

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/183997 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Rotor (1) für eine elektrische Maschine, mit einer Rotorwelle (5), mit einem auf der Rotorwelle (5) angeordnet Blechpaket (6), und mit wenigstens einer sich in axialer Richtung (7) des Rotors (1) an das Blechpaket (6) anschließenden und auf der Rotorwelle (5) angeordneten Sternscheibe (11). Vorgesehen ist eine sich in axialer Richtung (7) des Rotors (1) an die Sternscheibe (11) anschließende und auf die Rotorwelle (5) aufgeschraubte Wellenmutter (29), mittels welcher die Sternscheibe (11) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) gegen das Blechpaket (6) gespannt ist.

Rotor für eine elektrische Maschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, sowie elektrische Maschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine elektrische Maschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine elektrische Maschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem solchen Rotor.

Der WO 2020/099048 A1 ist eine Stützeinrichtung für einen Rotor einer fremderregten Innenläufer-Synchronmaschine eines elektrisch antreibbaren Kraftfahrzeugs als bekannt zu entnehmen, mit einer Sternscheibe, welche an einem Blechpaket des Rotors zwischen einer Stirnseite des Blechpakets und an der Stirnseite überstehenden Wickelköpfen von Rotorwicklungen des Rotors anordenbar ist. Des Weiteren offenbart die DE 10 2018 009 845 A1 einen Rotor für eine elektrische Maschine. Die US 1 450 521 offenbart eine elektrische Maschine. Aus der DE 6 47315 C ist eine elektrische Maschine bekannt. Die DE 10 2013 208 856 A1 offenbart einen Läufer eines Schwungmassenspeichers, umfassend einen axialen Stapel aus einer Vielzahl von Blechscheiben. Des Weiteren ist aus der DE 10 2020 203 483 A1 ein Rotor eines Elektromotors bekannt, wobei Blechpakete vorgesehen sind, die mit einer Spielpassung auf einer Rotorwelle des Rotors angeordnet sind. Außerdem sind eine erste Klemmscheibe und eine zweite Klemmscheibe vorgesehen, die auf der Rotorwelle angeordnet sind und die Blechpakete in Axialrichtung zwischen sich einklemmen und dadurch fixieren. Des Weiteren ist der DE 10 2020 112 037 A1 ein Rotor für eine elektrische Maschine als bekannt zu entnehmen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Rotor für eine elektrische Maschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, sowie eine elektrische Maschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, zu schaffen, so dass ein besonders vorteilhafter Betrieb der elektrischen Maschine insbesondere auch über eine hohe Lebensdauer der elektrischen Maschine gewährleistet werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Rotor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine elektrische Maschine mit den Merkmalen des

Patentanspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft einen Rotor für eine elektrische Maschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Dies bedeutet, dass das vorzugsweise als Kraftwagen, insbesondere als Personenkraftwagen, ausgebildete und einfach auch als Fahrzeug bezeichnete Kraftfahrzeug in seinem vollständig hergestellten Zustand die elektrische Maschine aufweist und mittels der elektrischen Maschine, insbesondere rein, elektrisch antreibbar ist. Somit ist das Kraftfahrzeug beispielsweise ein Hybrid-Fahrzeug oder aber ein Elektrofahrzeug, insbesondere ein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV). Vorzugsweise ist die elektrische Maschine eine Hochvolt-Komponente, deren elektrische Spannung, insbesondere elektrische Betriebs- oder Nennspannung, vorzugsweise größer als 50 Volt, insbesondere größer als 60 Volt, ist, und ganz vorzugsweise mehrere Hundert Volt beträgt. Insbesondere weist die elektrische Maschine in ihrem vollständig hergestellten Zustand den Rotor und den Stator auf, mittels welchem der Rotor antreibbar und dadurch um eine Maschinendrehachse relativ zu dem Stator drehbar ist. Insbesondere kann die elektrische Maschine über ihren Rotor Antriebsdrehmomente bereitstellen, mittels welchen das Kraftfahrzeug, insbesondere rein, elektrisch angetrieben werden kann.

Der Rotor weist eine Rotorwelle auf, über welche die elektrische Maschine beispielsweise die Antriebsdrehmomente bereitstellen kann. Der Rotor weist außerdem ein Blechpaket auf, welches separat von der Rotorwelle ausgebildet ist und auf der Rotorwelle angeordnet ist. Insbesondere ist das Blechpaket drehfest mit der Rotorwelle verbunden. Der Rotor weist außerdem wenigstens eine Sternscheibe auf, welche auch als erste Sternscheibe bezeichnet wird. Wenn zuvor und im Folgenden die Rede von der Sternscheibe ist, so ist darunter, falls nichts anderes angegeben ist, die erste Sternscheibe zu verstehen. Insbesondere ist die Sternscheibe separat von dem Blechpaket und separat von der Rotorwelle ausgebildet. Die Sternscheibe ist auf der Rotorwelle angeordnet. Außerdem schließt sich die Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors, dessen axiale Richtung mit der Maschinendrehachse zusammenfällt, an das Blechpaket an. Ganz insbesondere schließt sich die Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors an eine axiale Stirnseite des Blechpakets an, wobei die axiale Stirnseite auch als erste axiale Stirnseite bezeichnet wird. Wenn zuvor und im Folgenden die Rede von der axialen Stirnseite ist, so ist darunter, falls nichts anderes angegeben ist, die erste axiale Stirnseite zu verstehen. Ganz insbesondere endet das Blechpaket in axialer Richtung des Rotors an der axialen Stirnseite.

Um nun einen besonders vorteilhaften Betrieb, insbesondere eine hohe Laufruhe, der elektrischen Maschine auch über eine hohe Lebensdauer hinweg gewährleisten zu können, ist erfindungsgemäß eine insbesondere separat von der Rotorwelle, separat von dem Blechpaket und separat von der Sternscheibe ausgebildete Wellenmutter vorgesehen, welche sich in axialer Richtung des Rotors an die Sternscheibe anschließt, insbesondere derart, dass die Wellenmutter auf einer in axialer Richtung des Rotors von dem Blechpaket wegweisenden, mithin von dem Blechpaket abgewandten Seite, insbesondere Stirnseite, der Sternscheibe angeordnet ist. Die Wellenmutter ist, insbesondere direkt, auf die Rotorwelle, welche auch einfach als Welle bezeichnet wird, aufgeschraubt, so dass mittels der Wellenmutter die Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors gegen das Blechpaket, insbesondere gegen die erste axiale Stirnseite, gespannt ist. Vorzugsweise ist die Wellenmutter direkt auf die Rotorwelle aufgeschraubt und somit vorzugsweise direkt mit der Welle verschraubt. Hierzu ist insbesondere Folgendes vorgesehen: Vorzugsweise weist die Welle, insbesondere eine außenumfangsseitige Mantelfläche der Welle, ein erstes Gewinde auf, welches insbesondere als erstes Außengewinde ausgebildet ist. Die Wellenmutter, insbesondere eine innenumfangsseitige Mantelfläche der Wellenmutter, weist ein mit dem ersten Gewinde korrespondierendes, zweites Gewinde auf, welches vorzugsweise als erstes Innengewinde ausgebildet ist. Dabei sind die Gewinde direkt ineinander geschraubt und somit direkt miteinander verschraubt, wodurch die Wellenmutter auf die Rotorwelle aufgeschraubt und in axialer Richtung zumindest mittelbar, insbesondere direkt, gegen die Sternscheibe, insbesondere gegen die genannte Seite der Sternscheibe, geschraubt und somit gespannt ist. Hierdurch ist die Sternscheibe gegen das Blechpaket, insbesondere gegen die erste axiale Stirnseite des Blechpakets, gespannt. Ganz vorzugsweise liegt die Wellenmutter in axialer Richtung des Rotors direkt an der genannten Seite der Sternscheibe an, so dass die Wellenmutter vorzugsweise in axialer Richtung des Rotors direkt an der Seite der Sternscheibe abgestützt ist. Der Erfindung liegen insbesondere die folgenden Erkenntnisse und Überlegungen zugrunde: Üblicherweise ist das Blechpaket technisch bedingt, insbesondere in axialer Richtung des Rotors, kompressibel und somit verformbar. Die Verformbarkeit des Blechpakets kann zu Spannungen sowie elastischen und/oder plastischen Verformungen oder Verschiebungen insbesondere bei hohen Drehzahlen der elektrischen Maschine führen. Dies kann insbesondere während eines Betriebs der elektrischen Maschine zu Unwuchten führen, die zu einem erhöhten Verschleiß und/oder akustischen Beeinträchtigungen führen können. Beispielsweise weist der Rotor wenigstens eine Wicklung, insbesondere mehrere Wicklungen auf, wobei die jeweilige Wicklung auch als Rotorwicklung bezeichnet wird. Die Wicklung ist um das Blechpaket und vorzugsweise um die Sternscheibe gewickelt. Beispielsweise ist die Wicklung aus

einem insbesondere metallischen Draht gebildet, welcher somit aus einem metallischen Werkstoff wie beispielsweise Kupfer gebildet und beispielsweise als Kupferdraht ausgebildet sein kann. Die genannten Verschiebungen können zu Spannungen in der Wicklung, insbesondere in dem Draht, führen, so dass es zu Schäden wie beispielsweise Rissen des Drahtes kommen kann. Die Erfindung ermöglicht es nun, die Sternscheibe mittels der Wellenmutter in axialer Richtung fest gegen das Blechpaket zu spannen und hierdurch einen axial sehr steifen Block zu schaffen, welcher zumindest das Blechpaket, die Sternscheibe und die Wellenmutter umfasst. Insbesondere ist der Block mittels der Wellenmutter in axialer Richtung verspannt, wodurch der Block im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen unempfindlicher gegen elastische und plastische Veränderungen, insbesondere über Drehzahl und Temperatur ist. Die mittels der Wellenmutter bewirkte, axiale Verspannung kann ein so genanntes Tellern von einzelnen Blechen des Blechpakets vermeiden. Mit anderen Worten ist es denkbar, dass das Blechpaket aus mehreren, separat voneinander ausgebildeten und beispielsweise miteinander verbundenen Blechsegmenten gebildet ist, welche die zuvor genannten Bleche sein können. Beispielsweise folgen die Blechsegmente in axialer Richtung des Rotors und/oder in um die axiale Richtung des Rotors verlaufender Umfangsrichtung des Rotors aufeinander. Das auch als Tellereffekt bezeichnete Tellern kann entstehen, da die auch als Einzelbleche bezeichneten Bleche insbesondere durch Stanzeinzug und Stanzausriss sich bei einem Aufschumpfen auf die Rotorwelle einseitig verformen. Dreht sich während des Betriebs der elektrischen Maschine der Rotor um die Maschinendrehachse relativ zu dem Stator, so wirken auf die Bleche Fliehkräfte, durch welche die Bleche bei hohen Drehzahlen des Rotors wieder aufgerichtet werden, und es kann gegenüber einem Stillstand der elektrischen Maschine, in deren Stillstand sich der Rotor nicht relativ zu dem Stator dreht, zu veränderten Unwuchten des Rotors und Spannungen kommen, die in Bauteilen wie beispielsweise dem Draht der elektrischen Maschine wirken können. Somit ist es insbesondere denkbar, dass das Blechpaket mittels eines Presssitzes, das heißt insbesondere mittels einer Presspassung, mit der Rotorwelle verbunden ist, wodurch das Blechpaket insbesondere derart mit der Rotorwelle verbunden ist, dass um die Maschinendrehachse verlaufende Relativdrehungen zwischen dem Blechpaket und der Rotorwelle unterbleiben und vorzugsweise dass in axialer Richtung erfolgende Relativbewegungen zwischen dem Blechpaket und der Rotorwelle unterbleiben. Insbesondere ist mittels des Presssitzes das Blechpaket drehfest mit der Rotorwelle verbunden. Durch die Erfindung kann das zuvor beschriebene Tellern vermieden oder zumindest geringgehalten werden, so dass übermäßige Belastungen des Rotors sowie eine übermäßige Unwucht oder eine übermäßige Veränderung einer Unwucht des Rotors während des Betriebs der elektrischen Maschine vermieden werden

können. Dadurch kann eine besonders hohe Laufruhe der elektrischen Maschine gewährleistet werden. Außerdem können übermäßige Spannungen in Bauteilen wie beispielsweise dem Draht vermieden werden.

Um eine besonders vorteilhafte Verspannung des Blechpakets und der Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors realisieren zu können, ist es bei einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass sich die Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors an die erste axiale Stirnseite des Blechpakets anschließt.

Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn die Sternscheibe mittels der Wellenmutter in axialer Richtung des Rotors gegen die erste axiale Stirnseite gespannt ist, so dass die Sternscheibe mittels der Wellenmutter besonders fest gegen das Blechpaket gespannt werden kann. Dadurch kann eine besonders starke Verspannung und somit eine besonders hohe Steifigkeit des genannten Blocks realisiert werden, so dass übermäßige Belastungen und übermäßige Verformungen des Blechpakets vermieden werden können. In der Folge können eine besonders hohe Laufruhe und somit ein besonders vorteilhafter Betrieb der elektrischen Maschine gewährleistet werden.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors direkt an der ersten axialen Stirnseite des Blechpakets anliegt. Dadurch kann eine besonders vorteilhafte, hohe Steifigkeit des Blocks realisiert werden, so dass eine besonders hohe Laufruhe und somit ein besonders vorteilhafter Betrieb der elektrischen Maschine gewährleistet werden können.

Bei einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass auf einer in axialer Richtung des Rotors von der ersten axialen Stirnseite des Blechpakets und somit von der Sternscheibe und von der Wellenmutter wegweisenden, zweiten axialen Stirnseite des Blechpakets ein auch als Wellenbund bezeichneter Bund der Rotorwelle angeordnet ist. Insbesondere ist es vorgesehen, dass das Blechpaket in axialer Richtung des Rotors an der zweiten axialen Stirnseite endet. Dabei ist das Blechpaket in axialer Richtung des Rotors zumindest mittelbar, insbesondere direkt, an dem Bund abgestützt. Somit ist es denkbar, dass das Blechpaket, insbesondere die zweite axiale Stirnseite des Blechpakets, in axialer Richtung des Rotors zumindest mittelbar, insbesondere direkt, an dem Bund abgestützt ist, so dass beispielsweise das Blechpaket, insbesondere die zweite axiale Stirnseite des Blechpakets, in axialer Richtung des Rotors zumindest mittelbar, insbesondere direkt, an dem Bund anliegt. Außerdem ist es vorgesehen, dass das Blechpaket, insbesondere die

zweite axiale Stirnseite des Blechpakets, mittels der Wellenmutter in axialer Richtung des Rotors zumindest mittelbar, insbesondere direkt, gegen den Bund gespannt ist.

Grundsätzlich wäre es denkbar, dass auf der zweiten axialen Stirnseite des Blechpakets eine weitere Wellenmutter angeordnet ist, welche, insbesondere direkt, auf die Rotorwelle aufgeschraubt und mit der Rotorwelle, insbesondere direkt, verschraubt ist. Dabei können die vorigen und folgenden Ausführungen zur ersten Wellenmutter ohne Weiteres auch auf die zweite Wellenmutter übertragen werden und umgekehrt. Wenn zuvor und im Folgenden die Rede von der Wellenmutter ist, so ist darunter, falls nichts anderes angegeben ist, die erste Wellenmutter zu verstehen. Somit wäre es denkbar, dass das Blechpaket in axialer Richtung des Rotors zumindest mittelbar an der weiteren Wellenmutter abgestützt ist. Dem gegenüber hat es sich jedoch als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn das Blechpaket in axialer Richtung des Rotors zumindest mittelbar an dem Bund abgestützt und gegen den Bund gespannt ist. Der Bund stellt einen einfach und kostengünstig herzustellenden Anschlag dar, welcher relativ zur übrigen Rotorwelle in axialer Richtung des Rotors präzise und definiert positioniert ist. Ausgehend von dem Bund kann eine Maßkette auf einfache Weise und definiert aufgebaut werden, und es kann eine einfache Herstellung des Rotors realisiert werden. Außerdem kann das Blechpaket und die Sternscheibe mittels einer Wellenmutter fest gegen den Bund gespannt werden, so dass eine hohe Verspannung und Steifigkeit des Blocks realisiert werden kann. Somit können eine besonders hohe Laufruhe und somit ein besonders vorteilhafter Betrieb der elektrischen Maschine gewährleistet werden.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass in axialer Richtung des Rotors zwischen dem Bund und der zweiten axialen Stirnseite des Blechpakets eine zweite Sternscheibe angeordnet ist. Vorzugsweise ist die zweite Sternscheibe separat von der Rotorwelle, separat von dem Blechpaket, separat von der ersten Sternscheibe und separat von der Wellenmutter ausgebildet. Das Blechpaket ist dabei unter Vermittlung der zweiten Sternscheibe, das heißt über die zweite Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors an dem Bund abgestützt, wobei das Blechpaket mittels der Wellenmutter in axialer Richtung des Rotors unter Vermittlung der zweiten Sternscheibe und somit über die zweite Sternscheibe gegen den Bund gespannt ist. Insbesondere ist es denkbar, dass der zuvor genannte Block die zweite Sternscheibe aufweist. Dabei kann eine besonders starke, in axialer Richtung verlaufende Verspannung insbesondere des Blechpakets realisiert werden, so dass ein besonders vorteilhafter Betrieb der elektrischen Maschine gewährleistet werden kann. Insbesondere ist es denkbar, dass die Wicklung (auch) um die zweite Sternscheibe gewickelt ist.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die zweite Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors einerseits direkt an dem Bund und andererseits direkt an der zweiten axialen Stirnseite des Blechpakets anliegt. Insbesondere weist die zweite Sternscheibe ein in axialer Richtung des Rotors von dem Blechpaket, insbesondere von der zweiten axialen Stirnseite des Blechpakets, und von der ersten Sternscheibe und von der Wellenmutter wegweisende und dem Bund zugewandte, zweite Seite, insbesondere zweite Stirnseite, auf, wobei beispielsweise der Bund in axialer Richtung direkt an der zweiten Seite der zweiten Sternscheibe anliegt. Dadurch können eine besonders hohe axiale Verspannung und somit eine besonders hohe Steifigkeit des genannten Blocks realisiert werden, so dass übermäßige Belastungen und Verformungen des Blechpakets insbesondere auch bei hohen Drehzahlen des Rotors vermieden werden können. Dadurch kann eine besonders hohe Laufruhe der elektrischen Maschine auch bei hohen Drehzahlen des Rotors gewährleistet werden.

Schließlich hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn der Bund einstückig mit der Rotorwelle ausgebildet ist. Dadurch kann das Blechpaket mittels der Wellenmutter besonders fest gegen den Bund gespannt werden, und der Rotor kann zeit- und kostengünstig hergestellt werden.

Beispielsweise steht die Wicklung in axialer Richtung des Rotors von der ersten axialen Stirnseite ab, insbesondere derart, dass erste Längenbereiche der Wicklung in axialer Richtung des Rotors von der ersten axialen Stirnseite abstehen und dadurch wenigstens einen ersten Wickelkopf der Wicklung bilden. Dabei ist beispielsweise die erste Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors zwischen dem ersten Wickelkopf und dem Blechpaket, insbesondere der ersten axialen Stirnseite, angeordnet. Ferner ist es denkbar, dass die Wicklung in axialer Richtung des Rotors von der zweiten axialen Stirnseite des Blechpakets absteht, insbesondere derart, dass zweite Längenbereiche der Wicklung in axialer Richtung des Rotors von der zweiten axialen Stirnseite abstehen und dadurch wenigstens einen zweiten Wickelkopf der Wicklung bilden. Dabei ist es denkbar, dass die zweite Sternscheibe in axialer Richtung des Rotors zwischen dem zweiten Wickelkopf und dem Blechpaket, insbesondere der zweiten axialen Stirnseite, angeordnet ist. Die jeweilige Sternscheibe wird insbesondere dazu verwendet, den jeweiligen Wickelkopf gegen hohe Fliehkräfte bei einer Rotation des Rotors mechanisch abzustützen. Ferner wird beispielsweise die jeweilige Sternscheibe verwendet, um die Wicklung umzulenken und somit vorteilhaft wickeln zu können.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, welche einen Stator und einen Rotor gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung aufweist. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt. Um einen besonders vorteilhaften Betrieb der elektrischen Maschine realisieren zu können, ist es bei einer Ausführungsform des zweiten Aspekts der Erfindung vorgesehen, dass die elektrische Maschine als eine stromerregte Synchronmaschine (SSM) ausgebildet ist. Hierdurch kann die Verwendung von seltenen Erden vermieden oder vorteilhaft geringgehalten werden, die elektrische Maschine ist vorteilhaft regelbar und besonders effizient betreibbar. Beispielsweise ist oder wird mittels der Wicklung ein Magnetfeld des Rotors erzeugbar oder erzeugt, wodurch ein besonders vorteilhafter Betrieb darstellbar ist.

Offenbart ist auch ein einfach auch als Fahrzeug bezeichnetes Kraftfahrzeugs, welches vorzugsweise als Kraftwagen, insbesondere als Personenkraftwagen, ausgebildet ist und wenigstens eine elektrische Maschine gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung aufweist und mittels der elektrischen Maschine, insbesondere rein, elektrisch antreibbar ist. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts und des zweiten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Kraftfahrzeugs anzusehen und umgekehrt.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit den zugehörigen Zeichnungen. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische und teilweise geschnittene Seitenansicht eines Rotors für eine elektrische Maschine eines Kraftfahrzeugs;

Fig. 2 eine schematische und perspektivische Explosionsansicht des Rotors; und

Fig. 3 eine schematische Perspektivansicht einer Sternscheibe des Rotors.

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen und teilweise geschnittenen Seitenansicht einen Rotor 1 für eine elektrische Maschine eines einfach auch als Fahrzeug bezeichneten Kraftfahrzeugs. Dies bedeutet, dass das Kraftfahrzeug in seinem vollständig hergestellten Zustand die elektrische Maschine aufweist und mittels der elektrischen Maschine, insbesondere rein, elektrisch antreibbar ist. Die elektrische Maschine weist einen Stator und den Rotor 1 auf, welcher mittels des Stators antreibbar und dadurch um eine Maschinendrehachse 4 relativ zu dem Stator drehbar ist. Dabei weist der Rotor 1 eine Rotorwelle 5 auf, über welche die elektrische Maschine Antriebsdrehmomente zum, insbesondere reinen, elektrischen Antreiben des Kraftfahrzeugs bereitstellen kann. Außerdem weist der Rotor 1 ein Schleifringmodul 3 auf. Die elektrische Maschine ist bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel als eine stromerregte Synchronmaschine (SSM) ausgebildet. Dabei weist der Rotor 1, wie besonders gut in Zusammenschau mit Fig. 2 erkennbar ist, ein Blechpaket 6 auf, welches separat von der Rotorwelle 5 ausgebildet und auf der Rotorwelle 5 angeordnet ist. Insbesondere ist das Blechpaket 6 drehfest mit der Rotorwelle 5 verbunden. Somit ist das Blechpaket 6 derart mit der Rotorwelle 5 verbunden, dass um die Maschinendrehachse 4 erfolgende Relativdrehungen zwischen dem Blechpaket 6 und der Rotorwelle 5 unterbleiben. Ganz vorzugsweise ist das Blechpaket 6 (auch) derart mit der Rotorwelle 5 verbunden, dass in axialer Richtung des Rotors 1 und somit der elektrischen Maschine erfolgende Relativbewegungen zwischen dem Blechpaket 6 und der Rotorwelle 5 unterbleiben. Die axiale Richtung des Rotors 1 und somit der elektrischen Maschine insgesamt fällt mit der Maschinendrehachse 4 zusammen und ist in Fig. 1 durch einen Doppelpfeil 7 veranschaulicht. Während eines Betriebs der elektrischen Maschine, deren radiale Richtung senkrecht zur axialen Richtung verläuft und durch einen Doppelpfeil 8 veranschaulicht ist, dreht sich der Rotor 1 und somit die Rotorwelle 5 um die Maschinendrehachse 4 relativ zu dem Stator, wodurch auf den Rotor 1 Fliehkräfte wirken, die insbesondere in radialer Richtung der elektrischen Maschine und somit des Rotors 1 nach außen wirken.

Wie besonders gut in Zusammenschau mit Fig. 2 erkennbar ist, weist das Blechpaket 6 zwei in axialer Richtung voneinander wegweisende, mithin voneinander abgewandte, axiale Stirnseiten auf, nämlich eine erste axiale Stirnseite 9 und eine zweite axiale Stirnseite 10. In axialer Richtung des Rotors 1 schließt sich an die erste axiale Stirnseite 9 und somit an das Blechpaket 6 eine erste Sternscheibe 11 des Rotors 1 an, wobei die Sternscheibe 11 separat von dem Blechpaket 6 und separat von der Rotorwelle 5 ausgebildet ist. Somit ist die Sternscheibe 11 auf der ersten axialen Stirnseite 9 angeordnet. In axialer Richtung des Rotors 1 schließt sich an die zweite axiale Stirnseite 10 und somit an das Blechpaket 6 eine zweite Sternscheibe 12 des Rotors 1 an, wobei

die Sternscheibe 12 separat von dem Blechpaket 6, separat von der Rotorwelle 5 und separat von der Sternscheibe 11 ausgebildet ist. Somit ist das Blechpaket 6 in axialer Richtung des Rotors 1 zwischen den Sternscheiben 11 und 12 angeordnet. Außerdem ist erkennbar, dass das Blechpaket 6 in axialer Richtung des Rotors 1 beidseitig an den axialen Stirnseiten 9 und 10 endet. Das Blechpaket 6 und die Sternscheiben 11 und 12 sind auf der Rotorwelle 5 angeordnet. Insbesondere ist vorzugsweise die jeweilige Sternscheibe 11, 12 drehfest mit der Rotorwelle 5 verbunden.

Aus Fig. 2 ist erkennbar, dass der Rotor 1 auch Wicklungen 13 aufweist, welche auch als Rotorwicklungen bezeichnet werden. Insbesondere ist die elektrische Maschine als Innenläufer-Synchronmaschine ausgebildet. Grundsätzlich wäre es denkbar, dass das Blechpaket 6 als ein einstückiger Eisenkern ausgebildet ist. Mit anderen Worten ist es denkbar, dass das Blechpaket 6 einstückig ausgebildet, mithin aus einem einzigen Stück gebildet ist. Ferner wäre es denkbar, dass das Blechpaket 6 aus mehreren, separat voneinander ausgebildeten und miteinander verbundenen Einzelblechen gebildet ist, welche beispielsweise in axialer Richtung des Rotors 1 und/oder in um die Maschinendrehachse 4 verlaufender Umfangsrichtung des Rotors 1 und somit der elektrischen Maschine aufeinander folgen. Die Umfangsrichtung des Rotors 1 und somit der elektrischen Maschine verläuft um die Maschinendrehachse 4 herum und ist in Fig. 2 durch einen Doppelpfeil 14 veranschaulicht.

Das Blechpaket 6 weist einen ringförmigen, zentralen Bereich 15 auf, welcher auch als Joch oder Rotorjoch bezeichnet wird. Der Bereich 15 begrenzt eine zentrale Durchgangsöffnung 16 des Blechpakets 6, wobei die Durchgangsöffnung 16 von der Rotorwelle 5 durchdrungen ist. Von dem Bereich 15 stehen in radialer Richtung des Rotors 1 nach außen hin Pole 17 des Blechpakets 6 ab, wobei die Pole 17 in Umfangsrichtung (Doppelpfeil 14) des Rotors 1 aufeinanderfolgend und voneinander beabstandet angeordnet sind, insbesondere derart, dass die Pole 17 in Umfangsrichtung des Rotors 1 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Hierdurch ist zwischen jeweils zwei in Umfangsrichtung des Rotors 1 benachbarten Pole 17 jeweils eine Rotornut 18 ausgebildet, so dass die Rotornuten 18 in Umfangsrichtung des Rotors 1 aufeinanderfolgend und dabei insbesondere gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Die Rotorwicklungen sind um die Pole 17 und auch um die Sternscheiben 11 und 12 gewickelt, derart, dass erste Längenbereiche der Rotorwicklungen in den Rotornuten 18 verlaufen, zweite Längenbereiche der Rotorwicklungen in axialer Richtung des Rotors 1 von der Stirnseite 9 abstehen und dadurch erste Wickelköpfe der Rotorwicklungen bilden, und dritte Längenbereiche der Rotorwicklungen in axialer Richtung des Rotors 1 von der

Stirnseite 10 abstehen und zweite Wickelköpfe der Rotorwicklungen bilden. Dies bedeutet, dass die ersten Wickelköpfe auf der ersten axialen Stirnseite 9 und die zweiten Wickelköpfe auf der zweiten axialen Stirnseite 10 angeordnet sind. Dabei ist die Sternscheibe 11 in axialer Richtung des Rotors 1 zwischen dem jeweiligen, ersten Wickelkopf und dem Blechpaket 6, insbesondere der axialen Stirnseite 9, angeordnet, und die zweite Sternscheibe 12 ist in axialer Richtung des Rotors 1 zwischen dem jeweiligen, zweiten Wickelkopf und dem Blechpaket 6, insbesondere der zweiten axialen Stirnseite 10, angeordnet.

Des Weiteren weist das Blechpaket 6 Polschuhe 19 auf, insbesondere derart, dass je Pol 17 ein jeweiliger Polschuh 19 vorgesehen ist, wobei sich beispielsweise der jeweilige Polschuh 19 an den jeweiligen Pole 17 anschließt, insbesondere an einem von dem Bereich 15 abgewandten, in radialer Richtung des Rotors 1 äußeren Ende des jeweiligen Pols 17. Mit anderen Worten sind die Polschuhe 19 an jeweiligen, in radialer Richtung des Rotors 1 dem Bereich 15 gegenüberliegenden Enden der Pole 17 angeordnet, wobei die Polschuhe 19 verhindern, dass die zwischen dem Bereich 15 (Rotorjoch) und den Polschuhen 19 angeordneten Wickelköpfe bei einer um die Maschinendrehachse 4 relativ zu dem Stator erfolgenden Drehung des Rotors 1 von den Polen 17 rutschen. Beispielsweise sind in den Rotornuten 18 Deckschieber 20 angeordnet, welche die Rotornuten 18 insbesondere in radialer Richtung des Rotors 1 nach außen hin verschließen und verhindern, dass die Rotorwicklungen, insbesondere die ersten Längenbereiche, aus den Rotornuten 18 gedrückt werden.

Fig. 3 zeigt beispielhaft die erste Sternscheibe 11, wobei die vorigen und folgenden Ausführungen zur Sternscheibe 11 ohne Weiteres auch auf die Sternscheibe 12 übertragen werden können und umgekehrt. Insbesondere sorgt die jeweilige, zwischen der jeweiligen Stirnseite 9, 10 und dem jeweiligen Wickelkopf angeordnete Sternscheibe 11, 12 für eine vorteilhafte Umlenkung von Wickeldrähten der Rotorwicklungen an der jeweiligen Stirnseite 9, 10, wobei die Rotorwicklungen aus den Wickeldrähten gebildet sind. Um die jeweilige Sternscheibe 11, 12 herum ist beispielsweise eine jeweilige Bandage 21 angeordnet, welche beispielsweise als ein jeweiliger Stützring ausgebildet ist. Die jeweilige Bandage 21 sorgt für eine zusätzliche Stabilität und Fixierung der jeweiligen Sternscheibe 11, 12.

Aus Fig. 3 ist am Beispiel der Sternscheibe 11 erkennbar, dass die jeweilige Sternscheibe 11, 12 einen insbesondere mit dem Bereich 15 korrespondierenden, zentralen Bereich 22 aufweist, welcher auch als Sternscheibenjoch bezeichnet wird und zumindest im

Wesentlichen ringförmig ist und eine jeweilige Durchgangsöffnung 23 begrenzt, insbesondere derart, dass die Durchgangsöffnung 23, insbesondere direkt, von einer innenumfangsseitigen Mantelfläche 24 des Bereichs 22 begrenzt ist. Dabei ist die Durchgangsöffnung 23 von der Rotorwelle 5 durchdrungen. In radialer Richtung des Rotors 1, dessen radiale Richtung senkrecht zur axialen Richtung verläuft und durch den Doppelpfeil 8 veranschaulicht ist, nach außen hin stehen von dem zentralen Bereich 22 sternförmig oder sternartig Stege 25 ab, welche in Umfangsrichtung des Rotors 1 aufeinanderfolgend und voneinander beabstandet angeordnet sind, insbesondere derart, dass die Stege 5 in Umfangsrichtung des Rotors 1 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Insbesondere ist je Pol 17 ein jeweiliger Steg 25 vorgesehen, so dass beispielsweise die Pole 17 in axialer Richtung des Rotors 1 nach außen hin durch die jeweiligen Stege 25 der jeweiligen Sternscheibe 11, 12 überlappt sind. Die Stege 25 werden auch als Tragzähne bezeichnet, und der Bereich 22 wird beispielsweise auch als Ringträger bezeichnet. Insbesondere liegt der jeweilige Bereich 22 in axialer Richtung des Rotors 1, insbesondere direkt, an dem Rotorjoch (Bereich 15) an. In radialer Richtung des Rotors 1 nach außen hin stehen von dem Ringträger (Bereich 22) der jeweiligen Sternscheibe 11, 12 die Tragzähne (Steg 25) ab, welche an der jeweiligen Stirnseite 9, 10 des Blechpakets 6 überlappend mit den Polen 17 angeordnet sind. Über die Tragzähne werden die Rotorwicklungen von einer jeweiligen der Rotornuten 15 in eine jeweils benachbarte Rotornut 15 geführt, so dass die Stege 25 in axialer Richtung des Rotors 1 zwischen den Polen 17 und den jeweiligen, auf der jeweiligen Stirnseite 9, 10 angeordneten Wickelköpfen angeordnet sind. Außerdem weist die jeweilige Sternscheibe 11, 12 axial von den Stegen 25 abstehende Endstücke 26 auf, welche auf die jeweiligen Wickelköpfe wirkende Fliehkräfte aufnehmen können. Mit anderen Worten sind beispielsweise die ersten Wickelköpfe in radialer Richtung des Rotors 1 nach außen hin durch die Endstücke 26 der Sternscheibe 11 zumindest teilweise überlappt, und beispielsweise sind die zweiten Wickelköpfe in radialer Richtung des Rotors 1 nach außen hin zumindest teilweise durch die Endstücke 26 der Sternscheibe 12 überlappt. Dadurch können die ersten Wickelköpfe bereichsweise die zweiten Wickelköpfe in radialer Richtung des Rotors 1 nach außen hin an den Endstücken 26 der Sternscheibe 11 beziehungsweise 12 abstützbar oder abgestützt sein. Insbesondere ist es denkbar, dass das jeweilige Endstück 26 den jeweiligen Steg 25, an dessen in radialer Richtung des Rotors 1 dem Bereich 22 gegenüberliegenden Ende des jeweiligen Stegs 25 das jeweilige Endstück 26 angeordnet ist, in um die Maschinendrehachse und somit um die axiale Richtung des Rotors 1 verlaufender Umfangsrichtung des Rotors 1 insbesondere beidseitig überragt.

In Fig. 1 sind die ersten Wickelköpfe mit 27 bezeichnet, und die zweiten Wickelköpfe sind mit 28 bezeichnet.

Um nun auch bei hohen Drehzahlen des Rotors 1 eine besonders hohe Laufruhe und somit einen besonders vorteilhaften Betrieb der elektrischen Maschine gewährleisten zu können, weist der Rotor 1 eine sich in axialer Richtung des Rotors 1 an die Sternscheibe 11 anschließende und direkt auf die Rotorwelle 5 aufgeschraubte Wellenmutter 29 auf, mittels welcher die Sternscheibe 11 in axialer Richtung des Rotors 1 gegen das Blechpaket 6, insbesondere gegen die Stirnseite 9, gespannt ist. Aus Fig. 1 ist erkennbar, dass sich die Sternscheibe 11 in axialer Richtung des Rotors 1 an die erste axiale Stirnseite 9 des Blechpakets 6 anschließt, wobei die Sternscheibe 11 in axialer Richtung des Rotors 1 direkt an der Stirnseite 9 anliegt und somit direkt an der Stirnseite 9 abgestützt ist. Dabei ist die Sternscheibe 11 mittels der Wellenmutter 29 in axialer Richtung des Rotors 1 direkt gegen die erste axiale Stirnseite 9 gespannt. Die Sternscheibe 11 weist eine in axialer Richtung des Rotors 1 von dem Blechpaket 6 abgewandte und der Wellenmutter 29 zugewandte, erste Seite 30 auf, wobei die Wellenmutter 29 in axialer Richtung des Rotors 1 direkt an der Seite 30 anliegt. Dadurch, dass die Wellenmutter 29 direkt auf die Rotorwelle 5 aufgeschraubt ist, mithin direkt mit der Rotorwelle 5 verschraubt ist, ist die Wellenmutter 29 in axialer Richtung des Rotors 1 direkt gegen die Seite 30 der Sternscheibe 11 gespannt.

Aus der in axialer Richtung des Rotors 1 von der ersten axialen Stirnseite 9 wegweisenden, zweiten axialen Stirnseite 10 des Blechpakets 6 weist die Rotorwelle 5 einen einstückig mit der Rotorwelle 5 ausgebildeten, auch als Wellenbund bezeichneten Bund 31 auf, wobei das Blechpaket 6 in axialer Richtung des Rotors 1 derart mittelbar an dem Bund 31 abgestützt und derart mittels der Wellenmutter 29 in axialer Richtung des Rotors 1 mittelbar gegen den Bund 31 gespannt ist, dass in axialer Richtung des Rotors 1 zwischen dem Bund 31 und der zweiten axialen Stirnseite 10 die separate, zweite Sternscheibe 12 angeordnet ist. Dabei ist das Blechpaket 6 unter Vermittlung der zweiten Sternscheibe 12 in axialer Richtung des Rotors 1 an dem Bund 31 abgestützt und mittels der Wellenmutter 29 in axialer Richtung des Rotors 1 unter Vermittlung der zweiten Sternscheibe 12 gegen den Bund 31 gespannt. Die zweite Sternscheibe 12 liegt direkt an der zweiten axialen Stirnseite 10 an und weist ein in axialer Richtung des Rotors 1 von der Stirnseite 10 und somit von dem Blechpaket 6, von der Sternscheibe 11 und von der Wellenmutter 29 wegweisende, zweite Seite 32 auf, welche direkt an dem Bund 31 anliegt. Mit anderen Worten liegt der Bund 31 in axialer Richtung des Rotors 1 direkt an der zweiten Seite 32 an.

Die jeweilige Sternscheibe 11, 12 wird beispielsweise auch als erstes Bauteil bezeichnet, und das Blechpaket 6 wird auch als zweites Bauteil bezeichnet. Es ist denkbar, dass eines der Bauteile, insbesondere die jeweilige Sternscheibe 11, 12, wenigstens einen oder mehrere Vorsprünge aufweist, der oder die beispielsweise in wenigstens eine oder mehrere, korrespondierende Ausnehmung oder Ausnehmungen eingreifen, so dass beispielsweise die jeweilige Sternscheibe 11, 12 derart formschlüssig mit dem Blechpaket 6 zusammenwirkt, dass in Umfangsrichtung des Rotors 1 verlaufende Relativdrehungen zwischen der jeweiligen Sternscheibe 11, 12 und dem Blechpaket 6 unterbleiben, mithin die jeweilige Sternscheibe 11, 12 und das Blechpaket 6 formschlüssig drehfest miteinander verbunden sind. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel weist beispielsweise die Sternscheibe 11 wenigstens einen Vorsprung 33 auf, welcher in eine korrespondierende Ausnehmung 34 des Blechpakets 6 eingreift, wodurch die Sternscheibe 11 und das Blechpaket 6 formschlüssig drehfest miteinander verbunden sind, vorliegend derart, dass um die Maschinendrehachse 4 und somit in Umfangsrichtung des Rotors 1 erfolgende Relativdrehungen zwischen dem Blechpaket 6 und der Sternscheibe 11 unterbleiben. Dadurch muss beispielsweise die jeweilige Sternscheibe 11, 12 nicht selbst direkt drehfest mit der Rotorwelle 5 verbunden sein.

Bezugszeichenliste

1	Rotor
3	Schleifringmodul
4	Maschinendrehachse
5	Rotorwelle
6	Blechpaket
7	Doppelpfeil
8	Doppelpfeil
9	erste axiale Stirnseite
10	zweite axiale Stirnseite
11	erste Sternscheibe
12	zweite Sternscheibe
13	Wicklungen
14	Doppelpfeil
15	Bereich
16	Durchgangsöffnung
17	Pol
18	Rotornut
19	Polschuh
20	Deckschieber
21	Bandage
22	Bereich
23	Durchgangsöffnung
24	innenumfangsseitige Mantelfläche
25	Steg
26	Endstück
27	erste Wickelköpfe
28	zweite Wickelköpfe
29	Wellenmutter
30	erste Seite
31	Bund
32	zweite Seite
33	Vorsprung
34	Ausnehmung

Patentansprüche

1. Rotor (1) für eine elektrische Maschine, mit einer Rotorwelle (5), mit einem auf der Rotorwelle (5) angeordnet Blechpaket (6), und mit wenigstens einer sich in axialer Richtung (7) des Rotors (1) an das Blechpaket (6) anschließenden und auf der Rotorwelle (5) angeordneten Sternscheibe (11),
gekennzeichnet durch
eine sich in axialer Richtung (7) des Rotors (1) an die Sternscheibe (11) anschließende und auf die Rotorwelle (5) aufgeschraubte Wellenmutter (29), mittels welcher die Sternscheibe (11) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) gegen das Blechpaket (6) gespannt ist.
2. Rotor (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die Sternscheibe (11) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) an eine erste axiale Stirnseite (9) des Blechpakets (6) anschließt.
3. Rotor (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sternscheibe (11) mittels der Wellenmutter (29) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) gegen die erste axiale Stirnseite (9) gespannt ist.
4. Rotor (1) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sternscheibe (11) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) direkt an der ersten axialen Stirnseite (9) anliegt.
5. Rotor (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf einer in axialer Richtung (7) des Rotors (1) von der ersten axialen Stirnseite (9) wegweisenden, zweiten axialen Stirnseite (10) des Blechpakets (6) ein Bund (31) der Rotorwelle (5) angeordnet ist, wobei das Blechpaket (6) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) zumindest mittelbar an dem Bund (31) abgestützt und mittels der

Wellenmutter (29) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) zumindest mittelbar gegen den Bund (31) gespannt ist.

6. Rotor (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
in axialer Richtung (7) des Rotors (1) zwischen dem Bund (31) und der zweiten axialen Stirnseite (10) eine zweite Sternscheibe (12) angeordnet ist, wobei das Blechpaket (6) unter Vermittlung der zweiten Sternscheibe (12) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) an dem Bund (31) abgestützt und mittels der Wellenmutter (29) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) unter Vermittlung der zweiten Sternscheibe (12) gegen den Bund (31) gespannt ist.
7. Rotor (1) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Sternscheibe (12) in axialer Richtung (7) des Rotors (1) einerseits direkt an dem Bund (31) und andererseits direkt an der zweiten axialen Stirnseite (10) anliegt.
8. Rotor (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Bund (31) einstückig mit der Rotorwelle (5) ausgebildet ist.
9. Elektrische Maschine, mit einem Stator und mit einem Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
10. Elektrische Maschine nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrische Maschine als eine stromerregte Synchronmaschine ausgebildet ist.

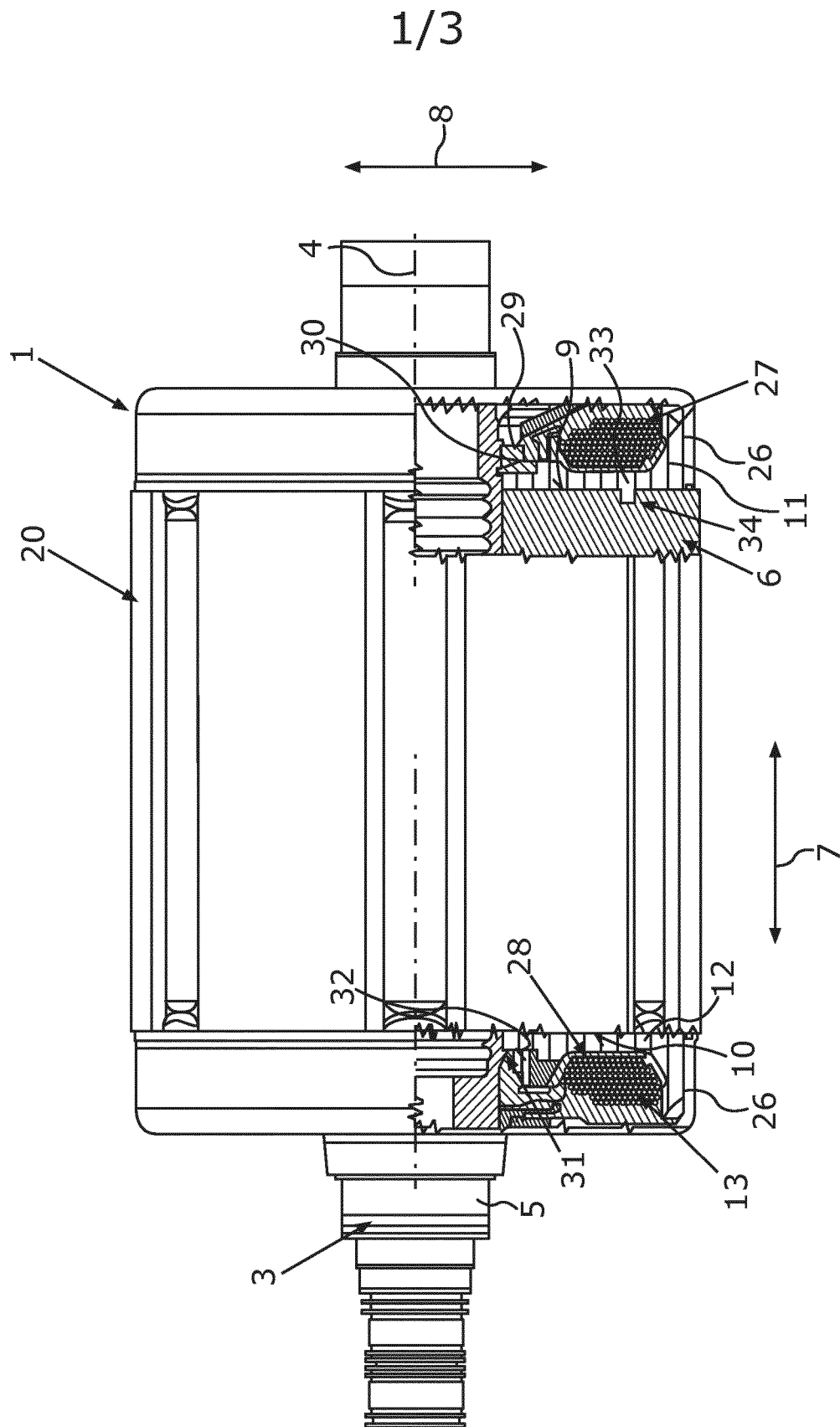


Fig. 1

2/3

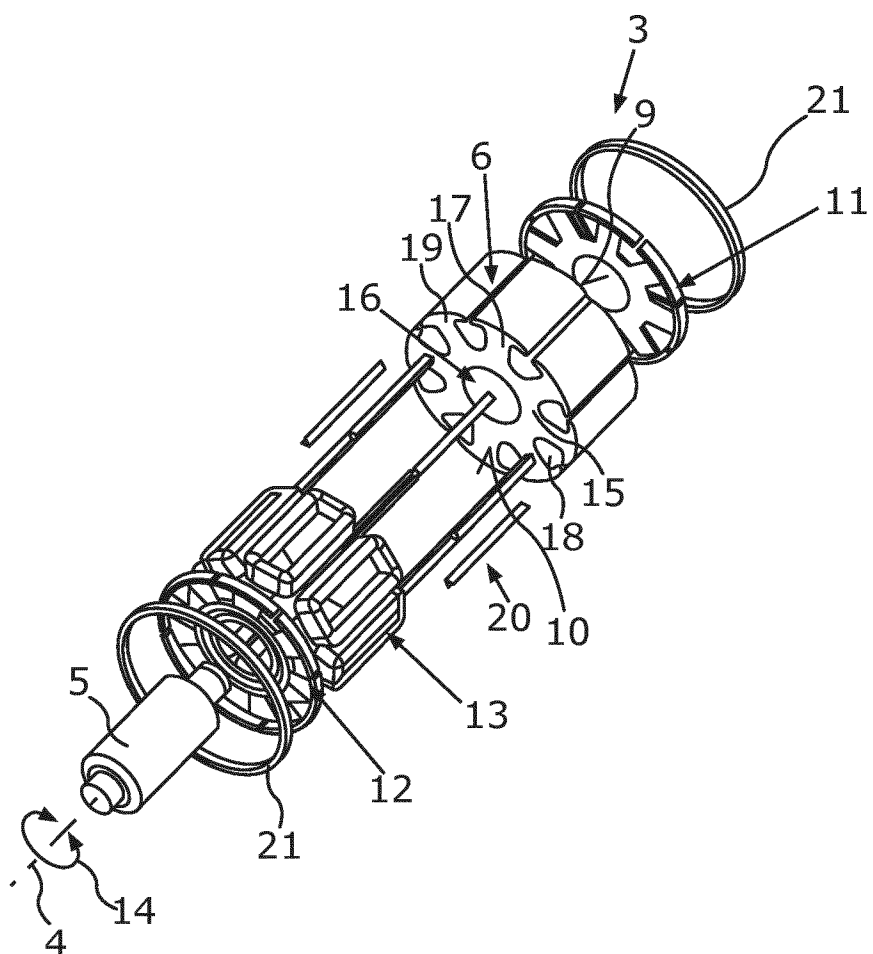


Fig.2

3/3

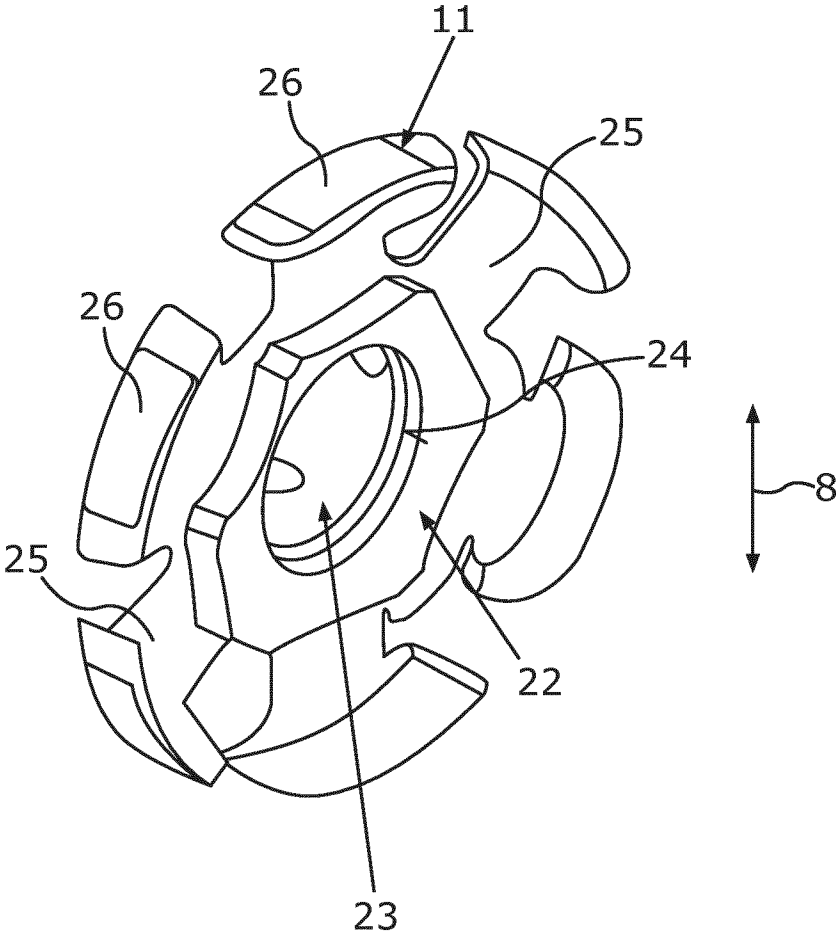


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/052873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/28**(2006.01)i; **H02K 3/52**(2006.01)i; **H02K 7/00**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102020113110 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 18 November 2021 (2021-11-18) paragraph [0029]; figures 1-2	1-10
A	KR 20190058339 A (KERI KOREA ELECTROTECHNOLOGY RES INST [KR]) 29 May 2019 (2019-05-29) paragraphs [0005] - [0008], [0045], [0050], [0051]; figures 2-3	1-10
A	US 3694906 A (RANK WILLIAM E ET AL) 03 October 1972 (1972-10-03) figures 1-2 column 2, lines 1-8 column 4, lines 20-33	1-4, 9, 10
X	JP S433121 Y1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 09 February 1968 (1968-02-09) page 1; figures 1-2	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 April 2024

Date of mailing of the international search report

02 May 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Georgopoulos, P

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/052873

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	102020113110	A1	18 November 2021	CN	115298942	A		04 November 2022	
				DE	102020113110	A1		18 November 2021	
				US	2023179046	A1		08 June 2023	
				WO	2021228493	A1		18 November 2021	
KR	20190058339	A	29 May 2019	CN	111373639	A		03 July 2020	
				KR	20190058339	A		29 May 2019	
				WO	2019098809	A1		23 May 2019	
US	3694906	A	03 October 1972	NONE					
JP	S433121	Y1	09 February 1968	NONE					

2

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP S43 3121 Y1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 9. Februar 1968 (1968-02-09) Seite 1; Abbildungen 1-2 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/052873

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102020113110 A1	18-11-2021	CN 115298942 A	04-11-2022
		DE 102020113110 A1	18-11-2021
		US 2023179046 A1	08-06-2023
		WO 2021228493 A1	18-11-2021

KR 20190058339 A	29-05-2019	CN 111373639 A	03-07-2020
		KR 20190058339 A	29-05-2019
		WO 2019098809 A1	23-05-2019

US 3694906 A	03-10-1972	KEINE	

JP S433121 Y1	09-02-1968	KEINE	
