

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 298**

51 Int. Cl.:

**H02K 1/24** (2006.01)

**H02K 7/04** (2006.01)

**H02K 19/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2015 PCT/EP2015/055339**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2015 E 15710758 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 3103183**

54 Título: **Rotor de reluctancia variable con estabilización mecánica**

30 Prioridad:

**31.03.2014 EP 14162700**

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

**28.03.2018**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BALLWEG, MARION;  
BÜTTNER, KLAUS y  
KIRCHNER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 661 298 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**

Rotor de reluctancia variable con estabilización mecánica.

5 La invención hace referencia a un rotor para un rotor de reluctancia variable, a un motor de reluctancia variable con un rotor de este tipo y a un vehículo de motor. El rotor presenta varias chapas individuales aisladas eléctricamente unas de otras, que está apiladas para formar un paquete de chapas.

10 Se conoce un rotor para un motor de reluctancia variables del documento US 5,818, 140 A. El rotor descrito en el mismo tiene un paquete de chapas formado por chapas del rotor apiladas, que presentan unas escotaduras, p.ej. unos punzonados. Este rotor recibe aquí también el nombre de rotor de Vagati. Mediante los punzonados se obtienen unos segmentos de chapa oscilantes, en forma de tiras, que se usan como segmentos conductores de flujo y conducen el flujo magnético del modo necesario para proporcionar la reluctancia del rotor. Entre los segmentos conductores de flujo individuales se encuentra a causa de los punzonados aire, es decir, una zona no magnética que actúa de bloqueo del flujo magnético. La reactancia del paquete de chapas es relativamente pequeña en la dirección del eje q, es decir en la dirección de bloqueo magnética, a causa de las zonas no magnéticas. Los segmentos conductores de flujo en forma de tiras discurren transversalmente al eje q y conectan los polos del rotor adyacentes en dirección perimétrica, es decir los ejes d.

15 Las escotaduras para formar los bloqueos de flujo conducen a un debilitamiento de la estabilidad mecánica del paquete de chapas, de tal manera que el rotor de reluctancia variable descrito no es apropiado para grandes números de revoluciones, en particular no para números de revoluciones superiores a 3.000 rpm. Por este motivo los rotores de reluctancia variable actuales de la clase descrita no son apropiados para un requisito de número de revoluciones en el campo de los vehículos de motor con accionamientos eléctricos.

20 Mediante los segmentos conductores de flujo en forma de tiras se obtiene sin embargo un elevado rendimiento del par de giro.

25 En el documento JP 2001 238418 A se describe un rotor de reluctancia variable con un paquete de chapas del rotor, que puede presentar una pieza intermedia de un material no ferromagnético y que presenta unos bloqueos de flujo, que están rellenos con aluminio o resina sintética. A partir del aluminio pueden estar también moldeados por fusión unos anillos de cortocircuito en los extremos axiales del rotor.

El objeto de la invención consiste en exponer un rotor de reluctancia variable de la clase designada al comienzo, que haga posible tanto un par de giro como un número de revoluciones alto, de tal manera que sea adecuado en particular como componente de un accionamiento eléctrico para un vehículo eléctrico.

30 El objeto es resuelto mediante los objetos de las reivindicaciones independientes. Mediante las características de las reivindicaciones dependientes se obtienen unos perfeccionamientos de la invención.

35 El rotor conforme a la invención está configurado también como rotor de reluctancia variable según el principio de Vagati, es decir, presenta unas capas de chapas del rotor de un material ferromagnético, en donde cada capa de chapas del rotor está formada por una o varias chapas del rotor y presenta al menos un bloqueo de flujo formado por una escotadura en la capa de chapas del rotor. A continuación se hablará, para una mejor visión de conjunto, solamente de un único bloqueo de flujo de cada capa de chapas del rotor. Los modos de realización hacen también referencia, sin embargo, a capas de chapas del rotor con varios bloqueos de flujo.

40 En el rotor de reluctancia variable está dispuesta una pieza intermedia entre una primera y una segunda capa de chapas del rotor. Esta pieza intermedia puede ser por ejemplo cilíndrica o tener forma de disco, es decir, presentar la forma básica de una de las capas de chapas del rotor. La pieza intermedia presenta unas escotaduras así como unos travesaños que limitan las escotaduras unas respecto a las otras. Mediante los travesaños la pieza intermedia es mecánicamente más estable que las dos capas de chapas del rotor adyacentes, que pueden presentar menos travesaños, unos más pequeños o incluso ninguno. Las escotaduras de la pieza intermedia y sus travesaños están dispuestos de tal manera entre las dos capas de chapas, que se encuentran entre los bloqueos de flujo de las dos capas de chapas del rotor adyacentes. De este modo las escotaduras de la pieza intermedia y los bloqueos de flujo, que sí representan también unas escotaduras en las capas de chapas del rotor, forman conjuntamente una cámara. Esta cámara delimitada por las escotaduras está rellena con una masa de relleno no ferromagnética. Con no ferromagnética se quiere decir aquí que la masa de relleno solo puede presentar características paramagnéticas y/o diamagnéticas o totalmente amagnéticas. La masa de relleno es en particular no magnética dulce.

50 La masa de relleno puede introducirse por ejemplo mediante fundición por inyección o relleno de la cámara en el rotor de reluctancia variable. Debido a que aquí los bloqueos de flujo y las escotaduras de la pieza intermedia representan unas cavidades que se comunican, la masa de relleno puede introducirse en un extremo del rotor de reluctancia variable y desde allí extenderse en la cámara. De este modo la producción es particularmente sencilla.

De forma preferida un contorno de la superficie total de las escotaduras de la pieza intermedia y de los travesaños se corresponde conjuntamente con el contorno de los bloqueos de flujo adyacentes. De este modo se obtiene la ventaja de que, al rellenar o inyectar en la cámara una masa de relleno, no permanezca ninguna inclusión de aire en los bordes de las escotaduras.

5 Los travesaños forman un refuerzo mecánico del rotor de reluctancia variable. La masa de relleno endurecida transmite con ello las fuerzas centrífugas que actúan durante una rotación del rotor de reluctancia variable conforme a lo establecido desde las capas de chapas del rotor a la pieza intermedia, de tal manera que también las capas de chapas del rotor están estabilizadas mecánicamente.

10 Los travesaños están diseñados de forma preferida para desviar la fuerza centrífuga en la pieza intermedia radialmente hacia dentro. Aquí se obtiene un guiado de fuerza particularmente efectivo si cada travesaño se extiende en su extensión longitudinal hacia un perímetro exterior del rotor de reluctancia variable. Después se transmiten las fuerzas centrífugas como fuerzas de tracción, a lo largo de la extensión longitudinal de los travesaños, hacia el interior del rotor de reluctancia variable con respecto al árbol.

15 Es particularmente ventajoso que cada travesaño en su extensión longitudinal se extienda respectivamente formando un ángulo agudo o en paralelo a un eje  $q$  del rotor de reluctancia variable. A lo largo de los ejes  $q$  las capas de chapas del rotor son particularmente inestables a causa del recorrido descrito de los bloqueos de flujo, de tal manera que mediante la orientación de los travesaños a lo largo de los ejes  $q$  el efecto de estabilización es particularmente grande.

20 Se obtiene otra mejora de la estabilización mecánica si un material de la pieza intermedia presenta, al menos en la dirección radial del rotor de reluctancia variable, una mayor resistencia a la tracción que el material ferromagnético de las capas de chapas del rotor.

La pieza intermedia puede actuar por sí misma como un componente magnéticamente activo, es decir, puede estar formada por un material ferromagnético. Conforme a una forma de realización, sin embargo, la pieza intermedia está formada por un material no ferromagnético, de tal manera que los travesaños no limiten la reluctancia del rotor.

25 Mediante la masa de relleno las capas de chapas del rotor y la pieza intermedia están unidas entre sí a través de una unión positiva de forma en dirección radial.

30 Conforme a un perfeccionamiento ventajoso la masa de relleno es también eléctricamente conductora. Por eléctricamente conductora debe entenderse aquí en particular que un valor de conductividad es superior a 10 S/m, en particular superior a 1.000 S/m. Una masa de relleno eléctricamente conductora puede usarse ventajosamente para proporcionar una jaula de arranque para un arranque asíncrono del rotor de reluctancia variable.

Aquí se obtiene otra ventaja si en un extremo axial o en ambos extremos axiales del rotor de reluctancia variable, a partir de la masa de relleno se conforma respectivamente también un anillo de cortocircuito. Después la jaula de cortocircuito puede modelarse por completo mediante la masa de relleno.

35 La masa de relleno está formada, para el caso en que sea eléctricamente conductora, de forma preferida con aluminio, una aleación de aluminio o un material plástico con material de relleno eléctricamente conductor, por ejemplo fibras eléctricamente conductoras, como por ejemplo nanotubos de carbono o un granulado eléctricamente conductor.

40 Puede ponerse a disposición una masa de relleno eléctricamente aislante y aún así mecánicamente estable mediante un material plástico relleno de fibras, por ejemplo un material plástico relleno de fibras de vidrio, o una resina rellena de fibras.

45 El anillo de cortocircuito ya descrito presenta, además de la conductividad eléctrica, también la ventaja de que actúa como elemento de sujeción que, en cooperación con la masa de relleno situada en el paquete de chapas, cohesionan las capas de chapas del rotor. Con relación a esto la invención prevé por el contrario que no se ponga a disposición un anillo en un extremo axial o en ambos extremos del rotor de reluctancia variable, sino que respectivamente solo está conformado un elemento de sujeción a partir de la masa de relleno. El mismo puede generar después, con independencia de una forma anular, la fuerza de sujeción para las capas de chapas del rotor. Por ejemplo en un extremo axial pueden estar conformados como elemento de sujeción, para los bloqueos de flujo individuales, unos pivotes separados unos de otros. El diámetro de cada elemento de sujeción es de forma preferida en dirección radial mayor que la dimensión radial del bloqueo de flujo, de tal manera que el elemento de sujeción haga contacto con un borde del bloqueo de flujo, en una zona de apoyo o zona de solape.

50 Como ya se ha explicado, el motor de reluctancia variable puede presentar en las capas de chapas del rotor otros bloqueos de flujo, en donde después en la pieza intermedia están dispuestos de forma preferida, respectivamente

por parejas, entre uno de los bloqueos de flujo de una capa de chapas del rotor adyacente y uno de los bloqueos de flujo de la otra capa de chapas del rotor adyacente unas escotaduras y unos travesaños adicionales de la pieza intermedia y, de este modo, están rellenos con la masa de relleno las otras cámaras delimitadas.

5 Igualmente puede estar previsto que el motor de reluctancia variable presente al menos otra pieza intermedia de la clase citada, dispuesta respectivamente entre dos de las capas de chapas del rotor. Mediante el número de piezas intermedias utilizadas puede ajustarse específicamente la estabilidad mecánica del rotor de reluctancia variable, para fortalecer el mismo para un número de revoluciones previsto en un motor de reluctancia variable.

10 De forma correspondiente a la invención pertenece también un motor de reluctancia variable, es decir una máquina eléctrica, con una forma de realización del rotor de reluctancia variable conforme a la invención, en donde el motor de reluctancia variable presenta un estator con bobinas para hacer rotar el rotor de reluctancia variable con un número de revoluciones, mediante una alimentación alternante con corriente de las bobinas.

15 De forma correspondiente a la invención pertenece también un motor de reluctancia variable, es decir una máquina eléctrica, con una forma de realización del rotor de reluctancia variable conforme a la invención y con una fuente de corriente alterna para alimentar alternativamente con corriente un estator del motor de reluctancia variable, en donde la fuente de corriente alterna está diseñada para, mediante la alimentación con corriente alternativa, hacer rotar el rotor de reluctancia variable con un número de revoluciones, que es superior a 5.000 rpm. El motor de reluctancia variable es adecuado, a causa de su alto número de revoluciones, como motor de accionamiento para un vehículo de motor accionado eléctricamente.

20 De forma correspondiente a la invención pertenece también un vehículo de motor con una forma de realización del motor de reluctancia variable conforme a la invención, el cual está configurado como accionamiento para que circule el vehículo de motor. El vehículo de motor conforme a la invención está conformado en particular como automóvil, como por ejemplo un automóvil para pasajeros.

A continuación se describen unos ejemplos de realización de la invención. Para ello muestran:

25 la fig. 1 una exposición esquemática de una sección transversal de una forma de realización del motor de reluctancia variable conforme a la invención,

la fig. 2 una exposición esquemática de una vista en perspectiva de una forma de realización del rotor de reluctancia variable conforme a la invención del motor de reluctancia variable,

la fig. 3 una exposición esquemática de un corte longitudinal de un corte longitudinal del rotor de reluctancia variable de la fig. 2,

30 la fig. 4 una exposición esquemática una capa de chapas del rotor de un paquete de chapas del rotor de reluctancia variable de la fig. 2,

la fig. 5 una exposición esquemática de una pieza intermedia del rotor de reluctancia variable de la fig. 2,

la fig. 6 una exposición esquemática de una vista frontal de un extremo axial de una forma de realización del rotor de reluctancia variable conforme a la invención,

35 la fig. 7 una exposición esquemática de una vista lateral del rotor de reluctancia variable de la fig. 6,

la fig. 8 una exposición esquemática de una vista frontal de un extremo axial de otra forma de realización del rotor de reluctancia variable conforme a la invención,

la fig. 9 una exposición esquemática de una vista lateral del rotor de reluctancia variable de la fig. 8,

40 la fig. 10 una exposición esquemática de una vista frontal de un extremo axial de otra forma de realización del rotor de reluctancia variable conforme a la invención,

la fig. 11 una exposición esquemática de una vista lateral del rotor de reluctancia variable de la fig. 10,

la fig. 12 una exposición esquemática de una forma de realización del vehículo de motor conforme a la invención.

45 En los ejemplos de realización explicados a continuación se trata de unas formas de realización preferidas de la invención. En los ejemplos de realización, sin embargo, los componentes descritos de las formas de realización representan respectivamente unas características de la invención individuales, que deben contemplarse unas

independientemente de las otras, que perfeccionan la invención respectivamente también unas con independencia de las otras y con ello deben considerarse individualmente o en una combinación distinta a la mostrada como componente de la invención. Asimismo las formas de realización descritas pueden complementarse también mediante otras de las características descritas de la invención.

5 En la fig. 1 se muestra una máquina eléctrica E, en la que se trata de un motor de reluctancia variable. En la fig. 1 un eje de rotación A representa también un eje de simetría de la exposición. La máquina eléctrica E comprende un estator S, en el que están dispuestos unos devanados W de bobinas eléctricas, en donde en la fig. 1 solo se ha representado uno de los devanados. Los devanados W se alimentan alternativamente con corriente mediante una fuente de corriente alterna, con lo que en el interior del estator S se establece un campo giratorio en un entrehierro L de la máquina eléctrica E. La fuente de corriente alterna C puede ser por ejemplo un oscilador o una red de alimentación eléctrica con frecuencia fija.

10 En el interior del estator S se encuentra un rotor 10, que está unido solidario en rotación a un árbol D. El árbol D está montado en el estator S de forma que puede girar alrededor del eje de rotación A. El rotor 10 es una forma de realización del rotor de reluctancia variable conforme a la invención.

15 En las figs. 2 y 3 se ha representado respectivamente el rotor 10 en solitario.

A través de una abertura de paso 12 del rotor 10 se ha insertado el árbol D (ya no representado en la fig. 2). Un diámetro del rotor 10 en la dirección radial con respecto al eje de rotación A puede ser superior a 20 cm. Una longitud del rotor 10 en dirección axial puede ser superior a 30 cm.

20 El rotor 10 presenta como parte activa magnéticamente un paquete de chapas 14, que está formado por varias capas de chapas del rotor o abreviadamente capas 16, que presentan respectivamente un material ferromagnético, en particular magnético dulce. De las capas magnéticas 16 en la fig. 2, para una mejor visión de conjunto, solo algunas poseen un símbolo de referencia. Entre las capas puede encontrarse respectivamente de una forma conocida por sí misma una capa eléctricamente aislante, para bloquear corrientes parásitas en el paquete de chapas 14. Cada capa 16 está formada en el ejemplo mostrado en la fig. 2 respectivamente por una chapa del rotor 18. En la fig. 2 solo posee un símbolo de referencia la chapa del rotor 18 que se encuentra en un extremo axial delantero del paquete de chapas 14, en un lado frontal 20 en dirección axial a lo largo del eje A. La chapa del rotor 18 (y de forma correspondiente también las restantes chapas del rotor de las restantes capas 16) presenta unas escotaduras 22, que forman unos bloqueos para un flujo magnético, es decir, zonas de bloqueo de flujo o bloques de flujo. Las escotaduras 22 pueden estar formadas por ejemplo mediante punzonado de los moldes correspondientes a partir de la chapa del rotor 18.

30 De la chapa del rotor 18 se obtienen de este modo solo unos segmentos conductores de flujo 24 y unos travesaños 26 para la unión mecánica de los segmentos conductores de flujo 24 así como un anillo exterior 28 para unir mecánicamente los segmentos conductores de flujo 24 procedentes del material ferromagnético. Las chapas del rotor de las capas 16 pueden presentar todas la misma forma.

35 Mediante los segmentos conductores de flujo 24 se conduce en el rotor 10 un flujo magnético, que es generado mediante bobinas eléctricas del estator S, transversalmente a los ejes q 30 del rotor 10 a lo largo de una dirección preferida magnética. Entre los ejes q discurren de forma conocida los ejes d 30' del rotor de reluctancia variable.

40 Las chapas del rotor 18 pueden estar dispuestas de tal manera axialmente unas tras otras alineadas en el paquete de chapas 14, que las escotaduras 22 y de forma correspondiente también los segmentos conductores de flujo 24 están axialmente alineados o al menos están girados mutuamente tan poco, que forman juntos una cavidad. Las escotaduras 22 de todas las chapas del rotor 18 dispuestas consecutivamente forman después en conjunto unos conductos o unas cámaras pasantes en el paquete de chapas 14, en los que puede encontrarse una masa de relleno de un material no ferromagnético.

45 En el rotor 10 puede estar integrada una jaula de rotor, que hace posible accionar el rotor 10 también asincrónicamente con respecto al campo giratorio magnético del estator S, es decir con un resbalamiento. Las barras de jaula de la jaula de rotor pueden estar configuradas aquí en los conductos, por medio de que como masa de relleno se ponga a disposición un material eléctricamente conductor, p.ej. aluminio o una aleación de aluminio.

50 En el paquete de chapas 14 puede estar dispuesta una pieza intermedia 32 entre dos de las capas 16. La pieza intermedia 32 puede estar conformada como disco cilíndrico y estar fabricada por ejemplo con el mismo material que las chapas del rotor o con un material no ferromagnético, como p.ej. aluminio, una aleación de aluminio o un material plástico. Además de la pieza intermedia 32 mostrada pueden estar dispuestas una o varias piezas intermedias adicionales respectivamente entre dos capas 16. Mediante las piezas intermedias 32 se produce una estabilización mecánica del paquete de chapas 14.

5 Pueden estar previstos dos discos distales 34 en los dos lados frontales, es decir el lado frontal 20 y el extremo axialmente enfrentados del paquete de chapas 14. En la fig. 2 no se ha representado el disco delantero 34, que se encuentra en el lado frontal 20, para poder representar la estructura de la chapa del rotor 18. Puede estar previsto que solo los discos distales 34 situados axialmente por fuera de los extremos del paquete de chapas sean eléctricamente conductores y que uno o varios discos intermedios 32 en el paquete de chapas sean de un material eléctricamente aislante.

10 Los discos distales 34 pueden estar formados a partir de la masa de relleno, que se encuentra también en los conductos descritos. De este modo es posible una producción en un paso de trabajo. La masa de relleno puede estar introducida por ejemplo mediante un procedimiento de fundición por inyección o fundición por presión después del apilamiento, es decir de la yuxtaposición de las chapas del rotor 18, en las escotaduras 22 y en la zona de los discos distales 34.

En la fig. 4 se muestra una única chapa del rotor 18. En la fig. 5 se muestra para comparar una vista frontal de la pieza intermedia 32.

15 En el caso de la pieza intermedia 32 están previstas también unas escotaduras 36 en la zona de las escotaduras 22 de la chapa del rotor 18. A diferencia de la chapa del rotor 18, en el caso de la pieza intermedia 32 está previsto sin embargo que la misma presenta más travesaños 38 y/o más anchos que los travesaños 26 que presenta la chapa del rotor 18. También en la fig. 5, para una mejor visión de conjunto, solo algunas de las escotaduras 36 y algunos de los travesaños 38 poseen símbolos de referencia.

20 Mediante sus travesaños 38 la pieza intermedia 32 es mecánicamente más estable con relación a las fuerzas centrífugas, que actúan sobre el paquete de chapas 14, cuando el rotor 10 rota alrededor del eje de rotación A. Los travesaños 38 forman con el respectivo eje d al menos un ángulo agudo o discurren en paralelo al mismo, en donde se usa respectivamente como eje de referencia aquel eje d 30 que discurre en el mismo segmento que el travesaño 38. Los travesaños 38 están orientados con su extensión longitudinal radialmente con relación a un segmento respectivo del perímetro exterior 40 del paquete de chapas 14.

25 Las escotaduras 36 y las escotaduras 22 están dispuestas axialmente alineadas, es decir, forman juntas una cámara que está rellena con la masa de relleno. De este modo la masa de relleno solidificada actúa como un elemento en unión positiva de forma, a través del cual pueden transmitirse fuerzas centrífugas desde las capas 16 hasta la pieza intermedia 32.

30 En las figs. 6 a 11 se muestra respectivamente cómo mediante la masa de relleno pueden formarse en los extremos axiales del paquete de chapas 14 unos elementos de sujeción 42, 44, 46, mediante los cuales se fijan en dirección axial las capas 16 y la pieza intermedia 32.

35 En las figs. 6 y 7 se muestra cómo mediante una masa de relleno eléctricamente conductora como elemento de sujeción 42 puede moldearse por fusión un anillo de cortocircuito como disco distal 34. Debido a que la masa de relleno en los conductos en el interior del paquete de chapas 14 también es eléctricamente conductora, mediante la unión de material de toda la masa de relleno se pone a disposición en total una jaula de rotor para un arranque asíncrono del rotor 10.

40 En las figs. 8 y 9 se muestran unos elementos de sujeción 44 configurados separados unos de los otros, de los que cada uno está formado a partir de la masa de relleno, que sobresale de uno de los conductos. Los elementos de sujeción 44 están situados en una zona de solape B sobre el paquete de chapas 18 en el extremo axial. En otras palabras, los elementos de sujeción 44 presentan en particular en dirección radial un diámetro mayor que los conductos de las escotaduras 22. De este modo puede transmitirse una fuerza de presión desde los elementos de sujeción 44 a la chapa del rotor 18. Mediante la previsión de unos taladros ciegos 48 en un elemento de sujeción 44 puede reducirse peso y de este modo equilibrarse el rotor 10.

45 En la forma de realización mostrada en las figs. 10 y 11 se han moldeado a partir de la masa de relleno unas cabezas o unos pivotes aislados como elementos de sujeción 46 para ahorrar peso. Los mismos presentan también un diámetro que es mayor que las escotaduras 22 aisladas, con las que hacen contacto. De este modo se obtiene de nuevo una zona de solape B, en la que los elementos de sujeción 46 ejercen una tensión de presión sobre las capas 16 y con ello fijan el paquete de chapas 14. Sobre los elementos de sujeción 46 pueden encajarse unos pesos 50, para equilibrar el rotor 10. Los elementos de sujeción 46 pueden estar conformados para ello en forma de cuña o estrechándose en la extensión longitudinal.

50 Los ejemplos de realización muestran el principio conforme a la invención de que, para estabilizar el rotor 10, se han encajado en toda la longitud del paquete del rotor y con unas separaciones determinadas de forma preferida unas piezas intermedias 32 amagnéticas. Por amagnético debe entenderse aquí en particular no ferromagnético, y muy en particular no magnético dulce. De forma preferida chapas amagnéticas con una resistencia a la tracción lo más

grande posible, que también superan térmicamente un proceso de fundición por presión o por inyección para introducir la masa de relleno y soportan la fuerza de cierre de la máquina de fundición por inyección o presión.

5 Las piezas intermedias 32 contienen unas escotaduras 36, que se solapan con las escotaduras 22 de los bloqueos de flujo de forma preferida en una gran superficie, es decir en más del 50%, en particular en más del 70%, de tal manera que durante el llenado se obtienen unas superficies de enlace a partir de las dos superficies rellenas. De este modo se obtiene una jaula estabilizada en los conductos del paquete de chapas 4. Las escotaduras 36 en la pieza intermedia 32 están ajustadas en cuanto a su geometría, con la finalidad de que se obtengan unas superficies de enlace lo más grandes posibles con respecto a la chapa del rotor 18 adyacente y al mismo tiempo sea fácilmente posible la descarga o el relleno con masa de relleno. Aquí es apropiado de forma preferida conformar las superficies de los bloqueos de flujo y las superficies en la pieza intermedia 32 con un contorno igual.

Debido a que cada chapa de rotor 18 es muy inestable en la dirección del eje q 30, se estabiliza a través de las superficies de enlace con respecto a la pieza intermedia 32 mediante la masa de relleno. De este modo se apoyan las chapas del rotor 18 para que no se ensanchen en el caso de una fuerza centrífuga.

15 En la pieza intermedia 32 se disponen entre las escotaduras 36 unos travesaños adicionales 38, de tal manera que puedan absorberse las fuerzas que se producen en el caso de una fuerza centrífuga. La fuerza centrífuga de cada chapa del rotor 18 se transmite también a la masa de relleno solidificada en las superficies rellenas de la chapa del rotor 18. Mediante las superficies de enlace esta fuerza se transmite a las superficies de las escotaduras 36 en la pieza intermedia 32. Por último esta fuerza se absorbe mediante el intradós de orificio de la pieza intermedia 32. La propia pieza intermedia 32 es capaz geoméricamente de absorber las fuerzas actuantes.

20 Como masa de relleno puede usarse de forma preferida aluminio o una aleación de aluminio, que se introduce mediante un procedimiento de fundición por presión. Igualmente puede utilizarse como masa de relleno material plástico relleno de fibras o una resina, que se introducen mediante fundición por inyección o relleno.

25 El número de piezas intermedias 32 depende de la longitud de paquete del paquete de chapas 14 y del número de revoluciones requerido. Cuantas más piezas intermedias 32, más apoyo contra la fuerza centrífuga se consigue y mayor es la estabilidad total del paquete de chapas 14.

Si se emplea como masa de relleno un material eléctricamente conductor, existe la posibilidad de rellenar en los extremos del rotor unos anillos de cortocircuito 42, con lo que se configura adicionalmente una jaula de arranque. A este respecto se aplica a los dos extremos del paquete un contorno cerrado, que conecta las superficies individuales de los bloqueos de flujo.

30 También existe la posibilidad de emplear una masa de relleno eléctricamente conductora, de forma preferida una aleación de aluminio, sin configurar anillos de cortocircuito. Aquí la masa de relleno se usa solamente para la función de apoyo. No existe ninguna jaula de arranque. A este respecto se configuran en los dos extremos del paquete unos contornos aislados 44, 46, que no conectan entre sí las superficies de los bloqueos de flujo. Estos contornos están configurados algo más grandes en comparación con las superficies de bloqueo de flujo, de tal manera que en dirección axial en una zona de solape B se consigue una sujeción del paquete de chapas del rotor 14. Estos cuerpos 35 44, 46 moldeados por fusión pueden utilizarse para equilibrar. Aquí pueden compensarse desequilibrios mediante la colocación de unos domos sobre las chapas del rotor 18, es decir mediante la determinación de la longitud de pivote de los elementos de apoyo 44, 46, o mediante calafateado de unos pesos 50 (equilibrado positivo) o mediante unos taladros 48 (equilibrado negativo).

40 Si como masa de relleno se emplea un material no conductor, la misma se usa en cualquier caso como elemento de apoyo puro.

Mediante la previsión de las piezas intermedias 32 y de la masa de relleno pueden estabilizarse las chapas del rotor 18 relativamente inestables o lábiles con sus bloqueos de flujo 22 con relación a la idoneidad del número de revoluciones. Las zonas rellenas actúan en contra del ensanchamiento de una chapa del rotor 18.

45 En la fig. 12 se muestra en una exposición esquemática un vehículo de motor 52, que puede ser por ejemplo un automóvil. El vehículo de motor 52 presenta un motor de accionamiento eléctrico 54, en cuya caja puede encontrarse por ejemplo la máquina eléctrica E u otra forma de realización del motor de reluctancia variable conforme a la invención. El árbol D de la máquina eléctrica E puede estar acoplado a un ramal de accionamiento 58 del vehículo de motor 52. El ramal de accionamiento 58 puede accionar por ejemplo una rueda trasera 60 del vehículo de motor 52.

50 En total se obtienen de este modo como ventajas que aumenta la idoneidad del número de revoluciones del rotor de reluctancia variable conforme a la invención. La anchura de travesaño en las chapas del rotor 18 sobre el diámetro exterior, es decir la anchura de anillo del anillo 28, debería elegirse lo más pequeña posible, para de este modo

5 conseguir el mayor grado de eficacia posible, ya que se optimiza el flujo magnético en el paquete de chapas. El anillo exterior 28 y los travesaños 26 son incluso prescindibles, es decir, es posible prescindir de travesaños en la chapa del rotor entre los segmentos conductores de flujo, ya que la masa de relleno fija las chapas del rotor individuales que con ello se forman. De este modo se consigue también un mejor grado de eficacia. Mediante la masa de relleno el paquete de chapas 14 se rigidiza en sí mismo, lo que hace posible simplificar una mecanización con arranque de virutas del perímetro exterior 40 del paquete de chapas 14. Mediante la acción fijadora de la masa de relleno no se necesita tampoco un bandaje adicional a lo largo del perímetro exterior 40, de tal manera que puede optimizarse la anchura del entrehierro L entre el rotor y el estator. El rotor 10 presenta también una mejor frecuencia natural de flexión mediante la rigidización del compuesto conjunto, que está compuesto por el árbol D y el paquete de chapas 14. Mediante el rellenado se obtiene un paquete de chapas 14 enterizo, que puede manipularse como un componente aislado, lo que simplifica la mecanización y el montaje.

10 En total se muestra mediante los ejemplos de realización cómo, mediante la invención, puede ponerse a disposición un rotor de reluctancia variable con pieza intermedia para un alto número de revoluciones, con unos elevados grados de eficacia, para un vehículo de motor accionado eléctricamente (eCar).

15



**REIVINDICACIONES**

1. Rotor de reluctancia variable (10) para una máquina eléctrica (E), que presenta un paquete de chapas (18) con unas capas de chapas del rotor (16) de un material ferromagnético, en donde cada capa de chapas del rotor (16) presenta un bloqueo de flujo (22) formado por una escotadura en el material ferromagnético, en donde el rotor de reluctancia variable (10) presenta una pieza intermedia (32) con unas escotaduras (36) dispuesta entre una primera y una segunda de las capas de chapas del rotor (16), y unos travesaños (38) que limitan las escotaduras (36) unas respecto a las otras, en donde las escotaduras (36) de la pieza intermedia (32) y los travesaños (38) están dispuestos axialmente entre los bloqueos de flujo (22) y, de este modo, las escotaduras (36) de la pieza intermedia (32) y los bloqueos de flujo (22) forman conjuntamente una cámara, y la cámara está rellena con una masa de relleno no ferromagnética, caracterizado porque en un extremo axial o en ambos extremos axiales del rotor de reluctancia variable (10) están moldeados a partir de la masa de relleno unos elementos de sujeción (42, 44, 46) respectivamente separados unos de los otros, los cuales en una zona de solape (B) están situados sobre el paquete de chapas (18) en el extremo axial y los cuales, en cooperación con la masa de relleno, cohesionan las capas de chapas del rotor (16) en la cámara rellena.
2. Rotor de reluctancia variable (10) según la reivindicación 1, en donde los travesaños (38) están diseñados para desviar una fuerza centrífuga en la pieza intermedia (32) radialmente hacia dentro, durante una rotación del rotor de reluctancia variable (10) conforme a lo establecido.
3. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde cada travesaño (38) se extiende en su extensión longitudinal hacia un perímetro exterior (40) del rotor de reluctancia variable (10).
4. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde cada travesaño (38) en su extensión longitudinal se extiende respectivamente formando un ángulo agudo o en paralelo a un eje q respectivo del rotor de reluctancia variable (10).
5. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde un material de la pieza intermedia (32) presenta, al menos en dirección radial, una mayor resistencia a la tracción que el material ferromagnético de las capas de chapas del rotor (16).
6. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la pieza intermedia (32) está formada por un material no ferromagnético.
7. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la masa de relleno es eléctricamente conductora y está formada por un material plástico con un material de relleno eléctricamente conductor.
8. Rotor de reluctancia variable (10) según la reivindicación 7, en donde el material plástico como material de relleno presenta unas fibras eléctricamente conductoras o un granulado eléctricamente conductor.
9. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la masa de relleno comprende aluminio, una aleación de aluminio, un material plástico o una resina relleno(a) de fibras.
10. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde en al menos uno de los elementos de sujeción (44) para equilibrar el rotor de reluctancia variable (10) está previsto un taladro (48) o un peso (50).
11. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde una superficie total de las escotaduras (36) de la pieza intermedia (32) y de los travesaños (38) presenta en conjunto un contorno, que se corresponde con el contorno respectivo de los bloqueos de flujo (22) de la primera y/o de la segunda capa de chapas del rotor (16).
12. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde las capas de chapas del rotor (16) presentan respectivamente otros bloqueos de flujo (22), y respectivamente por parejas, entre uno de los bloqueos de flujo (22) de la primera capa de chapas del rotor (16) y uno de los bloqueos de flujo (22) de la segunda capa de chapas del rotor (16) están dispuestos unas escotaduras (36) y unos travesaños (38) adicionales de la pieza intermedia (32), y están rellenas con la masa de relleno las otras cámaras delimitadas de este modo.
13. Rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el rotor de reluctancia variable (10) presenta al menos otra pieza intermedia (32) de la clase citada, dispuesta respectivamente entre dos de las capas de chapas del rotor (16).

14. Motor de reluctancia variable (E) con un rotor de reluctancia variable (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el motor de reluctancia variable (E) presenta un estator (S) con bobinas (W) para hacer rotar el rotor de reluctancia variable (10) con un número de revoluciones, mediante una alimentación alternante con corriente de las bobinas (W).

- 5 15. Vehículo de motor (52) con un motor de reluctancia variable (E) según la reivindicación 14 como motor de accionamiento para que circule el vehículo de motor (52).

FIG 1

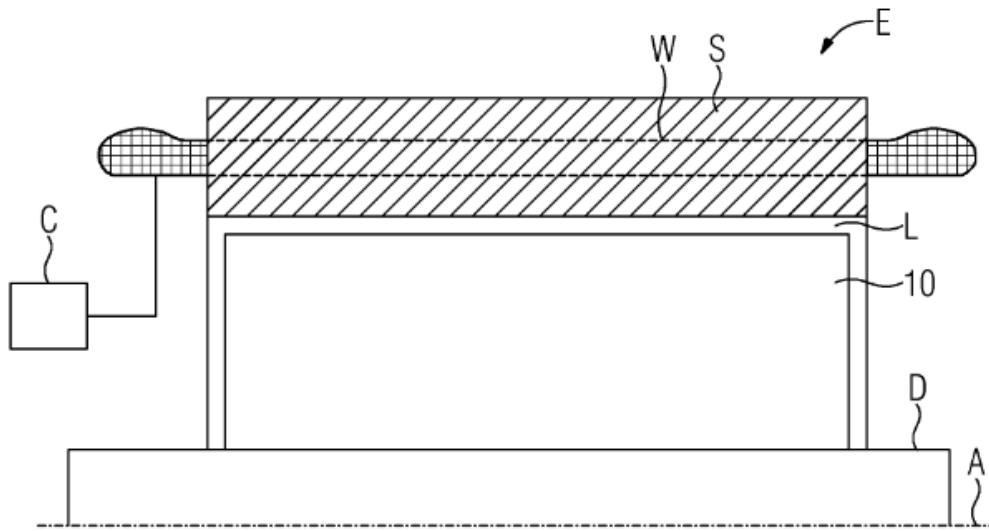
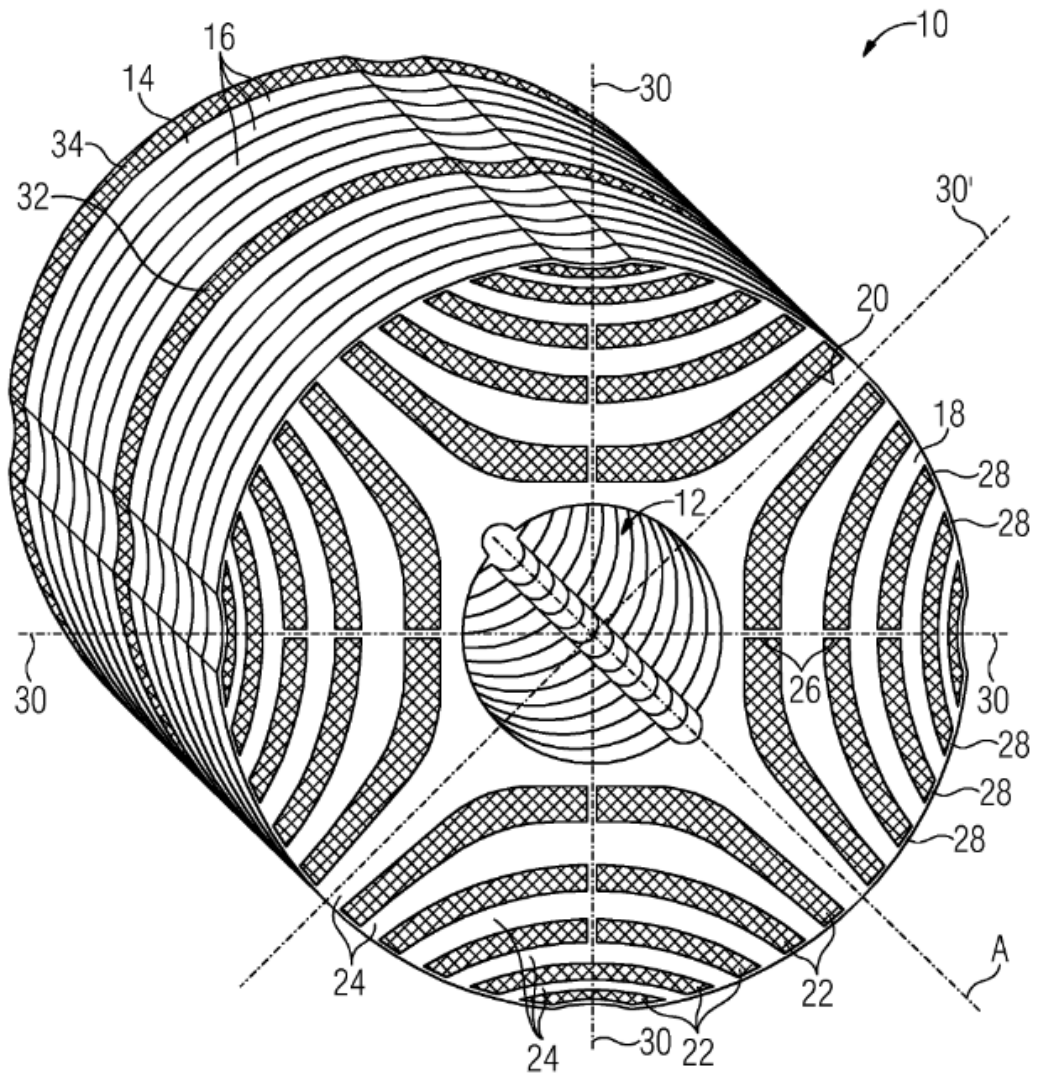


FIG 2



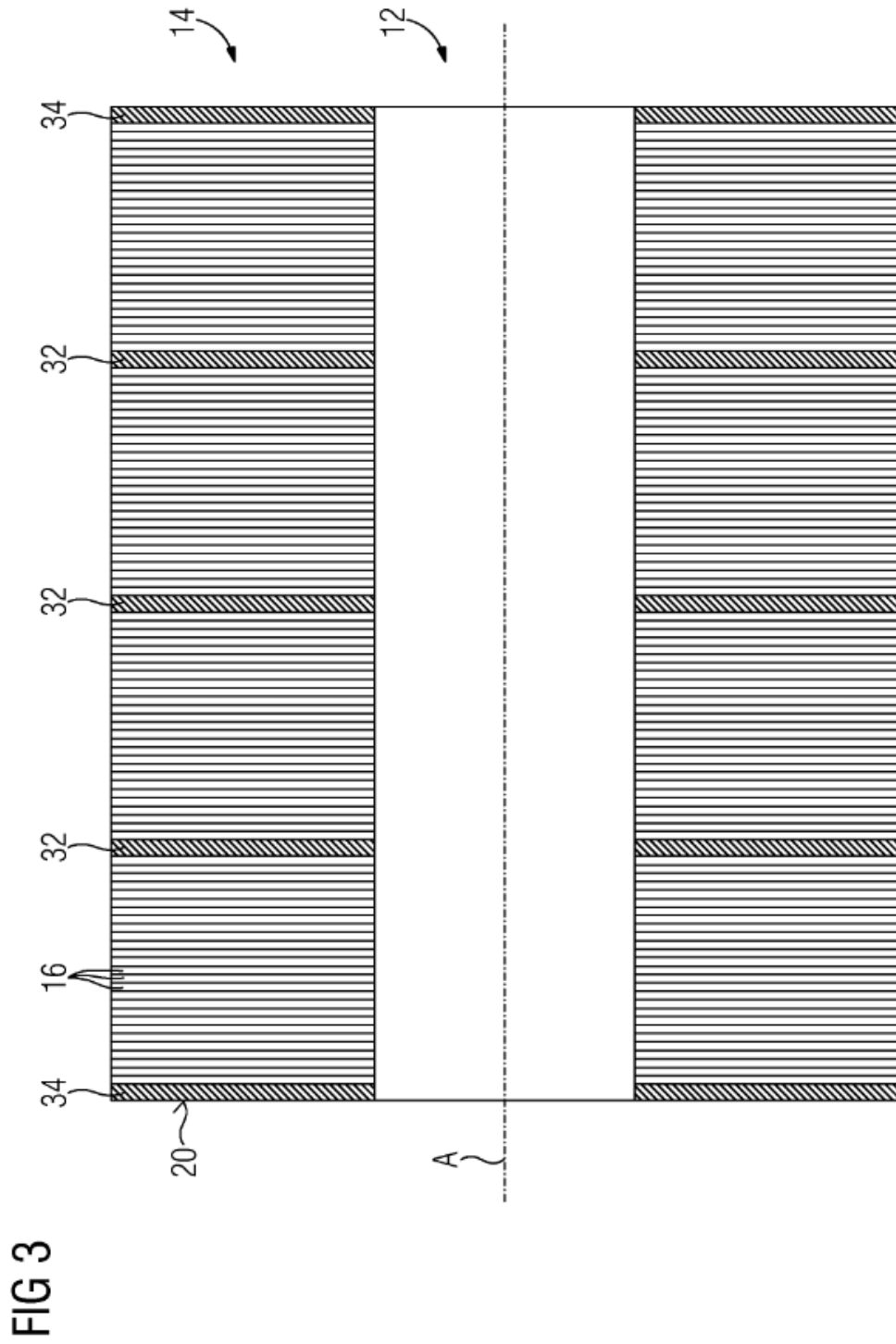


FIG 3

FIG 4

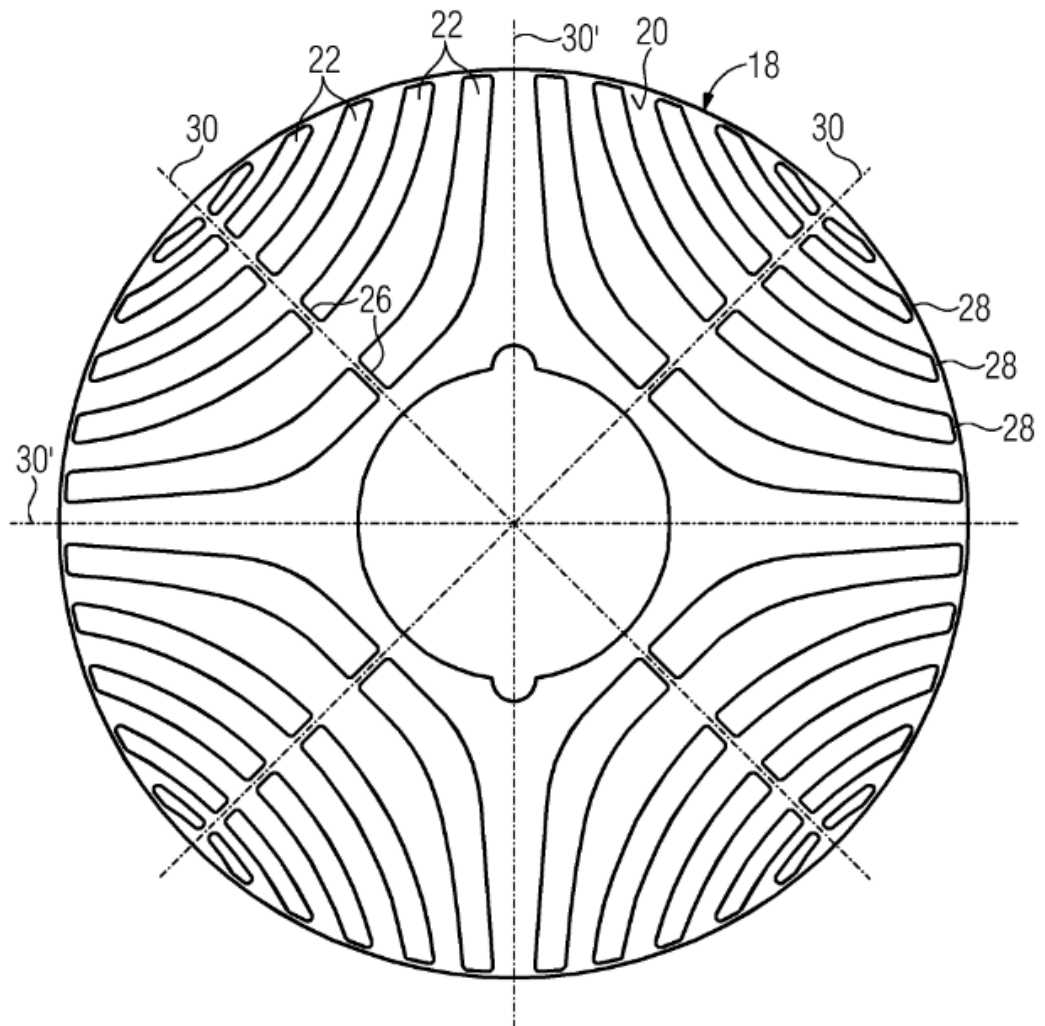


FIG 5

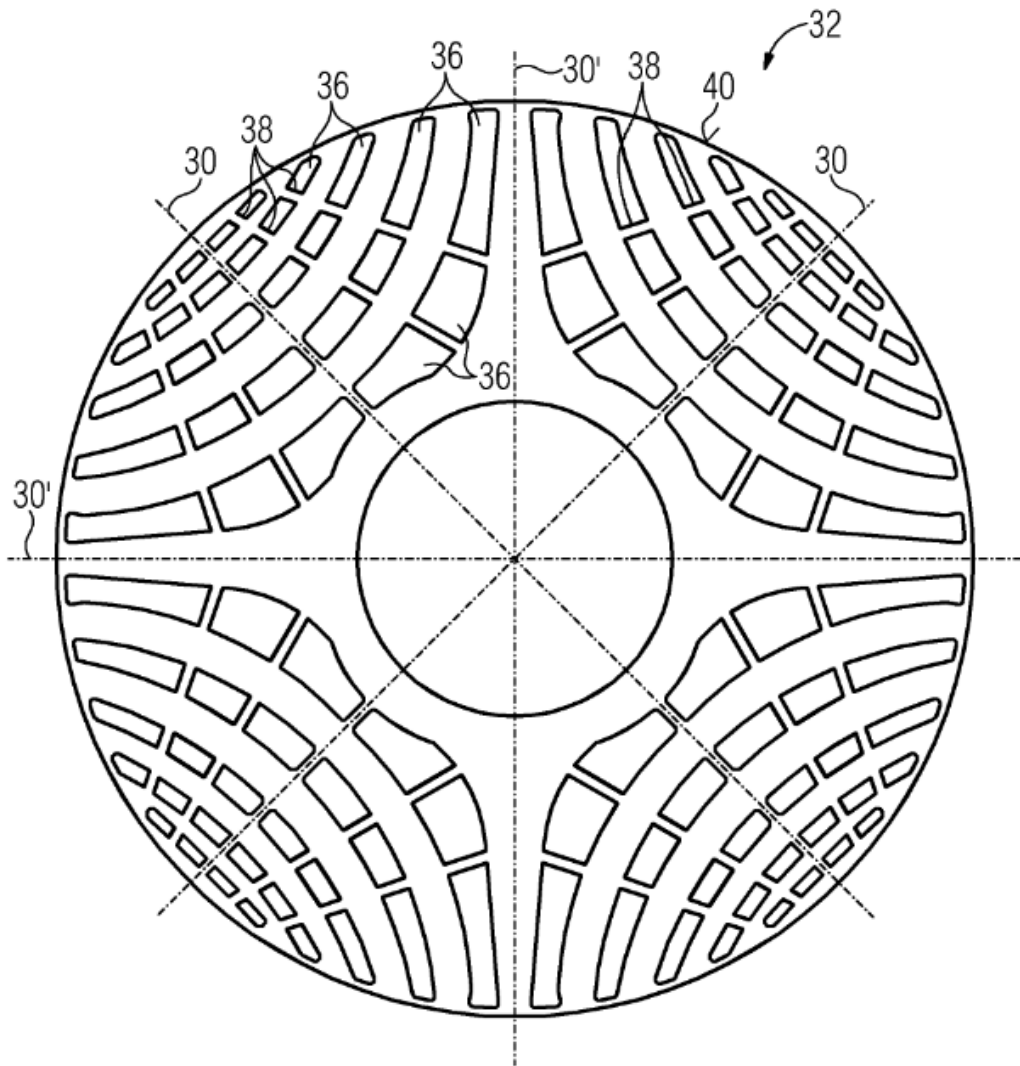


FIG 6

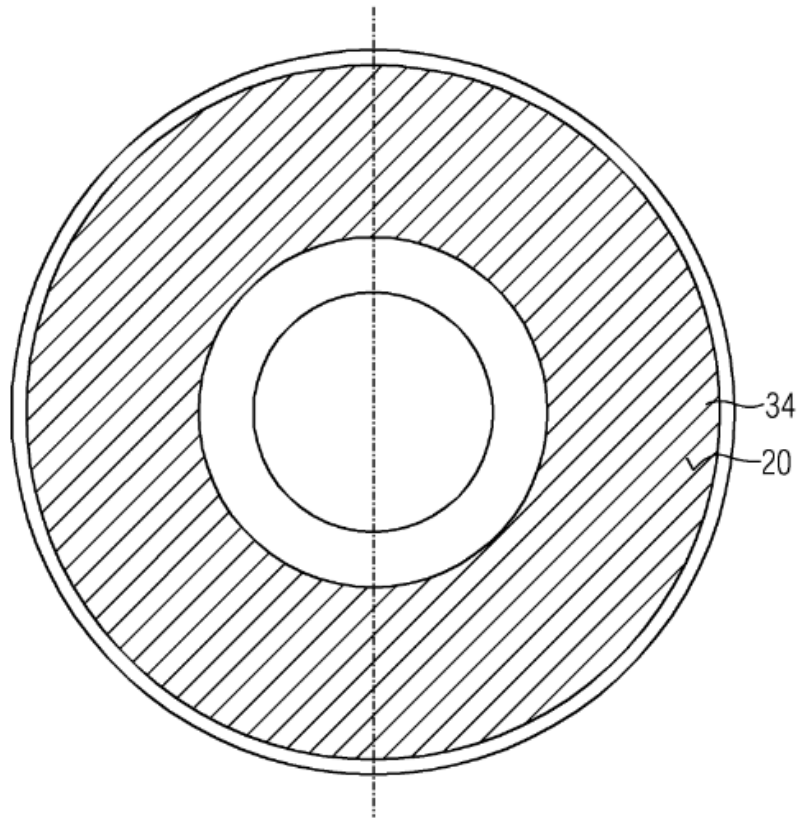


FIG 7

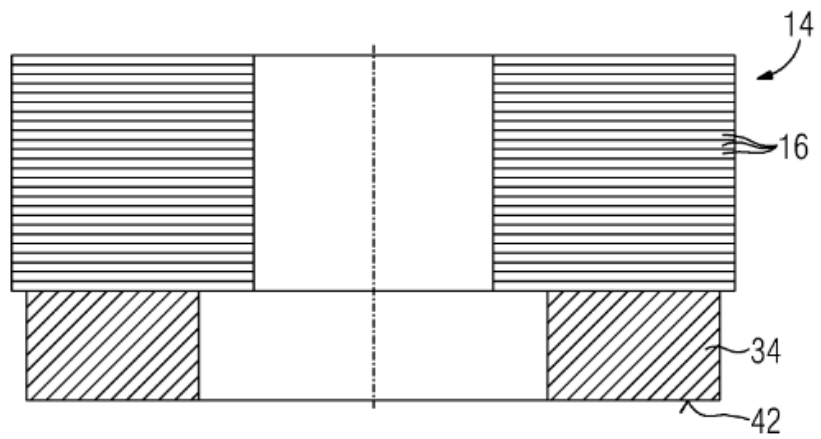




FIG 8

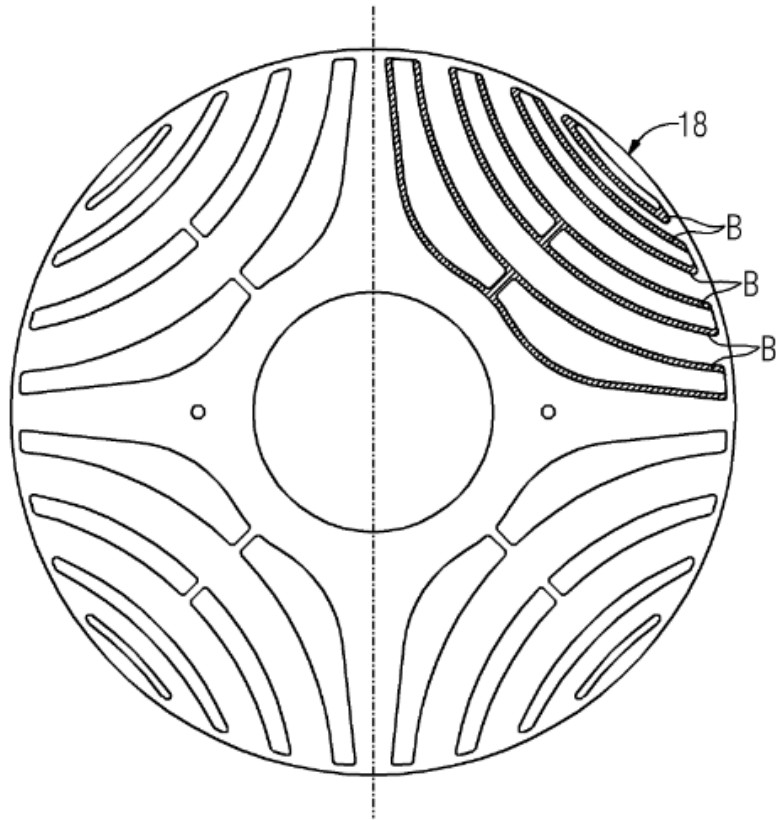


FIG 9

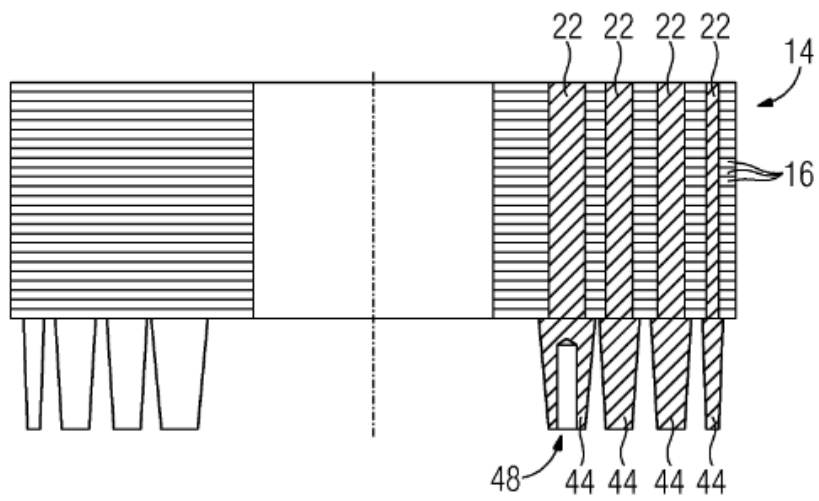


FIG 10

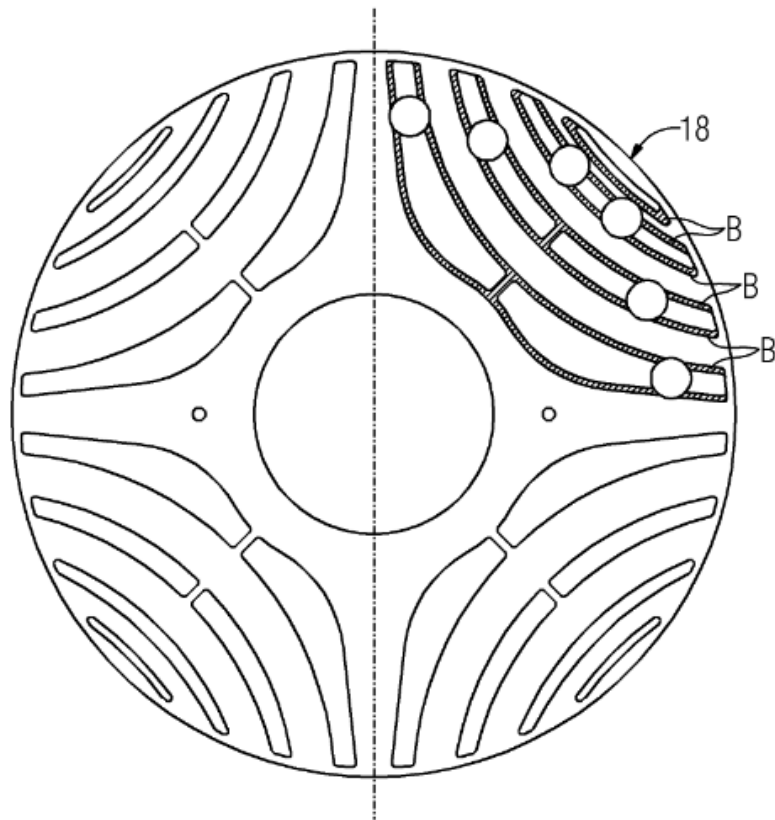


FIG 11

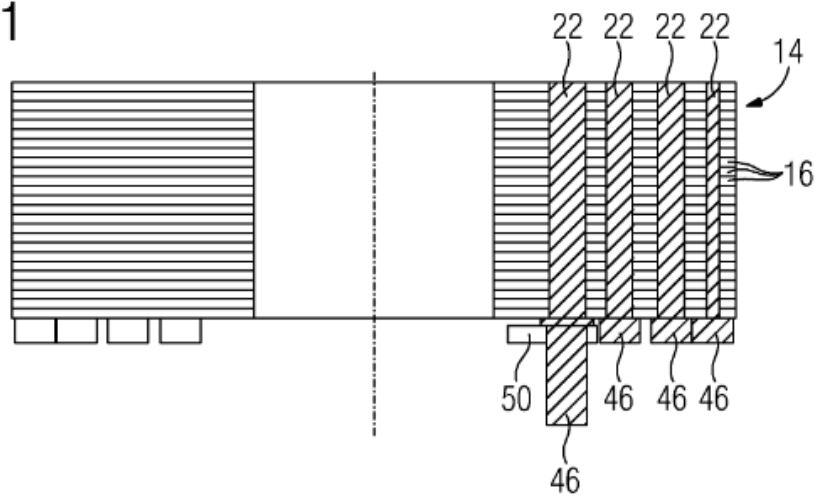


FIG 12

