en que la presión hacia adentro con las mismas temperaturas T_1 , T_2 es posible.

35 **Las Fig. 8 a 11** muestran varias formas, en la manera de representación habitual de la ingeniería eléctrica, en las que las bobinas pueden interconectarse en la Fig. 1.

La Fig. 1 muestra una conexión estrella como una conexión en serie.

40 Una conexión estrella como una conexión paralela también es posible. Las Fig. 8 y 9 muestran una conexión en serie de triángulo como ejemplos adicionales, y las Fig. 10 y 11 muestran una conexión paralela de triángulo.

45 **Las Fig. 1 a 11** muestran un motor de rotor interno, en particular, un motor de rotor interno conmutado electrónicamente, que comprende: un estator multipolar 28, un núcleo de rotor laminado 37; 52, 54, 56 que pivota en relación a dicho estator, una cavidad central 47 proporcionada en el núcleo de rotor laminado, donde el núcleo de rotor laminado comprende láminas simples 41 que presentan cavidades centrales 47 que comprenden primeras

- 5 secciones radialmente internas 50 dentro de las que se presiona un árbol 18, y dichas cavidades centrales 47 presentan segundas secciones en las regiones entre dichas primeras secciones radialmente internas 50, dichas segundas secciones 51 estando separadas desde el exterior de dicho árbol 18 en el estado montado, donde al menos algunas de dichas láminas simples 41 de dicho núcleo de rotor laminado 52 se disponen con un desplazamiento de manera angular entre sí.
- Preferentemente, al menos algunas de las láminas simples 41 del núcleo del rotor laminado 52 se disponen de manera superpuesta entre sí.
- 10 Preferentemente, al menos en un extremo 52A, 52B del núcleo de rotor laminado, un número de láminas simples 41 no se desplazan angularmente entre sí, donde el número se encuentra preferentemente en el intervalo de 2 a 10.
- 15 Las cavidades 39A, 39B se proporcionan preferentemente en el núcleo de rotor laminado 52, 54, 56, que se configuran para recibir imanes permanentes 38A, 38B, con la posición angular de las primeras secciones radialmente internas en relación con la posición angular de las cavidades 39A, 39B, ... más preferentemente siendo seleccionadas para recibir imanes permanentes empotrados 38A, 38B de modo tal que las cavidades continuas 39A, 39B para recibir los imanes permanentes 38A, 38B, ... resulten en el núcleo de rotor laminado 52, 52A, 52B.
- 20 Preferentemente, una lámina simple 41 del núcleo del rotor laminado 52 se desplaza en relación con una lámina simple adyacente 41 mediante un ángulo de $n \cdot \tau_p$, donde $n = 1, 2, 3 \dots$ y $\tau_p =$ ángulo de polos de los polos del rotor.
- Las primeras secciones 50 preferentemente presentan una extensión angular sustancialmente idéntica.
- 25 Preferentemente, las primeras secciones 50 presentan una extensión angular más pequeña que las segundas secciones 51.
- Preferentemente, las primeras y las segundas secciones se suman a una extensión angular de 120° mecánicos.
- 30 Preferentemente, las láminas individuales 41 del núcleo del rotor laminado 37; 52, 54, 56 se forman de manera uniforme.
- Por supuesto, múltiples desvíos y modificaciones son posibles dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. El motor de rotor interno, en particular, un motor de rotor interno conmutado electrónicamente, que comprende:
- 5 un estator multipolar (28);
 un núcleo del rotor laminado (37; 52, 54, 56) que pivota con respecto a dicho estator;
 una cavidad central (47) proporcionada en el núcleo del rotor laminado y dentro de lo cual se presiona un (18) árbol, donde dicho núcleo de rotor laminado comprende láminas simples (41) que presentan cavidades centrales (47) que comprenden primeras secciones radialmente internas (50), y dichas cavidades centrales (47) presentan segundas secciones en las regiones entre dichas primeras secciones radialmente internas (50), dichas segundas secciones (51) estando separadas desde el exterior de dicho árbol (18) en el estado montado, donde al menos una parte de dichas láminas simples (41) de dicho núcleo de rotor laminado (52) se dispone con un desplazamiento de manera angular entre sí, y
- 10 donde al menos en un extremo (52A, 52B) del núcleo del rotor laminado, un número predeterminado de láminas simples (41) no se dispone con un desplazamiento de manera angular entre sí.
2. El motor según la reivindicación 1, donde dichas láminas individuales (41) presentan tres primeras secciones (50).
- 20 3. El motor según una de las reivindicaciones anteriores, donde las cavidades se proporcionan en dicho núcleo de rotor laminado (52, 54, 56), con dichas cavidades (39A, 39B) estando formadas para recibir los imanes permanentes (38A, 38B).
- 25 4. El motor según la reivindicación 3, donde dichas láminas individuales (41) presentan una ruta de retorno magnético conectada mecánicamente a dicho árbol (18) y limitando dichas cavidades (39A, 39B, ...) radialmente hacia adentro, donde dichas láminas individuales (41) presentan zapatas de polos (43), con dichas zapatas de polos (43) limitando dichas cavidades (39A, 39B, ...) hacia afuera, y donde dichas láminas individuales (41) presentan conexiones (45), dichas conexiones conectan mecánicamente dichas zapatas de polos (43) a dicha ruta de retorno (40) y se saturan por el flujo del imán (38A–39H), por consiguiente, presentan solo una función mecánica.
- 30 5. El motor según una de las reivindicaciones anteriores, donde dicho número predeterminado se encuentra en el rango de 2 a 10.
- 35 6. El motor según la reivindicación 3, donde dicha posición angular de dichas primeras secciones radialmente internas (50) en relación con la posición angular de dichas cavidades (39A, 39B, ...) para recibir dichos imanes permanentes empotrados (38A, 38B) se selecciona de modo tal que las cavidades continuas (39A, 39B) para recibir dichos imanes permanentes (38A, 38B, ...) se forman en dicho núcleo del rotor laminado (52, 52A, 52B).
- 40 7. El motor según la reivindicación 6, donde respectivamente un imán permanente (38A, 38B, ...) se inserta en dichas cavidades continuas (39A, 39B, ...) para recibir dichos imanes permanentes (38A, 38B, ...), donde los imanes no se insertan hasta que el núcleo del rotor laminado (37) se acopla al árbol (18).
- 45 8. El motor según una de las reivindicaciones anteriores, donde una primera lámina simple (41) del núcleo del rotor laminado (52) se desplaza en relación con una segunda lámina simple adyacente (41) por medio de un ángulo de $n * t_p$, donde
- 50 $n = 1, 2, 3$
 y
 $t_p =$ ángulo de polos de los polos del rotor.
- 55 9. El motor según la reivindicación 8, donde dichas primeras secciones (50) de dicha primera lámina simple (41) se disponen con un desplazamiento de manera angular desde dichas primeras secciones de dicha segunda lámina simple (41) mediante el desplazamiento en relación con dicha segunda lámina simple (41) adyacente a dicha primera lámina simple (50).
- 60 10. El motor según una de las reivindicaciones anteriores, donde dichas primeras secciones (50) presentan una extensión angular sustancialmente idéntica.
- 65 11. Un motor según una de las reivindicaciones anteriores, donde dichas primeras secciones (50) presentan una extensión angular más pequeña que dichas segundas secciones (51).
12. Un motor según la reivindicación 10 u 11, donde una primera sección (50) y una segunda sección (51)

se suman respectivamente a una extensión angular de 120° mec.

13. El motor según una de las reivindicaciones anteriores, donde dichas láminas individuales (41) de dicho paquete de rotor laminado (37; 52, 54, 56) se forman de manera uniforme.

5

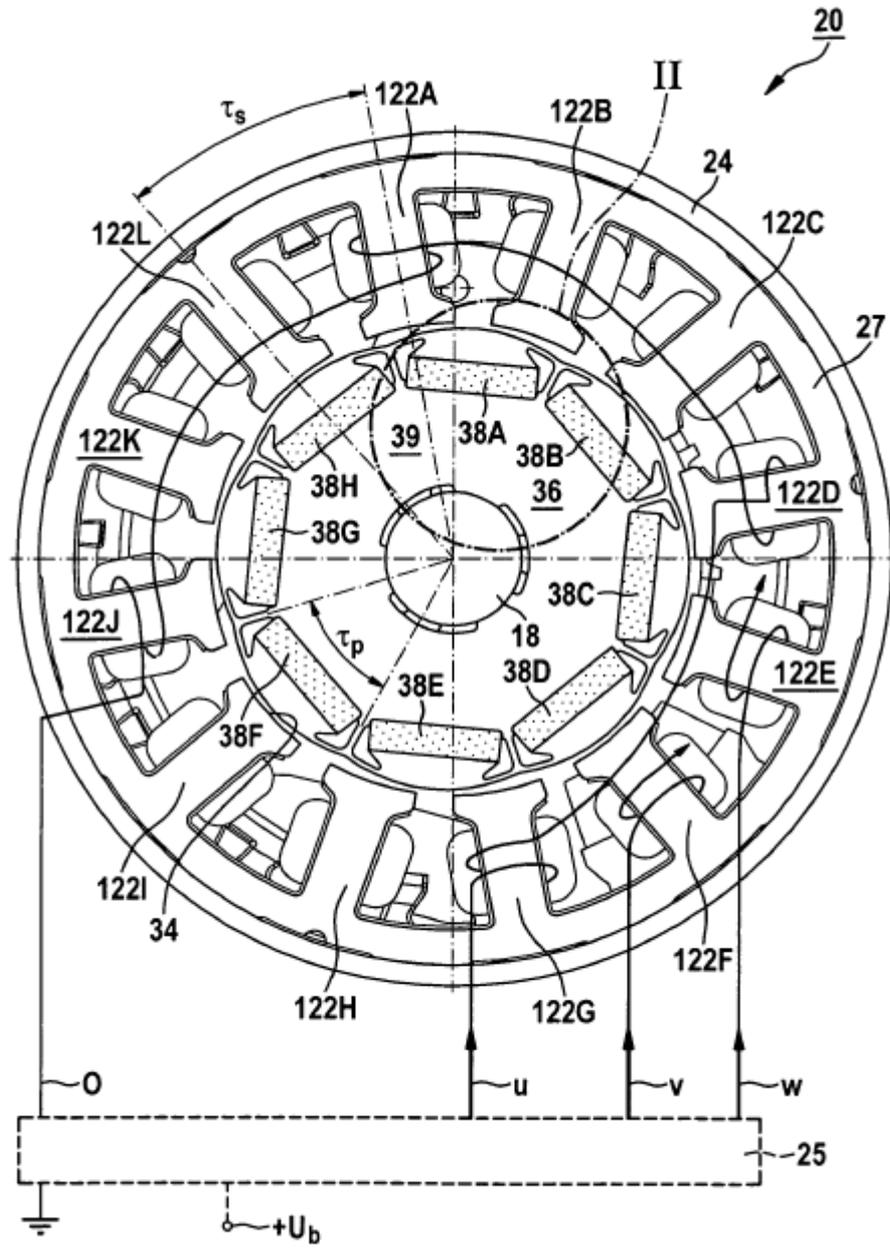


Fig. 1

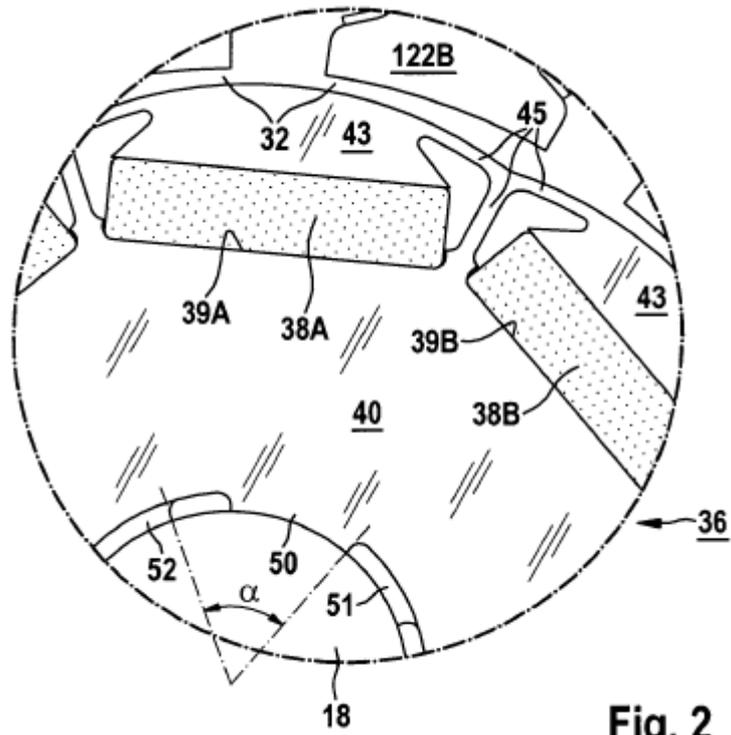


Fig. 2

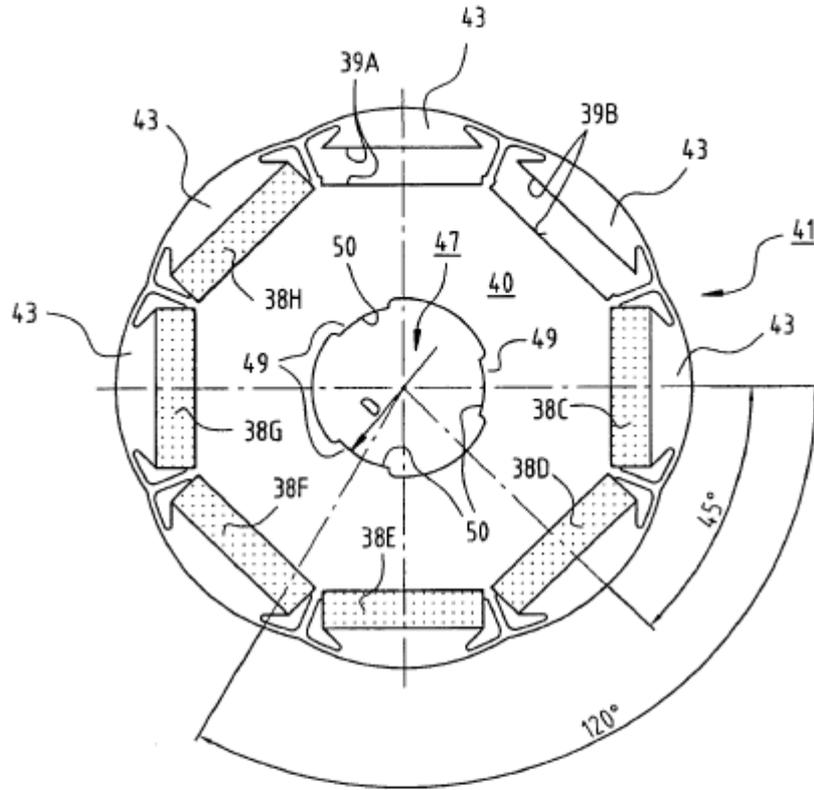


Fig. 3

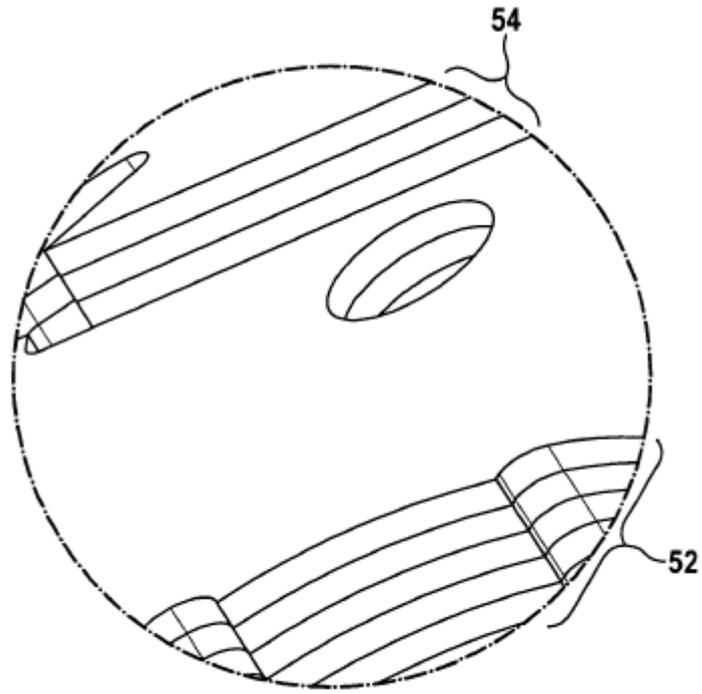


Fig. 5

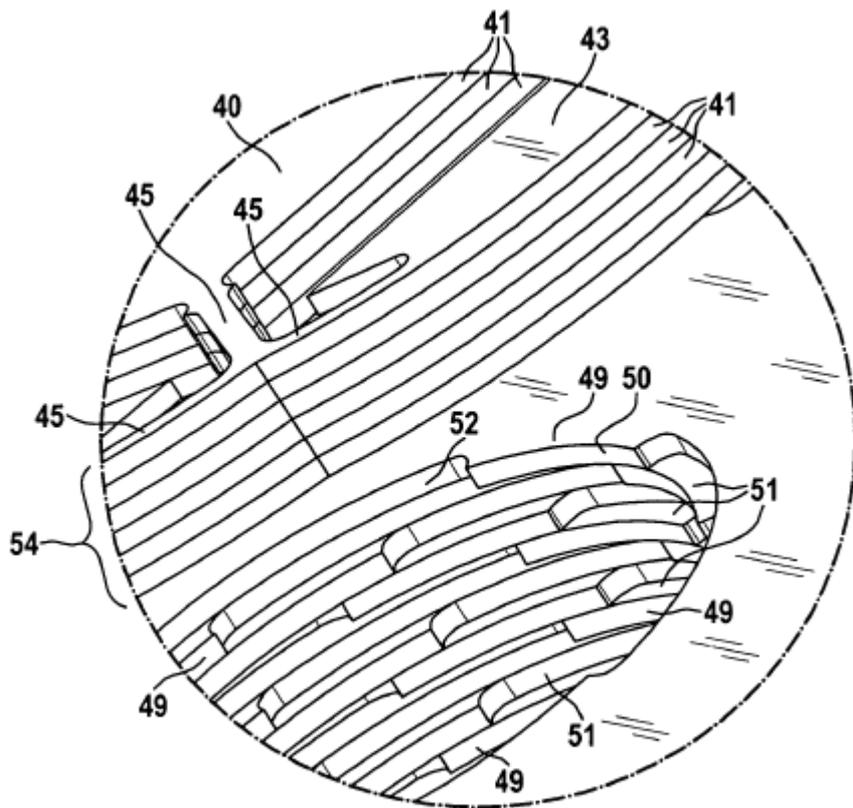


Fig. 6

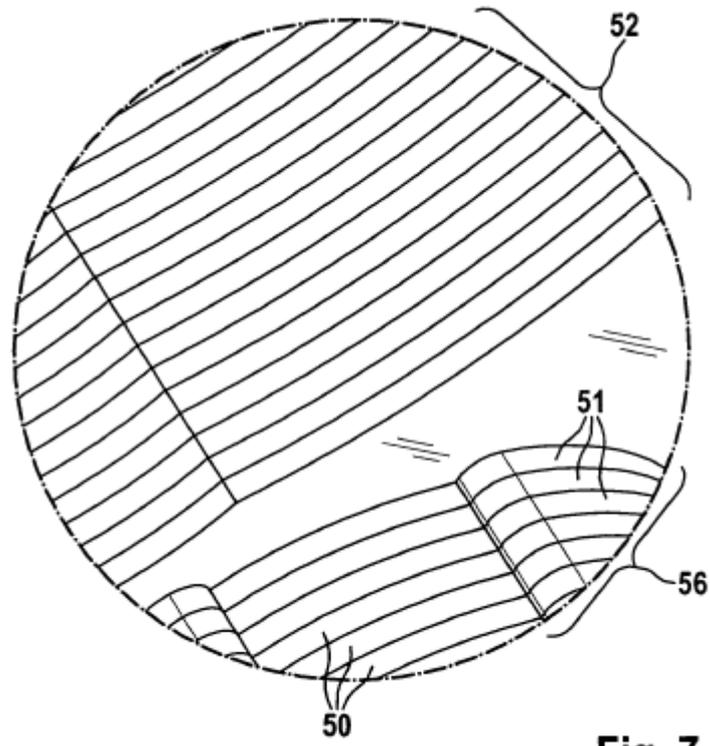


Fig. 7

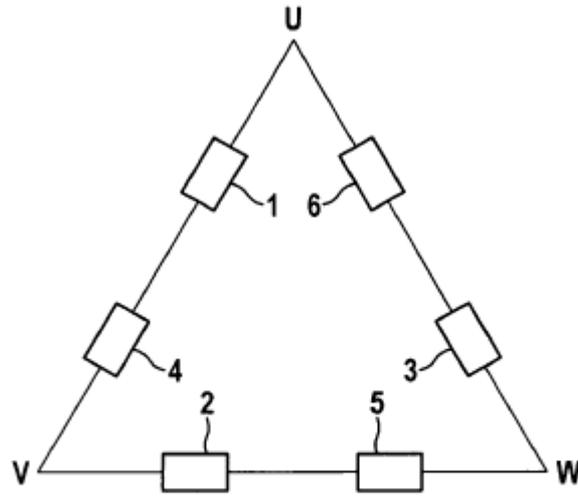


Fig. 8

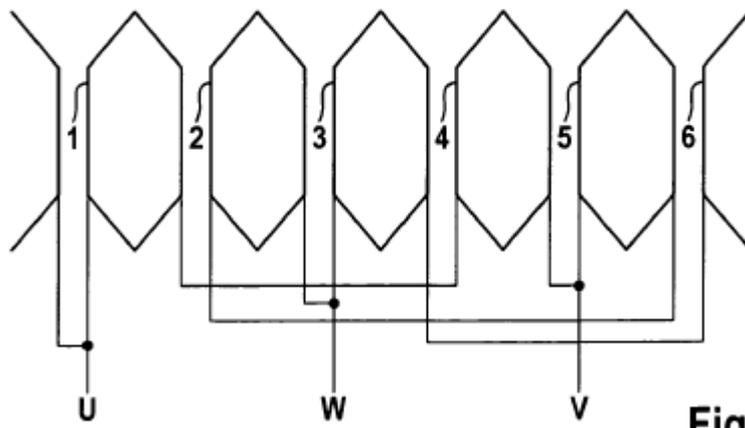


Fig. 9

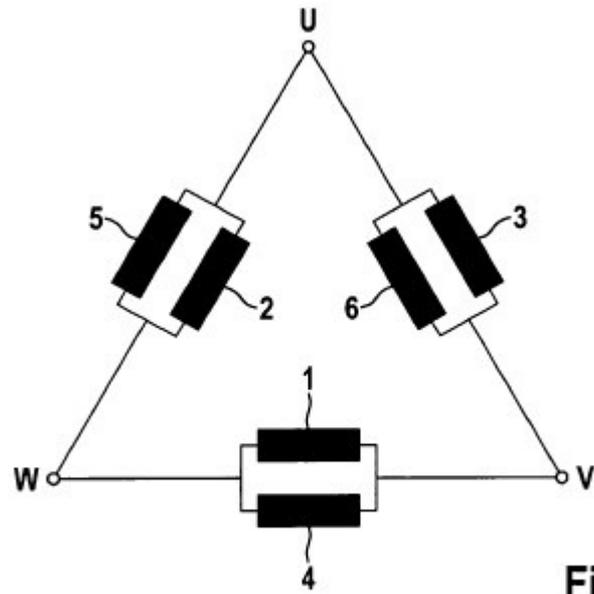


Fig. 10

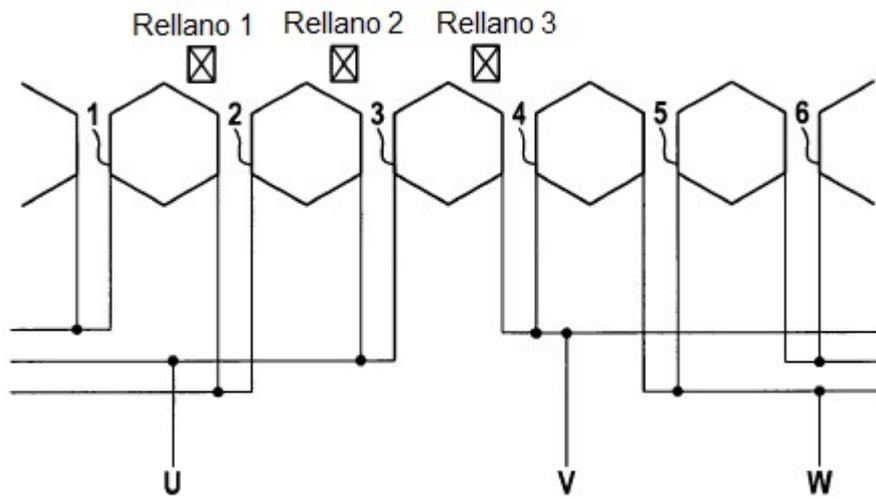


Fig. 11