

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 788**

51 Int. Cl.:

H02K 1/04 (2006.01)

H02K 9/19 (2006.01)

H02K 21/24 (2006.01)

H02K 3/47 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2021** **E 21170784 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 4084288**

54 Título: **Módulo de bobina para una máquina eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.11.2023

73 Titular/es:

VAIONIC TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)
James-Franck-Straße 17
12489 Berlin, DE

72 Inventor/es:

DOMINIK, YANNICK;
BERTHELMANN, JÖRG y
FRANZ, GEORG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 953 788 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

Módulo de bobina para una máquina eléctrica

La presente invención se refiere a un módulo de bobina para una máquina eléctrica, una máquina eléctrica, un vehículo y/o una máquina herramienta.

5 Se conocen del estado de la técnica máquinas eléctricas de los diseños más variados. En el documento DE 10 2017 204 072 A1 se describe un tipo de bobinado en forma de meandro para un motor eléctrico, en el que se asegura una alta densidad de material eléctricamente conductor, en la zona de un campo magnético generado por imanes permanentes. Sin embargo, una desventaja de tales estructuras es el alambre plano utilizado debido a sus características electromagnéticas, que conducen a la ineficiencia. Además, es difícil una estructura multifásica.

10 Por lo tanto, la presente invención se basa en el objetivo de proponer un módulo de bobina para una máquina eléctrica, con el que se puedan superar estas desventajas y se pueda implementar una estructura compacta con una necesidad de espacio reducido. Otro objetivo en el que se basa la invención es proporcionar una refrigeración fiable, eficaz, que ahorre espacio y/o peso de la máquina eléctrica, y/o aumentar la vida útil de la máquina eléctrica.

El documento GB 2485185 A se refiere a una máquina eléctrica con un espacio axial.

15 El documento CN 204 559 345 U se refiere a un motor de cubo con un estator y dos discos de rotor, cuyos devanados se aplican a placas de circuito impreso.

El documento US 2010/001610 A1 se refiere a una disposición de bobinas para una máquina eléctrica rotativa con un espacio axial.

El documento CA 2 262 732 A1 se refiere a una máquina eléctrica rotativa.

20 En el contexto de la invención, por una máquina eléctrica se debe entender un dispositivo, que convierte la energía eléctrica en trabajo mecánico o viceversa. Por el término "máquina eléctrica" se puede entender, en particular, una máquina de energía eléctrica o un motor eléctrico o un electro motor o un generador eléctrico o un electro generador.

Uno, varios o todos estos objetivos se resuelven de acuerdo con la invención, mediante un módulo de bobina de acuerdo con la reivindicación 1 de la patente, una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 13 de la patente y/o un vehículo o una máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 14 de la patente.

25 Un módulo de bobina para una máquina eléctrica presenta al menos dos discos de bobina. Cada disco de bobina presenta a su vez un portador de bobinas hecho de un material eléctricamente aislante y un gran número de devanados individuales hechos de un material eléctricamente conductor, normalmente en forma de alambre. Los devanados están incrustados en el portador de bobinas, por ejemplo, fundidos. Los devanados están dispuestos circunferencialmente en él, al menos un disco de bobina alrededor de un punto central del al menos un disco de bobina. Cada uno de los devanados presenta dos zonas activas, que discurren radialmente desde el punto central, y dos zonas pasivas radialmente exterior e interior, que discurren tangencialmente en sus bordes.

30 En una vista superior a los, al menos dos discos de bobina, las zonas activas de diferentes devanados no se superponen entre sí, sino que cada zona pasiva de uno de los devanados se superpone parcialmente a las zonas pasivas correspondientes de los dos devanados inmediatamente adyacentes. En las zonas activas, el espesor del devanado respectivo en la dirección axial es mayor que en las zonas pasivas del devanado respectivo.

35 Aunque en el contexto de este presente documento se habla de un gran número de devanados individuales, varios devanados eléctricos individuales, por ejemplo, devanados individuales de la misma fase, se pueden conectar entre sí.

40 Por zonas activas se puede entender las zonas de los devanados, que son adecuadas, para contribuir al par de torsión de la máquina eléctrica y/o que se encuentran en el campo magnético de al menos un módulo magnético adyacente de la máquina eléctrica. En consecuencia, las zonas pasivas de los devanados no son adecuadas para contribuir al par de torsión de la máquina eléctrica, y/o no se encuentran en el campo magnético de un módulo magnético adyacente de la máquina eléctrica.

45 En el contexto de este documento, por el término "espesor del devanado respectivo en la dirección axial" o "espesor en la dirección axial" del devanado, se debe entender el espesor del devanado, medido en la dirección axial. Asimismo, por "anchura en la dirección tangencial o radial" del devanado, se debe entender la anchura del devanado, medida en la dirección tangencial o radial. Esto significa que la información "en la dirección axial", "en la dirección tangencial" y "en la dirección radial" y la información comparable indican la dirección a lo largo de la cual se mide la variable respectiva (por ejemplo, espesor, anchura).

50 Debido al solapamiento parcial en las zonas pasivas, la cantidad de material eléctricamente conductor, preferentemente cobre, en las zonas pasivas es normalmente el doble que en las zonas activas. Para evitar el engrosamiento del disco de bobina y un módulo de bobina formado por al menos un disco de bobina en dirección

axial, el espesor en dirección axial en la sección transversal es mayor en las zonas activas que en las zonas pasivas, de modo que se garantiza una estructura compacta. Por un material eléctricamente aislante se debe entender un material con una conductividad eléctrica de menos de 10^{-8} S/m a una temperatura de 25°C. Por material eléctricamente conductor se debe entender cualquier material con una conductividad eléctrica superior a 10^6 S/m a una temperatura de 25°C. En el contexto de este documento, de acuerdo con las convenciones comunes, la dirección radial se debe entender como la dirección que discurre desde el punto central en línea recta hasta el borde, y la dirección tangencial, en consecuencia, se debe entender como la dirección que discurre en ángulo recto con la dirección radial. En el contexto de este documento, las zonas pasivas se pueden entender como aquellas zonas de los devanados, que no discurren radialmente y que conectan entre sí las dos zonas activas del respectivo devanado individual. Sin embargo, las zonas pasivas no tienen que discurrir exactamente de manera tangencial. Por ejemplo, las zonas pasivas también pueden presentar preferentemente zonas cortas que discurren radialmente, que delimitan a las zonas activas y en las que, por ejemplo, tiene lugar un cambio de la sección transversal. Debido al hecho de que la sección transversal de los devanados dispuestos circunferencialmente cambia entre zonas activas y zonas pasivas, se puede variar la distancia axial del espacio de aire entre discos magnéticos y, por lo tanto, se puede aumentar el grado relativo de relleno de cobre. Además, debido al espesor reducido en las zonas pasivas, se puede alojar más fácilmente una disposición trifásica de los devanados. En el contexto de este documento, una vista superior se debe entender como una vista a lo largo de un vector normal del al menos un disco de bobina, y una vista lateral se debe entender como una posición en ángulo de 90° con respecto a la vista superior. En este caso, el vector normal debería comenzar desde la superficie, en la que la longitud y la anchura del al menos un disco de bobina son mayores que el espesor del al menos un disco de bobina. En la máquina eléctrica, el vector normal es, por lo tanto, paralelo al eje de rotación. Los devanados, también denominados bobinas, se presentan preferentemente como devanados sin núcleo o sin núcleo de hierro. En el contexto de este documento, el término "portador de bobinas" se debe entender en particular como un portador para devanados o bobinas, que normalmente conecta mecánicamente los devanados y consiste preferentemente en una resina epoxi u otro plástico resistente a la temperatura. En el contexto de este documento, el término "disco de bobina" se debe entender un anillo fijado por el portador de bobinas, correspondiente con las bobinas o devanados, mientras que el término "módulo de bobina" significa una pieza integrada completa con al menos un disco de bobina, pero normalmente dos o más discos de bobina.

El gran número de devanados individuales se puede, por ejemplo, fundir en el material del portador de bobinas, preferentemente resina epoxi, y formar así el disco de bobina.

La relación entre el espesor del devanado respectivo en las zonas pasivas y el espesor en las zonas activas puede ser inferior a 1. La relación es preferentemente mayor o igual a 0,3 y menor a 1, particularmente preferentemente exactamente 0,5 en el caso de zonas pasivas exteriores, para utilizar el mayor espacio de instalación y generar un espesor relativo uniforme con la zona activa de igual a 1, cuando se considera el disco de bobina.

Normalmente, la forma de la superficie de la sección transversal del devanado respectivo, cambia durante la transición de una zona activa a una zona pasiva. Preferentemente, el contenido de la superficie de la superficie de la sección transversal permanece igual y el factor de llenado es máximo, lo que se puede producir al presionar, por ejemplo, pero la forma cambiada permite que más material pueda fluir a través de las líneas del campo magnético y, por lo tanto, se pueda hacer más eficiente el accionamiento.

Debido a la forma cambiada, el espacio de instalación disponible para el material eléctricamente conductor se puede utilizar en la máquina eléctrica manteniendo igual la distancia magnética, y por lo tanto, se puede aumentar el rendimiento y en consecuencia la eficiencia.

Puede estar previsto que todas las zonas activas de los distintos devanados, normalmente de todos los devanados, estén dispuestas y/o los intersecan en vista lateral en un solo plano.

Este plano puede ser ortogonal con respecto a la dirección axial del disco de bobina o de la máquina eléctrica. También se debe tener en cuenta que las zonas activas, por ejemplo, en la forma de realización en abanico, pueden tener un espesor variable, de modo que sus lados superior y/o inferior pueden no ser paralelos al plano. Las zonas activas están diseñadas preferentemente de tal manera que intersecan el plano. De esto se puede excluir una sola zona activa o un pequeño número de zonas activas, en la cual o en las cuales, está diseñada, por ejemplo, la banda aquí descrita.

Esto significa que las zonas activas de los distintos devanados pueden estar todas dispuestas a la misma altura en vista lateral, en dirección a lo largo del vector normal del disco de bobina, de modo que, por ejemplo, ninguna zona activa sobresalga con respecto a las otras zonas activas. De esto se puede excluir una sola zona activa o un pequeño número de zonas activas, en la cual o en las cuales, está diseñada, por ejemplo, la banda aquí descrita.

Mediante la disposición en un solo plano se consigue, que todas las zonas activas se encuentren igualmente en el campo magnético de un módulo magnético. Alternativamente, es preferente que casi todas, preferentemente todas menos una, las zonas activas de los distintos devanados estén todas dispuestas a la misma altura en vista lateral, en dirección a lo largo del vector normal del disco de bobina, de modo que, por ejemplo, solo un pequeño número, preferentemente una zona activa, sobresalga con respecto a las otras zonas activas. Por ejemplo, la banda aquí descrita puede estar dispuesta en esta zona.

El espesor en la dirección axial de las zonas activas de los devanados respectivos disminuye preferentemente en la dirección radial hacia el exterior. Además, la anchura en la dirección tangencial de las zonas activas de los devanados respectivos, aumenta en la dirección radial hacia el exterior.

En otras palabras, las zonas activas se abren en abanico hacia el exterior.

- 5 Mediante este abanico de las zonas activas se permite instalar más material conductor en los respectivos devanados con el mismo espesor en la dirección axial del disco de bobina. Esto, a su vez, conduce a una máquina eléctrica más potente y/o a un mayor grado de eficiencia de la máquina eléctrica.

10 Sin embargo, este abanico no tiene que estar presente en la totalidad de las zonas activas de los devanados. Por ejemplo, las zonas activas adyacentes a las zonas pasivas pueden presentar transiciones respectivas, que están exentas de este abanico.

Preferentemente, la superficie de la sección transversal de las zonas activas permanece constante a lo largo de la dirección radial.

15 Normalmente, los devanados están formados por un hilo fino de varios alambres que están eléctricamente aislados entre sí, por lo que los alambres eléctricamente aislados entre sí presentan un diámetro de alambre inferior o igual a 0,1 mm. Mediante varios hilos provistos de un recubrimiento eléctricamente aislante, se puede garantizar una flexibilidad suficiente del devanado formado a partir del alambres durante la fabricación, y también conseguir una conductividad eléctrica suficientemente alta.

20 Preferentemente, un número de devanados corresponde a un múltiplo entero de 3, de modo que los devanados permitan el funcionamiento trifásico. Por lo tanto, se forman un total de tres cables de diferentes fases a partir de los devanados. De manera particularmente preferente, todas las zonas activas de los devanados de todas las fases se encuentran en un solo plano en vista lateral, mientras que las zonas pasivas de las distintas fases se distribuyen en dos planos. Normalmente, las zonas pasivas de dos fases están cada una en un plano y las zonas pasivas de la tercera fase experimentan un cambio de plano adicional. Los dos planos suelen ser diferentes o estar desplazados entre sí, pero paralelos entre sí.

25 Puede estar previsto, que todos los devanados estén contruidos de manera idéntica, es decir, en particular, que tengan dimensiones y formas idénticas. Alternativamente, también puede estar previsto utilizar al menos un devanado que se diferencie del resto de los devanados en cuanto a su forma o espesor.

30 El disco de bobina se puede diseñar de tal manera que una zona pasiva interior y una zona pasiva exterior de uno de los devanados se diferencien en cuanto a su espesor en la dirección axial. En este caso, la zona pasiva interior está dispuesta, en este caso, a una distancia menor del punto central del disco de bobina y del módulo de bobina, que la zona pasiva exterior. En este caso, el espesor de la zona pasiva exterior de uno de los devanados se elige normalmente de tal manera que la relación entre el espesor de esta zona y el espesor de las zonas activas sea inferior o igual a 0,5. Para la zona pasiva interior se puede prever que la relación entre el espesor de esta zona pasiva interior y el espesor de las zonas activas, sea inferior a 1. Como resultado, la superficie de refrigeración aún se puede extender desde las zonas activas hasta las zonas pasivas exteriores.

35 La invención también se refiere a una máquina eléctrica con un cojinete y un eje guiado en el cojinete, por lo que están dispuestos de manera concéntrica a lo largo del eje, al menos un módulo magnético con varios imanes permanentes y al menos un módulo de bobina descrito en el contexto de este documento.

40 La máquina eléctrica, tal como un electromotor o motor eléctrico o un electro generador o generador eléctrico, presenta un cojinete y un eje guiado en el cojinete. Al menos un módulo magnético con varios imanes permanentes y al menos un módulo de bobina con las propiedades descritas anteriormente, están dispuestos de manera concéntrica lo largo del eje, por lo que el módulo magnético está unido al eje y el módulo de bobina está conectado con una carcasa. Debido a la alta densidad de empaquetamiento de los devanados, se consigue una eficiencia y una densidad de potencia particularmente ventajosas durante el funcionamiento de la máquina eléctrica.

45 El al menos un módulo de bobina puede tener adherida una lámina de material eléctricamente aislante, al menos en su lado orientado hacia el módulo magnético, para impedir el paso de fluido y permitir la formación de canales de refrigeración. En lugar de una conexión adhesiva, la lámina también se puede aplicar mediante otra conexión, como una conexión soldada, como conexión de material o una conexión de manera por ajuste de fuerza, por ejemplo, mediante un anillo atornillado.

50 Para refrigerar eficientemente la máquina eléctrica y en particular las zonas activas, el al menos un módulo de bobina, puede presentar al menos dos discos de bobina conectados entre sí, y un canal de refrigeración formado mediante una cavidad entre los dos discos de bobina. Alternativa o adicionalmente, el canal de refrigeración también puede estar formado y delimitado mediante el disco de bobina o el módulo de bobina y la lámina.

55 La invención también se refiere a un vehículo o una máquina herramienta o una herramienta con una máquina eléctrica descrita en el contexto de este documento.

A continuación, se describen un módulo de bobina adicional, una máquina eléctrica adicional y/o un vehículo adicional o una máquina herramienta adicional.

5 Dado que el módulo de bobina descrito a continuación contiene una serie de características, que también se describen en relación con el módulo de bobina descrito anteriormente, los efectos técnicos, las ventajas y las explicaciones descritas anteriormente también se aplican a las características correspondientes descritas a continuación. En particular, cabe señalar que el módulo de bobina que se describe a continuación puede tener preferentemente cualquiera de las características descritas anteriormente en relación con el módulo de bobina.

10 El módulo de bobina presenta un primer disco de bobina con al menos un devanado de material eléctricamente conductor, y un segundo disco de bobina con al menos un devanado de material eléctricamente conductor. El primer disco de bobina y/o el segundo disco de bobina presenta/presentan un rebaje sustancialmente en forma de anillo. El primer disco de bobina y el segundo disco de bobina también están unidos entre sí de tal manera que se forma un canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo para un refrigerante, entre el primer disco de bobina y el segundo disco de bobina, mediante el/los rebaje/rebajes en forma de anillo.

15 El módulo de bobina, el primer disco de bobina, el segundo disco de bobina, así como los devanados del primer y segundo disco de bobina se pueden diseñar como se describe anteriormente.

20 Por un rebaje sustancialmente en forma de anillo, se puede entender un rebaje que se extiende sustancialmente alrededor de toda la circunferencia del disco de bobina. La información "sustancialmente" significa, que el rebaje presenta, por ejemplo, una (o más) banda, descrita con más detalle a continuación, que interrumpe el rebaje sustancialmente en forma de anillo. El rebaje sustancialmente en forma de anillo, se puede extender alrededor de un punto central del disco de bobina y puede no estar ubicado en el punto central del disco de bobina. Por punto central del disco de bobina se debe entender el punto del disco de bobina, a través del cual discurre el eje de rotación del eje o de la máquina eléctrica.

25 El borde radialmente exterior y/o radialmente interior del rebaje sustancialmente en forma de anillo puede ser en forma circular en una vista superior (es decir, en una vista ortogonal a las direcciones de longitud y de anchura) del disco de bobina. El borde radialmente exterior y radialmente interior del rebaje, designan en este caso, la transición de la superficie sustancialmente plana del disco de bobina al rebaje sustancialmente en forma de anillo. Sin embargo, la forma del borde exterior y/o interior también se puede desviar de una forma circular exacta. Por ejemplo, el borde exterior y/o interior puede ser ondulado. Además, el borde exterior y/o interior también puede tener una forma poligonal.

30 El rebaje puede tener una sección transversal rectangular con dos superficies laterales opuestas y una superficie de base. Alternativamente, el rebaje también puede tener una sección transversal en forma trapezoidal, en la que la distancia entre las superficies laterales opuestas y la superficie de base disminuyen. Además, el rebaje también puede tener una sección transversal en forma de arco circular o curva.

35 En otras palabras, se puede entender que el rebaje en forma de anillo significa una muesca sustancialmente en forma de anillo en el disco de bobina. El disco de bobina puede presentar un espesor menor en la zona del rebaje sustancialmente en forma de anillo, que en zonas fuera del rebaje en forma de anillo.

40 El disco de bobina se fabrica preferentemente vertiendo al menos un devanado en el material eléctricamente aislante, como, por ejemplo, resina epoxi. Para ello, los devanados se pueden colocar en un molde, que a continuación se rellena con el material eléctricamente aislante. El rebaje sustancialmente en forma de anillo se puede fabricar a continuación en un proceso de prensado. Por ejemplo, por medio de un molde sustancialmente en forma de anillo o un punzón.

45 La forma en la que se coloca el al menos un devanado, puede presentar protuberancias, que mantienen libres los espacios entre las zonas activas de los devanados, de modo que el disco de bobina en una zona sustancialmente en forma de anillo, en la que se encuentran las zonas activas de los devanados, presenta entre las zonas activas espacios de aire. El disco de bobina con estos espacios puede ser particularmente adecuado para la refrigeración por aire de la máquina eléctrica, por lo que también es preferente otra forma de refrigeración, por ejemplo, por medio de un refrigerante (por ejemplo, una mezcla de agua y glicol).

50 En el caso de las zonas activas en abanico descritas aquí, se pueden prescindir de estas protuberancias preferentemente en el molde, preferentemente de modo que las distancias entre las zonas activas pueden ser muy pequeñas, y no queda espacio entre las zonas activas después del moldeado.

Sin embargo, el rebaje sustancialmente en forma de anillo también se puede fabricar por medio de otros procedimientos. Por ejemplo, el propio molde en el que se coloca el material eléctricamente aislante puede definir el rebaje, de modo que no se requiere ningún proceso de prensado posterior. El rebaje sustancialmente en forma de anillo también se puede fabricar, por ejemplo, mediante fresado.

Un rebaje de este tipo sustancialmente en forma de anillo, se puede proporcionar en uno de los discos de bobina primero y/o segundo. Preferentemente, se proporciona un rebaje sustancialmente en forma de anillo en cada uno de los discos de bobina primero y segundo.

- 5 Como ya se mencionó, en el contexto de este documento, por disco se debe entender como un cuerpo cuya longitud y anchura o diámetro son significativamente mayores, por ejemplo, por un factor de 10, que su espesor. Por lados del disco se debe entender los lados del cuerpo, que son paralelos al plano atravesado por la longitud y la anchura, es decir, ortogonales a la dirección axial de la máquina eléctrica. El rebaje sustancialmente en forma de anillo está previsto en uno de los lados del disco de bobina. Sin embargo, el disco de bobina también puede presentar un rebaje sustancialmente en forma de anillo en ambos lados.
- 10 Los discos de bobina primero y segundo pueden estar unidos entre sí de tal manera que uno de los dos lados del primer disco de bobinase apoye en uno de los dos lados del segundo disco de bobina, por lo que no se excluye que se interponga una capa de sellado entre ellos. Por ejemplo, los discos de bobina primero y segundo se pueden pegar entre sí, por lo que el adhesivo, por ejemplo, puede sellar al mismo tiempo el canal del refrigerante con respecto al entorno.
- 15 A continuación, los lados del primer y segundo disco de bobina que se apoyan en el otro disco de bobina se denominan cada uno de ellos, lado interior. Correspondientemente, los lados del primer y segundo disco de bobina que están orientados hacia el exterior y no se apoyan en el otro disco de bobina, se denominan lados exteriores. Por lo tanto, se puede entender que el rebaje sustancialmente en forma de anillo, se proporciona en el lado interior del primer disco de bobina y/o en el lado interior del segundo disco de bobina.
- 20 Si los discos de bobina primero y segundo presentan cada uno un rebaje, los rebajes de los discos de bobina primero y segundo tienen preferentemente formas idénticas y están dispuestos preferentemente de tal manera que, se encuentran exactamente opuestos y/o se superponen entre sí. Sin embargo, también es posible que el rebaje en el primer disco de bobina tenga una forma diferente que el rebaje en el segundo disco de bobina, y/o que estén desplazados entre sí cuando el módulo de bobina está en estado ensamblado.
- 25 El canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo se puede entender como un espacio delimitado por el primer y segundo disco de bobina, que está delimitado por un lado por la pared del rebaje en el primer o segundo disco de bobina, y por otro lado por el lado interior del segundo disco de bobina. Preferentemente, el canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo está delimitado por dos rebajes provistos en el primer disco de bobina y el segundo disco de bobina. Sin embargo, el canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo no tiene que estar completamente delimitado. Esto significa que el canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo puede presentar, por ejemplo, una abertura de entrada y/o una abertura de salida, a través de la cual puede entrar refrigerante en el canal de refrigeración y/o salir de él.
- 30 Este canal de refrigeración ofrece la ventaja de que se puede llevar un refrigerante muy cerca de los devanados, de modo que la máquina eléctrica se puede refrigerar de forma muy eficaz. Al mismo tiempo, esta estructura de refrigeración no requiere ningún componente adicional para conducir el refrigerante, por lo que esta estructura de refrigeración ahorra espacio y peso. Además, esta estructura de refrigeración también es muy robusta y no es propensa a fallar.
- 35 El refrigerante es preferentemente un refrigerante a base de agua, más preferentemente una mezcla de agua y glicol. Sin embargo, el aceite de transformador también se puede utilizar como refrigerante. Sin embargo, el módulo de bobina descrito en este documento también se puede refrigerar con aire.
- 40 El primer disco de bobina y/o el segundo disco de bobina presentan/presenta preferentemente una abertura de entrada en la zona del rebaje, para conducir refrigerante al canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo. Como alternativa o adicionalmente, el primer disco de bobina y/o el segundo disco de bobina presentan una abertura de salida en la zona del rebaje, para conducir refrigerante del canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo, hacia el exterior.
- 45 La abertura de entrada y/o las aberturas de salida pueden estar previstas, por ejemplo, en la superficie lateral radialmente exterior del rebaje. Preferentemente, la abertura de entrada está prevista en la superficie lateral del rebaje del primer disco de bobina, y la abertura de salida en la superficie lateral del segundo rebaje, o viceversa. Un canal de entrada se puede extender en el primer disco de bobina a partir de la abertura de entrada, y un canal de salida se puede extender en el segundo disco de bobina a partir de la abertura de salida. El canal de entrada y el canal de salida se pueden extender cada uno radialmente hacia el exterior desde la abertura de entrada o salida. El canal de entrada puede estar diseñado como un rebaje en el primer disco de bobina, y el canal de salida puede estar diseñado como un rebaje en el segundo disco de bobina. En el extremo del canal de entrada opuesto a la abertura de entrada se puede proporcionar un orificio de entrada y/o un orificio pasante de entrada en los discos de bobina primero y segundo, para conducir el refrigerante en el canal de entrada. En el extremo del canal de salida opuesto a la abertura de salida, se puede proporcionar un orificio de salida y/o un orificio pasante de salida en el disco de bobina, en los discos de bobina primero y segundo, para conducir el refrigerante fuera del canal de salida.
- 50
- 55

El canal de entrada y/o el canal de salida se extienden preferentemente en una zona pasiva exterior de un devanado, que no cubre o solo cubre parcialmente las zonas pasivas exteriores de los devanados inmediatamente adyacentes. De este modo, el canal de entrada y/o salida se dispone en una zona, en la que el espesor de los devanados es el menor posible. Esto permite una disposición que ahorra espacio.

- 5 Alternativamente, las aberturas de entrada y salida, así como los canales de entrada y salida pueden estar previstos solo en uno de los dos discos de bobina o en ambos discos de bobina respectivamente.

Si la máquina eléctrica presenta varios módulos de bobina que están conectados entre sí a través de un espaciador de bobina, el espaciador de bobina también puede presentar orificios de entrada y salida. Cuando están en el estado ensamblados, los orificios de entrada de los distintos módulos de bobina y los espaciadores de bobina dispuestos entre ellos se superponen. Asimismo, en el estado ensamblado, los orificios de salida de los distintos módulos de bobina y los espaciadores de bobina dispuestos entre ellos se superponen. En otras palabras, todos los orificios de entrada y salida pueden estar cada uno en una línea.

En este caso, por ejemplo, se pueden omitir los orificios de entrada y salida en el caso del disco de bobina o del espaciador de bobina que se encuentran en un extremo de la máquina eléctrica, visto en la dirección axial. En el caso del disco de bobina o del espaciador de bobina que se encuentra en el otro extremo de la máquina eléctrica, el refrigerante se puede conducir a los módulos de bobina individuales, a través de los orificios de entrada y salida. De este modo, los diferentes módulos de bobina se pueden conectar entre sí en paralelo con respecto al flujo del refrigerante.

Una primera línea de conexión entre la abertura de entrada y el punto central del disco de bobina y una segunda línea de conexión entre la abertura de salida y el punto central del disco de bobina, pueden encerrar un ángulo en una vista superior del disco de bobina, que es preferentemente menor que 30° , más preferentemente menor de 20° , aún más preferentemente menor de 10° . En particular, es preferente disponer las aberturas lo más juntas posible, de modo que el ángulo correspondiente sea lo más pequeño posible. De este modo, se puede garantizar que el refrigerante fluya lo más completamente posible alrededor del punto central del disco de bobina, para garantizar una refrigeración de todos los devanados.

El primer disco de bobina y/o el segundo disco de bobina presentan preferentemente una banda en el rebaje entre la abertura de entrada y la abertura de salida, que está diseñada de tal manera que el canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo, presenta una pared de separación entre la abertura de entrada y la abertura de salida. En este caso, se debe entender que la banda entre la conexión más corta de la abertura de entrada y la abertura de salida está dispuesta en el rebaje, para obligar al refrigerante a fluir alrededor de casi toda la circunferencia del disco de bobina.

Por la banda se puede entender una interrupción del rebaje. En otras palabras, se puede entender que la banda discurre desde el borde radialmente interior del rebaje, hasta el borde radialmente exterior del rebaje. La banda puede, por ejemplo, discurrir radialmente desde el borde interior del rebaje hasta el borde exterior del rebaje. Alternativamente, la banda puede formar un ángulo con la dirección radial. La banda puede presentar, en este caso, un lado superior que se encuentra por encima de la superficie de base del rebaje, preferentemente en el mismo plano que el resto del lado interior del disco de bobina. En este caso, la banda se diseña preferentemente para que sea lo más estrecha posible, de modo que continúe representando un bloqueo efectivo para el refrigerante.

Preferentemente, la primera línea de conexión entre la abertura de entrada y el punto central del disco de bobina y la segunda línea de conexión entre la abertura de salida y el punto central del disco de bobina, también encierran un ángulo que es inferior a 30° . Debido a la banda entre las aberturas de entrada y salida, el refrigerante no puede tomar el "camino corto" entre las aberturas de entrada y salida, y se ve obligado a fluir alrededor de la sección de arco circular restante, significativamente más grande, del canal de refrigeración.

Esta banda forma una barrera para el refrigerante en el canal de refrigeración. Por lo tanto, mediante esta banda se asegura, que el refrigerante fluya a través de todas las zonas relevantes de los discos de bobina primero y segundo y, por lo tanto, refrigera todas las zonas relevantes de los discos de bobina primero y segundo.

Preferentemente, los discos de bobina primero y segundo presentan cada uno un rebaje y una banda. En el estado ensamblado del módulo de bobinas, la banda del primer disco de bobina y la del segundo disco de bobina están superpuestas, aunque no se excluye que entre ellas esté dispuesta una capa adhesiva y/o de sellado, por lo que el adhesivo puede representar al mismo tiempo el sellado.

Preferentemente, el primer disco de bobina y el segundo disco de bobina presentan cada uno: al menos un portador de bobinas hecho de un material eléctricamente aislante y un gran número de devanados individuales hechos de un material eléctricamente conductor, que están dispuestos en al menos un disco de bobina, alrededor de un punto central del al menos un disco de bobina. En este caso, cada uno de los devanados presenta dos zonas activas que discurren radialmente desde el punto central, y dos zonas pasivas que discurren tangencialmente en su borde radialmente exterior e interior. Además, en una vista superior del disco de bobina, las zonas activas de diferentes devanados no se superponen entre sí, sino que cada zona pasiva de uno de los devanados se superpone parcialmente a las correspondientes zonas pasivas de los dos devanados inmediatamente adyacentes. Además, los devanados

respectivos en las zonas activas presentan un mayor espesor en la dirección axial en sección transversal, que en las zonas pasivas.

Otros efectos técnicos, ventajas y/o explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 5 Preferentemente, el rebaje/los rebajes están dispuestos al menos en la zona de las zonas activas que discurren radialmente, preferentemente también en la zona de las zonas pasivas radialmente exteriores.

Dado que las zonas pasivas de uno de los devanados se superponen parcialmente a las zonas pasivas correspondientes de los devanados inmediatamente adyacentes, y las zonas activas de los diferentes devanados no se superponen, puede haber espacio para el rebaje en las zonas activas del primero y/o del segundo disco de bobina.

- 10 Debido a que este espacio se utiliza para la refrigeración, la provisión del canal de refrigeración por medio del rebaje/de los rebajes no conduce a un mayor uso del espacio. Al mismo tiempo, este tipo de devanado, ya explicado anteriormente, ofrece la ventaja de que se puede instalar una gran cantidad de material conductor en un espacio reducido.

- 15 Sin embargo, el rebaje/los rebajes también se pueden proporcionar al menos parcialmente en las zonas pasivas, preferentemente en las zonas pasivas radialmente exteriores. Por ejemplo, las zonas pasivas radialmente exteriores pueden presentar una anchura mayor en dirección radial que las zonas pasivas radialmente interiores, de modo que es posible formar las zonas pasivas radialmente exteriores con un espesor menor en la dirección axial. También es posible que no todas las zonas pasivas de los diferentes devanados se superponen a las zonas pasivas de los devanados inmediatamente adyacentes. De este modo, por ejemplo, también puede haber espacio para el rebaje en las zonas pasivas.

Preferentemente, el espesor en la dirección axial de las zonas activas del devanado respectivo del primer y/o segundo disco de bobina disminuye hacia el exterior en la dirección radial. Además, la anchura en la dirección tangencial de las zonas activas del devanado respectivo del primer y/o segundo disco de bobina, aumenta hacia el exterior en la dirección radial.

- 25 Esta estructura también se denomina “abanico” de las zonas activas.

En este caso, el espesor en la dirección axial no tiene que disminuir hacia el exterior en toda la longitud de las zonas activas y la anchura en dirección tangencial no tiene que aumentar hacia el exterior en toda la longitud de las zonas activas. Sin embargo, las zonas activas están preferentemente en abanico a lo largo de al menos el 70%, preferentemente al menos el 90%, de su longitud.

- 30 Otros efectos técnicos, ventajas y/o explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Una ventaja adicional de este abanico es que se puede reducir la distancia o el espacio entre una zona activa de un devanado y las zonas activas de los devanados inmediatamente adyacentes.

- 35 Una ventaja resultante es que cuando el rebaje se encuentra en las zonas activas del devanado o de los devanados, la superficie de base del rebaje está sellada por el propio disco de bobina. Esto significa que no se encuentra ningún espacio entre las zonas activas del devanado o los devanados, que tendrían que sellarse adicionalmente. Por lo tanto, el disco de bobina no solo es autoportante sino también autosellante.

- 40 De este modo, por ejemplo, se puede prescindir de la lámina descrita anteriormente, de modo que el módulo de bobina presenta un espesor total menor en la dirección axial. De este modo, el módulo magnético de la máquina eléctrica se puede acercar al devanado o a los devanados, lo que a su vez aumenta la capacidad del rendimiento y/o el grado de eficiencia de la máquina eléctrica.

- 45 Además, esto significa que se requieren menos pasos de procedimiento para la fabricación del disco de bobina, los módulos de bobina y/o la máquina eléctrica. Además, las herramientas para formar el disco de bobina también se pueden simplificar, ya que no se deben mantener espacios libres entre las zonas activas de los devanados. En total, los gastos de fabricación de la máquina eléctrica se pueden reducir de esta manera.

La distancia entre una zona activa de un devanado y las zonas activas de los devanados inmediatamente adyacentes es preferentemente de unos pocos micrómetros.

La profundidad en la dirección axial del rebaje aumenta preferentemente hacia el exterior en la dirección radial.

- 50 Por la profundidad en la dirección axial del rebaje se entiende la profundidad del rebaje medida en la dirección axial, por ejemplo, la diferencia entre el punto más bajo (por ejemplo, la superficie de base) del rebaje y un plano definido por el lado interior del disco de bobina.

El hecho de que la profundidad en la dirección axial del rebaje aumente hacia el exterior en la dirección radial, se puede entender que significa que una zona interior radial sustancialmente en forma de anillo del rebaje presente una profundidad menor que una zona sustancialmente en forma de anillo del rebaje que queda más hacia el exterior.

5 La profundidad puede aumentar continuamente (es decir, constantemente) o de manera escalonada (es decir, discontinuamente) desde el interior hacia el exterior. La profundidad también puede aumentar lineal o no linealmente desde el interior hacia el exterior.

Esta geometría del rebaje también se denomina geometría "V-Cooling".

Preferentemente, la relación entre el espesor del devanado respectivo en las zonas pasivas y el espesor en las zonas activas es inferior a 1.

10 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Preferentemente, la relación entre el espesor del devanado respectivo en las zonas pasivas y el espesor en las zonas activas es superior o igual a 0,3 e inferior a 1.

15 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Preferentemente, el espesor acumulado en la dirección axial de dos devanados inmediatamente adyacentes en la zona de las zonas pasivas superpuestas es mayor que el espesor en la dirección axial de cada uno de los dos devanados inmediatamente adyacentes en las zonas activas. Por ejemplo, el espesor acumulado en la dirección axial de dos devanados inmediatamente adyacentes en la zona de las zonas pasivas interiores superpuestas y en la zona de las zonas pasivas exteriores superpuestas, es mayor que el espesor en la dirección axial de cada uno de los dos devanados inmediatamente adyacentes en las zonas activas. Alternativamente, el espesor acumulado en la dirección axial de dos devanados inmediatamente adyacentes en la zona de las zonas pasivas interiores superpuestas, puede ser mayor que el espesor en la dirección axial de cada uno de los dos devanados inmediatamente adyacentes en las zonas activas. Además, el espesor acumulado en la dirección axial de los dos devanados inmediatamente adyacentes en la zona de las zonas pasivas exteriores superpuestas, puede ser menor que el espesor en la dirección axial de cada uno de los dos devanados inmediatamente adyacentes en las zonas activas.

Debido a las transiciones fluidas de los espesores, las zonas cortas individuales de los devanados pueden presentar otros espesores, que se desvían de los espesores mencionados anteriormente.

30 Esto se puede aplicar a todos o sustancialmente a todos los devanados inmediatamente adyacentes. Es decir, una zona activa o unas pocas zonas activas se pueden encontrar en la zona de la banda aquí descrita, y por lo tanto presentar un espesor mayor que las otras zonas activas.

Por el espesor acumulado en la dirección axial de dos devanados inmediatamente adyacentes en la zona de las zonas pasivas superpuestas, se debe entender la suma del respectivo espesor en la dirección axial de las respectivas zonas pasivas de los respectivos devanados, por lo que el espesor de las respectivas zonas pasivas se mide en una zona, en la que las zonas pasivas de los devanados inmediatamente adyacentes se superponen.

35 Esto se puede aplicar a las zonas pasivas radialmente interior y radialmente exterior. Alternativamente, solamente en la zona de las zonas pasivas radialmente interiores, el espesor acumulado en la dirección axial de los dos devanados inmediatamente adyacentes también puede ser mayor que el espesor en la dirección axial de cada uno de los dos devanados inmediatamente adyacentes en las zonas activas.

40 De este modo, las zonas activas y, si es necesario, las zonas pasivas exteriores ocupan preferentemente en total, menos espacio en la dirección axial que las zonas pasivas. Como resultado, hay espacio para el rebaje, en los discos de bobina en la zona de las zonas activas y, si es necesario, de las zonas pasivas exteriores.

45 Una relación del espesor acumulado en la dirección axial de dos devanados inmediatamente adyacentes en la zona de las zonas pasivas superpuestas, al espesor máximo en la dirección axial de cada uno de los dos devanados inmediatamente adyacentes en las zonas activas, es preferentemente superior a 1.

Esto se puede aplicar a todos los devanados inmediatamente adyacentes.

La forma de la superficie de la sección transversal del devanado respectivo cambia preferentemente durante una transición de una zona activa a una zona pasiva.

50 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Preferentemente, todas las zonas activas de diferentes devanados están dispuestas en un solo plano en vista lateral.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Los devanados están preferentemente formados por un fino hilo de varios alambres que están eléctricamente aislados entre sí, que presentan un diámetro de alambre inferior o igual a 0,1 mm.

- 5 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Preferentemente, un número de devanados corresponde a un múltiplo entero de 3, de modo que los devanados permitan el funcionamiento trifásico.

- 10 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Una zona pasiva interior y una zona pasiva exterior de uno de los devanados difieren preferentemente en su espesor en la dirección axial.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 15 El espesor de la zona pasiva exterior de uno de los devanados se elige preferentemente de tal manera que, una relación entre el espesor de esta zona y el espesor de las zonas activas sea inferior o igual a 0,5.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 20 La invención también se refiere a una máquina eléctrica con un cojinete y un eje guiado en el cojinete, por lo que están dispuestos de manera concéntrica a lo largo del eje al menos un módulo magnético con varios imanes permanentes y al menos un módulo de bobina descrito en el contexto de este documento.

- 25 La máquina eléctrica presenta preferentemente al menos un módulo de bobinas, preferentemente al menos un módulo de bobinas y como máximo seis módulos de bobinas, particularmente preferente al menos un módulo de bobinas y como máximo tres módulos de bobinas. En este caso, la máquina eléctrica presenta preferentemente un módulo magnético más, que módulos de bobina.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

La invención también se refiere a un vehículo o una máquina herramienta con una máquina eléctrica descrita en el contexto de este documento.

- 30 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Uno, varios o todos los objetivos en los que se basa la invención se resuelven mediante el módulo de bobina descrito a continuación, la máquina eléctrica descrita a continuación y/o el vehículo descrito a continuación o la máquina herramienta descrita a continuación.

- 35 Dado que el módulo de bobina descrito a continuación contiene una serie de características que también se describen en relación con el módulo de bobina descrito anteriormente, los efectos técnicos, las ventajas y las explicaciones descritas anteriormente también se aplican a las características correspondientes descritas a continuación. En particular, cabe señalar que el módulo de bobina que se describe a continuación puede tener preferentemente cualquiera de las características descritas anteriormente en relación con el módulo de bobina.

- 40 Según la reivindicación 1, el módulo de bobina de acuerdo con la invención para una máquina eléctrica presenta un primer disco de bobina con un primer portador de bobinas hecho de un material eléctricamente aislante, al menos un devanado, hecho de un material eléctricamente conductor, incrustado en el primer portador de bobinas y una primera delimitación cerámica. Además, el módulo de bobina presenta un segundo disco de bobina con un segundo portador de bobinas hecho de un material eléctricamente aislante, al menos un devanado, hecho de un material eléctricamente conductor, incrustado en el segundo portador de bobinas y una segunda delimitación cerámica. El primer disco de bobina y el segundo disco de bobina están diseñados y unidos entre sí de tal manera que, se forma un canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo para un refrigerante entre el primer disco de bobina y el segundo disco de bobina. La primera delimitación cerámica y la segunda delimitación cerámica forman cada una al menos parcialmente una pared interior del canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo. El canal de refrigeración presenta preferentemente una extensión axial de entre 1 mm y 2 mm.

El módulo de bobina, el primer disco de bobina, el segundo disco de bobina, así como los devanados del primer y segundo disco de bobina, se pueden diseñar como se describe anteriormente.

El primer disco de bobina y el segundo disco de bobina, en particular el primer portador de bobinas y el segundo portador de bobinas, están diseñados de tal manera que cuando están ensamblados y/o en contacto entre sí, forman entre sí un canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo. En otras palabras, el canal de refrigeración puede ser una cavidad entre el primer disco de bobina y el segundo disco de bobina, que es adecuado y/o está diseñado para transportar un refrigerante, como resultado de lo cual el calor puede ser transportado efectivamente del primer disco de bobina y/o del segundo disco de bobina.

De acuerdo con la invención, el primer y/o el segundo portador de bobinas presenta/presentan un rebaje sustancialmente en forma de anillo, que forma el canal de refrigeración, cuando los discos de bobina primero y segundo están en el estado ensamblado. Los portadores de bobinas primero y segundo pueden tener cada uno, por ejemplo, una zona interior elevada radialmente y/o más gruesa, que se apoyan entre sí, cuando los discos de bobina primero y segundo están en el estado ensamblado. Las zonas radialmente exteriores del primer y segundo portador de bobinas pueden estar separadas entre sí, cuando los discos de bobina primero y segundo están en el estado ensamblado, y por lo tanto forman el canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo. Visto en dirección radial, este canal de refrigerante puede estar delimitado hacia el exterior por una delimitación adicional, por ejemplo, la delimitación cerámica radialmente exterior descrita aquí y/o el anillo del portador de bobinas.

Por primera delimitación cerámica se puede entender una estructura de material cerámico del primer disco de bobina, que forma y/o recubre al menos parcialmente la pared interior del canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo. Por segunda delimitación cerámica se puede entender una estructura de material cerámico del segundo disco de bobina, que forma y/o recubre al menos parcialmente la pared interior del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo. En otras palabras, la primera delimitación cerámica puede delimitar el interior del canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo, del primer portador de bobinas, y la segunda delimitación cerámica puede delimitar el interior del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo del segundo portador de bobinas.

Las delimitaciones cerámicas pueden estar previstas de diferentes maneras. En una primera forma de realización de acuerdo con la invención, las delimitaciones cerámicas se proporcionan en forma de discos de material cerámico, que se disponen entre los discos de bobina, sobre los portadores de bobinas primero y segundo. En una forma de realización adicional de acuerdo con la invención es posible prever una parte de la delimitación cerámica en forma de discos cerámicos y una parte en forma de recubrimiento cerámico sobre los portadores de bobinas.

Las delimitaciones cerámicas primera y segunda pueden ser dos estructuras separadas que se unen entre sí, por ejemplo, que se pegan entre sí, cuando el primer disco de bobina y el segundo disco de bobina se ensamblan, para formar la pared interior del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo. Las delimitaciones cerámicas primera y segunda también pueden estar diseñadas en una sola pieza y/o integradas entre sí.

Una delimitación cerámica de este tipo es ventajosa en varios aspectos. Por un lado, la cerámica contenida en la delimitación cerámica es estanca al vapor o sustancialmente estanca al vapor. Por lo tanto, las delimitaciones cerámicas no absorben agua y/o evitan, que el agua del canal de refrigeración se acumule en el material aislante de los portadores de bobinas. En total, la cerámica tiene una alta resistencia a los medios y/o productos químicos. Además, la cerámica de la delimitación cerámica tiene una conductividad térmica significativamente mayor que el material del portador de bobinas. Por ejemplo, la conductividad térmica de la cerámica es alrededor de 100 veces mayor que la del plástico. Por lo tanto, la delimitación cerámica puede proporcionar una mejor disipación térmica mediante el refrigerante en el canal de refrigeración. La cerámica también es eléctricamente aislante.

Por lo tanto, las delimitaciones cerámicas primera y segunda pueden evitar, que el refrigerante en el canal de refrigeración entre en contacto con los portadores de bobinas primero y segundo, y se acumula en el material de los portadores de bobinas primero y segundo. Una acumulación de este tipo del refrigerante puede provocar que el material del portador de bobinas pierda su efecto aislante, por ejemplo, si el refrigerante contiene agua. Sin embargo, dado que las bobinas están bajo tensión durante el funcionamiento, siempre se debe asegurar de que haya suficiente aislamiento eléctrico entre los devanados y la carcasa. Dado que el refrigerante entra en contacto con la carcasa y los devanados en la refrigeración directa, aquí también se debe asegurar el aislamiento. Mediante la previsión de las delimitaciones cerámicas se puede usar un refrigerante que contiene agua, mientras se asegura que los portadores de bobinas conserven su efecto aislante durante un largo período de tiempo. Los refrigerantes que contienen agua son ventajosos debido a la alta capacidad térmica y la buena conductividad térmica del agua. Por lo tanto, se puede mejorar la refrigeración del disco de bobina de la máquina eléctrica y al mismo tiempo se puede aumentar la vida útil de la máquina eléctrica. Al mismo tiempo, también se mejora la disipación térmica de los discos de bobina.

Además, la delimitación cerámica ofrece la ventaja de que se puede reducir el espesor del material eléctricamente aislante del portador de bobinas, lo que a su vez mejora la capacidad de refrigeración y el grado de eficiencia de la máquina eléctrica.

Además, la cerámica de las delimitaciones cerámicas es un material mecánicamente muy resistente. Por lo tanto, las delimitaciones cerámicas también pueden garantizar o mejorar la resistencia mecánica y/o la estabilidad de los discos de bobina. La resistencia mecánica de los discos de bobina puede evitar que los discos de bobina se expandan en la dirección axial, debido a la presión interior del refrigerante y las fuerzas electromagnéticas que actúan en el módulo

de bobina, de modo que el rotor posiblemente roce contra el módulo de bobina. De este modo, al seleccionar el material para los portadores de bobinas, el enfoque se puede centrar en la conducción térmica y la resistencia térmica, mientras que la resistencia mecánica de los discos de bobina puede estar garantizada por la delimitación cerámica.

- 5 La primera y/o segunda delimitación cerámica presenta/presentan preferentemente una cerámica a base de aluminio y/o a base de silicio, preferentemente un material del grupo, que consiste en óxido de aluminio, nitruro de aluminio, carburo de silicio y nitruro de silicio.

En cuanto a sus propiedades, estos materiales cerámicos son adecuados para su uso como delimitación cerámica. El óxido de aluminio también se usa ampliamente y está fácilmente disponible entre otras cosas, y por lo tanto es particularmente adecuado.

- 10 Sin embargo, también se pueden utilizar otros materiales cerámicos para la delimitación cerámica.

Preferentemente, la primera delimitación cerámica forma la pared interior del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo en toda la zona radial del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo y/o la segunda delimitación cerámica forma la pared interior del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo en toda la zona radial del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo.

- 15 En otras palabras, la primera y la segunda delimitación cerámica pueden formar la pared interior del canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo, en toda la zona radial del canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo. De este modo, el material queda protegido del refrigerante en toda la zona radial del canal de refrigeración.

- 20 De acuerdo con la invención, la primera delimitación cerámica y/o la segunda delimitación cerámica presenta un primer o segundo disco cerámico, dispuesto sobre el primer portador de bobinas o el segundo portador de bobinas. Tales discos cerámicos pueden, por ejemplo, ser recortados o troquelados a partir de una materia prima cerámica plana.

Durante la fabricación del disco de bobina, el disco cerámico se puede colocar sobre el portador de bobinas y pegarlo, después de incrustar, por ejemplo, moldear los devanados. Alternativamente, el disco cerámico se puede colocar en la herramienta al fundir los devanados, para la fabricación del portador de bobinas, y fundirlo junto con los devanados.

- 25 Esto permite un proceso de fabricación simple y eficiente para los módulos de bobina.

El primer disco cerámico y/o el segundo disco cerámico presenta/presentan preferentemente un espesor de entre 0,1 mm y 1 mm, preferentemente entre 0,2 mm y 0,8 mm, más preferentemente entre 0,35 mm y 0,7 mm.

Con tal espesor, por un lado, se puede garantizar la delimitación del refrigerante, así como la resistencia del disco de bobina, mientras que la expansión axial adicional del disco de bobina por la delimitación cerámica se reduce al mínimo.

- 30 Ventajosamente, una de las delimitaciones cerámicas puede estar diseñada en forma de disco cerámico como se ha descrito anteriormente, por lo que la otra delimitación cerámica presenta un recubrimiento cerámico aplicado sobre el segundo portador de bobinas.

- 35 De este modo puede estar previsto una delimitación cerámica muy fina. Entre otras cosas, esto reduce el espacio de instalación del módulo de bobina, lo que a su vez aumenta el grado de eficiencia de la máquina eléctrica. Además, un recubrimiento puede presentar una alta conductividad térmica. Dado que un recubrimiento de este tipo se puede aplicar directamente, no se requiere una capa adhesiva adicional entre el portador de bobinas y la delimitación, de modo que el espacio de instalación se puede reducir aún más. Por lo tanto, esto también elimina la resistencia térmica del adhesivo.

- 40 El recubrimiento se puede aplicar, por ejemplo, por medio de deposición de vapor, preferentemente deposición física de vapor (PVD-“physical vapor deposition”). El recubrimiento también se puede aplicar por medio de deposición química de vapor (CVD-“chemical vapor deposition”), procedimientos de galvanoplastia o procedimientos sol-gel. El primer recubrimiento cerámico y/o el segundo recubrimiento cerámico presenta/presentan preferentemente un espesor de entre 1 μm y 100 μm , preferentemente entre 1 μm y 50 μm , más preferentemente entre 1 μm y 30 μm .

- 45 De acuerdo con la invención, el primer portador de bobinas y/o el segundo portador de bobinas presenta/presentan un rebaje sustancialmente en forma de anillo. La primera delimitación cerámica y/o la segunda delimitación cerámica están previstas además de acuerdo con la invención en forma de un disco cerámico sustancialmente en forma de anillo, que está dispuesto en el rebaje sustancialmente en forma de anillo sobre el primer portador de bobinas o el segundo portador de bobinas.

- 50 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

El rebaje sustancialmente en forma de anillo del primer portador de bobinas y/o el segundo portador de bobinas se puede proporcionar, por ejemplo, elevando una zona radialmente interior del primer y/o segundo portador de bobinas con respecto a una zona radialmente exterior del primer o segundo portador de bobinas, y/o que el espesor axial del

- portador de bobinas sea mayor en la zona radialmente interior, que en la zona radialmente exterior. Por ejemplo, las zonas interiores pasivas de los devanados descritos aquí, pueden estar dispuestas en las zonas radialmente interiores de los portadores de bobinas, mientras que las zonas activas y las zonas exteriores pasivas de los devanados están dispuestas en las zonas radialmente exteriores de los portadores de bobinas. El disco cerámico sustancialmente en forma de anillo puede presentar un rebaje radialmente interior, que coincida sustancialmente con las zonas radialmente interiores de los portadores de bobinas. El diámetro exterior del disco cerámico en forma de anillo puede coincidir sustancialmente con el diámetro de los portadores de bobinas.
- El módulo de bobina presenta preferentemente al menos un elemento de conexión, que está dispuesto en un canal de refrigerante sustancialmente en forma de anillo y está conectado, preferentemente diseñado integralmente, tanto con la primera delimitación cerámica como con la segunda delimitación cerámica.
- En otras palabras, el al menos un elemento de conexión, puede conectar la primera delimitación cerámica y la segunda delimitación cerámica entre sí. De este modo, se puede mejorar aún más la resistencia de los discos de bobina o del módulo de bobina, que está garantizada mediante las delimitaciones cerámicas. Al mismo tiempo, los elementos de conexión pueden aumentar la superficie de refrigeración del canal de refrigeración, y mejorar así la disipación térmica de los discos de bobina. Además, los elementos de conexión pueden estar dispuestos y/o diseñados en el canal de refrigeración de tal manera, que provoquen turbulencias en el refrigerante, lo que a su vez puede mejorar adicionalmente la disipación térmica.
- Por ejemplo, los elementos de conexión pueden estar diseñados integralmente y/o en una sola pieza en las delimitaciones cerámicas. Sin embargo, también es posible prever los elementos de conexión como elementos separados que se pegan, por ejemplo, a las delimitaciones cerámicas.
- El al menos un elemento de conexión presenta preferentemente una cerámica a base de aluminio y/o a base de silicio, preferentemente un material del grupo que consiste en óxido de aluminio, nitruro de aluminio, carburo de silicio y nitruro de silicio. Preferentemente, el al menos un elemento de conexión está pegado con la primera delimitación cerámica y/o la segunda delimitación cerámica, o diseñado integralmente.
- El al menos un elemento de conexión presenta preferentemente un puntal, que está dispuesto preferentemente perpendicular al primer y/o segundo disco de bobina. Preferentemente, el al menos un elemento de conexión presenta una nervadura que se extiende paralela al primer y/o segundo disco de bobina.
- Mediante dichos elementos de conexión se pueden mejorar, al mismo tiempo, la estabilidad del módulo de bobina, así como la capacidad de refrigeración.
- El módulo de bobina presenta preferentemente una delimitación cerámica radialmente interior, por lo que la delimitación cerámica radialmente interior está diseñada más preferentemente en forma de collar y/o en forma de abrazadera y, visto en la dirección radial, está dispuesta interiormente adyacente a la primera delimitación cerámica y la segunda delimitación cerámica.
- La delimitación cerámica radialmente interior, puede impedir que la zona del portador de bobinas adyacente radialmente interior al canal de refrigeración, entre en contacto con el refrigerante y lo absorba.
- La delimitación cerámica radialmente interior se puede proporcionar como un elemento separado, por ejemplo, que está pegada con la primera y/o segunda delimitación cerámica. Alternativamente, la delimitación cerámica radialmente interior puede estar diseñada como parte de, integral y/o en una sola pieza, con la primera y/o la segunda delimitación cerámica.
- El módulo de bobina presenta preferentemente una delimitación cerámica radialmente exterior, por lo que la delimitación cerámica radialmente exterior está diseñada preferentemente en forma de collar y/o en forma de abrazadera y, visto en la dirección radial, está dispuesta exteriormente adyacente a la primera delimitación cerámica y la segunda delimitación cerámica.
- La delimitación cerámica radialmente exterior, puede impedir que el canal de refrigeración esté delimitado hacia el exterior, visto en la dirección radial. Además, la delimitación cerámica radialmente exterior puede impedir, que el refrigerante se escape en la dirección radial hacia el exterior, para luego entrar en contacto con zonas adyacentes del portador de bobinas y/o ser absorbido por ellas.
- La delimitación cerámica radialmente exterior se puede proporcionar como un elemento separado, por ejemplo, pegado, con la primera y/o segunda delimitación cerámica. Alternativamente, la delimitación cerámica radialmente exterior puede estar diseñada como parte de, integral y/o en una sola pieza, con la primera y/o la segunda delimitación cerámica.
- Preferentemente, el primer disco de bobina y/o el segundo disco de bobina presentan una abertura de entrada, para conducir el refrigerante al canal de refrigeración sustancialmente en forma de anillo. Preferentemente, el primer disco de bobina y/o el segundo disco de bobina presentan una abertura de salida, para conducir el refrigerante hacia fuera del canal de refrigerante sustancialmente en forma de anillo.

- La abertura de entrada y/o la abertura de salida puede/pueden estar previstas en una zona del primer y/o segundo disco de bobina que, visto en la dirección radial, está dispuesta fuera del portador de bobinas. Por ejemplo, cada disco de bobina puede presentar un anillo del portador de bobinas, que esté dispuesto radialmente fuera del portador de bobinas y/o lo rodea. La abertura de entrada y/o de salida puede/pueden estar dispuestas en el anillo del portador de bobinas. La abertura de entrada y/o de salida puede/pueden estar previstas en forma de un taladro alineado en la dirección axial. El refrigerante puede entrar en el canal de refrigeración a través de la abertura de entrada, fluir a través del canal de refrigeración, y a continuación salir de nuevo a través de la abertura de salida. Preferentemente, la abertura de entrada y la abertura de salida están desplazadas 180° con respecto al eje axial del módulo de bobina.
- Esta forma de conducir el refrigerante ha demostrado ser ventajosa con respecto a la función de refrigeración, así como a la fabricación del módulo de bobina.
- Preferentemente, en el primer portador de bobinas se incrustan un gran número de devanados individuales hechos de un material eléctricamente conductor, cada uno de los cuales está incrustado circunferencialmente en el primer portador de bobinas, alrededor de un punto central del primer portador de bobinas. Además, un gran número de devanados individuales hechos de un material eléctricamente conductor están incrustados en el segundo portador de bobinas, cada uno de los cuales está incrustado circunferencialmente en el segundo portador de bobinas, alrededor de un punto central del segundo portador de bobinas. Cada uno de los devanados presenta dos zonas activas que discurren radialmente desde el punto central y dos zonas pasivas que discurren tangencialmente en sus bordes, radialmente exterior e interior.
- Preferentemente, las zonas activas de diferentes devanados no se superponen en una vista superior del disco de bobina, sino que cada zona pasiva de uno de los devanados superpone parcialmente las zonas pasivas correspondientes de los dos devanados inmediatamente adyacentes, por lo que, el respectivo devanado presenta un mayor espesor en sección transversal en las zonas activas en la dirección axial, que en las zonas pasivas.
- Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.
- Preferentemente, las zonas activas adyacentes del gran número de devanados individuales del primer disco de bobina y del segundo disco de bobina están separadas entre sí en la dirección tangencial, de modo que se dispone un espacio entre las zonas activas adyacentes, por lo que la primera delimitación cerámica y la segunda delimitación cerámica presenta cada una protuberancias, que sobresalen en los espacios dispuestos entre las zonas activas adyacentes.
- En otras palabras, las zonas activas adyacentes del gran número de devanados individuales pueden estar separadas entre sí de tal manera que el primer portador de bobinas o el segundo portador de bobinas respectivamente, presente un espacio entre las zonas activas adyacentes del gran número de devanados individuales. Las protuberancias de las delimitaciones cerámicas primera y segunda se pueden extender en dirección axial dentro de estos espacios.
- Los espacios y protuberancias pueden presentar preferentemente la forma de sectores circulares o "trozos de pastel".
- Las protuberancias pueden ser parte de la delimitación cerámica o se pueden insertar por separado en los espacios y, si es necesario, se pueden pegar con la delimitación cerámica. Las protuberancias pueden presentar o estar hechas del mismo material cerámico que la delimitación cerámica o de un material diferente.
- Por un lado, estas protuberancias pueden aumentar aún más la estabilidad de los discos de bobina y/o endurecer adicionalmente el disco de bobina. Como resultado, la carga de la presión interior del refrigerante en el canal de refrigeración se puede absorber mejor. Además, puede haber un ajuste de forma entre las protuberancias de la delimitación cerámica y los espacios en el portador de bobinas, que puede absorber un par de torsión. Debido a interacciones electromagnéticas, por ejemplo, surge un par de torsión entre el rotor y los devanados del estator o módulo de bobina. Por un lado, este par de torsión provoca una rotación del rotor y se debe disipar en el estator. Al proporcionar los "trozos de pastel", el par de torsión se puede transmitir desde el portador de bobinas hasta la delimitación cerámica debido al ajuste de forma entre el portador de bobinas y la delimitación cerámica. La delimitación cerámica puede entonces conducir el par de torsión a la carcasa del módulo de bobina o de la máquina eléctrica. De este modo, se puede evitar la deformación de los devanados, en particular de las zonas activas de los devanados. Las protuberancias también pueden mejorar la disipación térmica de los devanados. De este modo, la capacidad de refrigeración puede aumentar significativamente.
- El canal de refrigeración está dispuesto preferentemente al menos en la zona de las zonas activas que discurren radialmente y preferentemente también radialmente en la zona de las zonas pasivas exteriores.
- En otras palabras, el canal de refrigeración se puede extender en una zona radial de los discos de bobina primero y segundo, en la que están dispuestas al menos las zonas activas de los devanados. Dado que la mayor parte del calor se genera en las zonas activas de los devanados, la disipación térmica se puede mejorar de este modo. El canal de refrigeración se extiende preferentemente al menos en toda la zona radial de los discos de bobina primero y segundo, en la que están dispuestas por completo las zonas activas de los devanados.

Preferentemente, el espesor en la dirección axial de las zonas activas del devanado respectivo, del primer y/o segundo disco de bobina, disminuye hacia el exterior en la dirección radial. La anchura en la dirección tangencial de las zonas activas del devanado respectivo del primer y/o segundo disco de bobina, aumenta preferentemente en la dirección radial hacia el exterior.

- 5 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

La profundidad en la dirección axial del rebaje en la zona de las zonas activas aumenta preferentemente en la dirección radial hacia el exterior.

- 10 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

Preferentemente, la relación entre el espesor del devanado respectivo en las zonas pasivas y el espesor en las zonas activas es inferior a 1. Preferentemente, la relación entre el espesor del devanado respectivo en las zonas pasivas y el espesor en las zonas activas es preferentemente superior o igual a 0,3 e inferior a 1.

- 15 Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

La forma de la superficie de la sección transversal del devanado respectivo, cambia preferentemente durante una transición de una zona activa a una zona pasiva.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 20 Preferentemente, todas las zonas activas de diferentes devanados del primer disco de bobina están dispuestas en un solo plano en vista lateral. Preferentemente, todas las zonas activas de diferentes devanados del segundo disco de bobina están dispuestas en un solo plano en vista lateral.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 25 Los devanados están preferentemente formados por un fino hilo de varios alambres que están eléctricamente aislados entre sí, y que presentan un diámetro de alambre inferior o igual a 0,1 mm.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 30 Un número de devanados del primer disco de bobina y/o del segundo disco de bobina corresponde preferentemente, a un múltiplo entero de 3 en cada caso, de modo que los devanados permiten un funcionamiento trifásico.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 35 Una zona pasiva interior y una zona pasiva exterior de uno de los devanados difieren preferentemente en su espesor en la dirección axial. El espesor de la zona pasiva exterior de uno de los devanados se selecciona preferentemente de tal manera, que una relación entre el espesor de esta zona y el espesor de las zonas activas sea inferior o igual a 0,5.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 40 De acuerdo con la reivindicación 13, la invención también se refiere a una máquina eléctrica con un cojinete y un eje guiado en el cojinete, en la que al menos un módulo magnético con varios imanes permanentes y al menos un módulo de bobina descritos en el contexto de este documento, están dispuestos de manera concéntrica a lo largo el eje.

Los efectos técnicos, las ventajas y/o las explicaciones de estas características ya se han descrito en otras partes de este documento y también se aplican a las características descritas aquí.

- 45 De acuerdo con la reivindicación 14, la invención también se refiere a un vehículo o una máquina herramienta con una máquina eléctrica descrita en el contexto de este documento.

Los ejemplos de realizaciones de la invención se representan en los dibujos y se explican a continuación con referencia a las figuras discutidas a continuación.

Se muestran en:

Fig. 1 una vista despiezada de un motor eléctrico;

	Fig. 2	una vista superior de un disco de bobina;
	Fig. 3	una vista lateral de un módulo de bobina;
	Fig. 4	una vista superior y en sección de un devanado;
	Fig. 5	una vista superior del módulo de bobina;
5	Fig. 6	una vista en sección del módulo de bobina;
	Fig. 7	una vista superior de un disco de bobina;
	Figs. 8A a 8D	vistas en sección a través de un disco de bobina
	Figs. 9A, 9B	vista superior y en sección de un devanado;
	Fig. 10	una vista en sección a través de un módulo de bobina;
10	Figs. 11A, 11B	vistas superiores de los discos de bobina primero y segundo;
	Fig. 12A	una vista en perspectiva de un módulo de bobina;
	Fig. 12B	una vista superior del módulo de bobina mostrado en la Fig. 12A;
	Fig. 12C	una vista en perspectiva de una parte del módulo de bobina mostrado en la Fig. 12A;
15	Figs. 13A, 13B	una vista en perspectiva y una vista superior de un módulo de bobina en una forma de realización de acuerdo con la invención;
	Figs. 13C, 13D	vistas en sección a lo largo de los planos A-A y B-B en la Fig. 13B;
	Figs. 14A, 14B	un disco de bobina con y sin delimitación cerámica;
	Figs. 15A, 15B	en cada una, una delimitación cerámica con elementos de conexión;
	Fig. 16	una delimitación cerámica con protuberancias;
20	Fig. 17	un vehículo; y
	Fig. 18	una máquina herramienta.

En la Figura 1, se representa un motor eléctrico en una vista despiezada. Una primera placa de cojinete 1 junto con una segunda placa de cojinete 3 forma un cojinete para un eje de motor 2. El eje de motor 2 está guiado centralmente en las placa de cojinete 1 y 3, que está provisto con una cubierta de cojinete 7 y un cojinete fijo 8 en la zona de la primera placa de cojinete 1, y con un cojinete libre 12 en la zona de la segunda placa de cojinete 3. Las placas de cojinete 1 y 3, la cubierta de cojinete 7 y un espaciador de bobina 10 y un espaciador magnético 9, están hechos de poliamida en el ejemplo de realización representada, el eje de motor 2 está hecho de acero inoxidable y el cojinete fijo 8, así como el cojinete libre 12 como un rodamiento de bolas de ranura profunda hecho de acero.

Visiblemente están dispuestos entre la primera placa de cojinete 1 y la segunda placa de cojinete 3, un módulo de bobina 18 que consta de dos discos de bobina 6 dispuestos axialmente uno detrás del otro, y un disco magnético o módulo magnético 4, que se mantienen a una distancia espacial predeterminada entre sí, mediante el espaciador de bobina 10 y el espaciador magnético 9. El módulo de bobina 18 tiene forma de disco, es decir, su longitud y anchura son significativamente mayores que su espesor (que se mide en la dirección axial en la Figura 1). Por el término "significativamente mayores" se debe entender aquí en el sentido de que su espesor es como máximo el 10 por ciento de su longitud o de su anchura. La longitud y la anchura suelen ser iguales. En el ejemplo de realización representado, el módulo de bobina 18 sirve como estator que, apilado sobre el eje del motor 2, se encuentra adyacente a dos discos magnéticos o módulos magnéticos 4, que sirven como rotores. El estator está dispuesto, en este caso en el centro, entre los dos discos magnéticos 4. Además, en el ejemplo de realización representado en la Figura 1, está previsto un yugo de hierro 11 entre el disco magnético 4 y la segunda placa de cojinete 3, pero este yugo de hierro 11 también se puede omitir en otros ejemplos de realización, o se puede realizar como alternativa.

Los discos magnéticos 4 están hechos de un material no magnetizable, preferentemente eléctricamente no conductor, como el aluminio, y están fijados sobre el eje del motor 2, que está montado en los cojinetes 8 y 12 de las placas de cojinete 1 y 3. En el eje del motor 2 también está montado el espaciador magnético 9, que crea un espacio de aire entre los discos magnéticos 4, en el que está dispuesto el módulo de bobina 18. Los imanes permanentes 5, están dispuestos radialmente, circunferencialmente sobre el disco magnético 4 en una alineación alterna, es decir, siempre alternando con el polo norte y el polo sur, apuntando en la dirección del estator, es decir, en la dirección axial. Un número de imanes permanentes 5 es, en este caso, siempre un número par. El número de imanes permanentes 5 corresponde preferentemente al doble del número de devanados por fase.

En el ejemplo de realización mostrado en la Figura 1, se puede fabricar un único módulo de bobina 18 a partir de dos discos de bobina 6, pero también puede estar previsto conectar tres o más de estos discos de bobina 6 entre sí, y obtener así el módulo de bobina 18. Durante el funcionamiento, se puede conducir un refrigerante en una cavidad, que se forma entre los discos de bobina 6 individuales. Un módulo de bobina individual 18 con un disco de bobina individual 6 y dos discos magnéticos 4 forman la estructura del motor más simple, pero al mismo tiempo operable eficientemente, pero también puede estar previsto prever un número correspondiente de módulos de bobina 18 y discos magnéticos 4, en los que un número de discos magnéticos 4, es preferentemente uno mayor que un número de módulos de bobina 18. Las ventajas de un diseño modular correspondiente resultan, particularmente con un diseño de eje y cojinete correspondiente, del número variable de módulos de bobina 18 y discos magnéticos 4 instalados. Además de una combinación de los dos módulos, el módulo de bobina 18 y el disco magnético 4, la variación de los módulos individuales, conduce a una mayor flexibilidad en el diseño del motor. El módulo de bobina 18 y el disco magnético 4 se pueden ajustar de manera independiente, por ejemplo, solo puede ser necesario un ajuste de los imanes permanentes 5, mientras que el resto de la estructura permanece sin cambios.

En la Figura 2 se muestra en una vista superior, es decir a lo largo de una dirección normal, que es perpendicular tanto a la longitud como perpendicular a la anchura del módulo de bobina 18, un portador de bobinas 15 que forma el disco de bobina 6 con devanados 13 dispuestos sobre él. Las características recurrentes se proporcionan con símbolos de referencia idénticos en esta figura, así como en las siguientes figuras. El portador de bobinas 15 es redondo en la vista superior, es decir la longitud corresponde a la anchura en términos de tamaño, y está hecho de un material eléctricamente aislante. Varios devanados 13 individuales están dispuestos sobre el portador de bobinas 15 de manera que discurren radialmente alrededor de un punto central 14 del portador de bobinas 15, por lo que cada uno de los devanados 13 está aislado eléctricamente de los devanados 13, inmediatamente adyacentes. El eje de rotación de la máquina eléctrica interseca el portador de bobinas 15 en el punto central 14. En el ejemplo de realización mostrado en la Figura 2, estos devanados 13 están bobinados en tres fases. Cada devanado consta de varias vueltas de hilo trenzado. Esto significa que cada tercer devanado 13 está configurado de la misma manera en su disposición en el conjunto. Estos devanados 13 también están posicionados de la misma manera con respecto a su alineación y disposición en profundidad: una primera fase se forma por los devanados 13, visibles como la capa superior en la Figura 1, una segunda fase por los devanados 13 semicubiertos vistos desde arriba, y una tercera fase por los devanados 13 completamente cubiertos vistos desde arriba.

Cada uno de los devanados 13 presentados zonas activas 16 que discurren radialmente desde el punto central 14 del disco de bobina 6, que contribuyen al par de torsión del motor, y dos zonas pasivas 17a y 17b que discurren aproximadamente tangencialmente en su borde radialmente exterior y su borde radialmente interior, es decir, una zona pasiva radialmente interior 17a y una zona pasiva radialmente exterior 17b. Las zonas pasivas interiores 17a, que, por lo tanto, están dispuestas más cerca del punto central 14 que las zonas pasivas exteriores 17b, son más cortas en su longitud, en este caso, que las zonas pasivas exteriores 17b. Las zonas activas 16 de diferentes devanados 13 se superponen entre sí en la vista superior, es decir, en una vista a lo largo del eje del motor 2, cada una de las zonas pasivas interiores y exteriores 17a y 17b de uno de los devanados 13 se solapa parcialmente con las zonas pasivas correspondientes 17a y 17b de los dos devanados 13 inmediatamente adyacentes, respectivamente.

Los círculos K1 y K2 representan, en este caso, los límites radialmente interior y radialmente exterior de las zonas activas 16. Esto significa que las zonas activas 16 se extienden desde el círculo interior K1 hasta el círculo exterior K2. Las zonas de los devanados, que se encuentran fuera de estos círculos K1 y K2 se asignan a las zonas pasivas 17a y 17b.

En el ejemplo de realización que se muestra en la Figura 2, cada una de las tres fases se construye de dientes individuales, es decir devanados individuales 13, los devanados individuales 13 están, en este caso, bobinados varias veces circunferencialmente, pero también puede estar previsto solo una única circulación. Una característica particular es que las diferentes fases en las zonas activas 16 similares a radios, se encuentran una al lado de la otra en un solo plano. En la Figura 2, estas zonas activas 16 están identificadas por las dos líneas circulares sobre los devanados 13. Por lo tanto, las zonas activas 16 también son idénticas en su forma y sus dimensiones, mientras que las zonas pasivas 17a y 17b están construidas de forma diferente tanto en forma, como en dimensiones.

Las zonas pasivas 17a y 17b siempre presentan dos dientes adyacentes que se superponen, por lo que las fases individuales tienen que cambiar de plano. Sin cambio de sección transversal, el espesor del disco de bobina 6 se duplica en la dirección axial en la zona de las zonas pasivas 17a y 17b, en el caso de superposición directa. Un aumento resultante de una distancia axial entre los imanes permanentes 5, puede estar influido por un cambio de sección transversal, es decir, un cambio en la relación espesor-anchura o relación altura-anchura, de los devanados 13. Una relación del espesor del devanado respectivo 13 en las zonas activas 16 al espesor en las zonas pasivas 17a y 17b es exactamente 2, en el ejemplo de realización representado. En este caso, en términos simplificados, se puede suponer que el espesor o la altura de las zonas activas 16 en la dirección axial se normaliza a 1 (que en el ejemplo de realización representado son configuradas todas idénticas en términos de su espesor), mientras que las zonas pasivas 17a y 17b (que en el ejemplo de realización representado también son configuradas todas idénticas en términos de su espesor), presentan un espesor inferior a 0,75 en relación con este espesor normalizado, pero en una vista lateral estos espesores de las zonas pasivas 17a y 17b suman solo 1,5 debido a su disposición alineada una detrás de otra. Una disposición de este tipo se representa, por ejemplo, en la vista en sección de la Figura 2 en el lado derecho. Mientras que las zonas pasivas 17a y 17b, consideradas individualmente, presentan cada una un espesor o una altura

menor que las zonas activas 16, en la disposición de los devanados 13 uno encima del otro, las zonas pasivas 17 aparecen más espesas debido a las superposiciones, y resulta espacio de instalación adicional en la parte central, en el que los imanes permanentes 5 se pueden guiar más cerca de las zonas activas 16. Un curso de las zonas pasivas exteriores 17b se muestra esquemáticamente en la parte inferior de la Figura 2. En este caso, se ve claramente que cada tercer devanado 13 experimenta un cambio de plano en su zona pasiva 17b. En el ejemplo de realización representado, el número de bobinados 13 corresponde a un múltiplo entero de tres, de modo que los bobinados 13 permiten un funcionamiento trifásico. De los devanados 13 se forman, por lo tanto, de un total de tres hilos de diferentes fases, por lo que todas las zonas activas 16 de los devanados 13 se encuentran en un solo plano en una vista lateral, mientras que las zonas pasivas 17a y 17b están distribuidas en dos planos. Dos fases se encuentran cada una en un plano y una tercera fase, completa un cambio de plano adicional.

Por ejemplo, dos fases se pueden apilar o colocar una al lado de otra en dirección radial en lugar de en dirección axial mediante un cambio correspondiente en la sección transversal, lo que conduce a un agrandamiento del disco de bobina 6 en dirección radial. Si se duplica la altura o el espesor de las zonas pasivas 17a y 17b en la dirección radial, se compensa una duplicación de las dos fases en la dirección axial, y se obtiene un plano para todo el disco de bobina 6. Por lo tanto, esto da como resultado un módulo de bobina sin hierro, bobinado trifásicamente 18 con un cambio de la sección transversal ajustable de los devanados 13 y, por lo tanto, una altura axial ajustable del módulo de bobina 18 para su uso en motores eléctricos de flujo axial sin hierro.

En el ejemplo de realización mostrado en la Figura 2, ocho devanados 13 dispuestos en forma circular y conectados eléctricamente en serie forman una bobina. Tres de estas bobinas se combinan con el portador de bobinas 15 en el disco de bobina 6 y el módulo de bobina 18, según las tres fases de la corriente eléctrica.

En otros ejemplos de realización, también es posible pegar dos o más discos de bobina 6 entre sí, o unirlos entre sí de manera por adherencia de material o por adherencia de fuerza de alguna otra manera, para obtener así el módulo de bobina 18 en esta manera. El tamaño de la cavidad entre las zonas activas 16 se puede ajustar mediante el cambio de la sección transversal de la estructura de bobina formada por los devanados 13.

Aunque esto no se muestra explícitamente en la Figura 2, el portador de bobinas 15 está diseñado de tal manera que, se forma un canal de refrigeración, cuando dos portadores de bobinas 15 de este tipo se colocan uno encima del otro. Además, el portador de bobinas 15 está provisto de las delimitaciones cerámicas descritas en el contexto de este documento.

La Figura 3 muestra una vista lateral esquemática de los cambios correspondientes de la sección transversal del disco de bobina 6. En la Figura 3, se representa esquemáticamente abajo a la izquierda un devanado 13 con una relación 1:1, en el que las zonas pasivas 17a y 17b son solo la mitad de espesor del de las zonas activas 16. En un disco de bobina única 6, solo las zonas pasivas 17a y 17b se superponen parcialmente (y nunca completamente), pero nunca las zonas activas 16. Las zonas activas más espesas 16 están dispuestas una detrás de la otra en el mismo plano en la vista izquierda de la Figura 3, mientras que las zonas pasivas 17a y 17b son solo de la mitad de espesor, debido al cambio de la sección transversal, y los diferentes planos dan como resultado una relación general entre las zonas activas 16 y las zonas pasivas 17a y 17b de 1:1, es decir, la suma de los espesores de las zonas pasivas 17a y 17b corresponde exactamente al espesor de las zonas activas 16 en la sección transversal.

En el dibujo central de la Figura 3 con la relación 1:1,5, el disco de bobina 6 se representa de nuevo en la sección transversal. En total, las zonas pasivas 17 en la vista en la sección transversal mostrada son solo 1,5 veces más espesas que las zonas activas 16, debido a la superposición, que requieren menos espacio de instalación en una vista lateral, debido a su disposición una detrás de la otra. Los dos ejemplos de realización mostrados en 1:1,5 muestran diferentes cambios de plano, lo que da como resultado una cavidad a la derecha de la zona activa 16 en el primer ejemplo de realización (izquierda), y dos cavidades a ambos lados de la zona activa 16 en el segundo ejemplo de realización (derecha). Los imanes de la disposición de imanes se pueden introducir en cavidades diseñadas de esta manera y la distancia axial o el espacio entre las zonas activas 16 y los imanes permanentes 5 se puede reducir (incluso si esta/este no puede desaparecer por completo). Por lo tanto, el espacio de instalación disponible se utiliza de manera más eficiente. Alternativamente, las cavidades que se forman también se pueden usar para la refrigeración.

Finalmente, en el lado derecho de la Figura 3 se representa una relación de 1:0,7. Los tres ejemplos de realización mostrados muestran la formación de cavidades mediante cambios correspondientes de la sección transversal y del plano en las zonas pasivas 17a y 17b. Estas cavidades también se pueden utilizar para la refrigeración. En los ejemplos de realización descritos, para los devanados 13 se utilizan preferentemente hilos flexibles de cobre o aluminio con un diámetro de menos de 2 mm, es decir, 1,2 mm en el ejemplo de realización representado, que consisten en varios alambres individuales que están eléctricamente aislados de entre sí, con un diámetro de menos de 0,2 mm, pero normalmente 0,05 mm en el ejemplo de realización representado.

Una cavidad formado entre las zonas activas 16 diseñadas como bandas de los discos de bobina 6 que forman el módulo de bobina 18, se puede utilizar para que fluya un refrigerante a través. En este caso, para el sellado hidráulico, los discos de bobina 6 están pegados con una lámina estanca a los fluidos hecha de un material eléctricamente no conductor en un lado orientado hacia el disco magnético 4, de modo que el módulo de bobina 18, que está formado

por varios discos de bobina 6, está sellado hacia el exterior. Las cavidades pueden ser, en este caso, rectangulares, triangulares o trapezoidales o en formas complejas.

5 En la Figura 4, uno de los devanados 13 correspondiente a la representación de la Figura 2 está reproducido en una vista superior en la ilustración de la izquierda. La vista en sección del devanado 13 mostrada en el lado derecho de la Figura 4 muestra que el espesor en las zonas activas 16 es mayor que en las zonas pasivas 17a y 17b.

Como en la Fig. 2, los círculos K1 y K2 representan la extensión de las zonas activas 16.

10 La Figura 5 muestra una vista superior correspondiente a la Figura 2 de un módulo de bobina 18, en el que dos discos de bobina 6 están dispuestos uno detrás del otro en la dirección axial, y cada uno está incrustado en un anillo del portador de bobinas 20 que complementa el portador de bobinas 15, por lo que los devanados 13, los contactos eléctricos 19, son conducidos fuera del anillo del portador de bobinas 20. En este ejemplo de realización, el anillo del portador de bobinas 20 está fabricado de un tejido de fibra de vidrio y resina epoxi.

15 En la Figura 6 se muestra una vista en sección del módulo de bobina 18, por lo que están dispuestos los dos discos de bobina 6 combinados entre sí de tal manera que, entre las zonas activas 16 de ambos discos de bobina 6 se forma una cavidad 21, que forma el canal de refrigeración descrito en el contexto de este documento. Dado que los discos de bobina están sellados de manera estanca a los fluidos, por medio de una lámina, en esta cavidad 21 se puede introducir un refrigerante.

20 La Figura 7 muestra un lado interior de un disco de bobina 6 de un módulo de bobina, para una máquina eléctrica, a partir de la cual se explica con más detalle la geometría de refrigeración. El disco de bobina 5 presenta un portador de bobinas 15 hecho de un material eléctricamente aislante, así como al menos un devanado 13 hecho de un material eléctricamente conductor, que está dispuesto circunferencialmente sobre o en el disco de bobina 6 alrededor de un punto central 14 del al menos un disco de bobina 6.

25 Los devanados 13 son ventajosamente los devanados con zonas activas 16 y zonas pasivas 17a, 17b, descritos con más detalle en el contexto de este documento, no superponiéndose las zonas activas 16 de diferentes devanados 13, pero cada zona pasiva 17a, 17b de uno de los devanados 13 superpone parcialmente las zonas pasivas correspondientes 17a, 17b de los dos devanados 13 inmediatamente adyacentes, y en las zonas activas 16 el devanado respectivo 13 presenta un mayor espesor en la dirección axial en sección transversal, que en las zonas pasivas 17. En el caso del devanado 13, sin embargo, también puede ser un tipo diferente de devanado. El al menos un devanado 13 también puede estar diseñado, por ejemplo, como al menos un devanado dispuesto en forma de meandro alrededor del punto central 14.

30 El disco de bobina 6 también presenta un rebaje 22 sustancialmente en forma de anillo. El rebaje 22 se encuentra en el lado interior del disco de bobina 6, es decir, el lado que está orientado hacia el otro disco de bobina en el módulo de bobina, de modo que el rebaje 22 está encerrado dentro de los dos discos de bobina y forma así el canal de refrigeración. El rebaje 22 presenta un borde exterior 24 y un borde interior 26, a partir del cual se rebaja el rebaje 22 con respecto a la superficie restante del disco de bobina 6. Esto significa que el lado interior del disco de bobina 6, aparte del rebaje 22, se encuentra sustancialmente en un plano, de modo que los bordes 24 y 26 representan cada uno la transición del lado interior plano, del disco de bobina 6 al rebaje 22. Aunque el rebaje 22 está dibujado exactamente en forma de anillo en este ejemplo de realización, no tiene que tener una forma de anillo exacta de acuerdo con la invención. El rebaje 22 se extiende sustancialmente alrededor del punto central 14 y no se encuentra en el propio punto central 14. Sin embargo, el rebaje 22 puede presentar una banda o varias bandas, que se explican con más detalle en otra parte de este documento, que interrumpen el rebaje 22. Además, el borde interior 26 y/o el borde exterior 24 del rebaje 22 no necesitan ser exactamente en forma circular, y pueden tener, por ejemplo, una forma poligonal o irregular.

35 El borde interior 26 del rebaje 22 se encuentra en la zona de transición de las zonas activas 16 a las zonas pasivas interiores 17a de los devanados 13. El borde exterior 24 del rebaje 22 se encuentra en la zona radialmente más exterior de las zonas pasivas exteriores 17b de los devanados 13. Esta disposición del rebaje 22 puede ser ventajosa, ya que las zonas pasivas radialmente interiores 17a son más espesas que las zonas pasivas radialmente exteriores 17b, debido al espacio limitado, y las zonas pasivas interiores 17a inmediatamente adyacentes de los devanados 13 se superponen en contraste con las zonas activas 16, de modo que el espesor acumulado en la dirección axial de las zonas pasivas radialmente interiores 17a, es mayor que el espesor de las zonas activas 16. Por lo tanto, el espacio para el rebaje 22 está disponible en el zona de las zonas activas 16 y, si es necesario, en la zona de las zonas pasivas exteriores 17b. Alternativamente, el borde exterior 24 del rebaje 22 también puede estar en la transición entre las zonas activas 16 y las zonas pasivas radialmente exteriores 17b.

45 Se debe mencionar que si el diseño de la máquina eléctrica es lo más óptimo posible, puede ser ventajoso disponer el rebaje 22 como se describe anteriormente. Sin embargo, el rebaje 22 se puede disponer de manera diferente, por ejemplo, donde la necesidad de espacio, la capacidad de rendimiento y/o el grado de eficiencia se vean comprometidos.

El rebaje 22 puede tener diferentes secciones transversales, como se representa en las Figuras 8A a 8D a modo de ejemplo. Las Figuras 8A a 8D muestran cada una, una vista en sección en el plano B-B que se muestra en la Figura 7.

5 Aunque esto no se muestra explícitamente, el disco de bobina 6 presenta una delimitación cerámica, que se describe en el contexto de este documento, y delimita el portador de bobinas 15, del canal de refrigeración formado por el rebaje 22, de modo que el material del portador de bobinas 15 no absorbe el refrigerante (en particular, el refrigerante que contiene agua).

10 La Fig. 8A muestra un rebaje 22 con una sección transversal rectangular. El rebaje 22 presenta una superficie lateral exterior 30, una superficie de base 28 y una superficie lateral interior 32, por lo que las superficies laterales interior y exterior 30, 32 son respectivamente ortogonales a la superficie de base 28 y la superficie de base 28, es paralela al lado interior del disco de bobina. El rebaje 22 tiene así una profundidad constante 34 a lo largo de la dirección radial desde el interior hacia el exterior, es decir, desde el borde interior 26 hasta el borde exterior 24.

15 La Fig. 8B muestra un rebaje 22 con una sección transversal en forma trapezoidal. En contraste con la sección transversal que se muestra en la Fig. 8A, las paredes laterales 30 y 32 no son ortogonales a la superficie de base 28, sino inclinadas a la superficie de base 28, de modo que la profundidad del rebaje 22 en la zona de las paredes laterales 30, 32 hacia la superficie de base 28 aumenta constantemente. En la zona de la superficie de base 28, la altura puede volver a ser constante, como se describe con referencia a la Fig. 8A.

20 La Fig. 8C muestra un rebaje 22 con una profundidad 34a, 34b que aumenta en dirección radial desde el interior hacia el exterior, es decir, desde el borde interior 26 hasta el borde exterior 24. Es decir, la superficie de base 28 es, al menos parcialmente, no paralela al lado interior del disco de bobina. Por lo tanto, una parte de la superficie de base 28, por ejemplo, una parte radialmente exterior de la superficie de base 28, puede ser paralela al lado interior del disco de bobina, mientras que otra parte de la superficie de base 28, por ejemplo, una parte radialmente interior de la superficie de base 28, puede estar inclinada de tal manera que, la profundidad 34a, 34b del rebaje 22 aumente desde radialmente hacia el interior, hacia radialmente hacia el exterior. Además, la superficie lateral interior 32 y la superficie lateral exterior 30 pueden ser ortogonales o en ángulo con respecto al lado interior del disco de bobina. En el presente ejemplo, la superficie lateral exterior 30 es ortogonal con respecto al lado interior del disco de bobina, mientras que la superficie lateral interior 32 forma un ángulo con el mismo.

30 El rebaje 22 puede estar dispuesto en el disco de bobina de tal manera que, la parte descrita anteriormente de la superficie de base 28 que se encuentra paralela al lado interior del disco de bobina, se encuentra en la zona de las zonas pasivas radialmente exteriores 17b de los devanados, incluyendo sus zonas que discurren radialmente, en las que se produce un cambio de la sección transversal. La parte inclinada de la superficie de base 28 se encuentra en la zona de las zonas activas en abanico de los devanados. La superficie lateral interior 32 se encuentra en la zona de las zonas pasivas interiores de los devanados, en las que se produce un cambio de la sección transversal.

35 Esta sección transversal del rebaje 22 mostrada en la Fig. 8C puede estar presente en particular, cuando las zonas activas de los devanados están "en abanico" como se explica en este documento. Esta forma de rebaje también se denomina geometría "V-Cooling".

40 La Figura 8D muestra una sección transversal de un rebaje 22, en el que las transiciones desde el lado interior del disco de bobina a la superficie lateral interior 32, a la superficie de base 28 y a la superficie lateral exterior 30 son constantes y/o continuas. Estas transiciones constantes y/o continuas también son posibles para las secciones transversales mostradas en las Figs. 8A a 8C.

Los rebajes que se muestran en las Figs. 8A a 8D pueden presentar una delimitación cerámica, descrita en el contexto de este documento.

El rebaje 22 también puede tener una forma de sección transversal resultante de una combinación de las secciones transversales mostradas en las Figs. 8A a 8D.

45 Las Figuras 9A y 9B muestran una vista superior de un devanado 13, a partir de la cual se explica con más detalle el "abanico" descrito en el contexto del documento. El devanado presenta dos zonas activas 16 que discurren radialmente, así como una zona pasiva interior 17a que discurre tangencialmente, y una zona pasiva exterior que discurre tangencialmente 17b, que conectan respectivamente las dos zonas activas 16 entre sí. Como se describe en el contexto de este documento, el espesor en la dirección axial del devanado 13 en la zona de las zonas activas 16, es mayor que el espesor en la dirección axial de las zonas pasivas 17a, 17b. Adyacentes a las zonas activas 16, las zonas pasivas 17a, 17b presentan zonas radiales cortas 35 y 36, en las que hay cambios de la sección transversal del devanado respectivo 13, que también pueden estar asociados con un cambio de plano. Tales zonas de transición también pueden estar ubicadas en las zonas activas 16.

55 Las zonas activas 16 tienen una geometría en abanico. Es decir, en la dirección radial desde el interior hacia el exterior, la anchura en la dirección tangencial del devanado 13 en las zonas activas 16 aumenta, es decir, la anchura en la dirección tangencial del devanado 13 en las zonas activas 16 tiene en el punto radialmente más interior, adyacente al cambio de la sección transversal interior 35, un valor mínimo de 38 y en el punto radialmente más exterior, adyacente

al cambio de la sección transversal exterior 36, un valor máximo de 40. La anchura del devanado en los cambios de la sección transversal 35, 36 puede estar dentro y/o fuera de estos valores. El espesor en la dirección axial del devanado en las zonas activas 16 disminuye en la dirección radial desde el interior hacia el exterior, es decir, tiene un valor máximo de 42 en el punto radialmente más interior, adyacente al cambio de la sección transversal interior 35, y en el punto radialmente más exterior, adyacente al cambio de la sección transversal exterior 36, tiene un valor mínimo de 44. En los cambios de la sección transversal 35, 36, el espesor del bobinado puede estar dentro y/o fuera de estos valores. La superficie de la sección transversal del devanado 13 en las zonas activas 16 permanece esencialmente constante a lo largo de la dirección radial.

Esta forma de devanado con las zonas activas 16 en abanico se puede combinar ventajosamente con el rebaje que se muestra en la Fig. 8C, es decir, con la "geometría de V-Cooling". Esto se muestra en la Figura 10, por ejemplo.

La Figura 10 muestra una vista en sección a través de un módulo de bobina 18. El módulo de bobina presenta discos de bobina primero y segundo 6, cada uno de los cuales presenta devanados 13, que tienen la geometría en abanico mostrada en las Figs. 9A y 9B. El primer y segundo disco de bobina 6 presentan cada uno, un rebaje 22 sustancialmente en forma de anillo, cada uno de los cuales se extiende desde los cambios de la sección transversal interiores 35 de los devanados 13 hasta las zonas pasivas exteriores 17b de los devanados. Entre los cambios de la sección transversal 35 y 36, la profundidad de los rebajes 22 aumenta continuamente desde radialmente hacia el interior hasta radialmente hacia el exterior, de modo que los rebajes presentan la denominada geometría de "V-Cooling".

En el presente caso, tanto el primer como el segundo disco de bobina 6 presentan un rebaje 22 que, cuando el módulo de bobina 18 está ensamblado, se encuentra exactamente uno frente al otro y delimita y forma así el canal de refrigeración 23.

Las Figuras 11A y 11B muestran cada una, una vista superior del lado interior de un primer disco de bobina 6a y un segundo disco de bobina 6b, que están previstos a ensamblarse en un módulo de bobina. En aras de la claridad, los devanados no se muestran en estas figuras. El primer disco de bobina 6a y el segundo disco de bobina 6b presentan cada uno un rebaje sustancialmente en forma de anillo 22a, 22b. Además, se forma una banda 38a en el rebaje 22a y una banda 38b en el rebaje, cuyo lado superior se encuentra en el mismo plano que el lado interior restante del disco de bobina 6a, 6b (es decir, aparte del rebaje 22a, 22b).

El primer disco de bobina 6a presenta además un orificio de entrada 40a, un canal de entrada 44 y un orificio de salida 42a. El canal de entrada 44 forma una abertura de entrada 43 en la superficie lateral del rebaje 22a. El segundo disco de bobina 6b presenta un orificio de entrada 40b, un orificio de salida 42b y un canal de salida 46, que forma una abertura de salida 45 en la superficie lateral del rebaje 22b.

Con esta disposición, en el estado ensamblado del módulo de bobina, el refrigerante puede fluir a través del orificio de entrada 40a, b, del canal de entrada 44, la abertura de entrada 43 en el canal de refrigerante formado por los rebajes 22a, 22b, y a continuación a través de la abertura de salida 45 en el canal de salida 46 y el orificio de salida 42a, b, como se puede visualizar por medio de flechas.

La máquina eléctrica normalmente presenta varios módulos de bobina de este tipo, que están conectados entre sí a través de espaciadores de bobina. Los espaciadores de bobina presentan orificios de entrada y de salida correspondientes, de modo que, en el estado ensamblado, todos los orificios de entrada se encuentren en una línea, y todos los orificios de salida se encuentren en una línea. En este caso, los orificios de entrada y salida se pueden omitir en el módulo de bobina o en el espaciador, que se encuentra en un extremo axial de la máquina eléctrica. El refrigerante se puede suministrar y extraer a través de los orificios de entrada y salida en el módulo de bobina o espaciador, que se encuentra en el extremo axial opuesto de la máquina eléctrica.

Las Figuras 12A, 12B y 12C muestran un módulo de bobina, en base al cual se explica el "abanico" de las zonas activas aquí descritas, así como el "V-Cooling".

La Fig. 12A muestra, en este caso, una vista en perspectiva del módulo de bobina 18. El módulo de bobina comprende un primer disco de bobina 6a y un segundo disco de bobina 6b. El primer disco de bobina 6a y el segundo disco de bobina 6b están unidos entre sí de tal manera que, los lados interiores de los mismos queden enfrentados entre sí. Los dos rebajes 22a, 22b previstos en el lado interior, apuntan así uno hacia el otro, o se superponen, de modo que forman un canal de refrigeración 23 entre los discos de bobina 6a, 6b.

El primer disco de bobina 6a y el segundo disco de bobina 6b comprenden cada uno una pluralidad de devanados 13. Estos devanados 13 de cada disco de bobina 6a, 6b se pueden configurar de manera diferente. Un primer grupo de devanados 13a se encuentra en un primer plano, de modo que tanto las zonas activas 16a como las zonas pasivas se encuentran en el primer plano. Un segundo grupo de devanados 13b está dispuesto de tal manera que, las zonas tangenciales se encuentran en un segundo plano desplazado del primer plano, y las zonas activas 16b se encuentran en el primer plano. El cambio de plano tiene lugar en las transiciones a las zonas activas 16b. Un tercer grupo de devanados 13c está dispuesto de tal manera que, las zonas tangenciales se encuentran tanto en el primer plano como en el segundo plano, de modo que tiene lugar un cambio de plano en las zonas tangenciales. Además, tiene lugar un cambio de plano de la parte de la zona tangencial, que se encuentra en el segundo plano a la zona activa 16c que se

encuentra en el primer plano. De este modo, todas las zonas activas 16a, 16b y 16c de uno de los discos de bobina 6a, 6b se encuentran en un primer plano.

5 La Fig. 12B muestra una vista superior del módulo de bobina 18. Los devanados presentan zonas activas 16 y zonas pasivas 17a, 17b como se describe aquí. Se puede ver claramente que las zonas activas 16 de los devanados 13 presentan la forma en abanico descrita aquí.

Los devanados 13a, 13b y 13c que se muestran en la Fig. 12A también están dibujados. Se puede ver claramente que sus zonas activas adyacentes 16a, 16b, 16c sustancialmente delimitan entre sí, de modo que preferentemente no hay ningún espacio.

10 La Fig. 12C muestra una vista en perspectiva del módulo de bobina 18 con algunos de los devanados omitidos, para que se pueda ver claramente el canal 23 entre el primer disco de bobina 6a y el segundo disco de bobina 6b. Esto significa que se forma un espacio entre los devanados 13d del primer disco de bobina 6a y los devanados 13e del segundo disco de bobina, que aumenta en su altura axial (o espesor en la dirección axial) desde radialmente hacia el interior, hacia radialmente hacia el exterior.

15 La Fig. 13A muestra una vista en perspectiva de un módulo de bobina 18 en una forma de realización de acuerdo con la invención. El módulo de bobina presenta un primer disco de bobina 6a y un segundo disco de bobina 6b. El primer disco de bobina 6a presenta un primer portador de bobinas 15a, así como un primer anillo del portador de bobinas 20a, que rodea radialmente al primer portador de bobinas 15a por fuera. Correspondientemente, el segundo disco de bobina 6b presenta un segundo portador de bobinas 15b, así como un segundo anillo del portador de bobinas 20b, que rodea radialmente al segundo portador de bobinas por fuera. Como se describe en este documento, los devanados 20
20 13 están incrustados en el primer y segundo portador de bobinas 15a, 15b. Los devanados 13 presentan zonas activas 16 que discurren sustancialmente radialmente, así como zonas pasivas interiores 17a y zonas pasivas exteriores 17b que discurren sustancialmente tangencialmente. Los devanados 13 están conectados eléctricamente con los contactos 19.

La Fig. 13B muestra una vista superior del portador de bobinas mostrada en la Fig. 13A.

25 La Fig. 13C muestra una sección transversal a lo largo del plano de corte que se muestra en la Fig. 13B. Como se muestra en la Fig. 13C, los discos de bobina primero y segundo 6a y 6b están diseñados de tal manera que, se forma un canal de refrigeración 23 sustancialmente en forma de anillo entre ellos. De acuerdo con este ejemplo de realización, el canal de refrigeración 23 se extiende en una zona radial de los discos de bobina 6a y 6b y de los portadores de bobinas 15a y 15b, en los que están dispuestas las zonas activas 16, así como las zonas pasivas
30 exteriores 17b de los devanados 13.

El módulo de bobina 18 también presenta una primera y segunda delimitación cerámica 56a y 56b, una delimitación cerámica radialmente interior 57, así como una delimitación cerámica radialmente exterior 58, que rodean el canal de refrigeración 23 y lo delimitan del primer portador de bobinas 15a y del segundo portador de bobinas 15b.

35 La Fig. 13D muestra una sección transversal a lo largo del plano de corte B-B que se muestra en la Fig. 13B. La abertura de entrada 54 y la abertura de salida 55 se muestran adicionalmente en la Fig. 13D. También se puede ver que la primera y segunda delimitación cerámica 56a y 56b presentan una abertura 62 y 61 respectivamente, que coincide con la abertura de entrada 54 y la abertura de salida 55, respectivamente. De este modo, el refrigerante puede entrar en el canal de refrigeración 23, a través de la abertura de entrada 54, fluir a través de él y salir de nuevo a través de la abertura de salida 55. Además, los sellados 56a, 56b, 57 y 58 aseguran que el refrigerante no entre en
40 contacto con el material de los portadores de bobinas 15a y 15b.

La Figura 14A muestra un disco de bobina 6 instalado, por ejemplo, en el módulo de bobina 18 que se muestra en las Figuras 13A-C. El disco de bobina 6 presenta un portador de bobinas 15, que contiene los devanados descritos en el contexto de este documento, así como un anillo del portador de bobinas 20.

45 El portador de bobinas 15 presenta una zona radialmente interior 50 y una zona radialmente exterior 51, en el que la zona radialmente interior 50 es más elevada que la zona radialmente exterior 51. En otras palabras, la zona radialmente interior 50 presenta un espesor axial mayor que la zona radialmente exterior 51. Las zonas pasivas radialmente interiores de los devanados están dispuestas en la zona radialmente interior 50. En la zona radialmente exterior 51 están dispuestas las zonas activas y las zonas radialmente exteriores de los devanados. El anillo del portador de bobinas 20 está a su vez elevado con respecto a la zona radialmente exterior 51 del portador de bobinas 15, de modo que está sustancialmente al mismo nivel que la zona radialmente interior 50 del portador de bobinas 15.
50 Cuando el primer disco de bobina y el segundo disco de bobina está en el estado ensamblado, las zonas radialmente interiores 50 del primer portador de bobinas 15 y el segundo portador de bobinas se encuentran uno encima del otro.

De este modo, cuando se ensamblan dos discos de bobina 6 con una estructura espejada, se forma un canal de refrigeración entre los dos discos de bobina y en una zona entre el anillo del portador de bobinas 20 y la zona radialmente interior 50 del portador de bobinas 15.
55

El anillo del portador de bobinas 20 también presenta una abertura de entrada 54 y una abertura de salida 55. Alrededor de la abertura de entrada 54, el anillo del portador de bobinas 20 presenta una zona rebajada 52, que está sustancialmente a la misma altura que la zona radialmente exterior 51 del portador de bobinas 15 y se une a esta. Alrededor de la abertura de salida 55, el anillo del portador de bobinas 20 presenta una zona rebajada 53, que está sustancialmente a la misma altura que la zona radialmente exterior 51 del portador de bobinas 15 y se une a esta.

En la Fig. 14A, el disco de bobina 6 se representa sin delimitación cerámica.

La Fig. 14B muestra el disco de carrete 6 que se muestra en la Fig. 14A con delimitación cerámica 56. La delimitación cerámica 56 tiene sustancialmente la forma de un disco en forma de anillo, que está dispuesta en la zona radialmente exterior 51, así como en las zonas rebajadas 52 y 53 del anillo del portador de bobinas. En otras palabras, el disco cerámico 56 sustancialmente en forma de anillo presenta dos protuberancias 59 y 60, que corresponden a las zonas rebajadas 52 y 53 del anillo del portador de bobinas 20.

También se muestra en la Fig. 14B que el disco de bobina 6 presenta una delimitación radialmente interior 57, que rodea el borde radialmente interior del disco cerámico 56 en forma de anillo. El disco de bobina 6 presenta además una delimitación radialmente exterior 58, que rodea el borde radialmente exterior del disco cerámico 56 en forma de anillo.

El disco cerámico 56 en forma de anillo también presenta dos aberturas 61 y 62 correspondientes a la abertura de entrada 54 y la abertura de salida 55.

De este modo, el canal de refrigeración está completamente delimitado del material circundante del portador de bobinas 15 y del anillo del portador de bobinas 20.

Por ejemplo, el disco de bobina 6 es un primer disco de bobina y la delimitación cerámica 56 es un primer disco de bobina. El módulo de bobina descrito en el contexto de este documento también presenta un segundo disco de bobina, que corresponde sustancialmente a un disco de bobina espejado en el disco de bobina 6, así como una segunda delimitación cerámica.

La Fig. 15A muestra una primera o segunda delimitación cerámica 56. La delimitación cerámica 56 presenta un gran número de elementos de conexión 53, que están alineados perpendicularmente a la delimitación cerámica 56. En el módulo de bobina con dos delimitaciones cerámicas 56, los elementos de conexión 53 conectan la primera y la segunda delimitación cerámica.

La Fig. 15B muestra una primera o segunda delimitación cerámica 56 con elementos de conexión 64 en forma de estructuras conductoras o nervaduras conductoras. Estos elementos de conexión 64 conectan las delimitaciones cerámicas primera y segunda en el módulo de bobina con dos delimitaciones cerámicas 56.

La Fig. 16 muestra una delimitación cerámica 56. La delimitación cerámica 56 presenta una pluralidad de protuberancias 65, que tienen la forma de "trozos de pastel" o sectores circulares. Las protuberancias 65 están diseñadas para sobresalir en los espacios correspondientes, que están diseñados en el portador de bobinas entre dos zonas activas adyacentes de los devanados.

La Fig. 17 muestra un vehículo 150 con una máquina eléctrica 152 descrita en el contexto de este documento.

La Fig. 18 muestra una máquina herramienta 154 con una máquina eléctrica 156 descrita en el contexto de este documento.

Solamente las características de las distintas formas de realización descritas en los ejemplos de realización, se pueden combinar entre sí y se pueden reivindicar individualmente.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo de bobina (18) para una máquina eléctrica, que presenta:
- 5 un primer disco de bobina (6, 6a) con un primer portador de bobinas (15, 15a) hecho de un material eléctricamente aislante, y al menos un devanado (13) incrustado en el primer portador de bobinas (15, 15a) hecho de un material eléctricamente conductor;
- un segundo disco de bobina (6, 6b) con un segundo portador de bobinas (15, 15b) hecho de un material eléctricamente aislante, y al menos un devanado (13) incrustado en el segundo portador de bobinas (15, 15b) hecho de un material eléctricamente conductor;
- 10 en el que los discos de bobina (6, 6a, 6b) están dispuestos uno detrás del otro en una dirección axial de la máquina eléctrica;
- en el que el primer disco de bobina (6, 6a) y el segundo disco de bobina (6b) están diseñados y unidos entre sí de tal manera que, se forma un canal de refrigeración(23) sustancialmente en forma de anillo, para un refrigerante en la dirección axial entre el primer disco de bobina (6, 6a) y el segundo disco de bobina (6b);
- caracterizado por que
- 15 el primer disco de bobina (6, 6a) presenta una primera delimitación cerámica (56, 56a);
- el segundo disco de bobina (6, 6b) presenta una segunda delimitación cerámica (56, 56b);
- la primera delimitación cerámica (56, 56a) y la segunda delimitación cerámica (56, 56b) forman cada una, al menos parcialmente una pared interior del canal de refrigeración (23), sustancialmente en forma de anillo;
- 20 el primer portador de bobinas (15, 15a) y/o el segundo portador de bobinas (15, 15b) presenta/presentan un rebaje sustancialmente en forma de anillo (22) en un lado orientado hacia el segundo (6b) o hacia el primer disco de bobina (6, 6a) en dirección axial, de modo que el rebaje (22) está encerrado dentro de los dos discos de bobina (6, 6a, 6b) y forma así el canal de refrigeración (23); y
- la primera delimitación cerámica (56, 56a) y/o la segunda delimitación cerámica (56, 56b) se proporcionan en forma de un disco cerámico sustancialmente en forma de anillo, dispuesto en el rebaje sustancialmente en forma de anillo (22), en el primer portador de bobinas o el segundo portador de bobinas.
- 25
2. El módulo de bobina (18) según la reivindicación 1, en el que la primera y/o la segunda delimitación cerámica (56, 56a, 56b) presentan/presenta una cerámica a base de aluminio y/o a base de silicio, preferentemente un material del grupo que consiste en óxido de aluminio, nitruro de aluminio, carburo de silicio y nitruro de silicio.
3. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera delimitación cerámica (56, 56a) forma la pared interior del canal de refrigeración (23), sustancialmente en forma de anillo en toda la zona radial del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo; y/o
- 30 en el que la segunda delimitación cerámica (56, 56b) forma la pared interior del canal de refrigeración(23) sustancialmente en forma de anillo, en toda la zona radial del canal de refrigeración, sustancialmente en forma de anillo.
4. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera delimitación cerámica (56, 56a) presenta un primer disco cerámico dispuesto en el primer portador de bobinas (15, 15a), y la segunda delimitación cerámica (56, 56b) presenta un segundo disco cerámico dispuesto en el segundo portador de bobinas (15, 15b);
- 35 en el que el primer disco cerámico (56, 56a) y/o el segundo disco cerámico (56, 56b) presentan/presenta preferentemente un espesor entre 0,1 mm y 1 mm, preferentemente entre 0,2 mm y 0,8 mm, más preferentemente entre 0,35 mm y 0,7 mm.
- 40
5. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones 1 a 3,
- en el que una de las delimitaciones cerámicas (56, 56a; 56b) se proporciona en forma de disco cerámico, y la otra delimitación cerámica (56b; 56, 56a) presenta un recubrimiento cerámico aplicado al primer portador de bobinas (15, 15a);
- 45 en el que el primer recubrimiento cerámico y/o el segundo recubrimiento cerámico preferentemente presentan/presenta un espesor entre 1 µm y 100 µm, preferentemente entre 1 µm y 50 µm, más preferentemente entre 1 µm y 30 µm.
6. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones anteriores, que además presenta:

al menos un elemento de conexión (63, 64), que está dispuesto en el canal de refrigeración (23) sustancialmente en forma de anillo y conectado, preferentemente diseñado integralmente, tanto con la primera delimitación cerámica (56, 56a) como con la segunda delimitación cerámica (56, 56b);

en el que el al menos un elemento de conexión (63, 64) preferentemente

5 • presenta una cerámica a base de aluminio y/o a base de silicio, preferentemente un material del grupo que consiste en óxido de aluminio, nitruro de aluminio, carburo de silicio y nitruro de silicio; y/o

• en el que el al menos un elemento de conexión (63, 64) está preferentemente pegado o diseñado integralmente con la primera delimitación cerámica y/o la segunda delimitación cerámica; y/o

10 • presenta un puntal preferentemente dispuesto perpendicularmente al primer y/o segundo disco de bobina (6, 6a, 6b); y/o

• presenta una nervadura, que se extiende paralela al primer y/o segundo disco de bobina (6, 6a, 6b).

7. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta además una delimitación cerámica radialmente interior (57) y una delimitación cerámica radialmente exterior;

15 en el que la delimitación cerámica radialmente interior (57) está diseñada preferentemente en forma de collar y/o forma de abrazadera y, vista en la dirección radial, está dispuesta interiormente, adyacente a la primera delimitación cerámica (56, 56a) y la segunda delimitación cerámica (56, 56b); y

en el que la delimitación cerámica radialmente exterior (58) está diseñada preferentemente en forma de collar y/o forma de abrazadera y, vista en la dirección radial, está dispuesta exteriormente adyacente a la primera delimitación cerámica (56, 56a) y la segunda delimitación cerámica (56, 56b).

20 8. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer disco de bobina (6, 6a) y/o el segundo disco de bobina (6, 6b) presenta una abertura de entrada (43, 54), para conducir refrigerante en el canal de refrigeración (23), sustancialmente en forma de anillo; y/o

en el que el primer disco de bobina (6, 6a) y/o el segundo disco de bobina (6, 6b) presenta una abertura de salida (45, 55), para conducir refrigerante del canal de refrigeración(23),sustancialmente en forma de anillo, hacia el exterior.

25 9. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que un gran número de devanados individuales (13) hechos de un material eléctricamente conductor, están incrustados circunferencialmente en el primer portador de bobinas (15, 15a), cada uno de los cuales está incrustado en el primer portador de bobinas (15, 15a), alrededor de un punto central (14) del primer portador de bobinas (15, 15a),

30 en el que un gran número de bobinados individuales (13) hechos de un material eléctricamente conductor, están incrustados en el segundo portador de bobinas (15, 15b), cada uno de los cuales está incrustado circunferencialmente en el segundo portador de bobinas (15, 15b) alrededor de un punto central (14) del segundo portador de bobinas (15, 15b),

35 en el que cada uno de los devanados (13) presenta dos zonas activas (16) que discurren radialmente desde el punto central (14), y dos zonas pasivas (17b) que discurren tangencialmente, en sus bordes radialmente exterior e interior, y

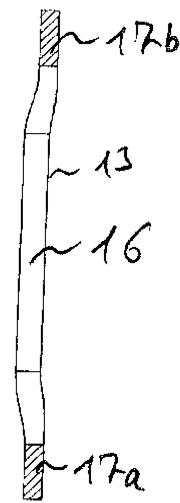
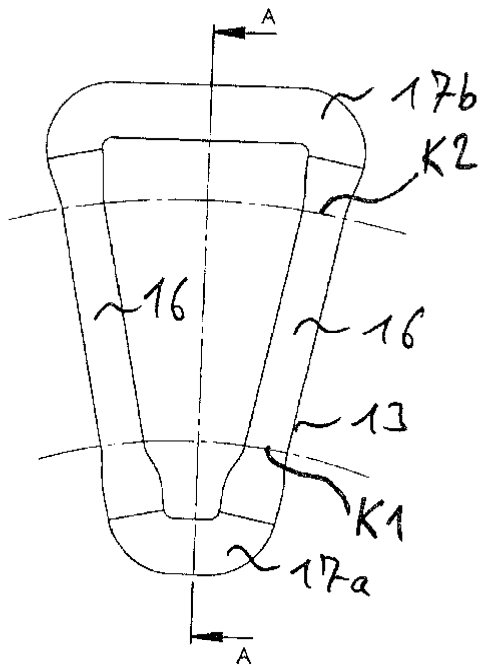
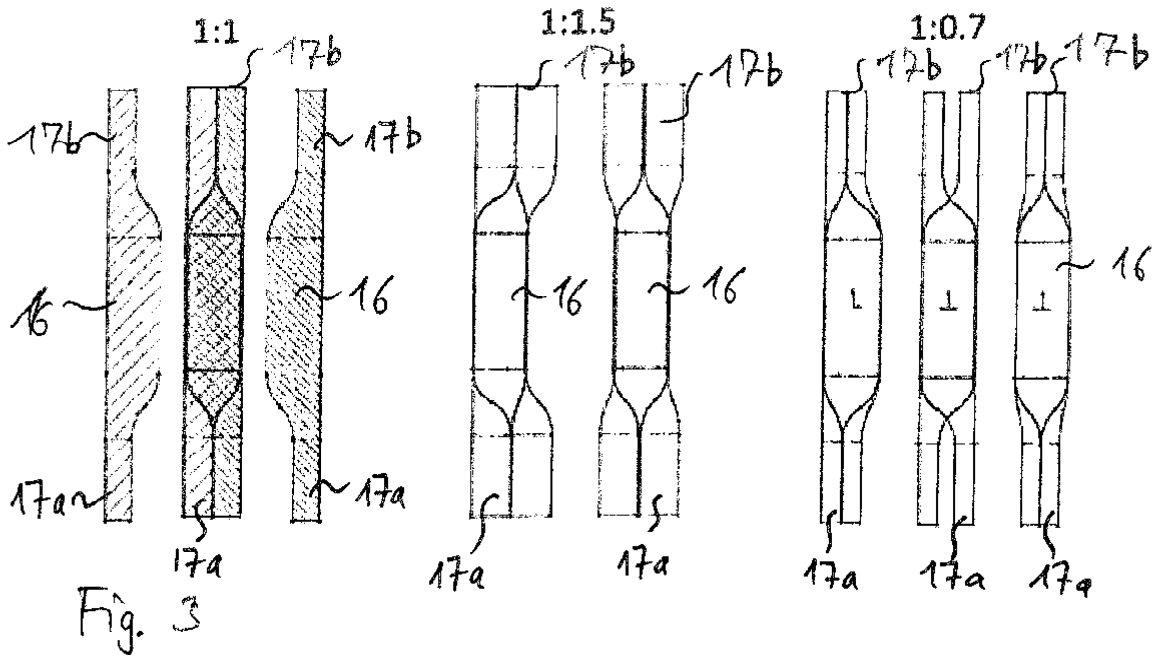
40 en el que, en una vista superior del disco de bobina (6, 6a, 6b), las zonas activas (16) de diferentes devanados (13) no se superponen entre sí, sino que cada zona pasiva (17a, 17b) de uno de los devanados (13) se superpone parcialmente las correspondientes zonas pasivas (17a, 17b) de los dos devanados directamente adyacentes (13), en el que, en la dirección axial, el respectivo devanado (13), en sección transversal, presenta un mayor espesor en las zonas activas (16) que en las zonas pasivas (17a, 17b).

10. El módulo de bobina (18) según la reivindicación 9, en el que las zonas activas adyacentes (16) del gran número de devanados individuales (13) del primer disco de bobina (6, 6a) y del segundo disco de bobina (6, 6b), están separados entre sí en la dirección tangencial, de modo que se disponga un espacio entre las zonas activas adyacentes (16), y

45 en el que la primera delimitación cerámica (56, 56a) y la segunda delimitación cerámica (56, 56b) presentan cada una, una protuberancias (65) que sobresalen dentro de los espacios dispuestos entre las zonas activas adyacentes (16).

11. El módulo de bobina (18) según la reivindicación 9 o 10, en el que el canal de refrigeración (23) está dispuesto al menos en la zona de las zonas activas que discurren radialmente (16) y preferentemente también en la zona de las zonas pasivas radialmente exteriores (17b).

12. El módulo de bobina (18) según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que los devanados están formados por un hilo fino de varios alambres eléctricamente aislados entre sí, que presentan un diámetro de alambre inferior o igual a 0,1 mm.
- 5 13. Una máquina eléctrica con un cojinete (1, 3) y un eje (2) guiado en el cojinete (1, 3), en la que al menos un módulo magnético (4) con varios imanes permanentes (5) y al menos un módulo de bobina (18), según una de las reivindicaciones anteriores, están dispuestos de manera concéntrica a lo largo del eje (2).
14. Un vehículo (150) o una máquina herramienta (154) con una máquina eléctrica según la reivindicación 13.



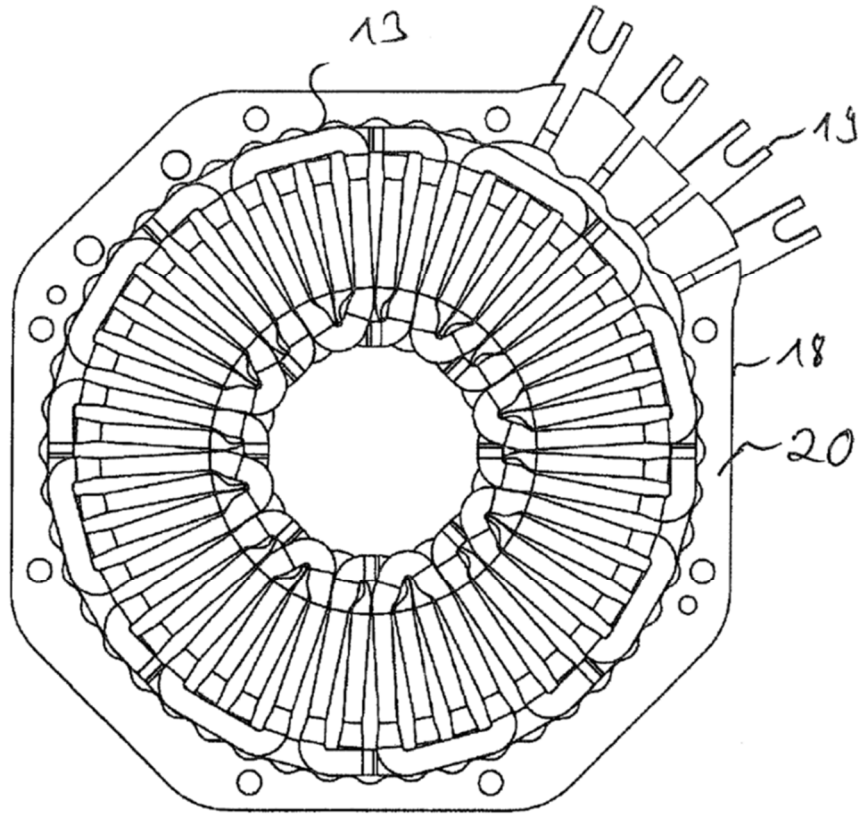


Fig. 5

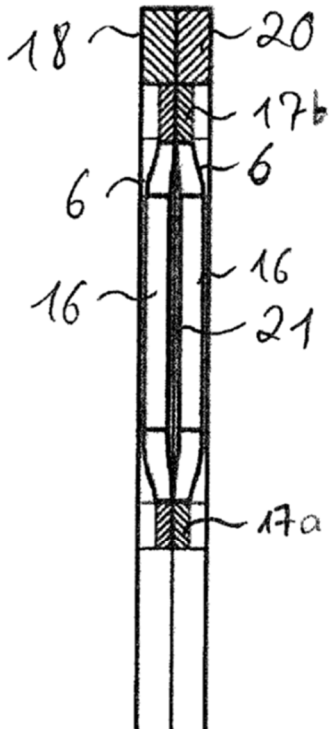


Fig. 6

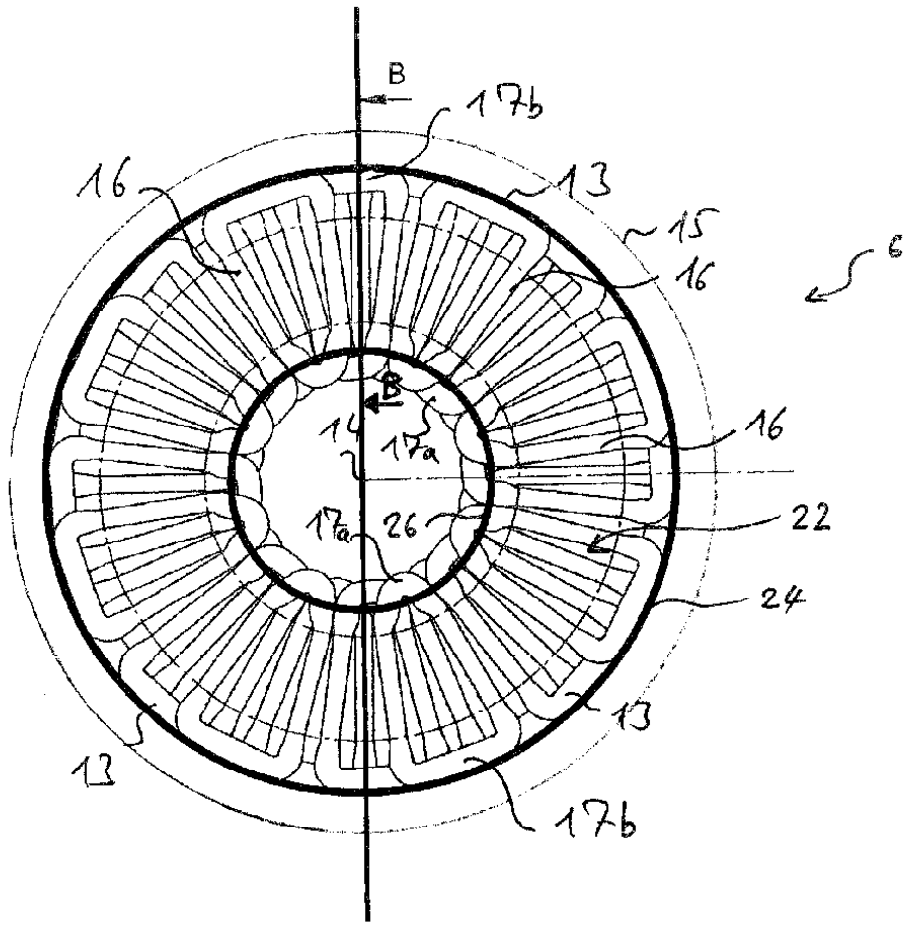


Fig. 7

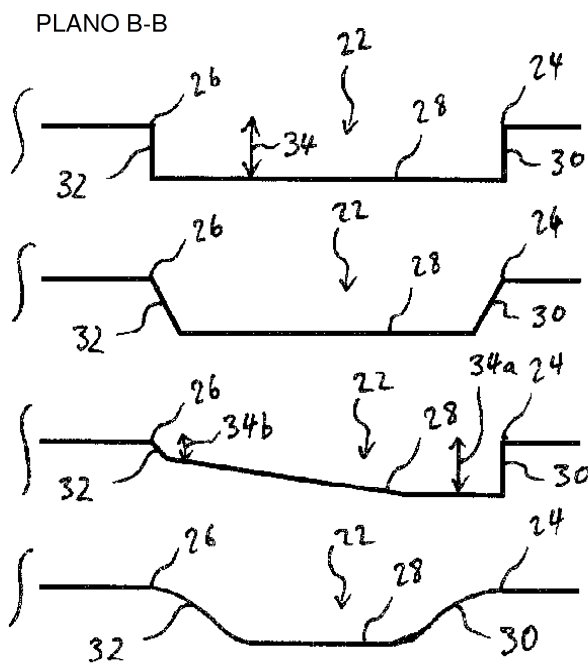


Fig. 8A

Fig. 8B

Fig. 8C

Fig. 8D

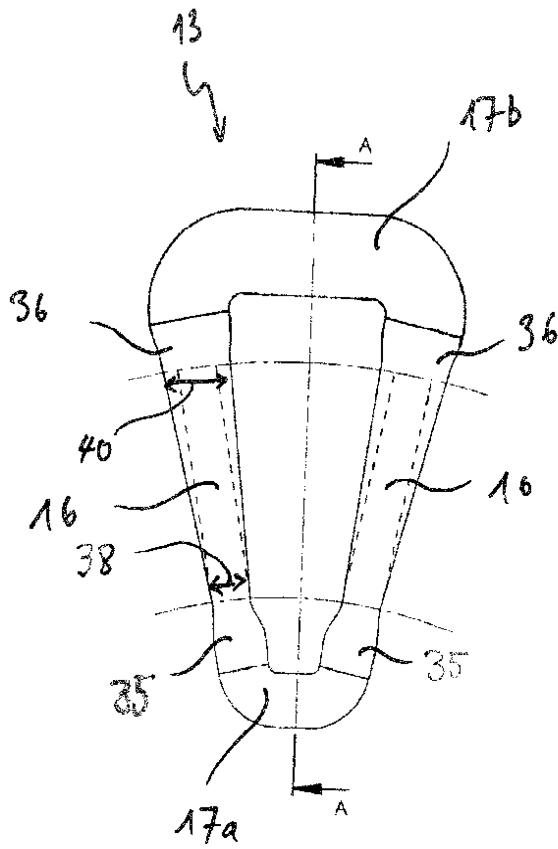
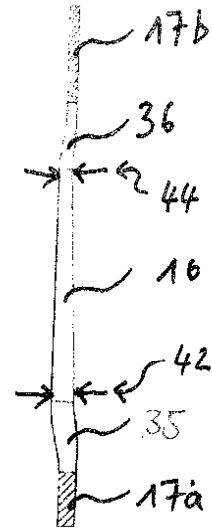


Fig. 9A



PLANO A-A

Fig. 9B

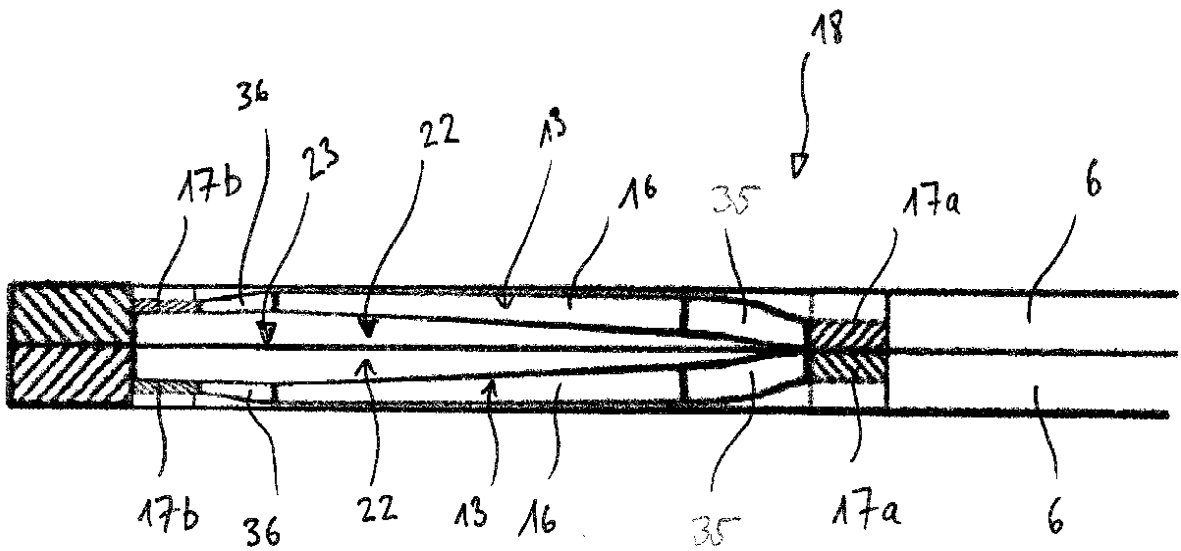


Fig. 10

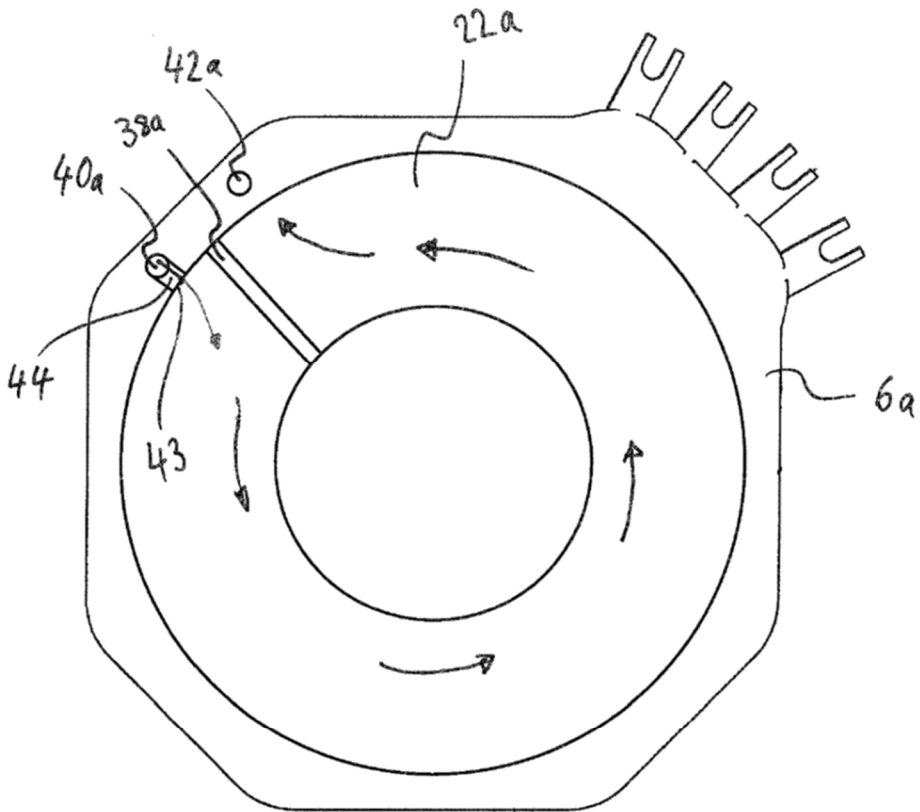


Fig. 11A

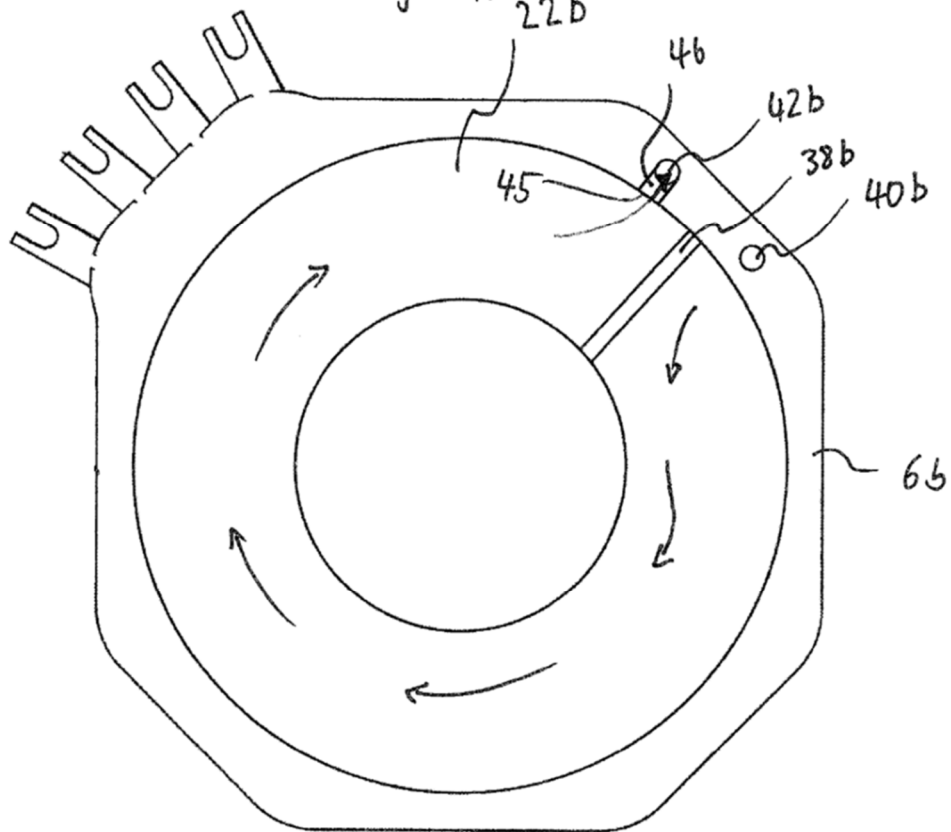
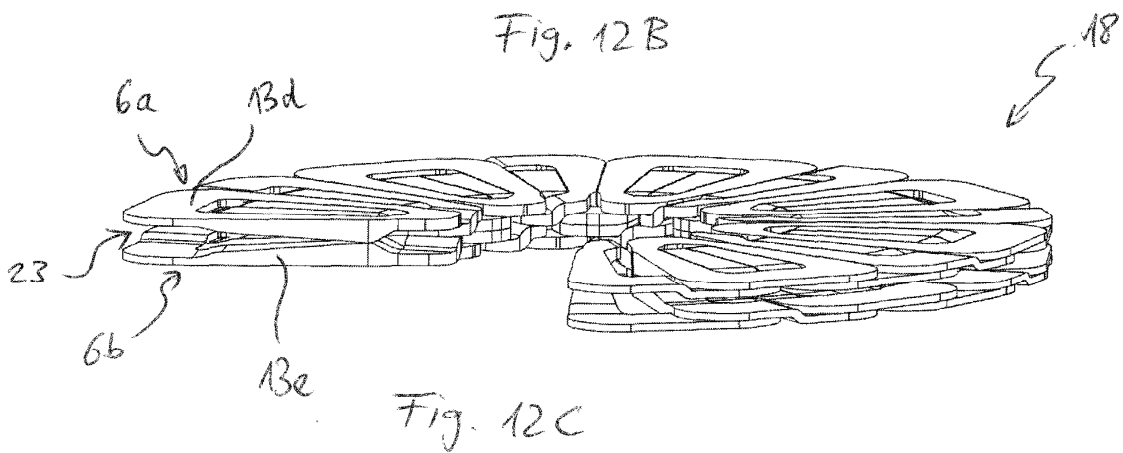
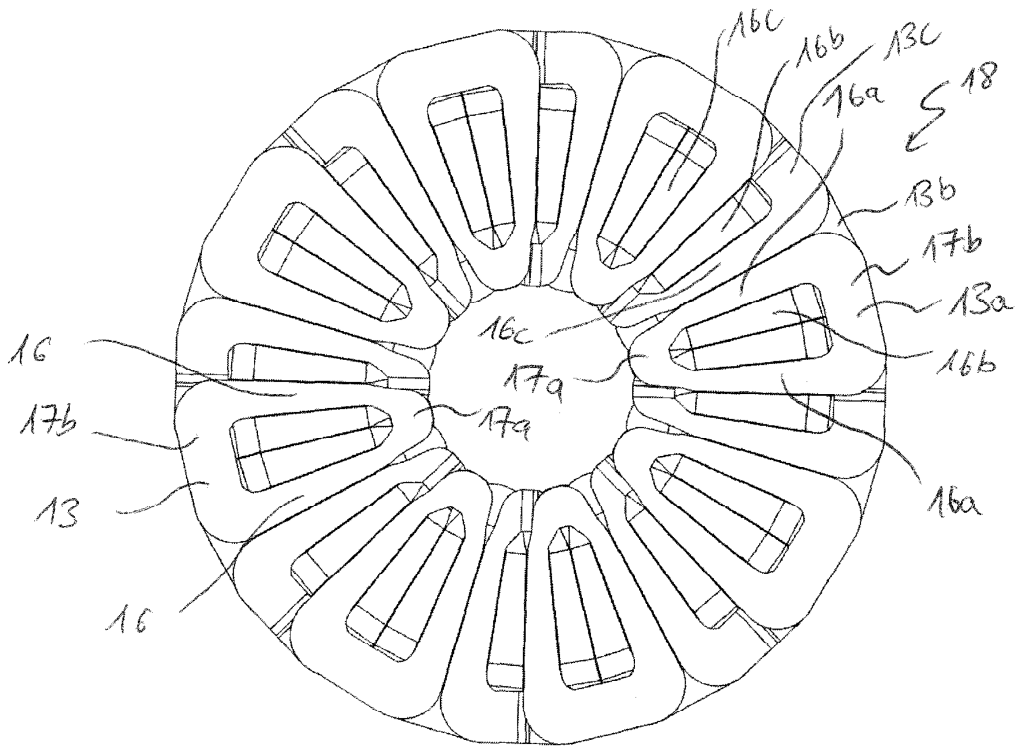
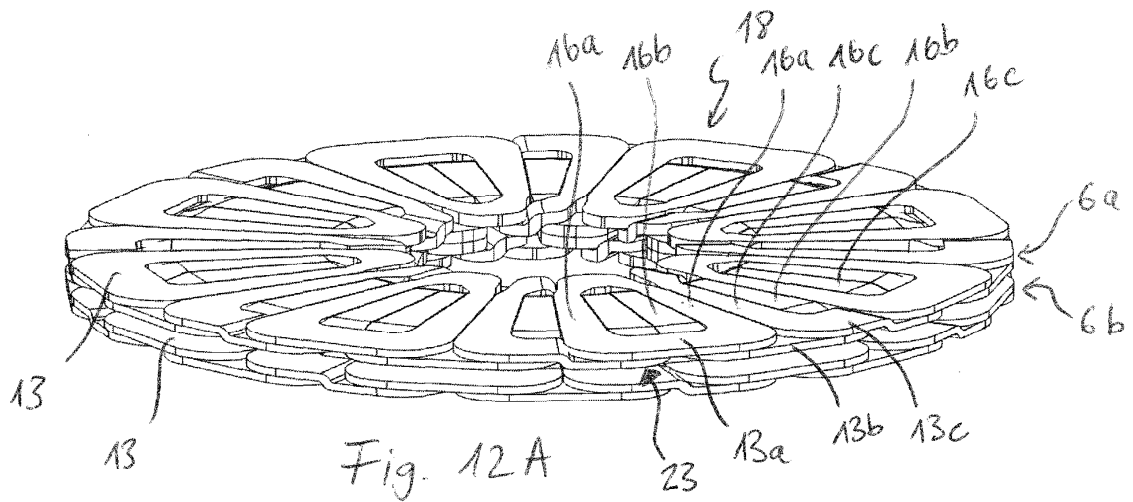
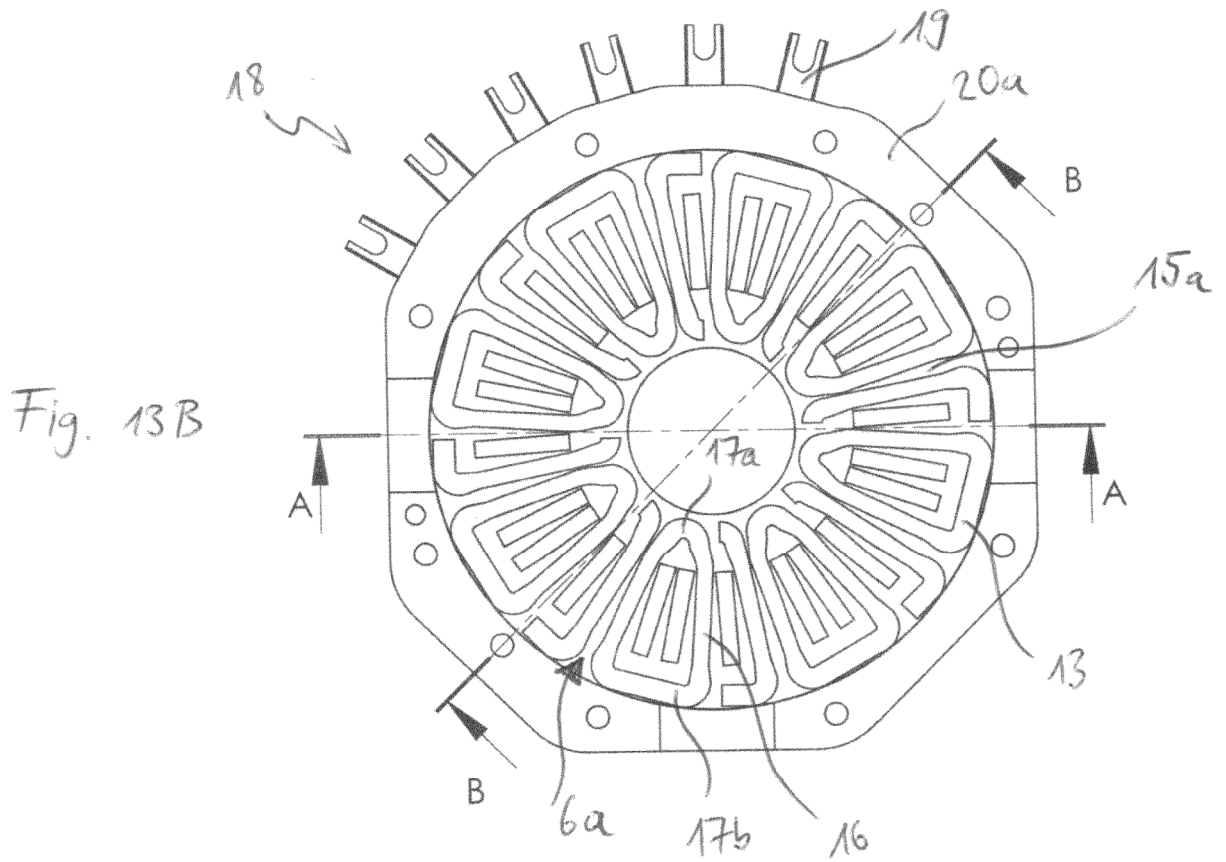
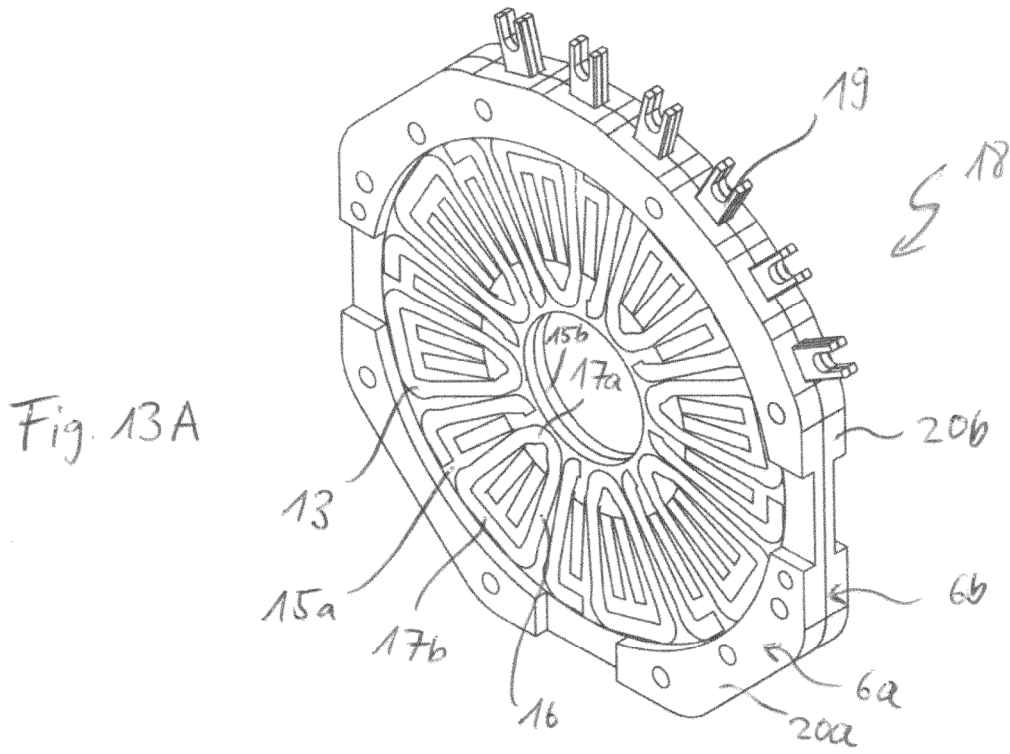


Fig. 11B





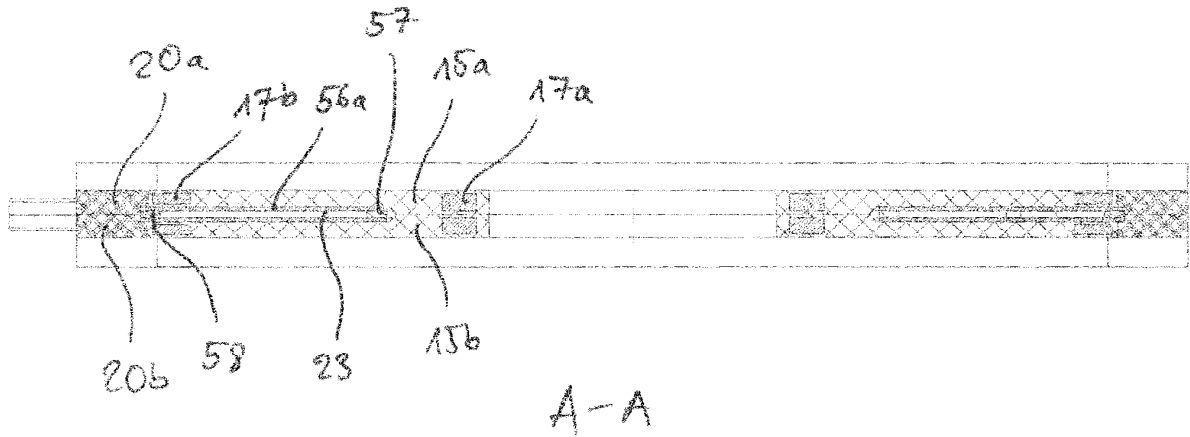


Fig. 13C

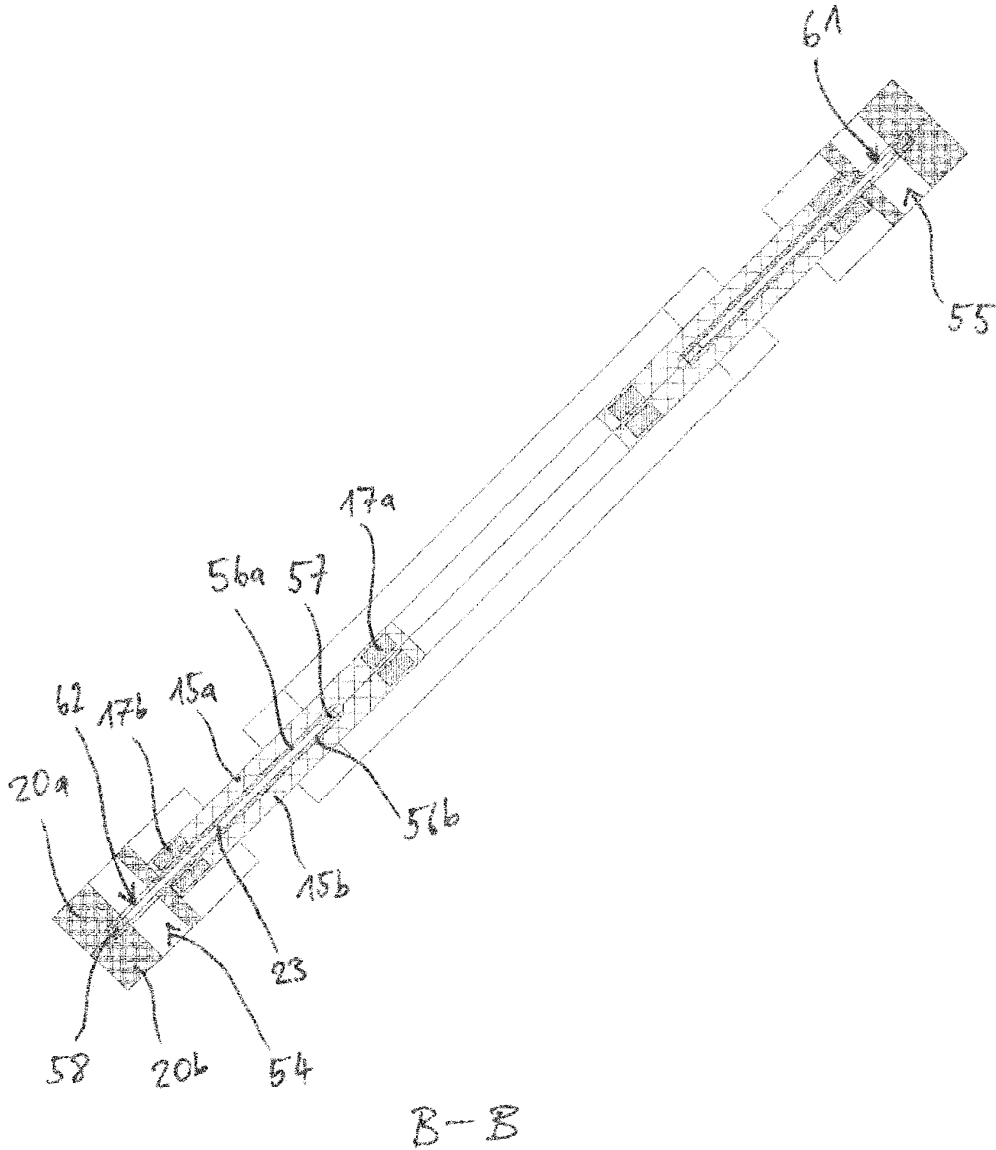


Fig. 13D

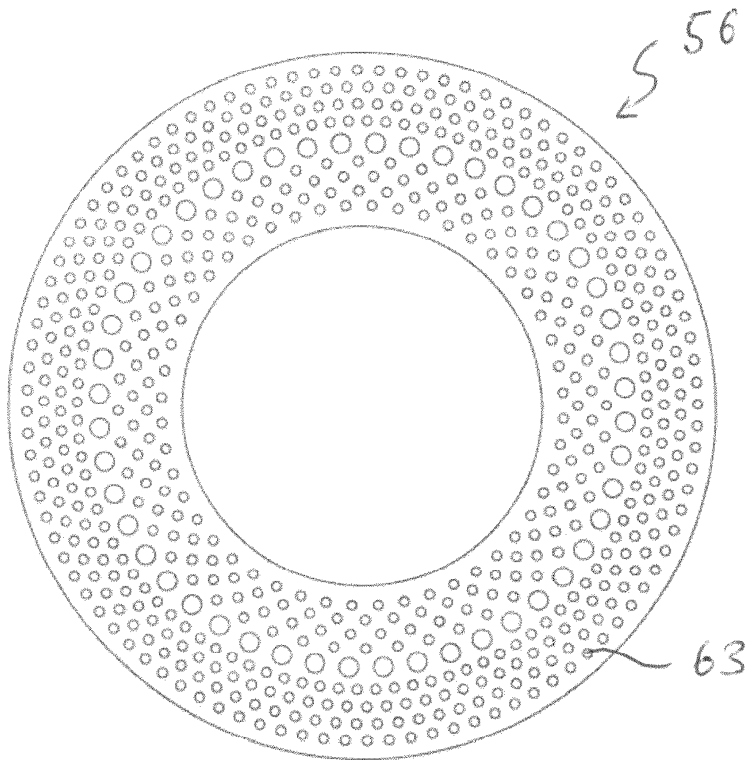


Fig. 15A

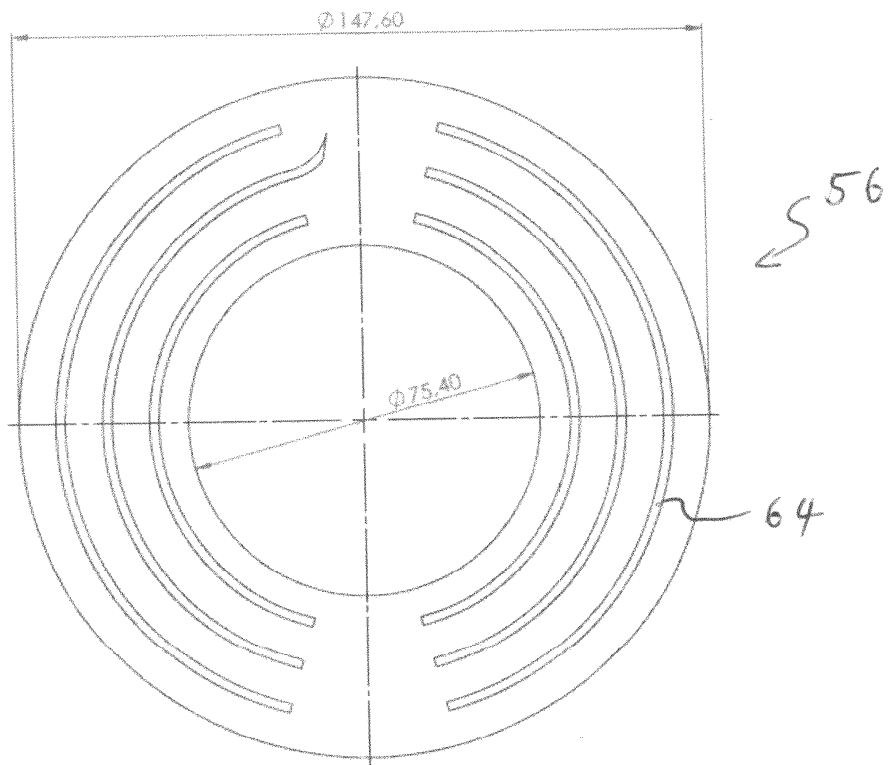


Fig. 15B

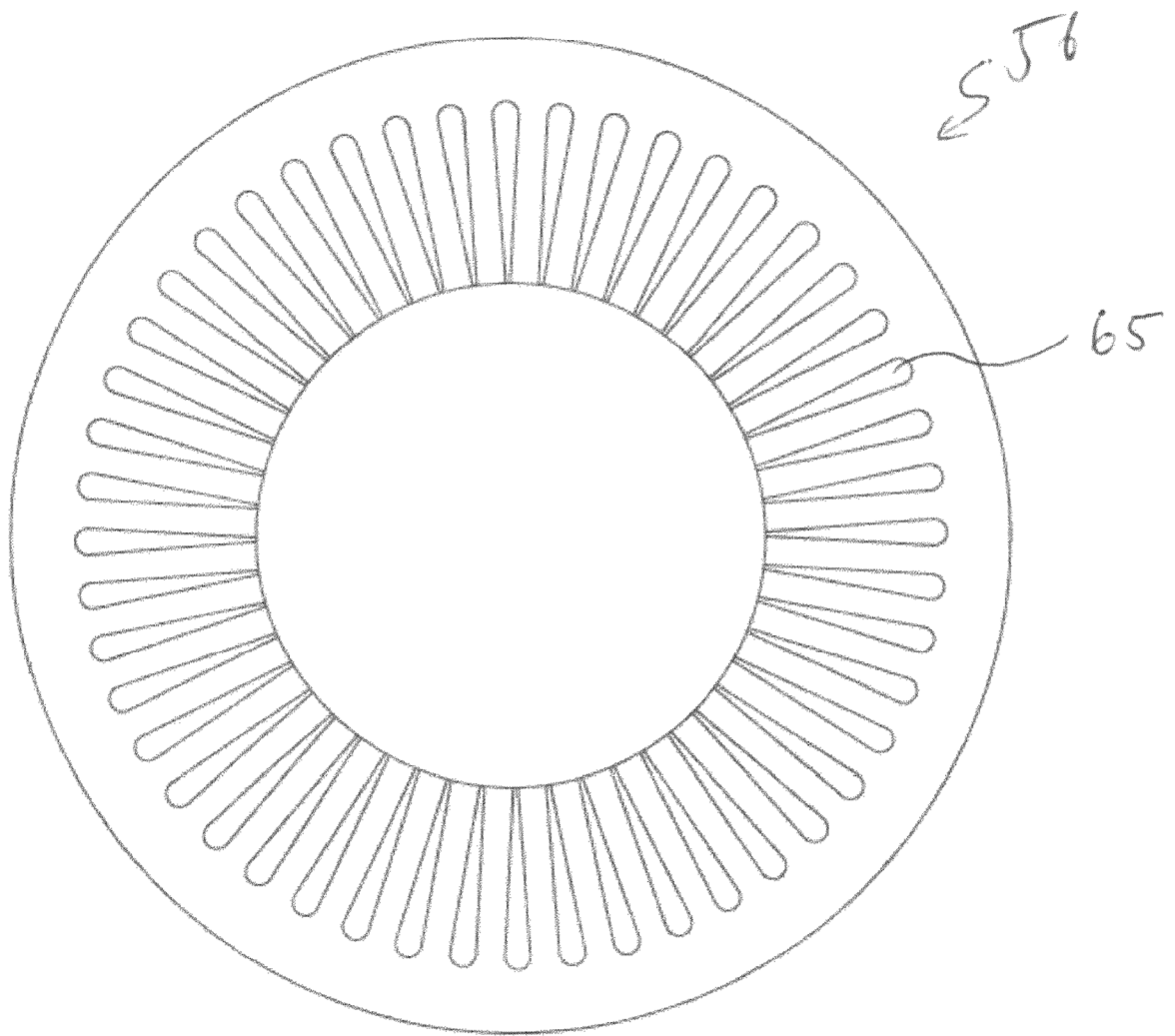


Fig. 16

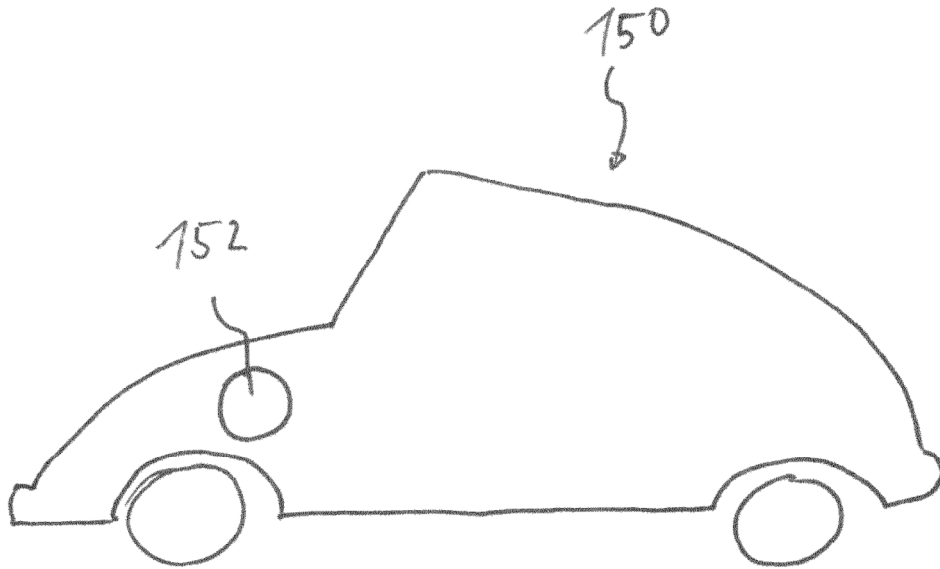


Fig. 17

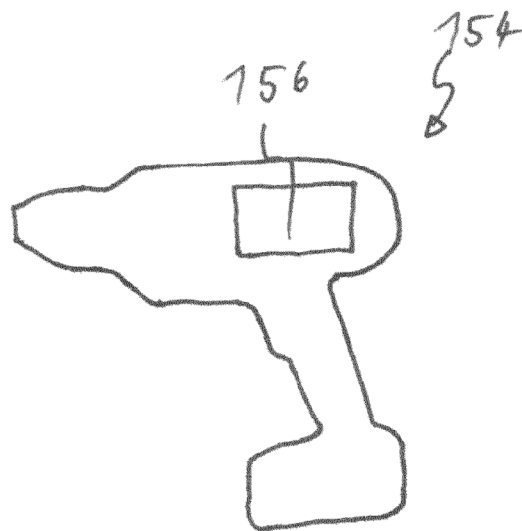


Fig. 18