

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. August 2024 (29.08.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/175693 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 1/276 (2022.01) H02K 1/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/054479

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. Februar 2024 (22.02.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2023 201 706.7

24. Februar 2023 (24.02.2023) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) **Erfinder: WESA, Matthias**; Elisabethen Str 3, 88212 Ra-
vensburg (DE). **NEIDHARDT, Philipp**; Joseph-Haydn-
Straße 2, 88677 Markdorf (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, 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.

(54) **Title:** ROTOR WITH AN INCLINATION, AND METHOD FOR PRODUCING THE ROTOR

(54) **Bezeichnung:** ROTOR MIT SCHRÄGUNG SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES ROTORS

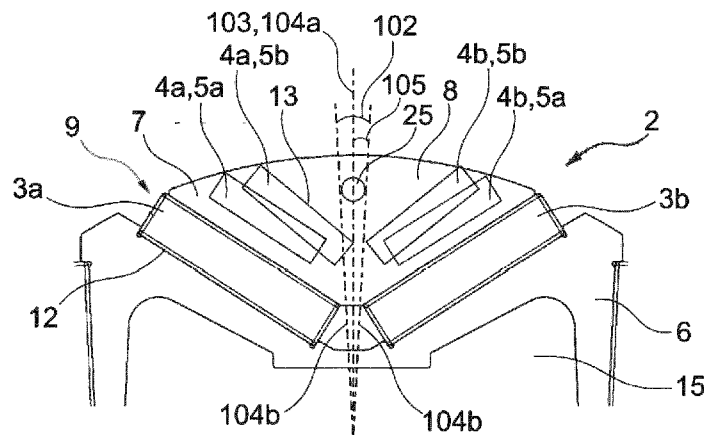


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a rotor (1) for an electric machine, comprising multiple rotor poles (2), which are distributed in the circumferential direction and each of which has at least one inner magnet unit (3a), (3b) and at least one outer magnet unit (4a), (4b), and at least two lamination sub-stack (5a), (5b), each lamination sub-stack (5a), (5b) comprising a laminated core (6) and a plurality of insert segments (7), wherein for each rotor pole (2), the laminated core (6) has a segment receiving area (9) which is open radially outwards for receiving a respective insert segment (7); for each rotor pole (2), the laminated core (6) has an inner magnet receiving area (12) for receiving the inner magnet unit (3a), (3b); and each insert segment (7) has an outer magnet receiving area (13) for receiving the outer magnet unit (3a), (3b). The rotor also comprises a band (14) which surrounds the lamination sub-stacks (5a), (5b) and via which the insert segments (7) are held in the respective segment receiving area (9). According to the invention, the inner magnet units (3a), (3b) and/or the outer magnet units (4a), (4b) of two adjacent lamination sub-stacks (5a), (5b) are offset by an inclination angle (102) in the circumferential direction.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Rotor (1) für eine elektrische Maschine, mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten Rotorpolen (2), welche jeweils mindestens eine innere Magneteinheit (3a), (3b) und mindestens eine äußere Magneteinheit (4a), (4b) aufweisen, mit

(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)

mindestens zwei Teilblechpaketen (5a), (5b), wobei jedes Teilblechpaket (5a), (5b) einen Blechkern (6) sowie mehrere Einlegesegmente (7) umfasst, wobei der Blechkern (6) je Rotorpol (2) eine radial nach außen geöffnete Segmentaufnahme (9) zur Aufnahme jeweils eines Einlegesegments (7) aufweist, wobei der Blechkern (6) je Rotorpol (2) eine innere Magnetaufnahme (12) zur Aufnahme der inneren Magneteinheit (3a), (3b) und jedes Einlegesegment (7) eine äußere Magnetaufnahme (13) zur Aufnahme der äußeren Magneteinheit (3a), (3b) aufweist, und mit einer die Teilblechpakete (5a), (5b) umschließenden Bandage (14), über welche die Einlegesegmente (7) in der jeweiligen Segmentaufnahme (9) gehalten sind, vorgeschlagen, wobei die inneren Magneteinheiten (3a), (3b) und/oder die äußeren Magneteinheiten (4a), (4b) zweier benachbarter Teilblechpakete (5a), (5b) in Umfangsrichtung um einen Schrägungswinkel (102) versetzt angeordnet sind.

Rotor mit Schrägung sowie Verfahren zur Herstellung des Rotors

Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine elektrische Maschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des Rotors.

Es sind Rotoren für elektrische Maschinen bekannt, die üblicherweise einen aus mehreren übereinander gestapelten Einzelblechen gebildeten Rotorkern aufweisen, wobei der Rotorkern mehrere in Umfangsrichtung verteilte Magnettaschen zur Aufnahme von Permanentmagneten aufweist. Für Rotoren von permanent erregten Synchronmaschinen (PSM) werden in der Regel sogenannte vergrabene Permanentmagnete eingesetzt, welche innerhalb des Rotorkerns eingebettet sind. Weiterhin ist es bekannt, die vergrabenen Permanentmagnete zur Verbesserung des Wirkungsgrades mit Oberflächenmagneten zu ergänzen, welche außenseitig des Rotorkerns angeordnet und durch eine Bandagierung des Rotorkerns fixiert werden. Durch die Bandagierung des Rotorkerns wird eine besonders hohe mechanische Festigkeit bzw. Drehzahlfestigkeit erreicht.

Die Druckschrift DE 10 2019 117 686 A1 offenbart eine Rotoreinrichtung für eine elektrische Maschine, mit einem Rotor, umfassend einen Rotorkern und eine den Rotorkern radial umschließende Bandage und eine Mehrzahl von Rotorpolen. Die Rotorpole umfassen jeweils wenigstens zwei im Rotorkern vergrabene Magneteinheiten, nämlich Innenmagneteinheiten, und jeweils wenigstens eine zwischen dem Rotorkern und der Bandage angeordnete Magneteinheit, nämlich Oberflächenmagneteinheiten.

Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, einen Rotor der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher sich durch ein verbessertes Betriebsverhalten auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch einen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. In den Unteransprüchen, der Beschreibung mit den beigefügten Figuren sind weitere Merkmale und Vorteile sowie Wirkungen der Erfindung beschrieben.

Gegenstand der Erfindung ist ein Rotor, welcher für eine elektrische Maschine ausgebildet und/oder geeignet ist. Insbesondere ist die elektrische Maschine für einen elektrischen Achsantrieb und/oder zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs ausgebildet und/oder geeignet. Vorzugsweise ist die elektrische Maschine als ein Innenläufer ausgebildet, wobei der Rotor radial innerhalb eines Stators angeordnet ist. Beispielsweise kann die elektrische Maschine als eine Traktionsmaschine, auch als separater Motor-Generator (SMG) bekannt, ausgebildet sein. Besonders bevorzugt ist die elektrische Maschine als eine permanenterregte Synchronmaschine, kurz PSM, ausgebildet.

Der Rotor weist mehrere in Umfangsrichtung verteilte Rotorpole auf, welche jeweils mindestens oder genau eine innere Magneteinheit und mindestens oder genau eine äußere Magneteinheit aufweisen. Insbesondere sind die inneren Magneteinheiten als radial innenliegende, insbesondere vergrabene, Magneteinheiten zu verstehen, wohingegen die äußeren Magneteinheiten als radial außenliegende Magneteinheiten zu verstehen sind. Vorzugsweise umfassen die inneren und die äußeren Magneteinheiten jeweils einen oder mehrere polerzeugende Magnete, insbesondere Permanentmagnete. Bevorzugt weist der Rotor mehr als vier, vorzugsweise mehr als sechs, im Speziellen mehr als acht der Rotorpole auf, welche in Umfangsrichtung gleichverteilt sind. Im Speziellen, weist der Rotor $1n$, $2n$ oder $3n$ innere Magneteinheiten und $1n$, $2n$ oder $3n$ äußere Magneteinheiten auf, wobei n der Anzahl an Rotorpolen entspricht.

Der Rotor weist mindestens oder genau zwei Teilblechpakete auf, wobei jedes Teilblechpaket einen Blechkern sowie mehrere Einlegesegmente umfasst. Vorzugsweise sind die mindestens zwei Teilblechpakete gemeinsam, insbesondere mehrteilig, zu einem Rotorblechpaket miteinander verbunden. Insbesondere sind die mindestens zwei Teilblechpakete gemeinsam auf einer Rotorwelle in axialer Richtung in Bezug auf eine Rotordrehachse aufeinanderfolgend und/oder drehfest angeordnet. Beispielsweise kann das Rotorblechpaket mehr als zwei, vorzugsweise mehr als vier, im Speziellen mehr als sechs der Teilblechpakete umfassen. Vorzugsweise ist der

Blechkern umlaufend geschlossen, insbesondere im Wesentlichen ringförmig ausgebildet. Alternativ kann der Blechkern jedoch auch umlaufend segmentiert ausgebildet sein. Beispielsweise kann dabei die Segmentierung in Umfangsrichtung im Bereich der Polränder bzw. an den Polrändern erfolgen. Vorzugsweise sind die Einlegesegmente separat zu dem Blechkern bzw. als separate Bauteile ausgebildet. Bevorzugt ist jedem Rotorpol genau ein Einlegesegment zugeordnet.

Der Blechkern weist je Rotorpol jeweils eine radial nach außen hin geöffnete Segmentaufnahme auf, welche zur Aufnahme jeweils eines Einlegesegementes ausgebildet und/oder geeignet ist. Insbesondere weisen die Segmentaufnahmen eine zu den Einlegesegmenten komplementäre und/oder geometrisch ähnliche Kontur auf. Vorzugsweise sind die Einlegesegmente in Umfangsrichtung und/oder in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse formschlüssig an den inneren Magneteinheiten abgestützt. Vorzugsweise sind die Einlegesegmente passgenau und/oder spielfrei an den inneren Magneteinheiten abgestützt. Besonders bevorzugt sind die Einlegesegmente derart in den Segmentaufnahmen aufgenommen, dass diese mit ihrer radialen Außenseite einen Außenumfang des Rotors definieren und/oder auf einem gemeinsamen Teilkreis um die Rotordrehachse angeordnet sind.

Der Blechkern weist je Rotorpol eine innere Magnetaufnahme auf, welche zur Aufnahme der mindestens einen inneren Magneteinheiten ausgebildet und/oder geeignet ist. Insbesondere ist die innere Magnetaufnahme radial zwischen dem Blechkern und dem jeweils zugehörigen Einlegesegment gebildet. Vorzugsweise dient die innere Magnetaufnahme zur formschlüssigen und/oder kraftschlüssigen Aufnahme der inneren Magneteinheiten. Hierzu weist der Blechkern und/oder das Einlegesegment je Magneteinheit jeweils eine Haltestruktur auf, welche die jeweilige innere Magneteinheit formschlüssig und/oder kraftschlüssig fixieren. Vorzugsweise ist die Haltestruktur einstückig, insbesondere aus einem gemeinsamen Materialabschnitt, mit dem Blechkern bzw. dem Einlegesegment ausgebildet. Beispielsweise ist die Haltestruktur als einer Haltenase oder Verengung oder Vorsprung oder dergleichen ausgebildet. Alternativ kann die Haltestruktur jedoch auch durch eine an dem Blechkern

und/oder dem Einlegesegment ausgebildete Vertiefung ausgebildet sein. Im Speziellen sind die inneren Magneteinheiten in einem ersten Montageschritt von außen in die innere Magnetaufnahme einsetzbar.

Weiterhin weist jedes Einlegesegment mindestens oder genau eine äußere Magnetaufnahme auf, welche zur Aufnahme der mindestens einen äußeren Magneteinheit ausgebildet und/oder geeignet ist. Insbesondere dient die äußere Magnetaufnahme zur formschlüssigen und/oder kraftschlüssigen Aufnahme einer oder mehrerer der äußeren Magneteinheiten. Hierzu weist das Einlegesegment und/oder ein weiteres Einlegesegment je Magneteinheit jeweils eine Haltestruktur auf, welche die jeweilige äußere Magneteinheit formschlüssig und/oder kraftschlüssig fixiert. Vorzugsweise ist die Haltestruktur einstückig, insbesondere aus einem gemeinsamen Materialabschnitt, mit dem Einlegesegment bzw. dem weiteren Einlegesegment ausgebildet. Beispielsweise ist die Haltestruktur als eine Haltenase oder Verengung oder Vorsprung oder dergleichen ausgebildet. Alternativ kann die Haltestruktur jedoch auch durch eine an dem Einlegesegment und/oder dem weiteren Einlegesegment ausgebildete Vertiefung ausgebildet sein. Im Speziellen sind die äußeren Magneteinheiten in einem weiteren Montageschritt von außen in die äußere Magnetaufnahme einsetzbar.

Der Rotor weist eine die Teilblechpakete umschließende Bandage auf, über welche die inneren und die äußeren Magneteinheiten sowie die Einlegesegmente in der jeweiligen Segmentaufnahme gehalten sind. Insbesondere sind die inneren und die äußeren Magneteinheiten sowie die Einlegesegmente zwischen dem Blechkern und der Bandage eingespannt. Vorzugsweise ist die Bandage durch eine Faserumwicklung gebildet, welche vorzugsweise aus Kohlefaser oder anderen Fasermaterialien, wie zum Beispiel Metallfasern oder einem Faserverbundwerkstoff, beispielsweise faserverstärkter Kunststoff, gefertigt sein kann.

Im Rahmen der Erfindung ist vorgesehen, dass die äußeren Magneteinheiten zweier benachbarter Teilblechpakete in Umfangsrichtung um einen Schrägungswinkel versetzt angeordnet sind. Alternativ oder optional ergänzend sind die inneren Magnet-

einheiten zweier benachbarter Teilblechpakete in Umfangsrichtung um einen Schrägungswinkel versetzt angeordnet. Anders formuliert, sind die inneren Magneteinheiten des einen Teilblechpaketes gegenüber den inneren Magneteinheiten eines benachbarten Teilblechpaketes und/oder die äußeren Magneteinheiten des einen Teilblechpaketes gegenüber den äußeren Magneteinheiten des benachbarten Teilblechpaketes um den Schrägungswinkel zueinander verdreht. Bevorzugt ist durch den Schrägungswinkel innerhalb des Rotorblechpaketes zwischen dem ersten und dem zweiten Teilblechpaket ein Versatz gebildet, welcher zur axialen Abstützung der jeweiligen Magneteinheiten ausgebildet und/oder geeignet ist. Im Speziellen ist der Schrägungswinkel kleiner als eine Polteilung des Rotors. Anders formuliert ist der Schrägungswinkel kleiner als ein durch einen Mittenabstand zweier benachbarter Rotorpole definierter Winkel, welcher als $360/n$ dargestellt werden kann, wobei „n“ der Anzahl an Rotorpolen entspricht.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es bei bandagierten, ungeschrägten Rotoren aufgrund des Torquerippel-Effektes (Drehmomentschwankung) zu einer Geräuschanregung der elektrischen Maschine kommen kann. Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass durch die erzeugte Schrägung der inneren bzw. äußeren Magnetaufnahmen das Geräuschverhalten, insbesondere das Noise-Vibration-Harshness-Verhalten (NVH-Verhalten), und/oder Drehungleichförmigkeiten bzw. Drehmomentschwankungen des Rotors reduziert und/oder optimiert werden können. Es wird somit ein Rotor vorgeschlagen, welcher sich durch ein verbessertes Betriebsverhalten auszeichnet.

In einer konkreten Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass zumindest die äußere Magnetaufnahme eines jeden Rotorpols bezüglich einer in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse verlaufenden Hochachse asymmetrisch angeordnet ist. Insbesondere kann die Hochachse durch eine Mittellinie, Symmetrieachse oder eine sogenannte d-Achse des jeweiligen Rotorpols definiert sein, welche in der Mitte eines jeden Rotorpols liegt. Vereinfacht formuliert, sind die äußeren Magnetaufnahmen eines jeden Rotorpols in Umfangsrichtung bezüglich der Rotordrehachse mit einer Asymmetrie bzw. außermittig versetzt an dem jeweiligen Einlegesegment ausgebildet. Alternativ oder optional ergänzend ist die innere Magnetaufnahme bezüglich der

Hochachse asymmetrisch angeordnet. Vereinfacht formuliert, sind die inneren Magnetaufnahme eines jeden Rotorpols in Umfangsrichtung bezüglich der Rotordrehachse mit einer Asymmetrie bzw. außermittig versetzt an dem Blechkern ausgebildet. Durch die Asymmetrie kann somit in einfacher Weise eine ein- oder mehrfache Schrägung in dem Rotorblechpaket durch eine Verdrehung der Teilblechpakete um die jeweilige Hochachse erzeugt werden.

In einer Konkretisierung ist vorgesehen, dass der Blechkern und/oder die Einlegesegmente des einen Teilblechpaketes zur Bildung des Schrägungswinkels relativ zu dem Blechkern und/oder den Einlegesegmenten des anderen Teilblechpaketes um 180 Grad um die Hochachse umgedreht sind. Insbesondere bedeutet „umgedreht“, dass der Blechkern und/oder die Einlegesegmente eines ersten Teilblechpaketes gegenüber dem Blechkern bzw. Einlegesegmenten eines zweiten Teilblechpaketes derart um die Hochachse verdreht ist bzw. sind, so dass eine dem zweiten Teilblechpaket zuvor abgewandte Stirnseite des Blechkerns bzw. der Einlegesegmente dem zweiten Teilblechpaket zugewandt ist. Es wird somit ein Rotorblechpaket geschaffen, welches eine bessere Ausnutzung des Bauraums mit aktiver Länge aufweist, da der axiale Abstand zwischen den beiden Teilblechpaketen dem normalen Abstand von zwei Blechlamellen in dem Blechpaket entspricht. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass zur Erzeugung der Schrägung die mindestens zwei Teilblechpakete baugleich bzw. identisch ausgebildet sein können, da die Schrägung lediglich durch eine Verdrehung um die Hochachse erfolgt. Dadurch kann der Herstellungsprozess besonders einfach und kostengünstig realisiert werden.

In einer konkreten Ausführung ist vorgesehen, dass jeweils eine in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse verlaufende Mittellinie der inneren Magnetaufnahme zur Bildung des Schrägungswinkels in Umfangsrichtung um einen Differenzwinkel zu der Hochachse versetzt angeordnet ist. Alternativ oder optional ergänzend ist vorgesehen, dass jeweils eine in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse verlaufende Mittellinie der äußeren Magnetaufnahme zur Bildung des Schrägungswinkels in Umfangsrichtung um einen Differenzwinkel zu der Hochachse versetzt angeordnet ist. Der Differenzwinkel entspricht dabei dem halben Schrägungswinkel. Anders for-

muliert, bildet die Hochachse eine Winkelhalbierende des Schrägungswinkels. Insbesondere sind die Mittellinien der insbesondere asymmetrisch angeordneten Magnetaufnahmen abweichend zu der Hochachse angeordnet. Vorzugsweise ist die erste Mittellinie als eine Symmetrieachse der inneren Magnetaufnahme zu verstehen, an welcher die innere Magnetaufnahme bzw. die inneren Magneteinheiten gespiegelt sind. Vorzugsweise ist die zweite Mittellinie als eine Symmetrieachse der äußeren Magnetaufnahme zu verstehen, an welcher die äußere Magnetaufnahme bzw. die äußeren Magneteinheiten gespiegelt sind. Beispielsweise ist der Schrägungswinkel kleiner als 6 Grad, vorzugsweise kleiner als 4 Grad, im Speziellen kleiner als 2 Grad. Dadurch kann der Schrägungswinkel in einfacher Weise durch eine Verdrehung des Blechkerns und/oder der Einlegesegmente des einen Teilblechpaketes um die Hochachse gebildet werden.

In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Blechkerne jeweils mehrere in Umfangsrichtung verteilte und/oder beabstandete Durchgangsöffnungen aufweisen, welche zur Bildung jeweils eines Kühlkanals und/oder zur Gewichtsreduzierung ausgebildet und/oder geeignet sind. Dabei sind die Durchgangsöffnungen der Blechkerne aller Teilblechpakete deckungsgleich bzw. in axialer Richtung fluchtend zueinander ausgerichtet. Anders formuliert, durchsetzen die Durchgangsöffnungen das Rotorblechpaket in axialer Richtung durchgängig und/oder geradlinig. Insbesondere ist durch die als Kühlkanäle ausgebildeten Durchgangsöffnungen ein Strömungsweg definiert, entlang dessen das Kühlmittel den Rotor in axialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse durchströmt und Wärme abtransportiert. Vorzugsweise sind die Durchgangsöffnungen bezüglich der Hochachse symmetrisch in dem jeweiligen Blechkern angeordnet bzw. ausgebildet, so dass die Durchgangsöffnungen des einen Teilblechpaketes beim Umdrehen des zugehörigen Blechkerns um die Hochachse fluchtend zu den Durchgangsöffnungen des anderen Teilblechpaketes angeordnet bzw. anordbar sind. Im Speziellen weist das Rotorblechpaket jeweils einen Kühlkanal pro Rotorpol auf. Der Vorteil besteht darin, dass durch die Verdrehung der Blechkerne bzw. der Einlegesegmente in einfacher Weise eine Schrägung in dem Rotorblechpaket umgesetzt wird, wobei zugleich die Durchgangsöffnungen, insbesondere die Kühlkanäle, geradlinig durch das Rotorblechpaket verlaufen.

In einer konkreten Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Blechkerne jeweils eine zentrale Wellenaufnahme aufweisen, welche zur drehfesten Aufnahme einer Rotorwelle ausgebildet und/oder geeignet ist, wobei die Wellenaufnahmen der Blechkerne aller Teilblechpakete in Umfangsrichtung deckungsgleich bzw. in axialer Richtung fluchtend zueinander ausgerichtet sind. Anders formuliert, durchsetzt die zentrale Wellenaufnahme das Rotorblechpaket in axialer Richtung durchgängig und/oder geradlinig. Vorzugsweise ist die zentrale Wellenaufnahme als eine zentrale Durchgangsöffnung gebildet, durch welche die Rotorwelle coaxial in Bezug auf die Rotordrehachse geführt ist. Besonders bevorzugt weist die Wellenaufnahme eine Polygonform, insbesondere eine der Anzahl an Rotorpolen entsprechende Polygonform, auf. Vorzugsweise weisen die Wellenaufnahme und die Rotorwelle eine n -fache Rotationssymmetrie auf, wobei n der Anzahl an Rotorpolen entspricht. Im Speziellen ist die Rotordrehachse durch eine Rotationsachse der Rotorwelle definiert.

In einer Konkretisierung ist vorgesehen, dass die Wellenaufnahme mehrere Stützflächen aufweist, welche jeweils zur Abstützung an jeweils einer an der Rotorwelle ausgebildeten Gegenfläche ausgebildet und/oder geeignet sind. Zur Vermeidung einer Überbestimmung sind maximal drei der Stützflächen als Kontaktflächen ausgebildet, welche bezüglich der Rotordrehachse zumindest in Umfangsrichtung mit der jeweils zugehörigen Gegenfläche einen Kraftschluss bilden. Vorzugsweise liegen die Kontaktflächen hierzu über eine Presspassung an der jeweiligen Gegenfläche an. Vorzugsweise wird die Presspassung wahlweise durch ein Übermaß an den jeweiligen Gegenflächen oder den jeweiligen Stützflächen erzeugt. Optional ergänzend sind alle weiteren Stützflächen als Hilfsflächen ausgebildet, welche bezüglich der Rotordrehachse zumindest in Umfangsrichtung mit der jeweils zugehörigen Gegenfläche einen Formschluss bilden. Vorzugsweise liegen die Hilfsflächen jeweils über eine Spielpassung an der jeweiligen Gegenfläche an. Durch die Drehmomentabstützung über die Gegenflächen wird eine besonders einfache und sichere Montage der Teilblechpakete an der Rotorwelle vorgeschlagen, wobei auf eine Schrägung im klassischen Sinne durch eine Asymmetrie der Wellenaufnahme verzichtet werden kann.

In einer weiteren konkreten Realisierung ist vorgesehen, dass die Hochachse eine Symmetrieachse der Durchgangsöffnungen und/oder der Wellenaufnahme definiert.

Insbesondere verläuft die Hochachse mittig zu einer der Durchgangsöffnungen oder mittig zwischen zwei benachbarten Durchgangsöffnungen. Alternativ oder optional ergänzend verläuft die Hochachse mittig zu einer der Stützflächen oder mittig zwischen zwei benachbarten Stützflächen. Durch die versetzte, insbesondere asymmetrische, Anordnung der Magnetaufnahmen in Relation zu den Durchgangsöffnungen bzw. der Wellenaufnahme, können bei einer Drehung des Blechkerns um die Hochachse durchgehende Durchgangsöffnungen bzw. eine durchgehende Wellenaufnahme bei gleichzeitiger Bildung der Schrägung erzeugt werden, ohne die Blechkerne zusätzlich in Umfangsrichtung verdrehen zu müssen. Somit kann der Montageprozess deutlich vereinfacht werden. Zudem können die Teilblechpakete in einfacher Weise ausgerichtet werden, indem die Durchgangsöffnungen der Teilblechpakete in Überdeckung miteinander gebracht werden.

In einer konkreten Umsetzung ist vorgesehen, dass die Rotorpole jeweils genau zwei innere Magneteinheiten und genau eine äußere Magneteinheit aufweisen, wobei die beiden inneren Magneteinheiten V-förmig zueinander angeordnet und die äußere Magneteinheit an einer radialen Außenseite des Einlegesegments und/oder an der Bandage anliegend angeordnet ist. Insbesondere öffnet sich die V-förmige Anordnung in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse nach außen hin. Anders formuliert, sind die beiden inneren Magneteinheiten jeweils eines Rotorpols winkelig zum Radius des Rotors und/oder entlang einer Sekante angeordnet. Insbesondere sind die beiden inneren Magneteinheiten bezüglich der Hochachse und/oder der zugehörigen Mittellinie und/oder der d-Achse gespiegelt angeordnet. Insbesondere ist die äußere Magneteinheit in tangentialer Richtung ausgerichtet. Anders formuliert, sind die äußeren Magneteinheiten jeweils eines Rotorpols rechtwinklig zum Radius des Rotors und/oder entlang einer Tangente angeordnet. Im Speziellen sind die äußeren Magneteinheit im Wesentlichen parallel und/oder gleichgerichtet zu der jeweiligen Stützfläche des zugehörigen Rotorpols ausgerichtet. Vereinfacht dargestellt, weisen die Teilblechpakete je Rotorpol zwei innere und eine äußere Magneteinheit, wobei die beiden inneren und/oder die äußere Magneteinheit mit dem Schrägungswinkel zueinander versetzt sind. Insbesondere ist die äußere Magneteinheit in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse zwischen dem Einlegesegment und der

Bandage formschlüssig und/oder kraftschlüssig gehalten. Dadurch wird ein einfacher und kostengünstiger Aufbau des Rotors vorgeschlagen.

In einer alternativen Umsetzung ist vorgesehen, dass die Rotorpole jeweils genau zwei innere Magneteinheiten und genau zwei äußere Magneteinheiten aufweisen, wobei jeweils die beiden inneren Magneteinheiten und jeweils die beiden äußeren Magneteinheiten V-förmig zueinander angeordnet. Insbesondere öffnet sich die V-förmige Anordnung der inneren und der äußeren Magneteinheit in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse nach außen hin. Vorzugsweise sind die beiden inneren und die beiden äußeren Magneteinheiten jeweils eines Rotorpols winkelig, insbesondere gleichwinklig, zum Radius des Rotors angeordnet. Alternativ können die beiden inneren und die beiden äußeren Magneteinheiten jedoch auch mit unterschiedlichen Winkeln zum Radius des Rotors angeordnet sein. Vereinfacht formuliert, sind die inneren und die äußeren Magneteinheiten in zwei Lagen V-förmig bzw. in Doppel V-Anordnung angeordnet. Durch die V-förmige Anordnung der inneren und der äußeren Magneteinheiten kann der Rotor in einfacher Weise hinsichtlich seiner Schleppmomente optimiert werden.

In einer Konkretisierung ist vorgesehen, dass jedes Teilblechpaket je Rotorpol jeweils ein weiteres Einlegesegment umfasst, welches radial zwischen dem Einlegesegment und der Bandage angeordnet ist, wobei radial zwischen dem Einlegesegment und dem weiteren Einlegesegment die äußere Magnetaufnahme gebildet ist. Vorzugsweise sind die weiteren Einlegesegmente separat zu dem Blechkern und den Einlegeelementen bzw. als separate Bauteile ausgebildet. Bevorzugt ist jedem Rotorpol genau ein weiteres Einlegesegment zugeordnet. Insbesondere sind die Segmentaufnahmen jeweils zur Aufnahme der beiden Einlegesegmente geeignet. Insbesondere ist radial zwischen dem Blechkern und dem Einlegesegment die innere, insbesondere V-förmige, Magnetaufnahme gebildet und radial zwischen dem Einlegesegment und dem weiteren Einlegesegment die äußere, insbesondere V-förmige, Magnetaufnahme gebildet. Vorzugsweise sind die weiteren Einlegesegmente passgenau und/oder spielfrei an den mindestens zwei äußeren Magneteinheiten abgestützt. Es wird somit eine einfache Montage des Rotors mit Doppel-V Anordnung vorgeschla-

gen, wobei die Magneteinheiten und die Einlegesegmente nacheinander in die Segmentaufnahme eingelegt und anschließend durch die Bandagierung gehalten werden.

In einer weiteren Konkretisierung ist vorgesehen, dass die Rotorpole jeweils mindestens eine weitere äußere Magneteinheit aufweisen, wobei die weitere äußere Magneteinheit an einer radialen Außenseite des weiteren Einlegesegments und/oder an der Bandage anliegend angeordnet ist. Insbesondere weist das weitere Einlegeelement eine weitere äußere Magnetaufnahme zur Aufnahme der weiteren Magneteinheit auf. Insbesondere ist die weitere äußere Magnetaufnahme durch eine nach radial außen offene Vertiefung gebildet, in welche die weitere äußere Magneteinheit eingesetzt ist. Vorzugsweise umfassen die Teilblechpakete somit je Rotorpol fünf der Magneteinheiten, wobei wahlweise die inneren und/oder die äußeren und/oder die weiteren Magneteinheiten mit dem Schrägungswinkel versetzt zueinander angeordnet sein können.

In einer weiteren Umsetzung ist vorgesehen, dass der Blechkern durch mehrere in axialer Richtung in Bezug auf eine Rotordrehachse gestapelte Einzelbleche und die Einlegesegmente durch mehrere in axialer Richtung in Bezug auf die Rotordrehachse gestapelte Einzelblechsegmente gebildet sind, wobei die Einzelbleche und/oder die Einzelblechsegmente der mindestens zwei Teilblechpakete als Gleichteile ausgebildet sind. Die Einzelbleche und die Einzelblechsegmente sind vorzugsweise jeweils zu dem jeweiligen Teilblechpaket gefügt, welche wiederum gemeinsam, insbesondere mehrteilig, zu dem Rotorblechpaket miteinander verbunden sind. Die Einzelbleche und die Einzelblechsegmente sind vorzugsweise jeweils aus einem magnetisierten und/oder magnetisierbaren Material, vorzugsweise einer Stahllegierung, gebildet. Insbesondere sind die Einzelbleche und die Einzelblechsegmente als sogenannte Elektrobleche ausgebildet. Es kann somit eine Schrägung des Rotors mittels mindestens zwei gleicher bzw. identischer Teilblechpakete erzeugt werden. Es wird somit ein Rotorblechpaket vorgeschlagen, welches besonders kostengünstig hergestellt werden kann.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem:

- ein erstes Teilblechpaket bereitgestellt wird;
- ein zweites Teilblechpaket bereitgestellt wird, wobei der Blechkern und/oder die Einlegesegmente des zweiten Teilblechpaketes relativ zu dem ersten Teilblechpaket um einen Schrägungswinkel versetzt angeordnet werden;
- die Teilblechpakete mit einer Bandage umwickelt werden.

Insbesondere ist vorgesehen, dass die Teilblechpakete getrennt voneinander in einem Fertigungsprozess, z.B. mittels Stanzpaketieren, hergestellt und anschließend gemäß dem beschriebenen Verfahren in axialer Richtung in Bezug auf die Rotordrehachse gestapelt werden. Die jeweiligen Teilblechpakete stellen somit Segmente des Rotors, sogenannte Rotorsegmente dar, welche auf einem gemeinsamen Rotorträger, vorzugsweise der Rotorwelle in axialer Richtung in Bezug auf die Rotorachse aufeinanderfolgend angeordnet werden. Vorzugsweise sind die Teilblechpakete baugleich, insbesondere wie bereits zuvor beschrieben, ausgebildet. Prinzipiell kann das Rotorblechpaket aus den beiden Teilblechpaketen aufgebaut sein. Bevorzugt jedoch ist das Rotorblechpaket durch mehr als zwei, vorzugsweise mindestens vier der Teilblechpakete aufgebaut, wobei ein oder mehrere der Blechkerne und/oder Einlegesegmente der Teilblechpakete im Rahmen des Verfahrens um den Schrägungswinkel verdreht werden, um eine ein- oder mehrfache Schrägung des Rotorblechpaketes zu erzeugen.

In einer konkreten Umsetzung ist vorgesehen, dass der Blechkern des zweiten Teilblechpaketes relativ zu dem ersten Teilblechpaket um die Hochachse, insbesondere um 180 Grad, umgedreht wird, sodass die Blechkerne innerhalb der mindestens zwei Teilblechpakete um den Schrägungswinkel relativ zueinander verdreht sind. Alternativ oder optional ergänzend werden die Einlegesegmente des zweiten Teilblechpaketes, insbesondere um 180 Grad, relativ zu dem ersten Teilblechpaket um die Hochachse umgedreht, sodass die Einlegesegmente innerhalb der mindestens zwei Teilblechpakete um den Schrägungswinkel relativ zueinander verdreht sind. Insbe-

sondere werden die Blechkerne vor der Montage auf der Motorwelle um die Hochachse verdreht, um den Schrägungswinkel zu erzeugen. Hierzu sind die Blechkerne, insbesondere die inneren Magnetaufnahmen, bezüglich der Hochachse asymmetrisch angeordnet. Alternativ oder optional ergänzend werden die Einlegesegmente vor dem Einsetzen in die Segmentaufnahme um die Hochachse verdreht, um den Schrägungswinkel zu erzeugen. Hierzu sind die Einlegesemente, insbesondere die äußere(n) Magnetaufnahme(n), bezüglich der Hochachse asymmetrisch angeordnet. Es wird somit ein Verfahren vorgeschlagen, welches in einfacher Weise unterschiedliche Schrägungen des Rotors ermöglicht.

Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine axiale Ansicht eines Rotors für eine elektrische Maschine als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2 eine axiale Ansicht eines Rotorpols des Rotors aus Fig. 1 mit einer Schrägung;
- Fig. 3 eine alternative Ausführung der Schrägung des Rotors ohne Bandage aus Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht;
- Fig. 4 in gleicher Darstellung wie Fig. 2 eine alternative Ausgestaltung des Rotors bzw. der Rotorpole ohne Bandage;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht des Rotors ohne Bandage gemäß Fig. 4;
- Fig. 6 ein beispielhafter Rotor ohne Bandage mit vier Teilblechpaketen in einer perspektivischen Ansicht.

Figur 1 zeigt einen Rotor 1 in einer axialen Ansicht in Bezug auf eine Rotordrehachse 100, welcher für eine elektrische Maschine, nicht dargestellt, eines Elektrofahrzeugs

ausgebildet bzw. geeignet ist. Die elektrische Maschine ist dabei eine permanenterregte Synchronmaschine.

Der Rotor 1 umfasst in dem gezeigten Ausführungsbeispiel sechs in Umfangsrichtung um die Rotordrehachse 100 gleich verteilte Rotorpole 2, wobei jeder Rotorpol 2 zwei innere Magneteinheiten 3a, 3b und zwei äußere Magneteinheiten 4a, 4b aufweist. Die inneren Magneteinheiten 3a, 3b und die äußeren Magneteinheiten 4a, 4b sind jeweils durch mindestens einen polerzeugenden Magneten gebildet, welcher beispielsweise als stabförmige Permanentmagnet ausgebildet ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die inneren Magneteinheiten 3a, 3b und die äußeren Magneteinheiten 4a, 4b jeweils V-förmig angeordnet, wobei die inneren Magneteinheiten 3a, 3b radial innen bzw. die äußeren Magneteinheiten 4a, 4b radial außen liegen.

Der Rotor 1 umfasst mindestens zwei Teilblechpakete 5a, 5b, welche im Wesentlichen aus einem sternförmigen Blechkern 6 sowie je Rotorpol 2 aus jeweils einem Einlegesegment 7 und jeweils einem weiteren Einlegesegment 8 gebildet sind, wobei die Einlegesegmente 7, 8 eines jeden Rotorpols 2 in jeweils einer an dem Blechkern 6 ausgebildeten Segmentaufnahme 9 formschlüssig aufgenommen sind. Dabei sind die Blechkerne 6 der beiden Teilblechpakete 5a, 5b jeweils durch mehrere in axialer Richtung in Bezug auf die Rotordrehachse 100 übereinandergestapelte Einzelbleche 10 und die Einlegesegmente 7 bzw. die weiteren Einlegesegmente 8 durch mehrere in axialer Richtung in Bezug auf die Rotordrehachse 100 übereinandergestapelte Einzelblechsegmente 11 gebildet. Beispielsweise können die Einzelbleche 10 und die Einzelblechsegmente 11 jeweils durch Stanzpaketieren gefertigt und innerhalb des jeweiligen Teilblechpakete 5a, 5b miteinander verbunden sein.

Zwischen dem Blechkern 6 und dem Einlegesegment 7 ist jeweils eine innere Magnetaufnahme 12 gebildet, welche zur Aufnahme der beiden inneren Magneteinheiten 3a, 3b dient. Weiterhin ist zwischen dem Einlegesegment 7 und dem weiteren Einlegesegment 8 jeweils eine äußere Magnetaufnahme 13 gebildet, welche zur Aufnahme der beiden äußeren Magneteinheiten 4a, 4b dient. Beispielsweise sind die Magneteinheiten 3a, 3b, 4a, 4b in der jeweiligen Magnetaufnahme 12, 13 verliersicher, z.B. form- und/oder kraftschlüssig, gehalten, wobei der Blechkern 6 und das

Einlegesegment 7 hierzu jeweils eine entsprechende Vertiefung, Haltestruktur oder dergleichen aufweisen kann. Im zusammengesetzten Zustand ist das Einlegesegment 7 zur Bildung der inneren Magnetaufnahme 12 in radialer Richtung und in Umfangsrichtung formschlüssig an den beiden inneren Magneteinheiten 3a, 3b abgestützt und das weitere Einlegesegment 8 zur Bildung der äußeren Magnetaufnahme 13 in radialer Richtung und in Umfangsrichtung formschlüssig an den beiden äußeren Magneteinheiten 4a, 4b abgestützt.

Der Rotor 1 weist zudem eine Bandage 14 auf, welche die Teilblechpakete 5a, 5b an ihrem Außenumfang umschließt. Die Bandage 14 dient dazu, die einzelnen Komponenten des Rotors 1 zusammenzuhalten und den Rotor 1 gegen Hitze abzuschirmen. Dabei sind die inneren und die äußeren Magneteinheiten 3a, 3b, 4a, 4b sowie die Einlegesegmente 7, 8 jeweils zwischen dem Blechkern 6 und der Bandage 14 in den Segmentaufnahmen 9 verliersicher gehalten bzw. eingespannt. Beispielsweise kann die Bandage 14 durch eine Umwicklung aus Kohlefaser gebildet sein.

Die Blechkerne 6 eines jeden Teilblechpaketes 5a, 5b weisen je Rotorpol 2 jeweils eine Durchgangsöffnung 15 auf, welche zur Bildung eines Kühlkanals 16 und zugleich zur Gewichtsreduzierung dient. Die Durchgangsöffnungen 15 sind jeweils in Umfangsrichtung zwischen den Magnetaufnahmen 3a, 3b, 4a, 4b zweier benachbarter Pole 2 an einem Innenumfang des Blechkerns 6 ausgebildet und liegen jeweils auf einer in radialer Richtung verlaufenden q-Achse 101, entlang welcher die Polränder der Rotorpole 2 verlaufen. Die Durchgangsöffnungen 15 erstrecken sich jeweils parallel zu der Rotordrehachse 100, wobei die Durchgangsöffnungen 15 aller Teilblechpakete 5a, 5b deckungsgleich bzw. fluchtend zueinander angeordnet sind.

Weiterhin weisen die Blechkerne 6 eines jeden Teilblechpaketes 5a, 5b eine zentrale Wellenaufnahme 17 auf, über welche die Teilblechpakete 5a, 5b gemeinsam auf einer Rotorwelle 18 drehfest angeordnet sind. Die Rotorwelle 18 ist hierzu koaxial in Bezug auf die Rotordrehachse 100 durch die Wellenaufnahme 17 geführt, wobei die Wellenaufnahmen 17 aller Teilblechpakete 5a, 5b deckungsgleich bzw. fluchtend zueinander angeordnet sind.

Der Rotor 1 weist mehrere Füllkörper 19 auf, welche in axialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse 100 in die Durchgangsöffnungen 15 eingesetzt sind, um zwischen dem Blechkern 6 und der Rotorwelle 17 mindestens einen Kühlkanal 16 auszubilden. Die Füllkörper 19 weisen hierzu an einer dem Blechkern 6 zugewandten Außenseite ein oder mehrere Abstandskonturen 20 auf, über welche der Füllkörper 19 zur Bildung des Kühlkanals 16 in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse 100 mit einem geringen Spiel beabstandet zu dem Blechkern 3 abgestützt ist. An einer der Rotorwelle 18 zugewandten Innenseite sind die Füllkörper 19 in radialer Richtung formschlüssig und/oder kraftschlüssig an einem Außenumfang der Rotorwelle 18 abgestützt.

Die Teilblechpakete 5a, 5b bzw. die Blechkerne 6 sind über die Wellenaufnahme 17 in Umfangsrichtung um die Rotordrehachse 100 formschlüssig und/oder kraftschlüssig mit der Rotorwelle 17 verbunden. Hierzu weist die Rotorwelle 18 je Rotorpol 2 jeweils eine Stützfläche 21 auf, welche jeweils an einer an der Rotorwelle 18 ausgebildeten Gegenfläche 22 abgestützt sind. Die Stützfläche 21 und die Gegenfläche 22 sind jeweils als ebene Flächenabschnitte ausgebildet, welche in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse 100 zumindest formschlüssig aneinander anliegen. Zur Vermeidung von einer Überbestimmung ist dabei vorgesehen, dass drei der Stützflächen 21 als Kontaktflächen 23 und die restlichen, insbesondere drei, Stützflächen 21 als Hilfsflächen 24 ausgebildet sind. Dabei sind die Kontaktflächen 23 und die Hilfsflächen 24 in Umfangsrichtung abwechselnd angeordnet. Anders formuliert, sind die Kontaktflächen 23 in Umfangsrichtung um jeweils 120 Grad um die Rotordrehachse 100 versetzt angeordnet. Zur Bildung der Kontaktflächen 23 sind die jeweiligen Stützflächen 21 über eine Presspassung an der jeweils zugehörigen Gegenfläche 22 abgestützt, sodass eine Zentrierung der Blechkerne 6 bei der Montage über die Kontaktflächen 23 erfolgt. Zur Bildung der Hilfsflächen 24 sind die jeweiligen Stützflächen 21 über eine Spielpassung an der jeweils zugehörigen Gegenfläche 22 angeordnet, wobei bei einer Montage der Bandage 14 die Hilfsflächen 24 an die jeweilige Gegenfläche 22 zumindest formschlüssig angelegt werden.

Der Rotor 1 umfasst je Rotorpol 2 mindestens eine Spannmittelaufnahme 25 zur Aufnahme eines Spannmittels, welches beispielsweise zu Montagezwecken in die

Spannmittelaufnahme 25 montierbar sind. Die Spannmittelaufnahmen 25 sind in der gezeigten Ausführungsform in den weiteren Einlegesegmenten 8 ausgebildet und erstrecken sich jeweils parallel zu der Rotordrehachse 100, wobei die Spannmittelaufnahmen 25 aller Teilblechpakete 5a, 5b deckungsgleich bzw. fluchtend zueinander angeordnet sind.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass zur Reduzierung von Drehmomentschwankungen, auch als „Torquerippel“ bekannt, eine Schrägung des Rotorblechpaketes vorgesehen werden kann. Da der vorgeschlagene Rotor 1 über die gesamte axiale Baulänge jedoch axial durchgängige Durchgangsöffnungen 15, eine polygonförmige Wellenaufnahme 17 sowie axial durchgängige Spannmittelaufnahmen 25 aufweist, ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Schrägung durch eine Verdrehung der Teilblechpakete 5a, 5b in Umfangsrichtung um die Rotordrehachse 100 nicht möglich. Zudem geht eine Verdrehung der Teilblechpakete 5a, 5b in Umfangsrichtung zu Lasten der Performance und die Montage wird auch deutlich schwieriger, da eine Verdrehung der Teilblechpakete 5a, 5b prozesssicher erfolgen muss.

Wie in Figur 2 dargestellt, wird eine Schrägung dadurch erzeugt, dass die äußeren Magneteinheiten 4a, 4b der beiden Teilblechpakete 5a, 5b in Umfangsrichtung um einen Schrägungswinkel 102 versetzt angeordnet sind. Hierzu sind die äußeren Magnetaufnahmen 13 bezüglich einer in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse verlaufenden Hochachse 103 asymmetrisch an dem Einlegesegment 7 und dem weiteren Einlegesegment 8 ausgebildet, sodass innerhalb des Rotorblechpaketes ein Versatz zwischen den äußeren Magnetaufnahmen 13 des ersten Teilblechpaketes 5a und den äußeren Magnetaufnahmen 13 des zweiten Teilblechpaketes 5b gebildet ist.

Zur Erzeugung des Schrägungswinkels 102 werden die Einlegesegmente 7, 8 des zweiten Teilblechpaketes 5b im Rahmen einer Montage relativ zu den Einlegesegmenten 7, 8 des ersten Teilblechpaketes 5a um die Hochachse 103 um 180 Grad umgedreht, wobei der Blechkern 6 des zweiten Teilblechpaketes 5b deckungsgleich

zu dem Blechkern 6 des ersten Teilblechpaketes 5a verbleibt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Durchgangsöffnungen 16, die Wellenaufnahme 17 sowie die inneren Magnetaufnahmen 12 deckungsgleich bzw. ungeschrägt bleiben. Um eine deckungsgleiche Anordnung der Spannmittelaufnahmen 25 sicherzustellen, sind diese symmetrisch zu der Hochachse 103 in den weiteren Einlegesegmenten 8 ausgebildet. Dadurch können die Teilblechpakete 5a, 5b in einfacher Weise über die Ausrichtung der Spannmittelaufnahmen 25 lagerichtig ausgerichtet werden.

Beispielsweise ist die Hochachse 103 durch eine erste Mittellinie 104a der inneren Magnetaufnahme 12 des dargestellten Rotorpols 2 definiert, wobei eine zweite Mittellinie 104b der äußeren Magnetaufnahme 13 um einen Differenzwinkel 105 versetzt zu der Hochachse 103 angeordnet ist. Die erste Mittellinie 104a ist dabei als eine Symmetrieachse der inneren Magnetaufnahme 12 zu verstehen, wobei die beiden inneren Magneteinheiten 3a, 3b spiegelsymmetrisch zu der ersten Mittellinie 104a bzw. der Hochachse 103 angeordnet sind. Die zweite Mittellinie 104b ist entsprechend als eine Symmetrieachse der äußeren Magnetaufnahme 13 zu verstehen, wobei die beiden äußeren Magneteinheiten 4a, 4b spiegelsymmetrisch zu der zweiten Mittellinie 104b bzw. asymmetrisch zu der Hochachse 103 angeordnet sind. Durch eine Verdrehung der beiden Einlegesegmente 7, 8 um die Hochachse 103 wird somit aufgrund des Differenzwinkels 105 der Schrägungswinkel 102 erzeugt. Vereinfacht gesagt, bildet die Hochachse 103 eine Winkelhalbierende des Schrägungswinkel 102, sodass der Differenzwinkel 105 dem halben Schrägungswinkel 102 entspricht. Beispielsweise beträgt der Schrägungswinkel 102 zwischen den äußeren Magneteinheiten 4a, 4b weniger als 5 Grad.

In Figur 3 ist eine alternative Ausführung des Rotors 1 dargestellt, wobei eine Schrägung dadurch erzeugt ist, dass die inneren Magneteinheiten 3a, 3b und die äußeren Magneteinheiten 4a, 4b der beiden Teilblechpakete 5a, 5b in Umfangsrichtung um den Schrägungswinkel 102 versetzt angeordnet sind. Hierzu sind die inneren und die äußeren Magnetaufnahmen 12, 13 bezüglich der Hochachse 103 asymmetrisch an dem Blechkern 6, dem Einlegesegment 7 und dem weiteren Einlegesegment 8 ausgebildet, sodass innerhalb des Rotorblechpaketes ein Versatz sowohl zwischen den

inneren Magnetaufnahmen 12 als auch den äußeren Magnetaufnahmen 13 des ersten und des zweiten Teilblechpaketes 5a, 5b gebildet ist.

Zur Erzeugung des Schrägungswinkels 102 werden der Blechkern 6 sowie die Einlegesegmente 7, 8 des zweiten Teilblechpaketes 5b im Rahmen einer Montage relativ zu dem Blechkern 6 bzw. den Einlegesegmenten 7, 8 des ersten Teilblechpaketes 5a um die Hochachse 103 um 180 Grad umgedreht, wobei die Durchgangsöffnungen 16, die Wellenaufnahme 17 sowie Spannmittelaufnahmen 25 deckungsgleich bzw. ungeschrägt bleiben. Um eine deckungsgleiche Anordnung dieser sicherzustellen, sind die Durchgangsöffnungen 16, die Wellenaufnahme 17 sowie die Spannmittelaufnahmen 25 symmetrisch zu der Hochachse 103 in dem Blechkern 6 bzw. in den weiteren Einlegesegmenten 8 ausgebildet.

Die Hochachse 103 ist somit als eine Symmetrieachse der Durchgangsöffnungen 16, der Wellenaufnahme 17 und/oder der Spannmittelaufnahmen 25 eines Rotorpols 2 zu verstehen, wobei die erste und die zweite Mittellinie 104a, 104b um den Differenzwinkel 105 versetzt zu der Hochachse 103 angeordnet sind. Beispielsweise können die erste und die zweite Mittellinie 104a, 104b achsgleich angeordnet sein. Die beiden inneren Magneteinheiten 3a, 3b und die beiden äußeren Magneteinheiten 4a, 4b sind somit spiegelsymmetrisch zu der ersten und der zweiten Mittellinie 104a, 104b bzw. asymmetrisch zu der Hochachse 103 angeordnet. Durch eine Verdrehung des Blechkerns 6 sowie der beiden Einlegesegmente 7, 8 um die Hochachse 103 wird somit aufgrund des Differenzwinkels 105 der Schrägungswinkel 102 erzeugt. Dadurch kann in einfacher Weise eine mehrfache, insbesondere vierfache, Schrägung des Rotors 1 erzeugt werden.

Die Figuren 4 und 5 zeigen jeweils eine weitere alternative Ausführung des Rotors 1, welcher je Rotorpol 2 anstelle der beiden äußeren Magneteinheiten 4a, 4b nur noch eine äußere Magneteinheit 4a sowie ein Einlegesegment 7 aufweist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die inneren Magneteinheiten 3a, 3b V-förmig angeordnet, wobei die äußere Magneteinheit 4a radial außenliegend und tangential ausgerichtet zwischen dem Einlegesegment 7 und der Bandage 14, nicht dargestellt, ange-

ordnet ist. Die äußere Magneteinheit 4a liegt somit sowohl an der radialen Außenseite des Einlegesegmentes 7 als auch an der Bandage 14 an. Hierzu weist das Einlegesegment 7 an seiner Außenseite eine Vertiefung als die äußere Magnetaufnahme 13 auf, in welche die äußere Magneteinheit 4a eingesetzt ist. Im zusammengesetzten Zustand ist das Einlegesegment 7 zur Bildung der inneren Magnetaufnahme 12 in radialer Richtung und in Umfangsrichtung formschlüssig an den beiden inneren Magneteinheiten 3a, 3b abgestützt, wobei die äußere Magnetaufnahme 13 in radialer Richtung zwischen dem Einlegesegment 7 und der Bandage 14 gebildet ist.

Wie in Figur 4 und 5 dargestellt, wird eine Schrägung dadurch erzeugt, dass die äußeren Magneteinheiten 4a der beiden Teilblechpakete 5a, 5b in Umfangsrichtung um den Schrägungswinkel 102 versetzt angeordnet sind. Hierzu sind die äußeren Magnetaufnahmen 13 bezüglich der Hochachse 103 asymmetrisch an dem Einlegesegment 7 angeordnet, sodass innerhalb des Rotorblechpaketes ein Versatz zwischen den äußeren Magnetaufnahmen 13 des ersten Teilblechpaketes 5a und den äußeren Magnetaufnahmen 13 des zweiten Teilblechpaketes 5b gebildet ist.

Zur Erzeugung des Schrägungswinkels 102 werden die Einlegesegmente 7 des zweiten Teilblechpaketes 5b im Rahmen einer Montage relativ zu den Einlegesegmenten 7 des ersten Teilblechpaketes 5a um die Hochachse 103 um 180 Grad umgedreht, wobei der Blechkern 6 des zweiten Teilblechpaketes 5b deckungsgleich zu dem Blechkern 6 des ersten Teilblechpaketes 5a verbleibt, wie dies bereits in Figur 2 beschrieben wurde. Die Hochachse 103 ist daher durch die erste Mittellinie 104a der inneren Magnetaufnahme 12 definiert, wobei die zweite Mittellinie 104b der äußeren Magnetaufnahme 13 um den Differenzwinkel 105 versetzt zu der Hochachse 103 angeordnet ist. Die äußere Magneteinheit 4a ist somit spiegelsymmetrisch zu der zweiten Mittellinie 104b bzw. asymmetrisch zu der Hochachse 103 angeordnet. Durch eine Verdrehung der Einlegesegmente 7 um die Hochachse 103 wird somit aufgrund des Differenzwinkels 105 der Schrägungswinkel 102 erzeugt.

Der Vorteil der verschiedenen Ausführungen der Figuren 1 bis 5 besteht darin, dass die Blechkerne 6, insbesondere die Einzelbleche 10, sowie die Einlegesegmente 7 sowie ggf. die weiteren Einlegesegmente 8, insbesondere die Einzelblechsegmente

11, als Gleichteile ausgebildet werden können, wodurch eine besonders kostengünstige Fertigung des Rotors 1 bzw. der Teilblechpakete 5a, 5b ermöglicht wird.

Figur 6 zeigt einen beispielhaften Rotor 1 für eine als Innenläufer ausgebildete elektrische Maschine, wobei die Bandage 14 aus Gründen der Darstellung nicht gezeigt ist. Der Rotor 1 weist ein Rotorblechpaket auf, welches aus vier axial hintereinander angeordneten Teilblechpaketen 5a, 5b, 5c, 5d aufgebaut ist. Der dargestellte Rotor 1 entspricht dabei der Ausgestaltung nach den Figuren 4 und 5, wobei die Teilblechpakete 5a, 5b, 5c, 5d jeweils zwei innere Magneteinheiten 3a, 3b und eine äußere Magneteinheit 4a aufweisen. Die Teilblechpakete 5a, 5b, 5c, 5d sind, wie zuvor beschrieben, aus mehreren baugleichen Blechkernen 6 sowie mehreren Einlegesegmenten 7 gebildet, welche in jeweils einer Segmentaufnahme 9 des Blechkerns 6 aufgenommen sind.

Die äußeren Magneteinheiten 4a sind derart zueinander um den Schrägungswinkel 102 versetzt angeordnet, so dass diese bezogen auf die axiale Richtung der Rotordrehachse 100 eine V-förmige Schrägung aufweisen. Die V-förmige Schrägung wird durch zwei lineare Schrägungen mit unterschiedlichen Versatz der äußeren Magnetaufnahmen 13 in Umfangsrichtung bzw. mit unterschiedlichen Versatzrichtungen um die Rotordrehachse 100 der hintereinander angeordneten Teilblechpakete 5a, 5b, 5c, 5d erzeugt. Beispielsweise können hierzu die Einlegesegmente 7 der beiden mittleren Teilblechpakete 5b, 5c bei einer Montage jeweils um die Hochachse 103 umgedreht werden, wobei die lineare bzw. V-förmige Schrägung durch einen entsprechenden Versatz der Einlegesegmente 7 der beiden mittleren Teilblechpakete 5b, 5c zu den beiden äußeren Teilblechpaketen 5a, 5d erzeugt wird.

Weiterhin weist der Rotor 1 eine erste und eine zweite Endscheibe 26a, 26b auf, welche endseitig an jeweils einer axialen Stirnseite des Rotorblechpakets koaxial zur Rotordrehachse 100 angeordnet sind. Die beiden Endscheiben 26a, 26b sind dabei als separat zu dem Teilblechpaketen 5a, 5b, 5c, 5d ausgebildete Wuchtscheiben ausgeführt.

Bezugszeichen

1	Rotor
2	Rotorpol
3a,b	innere Magneteinheiten
4a,b	äußere Magneteinheiten
5a-d	Teilblechpakete
6	Blechkern
7	Einlegesegmente
8	weitere Einlegesegmente
9	Segmentaufnahme
10	Einzelbleche
11	Einzelblechsegmente
12	innere Magnetaufnahmen
13	äußere Magnetaufnahmen
14	Bandage
15	Durchgangsöffnungen
16	Kühlkanäle
17	Wellenaufnahme
18	Rotorwelle
19	Füllkörper
20	Abstandskontur
21	Stützflächen
22	Gegenflächen
23	Kontaktflächen
24	Hilfsflächen
25	Spannmittelaufnahmen
26a,b	Endscheiben
100	Rotordrehachse
101	q-Achse
102	Schrägungswinkel
103	Hochachse

104a,b Mittellinien

105 Differenzwinkel

Patentansprüche

1. Rotor (1) für eine elektrische Maschine,
 - mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten Rotorpolen (2), welche jeweils mindestens eine innere Magneteinheit (3a, 3b) und mindestens eine äußere Magneteinheit (4a, 4b) aufweisen,
 - mit mindestens zwei Teilblechpaketen (5a, 5b), wobei jedes Teilblechpaket (5a, 5b) einen Blechkern (6) sowie mehrere Einlegesegmente (7) umfasst, wobei der Blechkern (6) je Rotorpol (2) eine radial nach außen geöffnete Segmentaufnahme (9) zur Aufnahme der Magneteinheiten (3a, 3b, 4a, 4b) und jeweils eines Einlegesegementes (7) aufweist, wobei der Blechkern (6) je Rotorpol (2) eine innere Magnetaufnahme (12) zur Aufnahme der inneren Magneteinheit (3a, 3b) und jedes Einlegesegment (7) eine äußere Magnetaufnahme (13) zur Aufnahme der äußeren Magneteinheit (3a, 3b) aufweist,
 - mit einer die Teilblechpakete (5a, 5b) umschließenden Bandage (14), über welche die Magneteinheiten (3a, 3b, 4a, 4c) und die Einlegesegmente (7) in der jeweiligen Segmentaufnahme (9) gehalten sind,dadurch gekennzeichnet, dass
die inneren Magneteinheiten (3a, 3b) und/oder die äußeren Magneteinheiten (4a, 4b) zweier benachbarter Teilblechpakete (5a, 5b) in Umfangsrichtung um einen Schrägungswinkel (102) versetzt angeordnet sind.
2. Rotor (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Magnetaufnahmen (12) und/oder die äußeren Magnetaufnahmen (13) bezüglich einer in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse (100) verlaufenden Hochachse (103) asymmetrisch angeordnet sind.
3. Rotor (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Blechkern (6) und/oder die Einlegesegmente (7) des einen Teilblechpaketes (5a) zur Bildung des Schrägungswinkels (102) relativ zu dem Blechkern (6) und/oder den Einlegesegmenten (7) des anderen Teilblechpaketes (5b) um 180 Grad um die Hochachse (103) umgedreht sind.

4. Rotor (1) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse (100) verlaufende erste Mittellinie (104a) der inneren Magnetaufnahme (12) und/oder eine in radialer Richtung bezüglich der Rotordrehachse (100) verlaufende zweite Mittellinie (105b) der äußeren Magnetaufnahme (13) zur Bildung des Schrägungswinkels (102) in Umfangsrichtung um einen Differenzwinkel (105) zu der Hochachse (103) versetzt angeordnet ist, wobei der Differenzwinkel (105) dem halben Schrägungswinkel (102) entspricht.
5. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechkerne (6) jeweils mehrere in Umfangsrichtung verteilte Durchgangsöffnungen (15) zur Bildung jeweils eines Kühlkanals (16) und/oder zur Gewichtsreduzierung aufweisen, wobei die Durchgangsöffnungen (15) der Blechkerne (6) aller Teilblechpakete (5a, 5b, 5c, 5d) deckungsgleich zueinander ausgerichtet sind.
6. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechkerne (6) jeweils eine zentrale Wellenaufnahme (17) zur drehfesten Aufnahme einer Rotorwelle (18) aufweisen, wobei die Wellenaufnahmen (17) der Blechkerne (6) aller Teilblechpakete (5a, 5b, 5c, 5d) deckungsgleich zueinander ausgerichtet sind.
7. Rotor (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenaufnahme (17) mehrere in Umfangsrichtung verteilte Stützflächen (21) zur Abstützung an jeweils einer an der Rotorwelle (18) ausgebildeten Gegenfläche (22) aufweist.
8. Rotor (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochachse (103) eine Symmetrieachse der Durchgangsöffnungen (15) und/oder der Wellenaufnahme (17) definiert.
9. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorpole (2) jeweils genau zwei innere Magneteinheiten (3a, 3b) und genau eine äußere Magneteinheit (4a) aufweisen, wobei die beiden inneren Magneteinheiten (3a, 3b) V-förmig zueinander angeordnet und die äußere Magneteinheit

(4a) an einer radialen Außenseite des Einlegesegments (7) und/oder an der Bandage (14) anliegend angeordnet ist.

10. Rotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorpole (2) jeweils genau zwei innere Magneteinheiten (3a, 3b) und genau zwei äußere Magneteinheiten (4a, 4b) aufweisen, wobei jeweils die beiden inneren Magneteinheiten (3a, 3b) und jeweils die beiden äußeren Magneteinheiten (4a, 4b) V-förmig zueinander angeordnet sind.

11. Rotor (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Teilblechpaket (5a, 5b) je Rotorpol (2) jeweils ein weiteres Einlegesegment (8) umfasst, welches radial zwischen dem Einlegesegment (2) und der Bandage (14) angeordnet ist, wobei die äußere Magnetaufnahme (13) radial zwischen dem Einlegesegment (7) und dem weiteren Einlegesegment (8) gebildet ist.

12. Rotor (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorpole (2) jeweils mindestens eine weitere äußere Magneteinheit aufweisen, wobei die weitere äußere Magneteinheit an einer radialen Außenseite des weiteren Einlegesegments (8) und/oder an der Bandage (14) anliegend angeordnet ist.

13. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Blechkern (6) durch mehrere in axialer Richtung in Bezug auf die Rotordrehachse (100) gestapelte Einzelbleche (10) und die Einlegesegmente (7, 8) durch mehrere in axialer Richtung in Bezug auf die Rotordrehachse (100) gestapelte Einzelblechsegmente (11) gebildet sind, wobei die Einzelbleche (10) und/oder die Einzelblechsegmente (11) der mindestens zwei Teilblechpakete (5a, 5b) als Gleichteile ausgebildet sind.

14. Verfahren zur Herstellung eines Rotors (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem:

- mindestens zwei Teilblechpakete (5a, 5b) bereitgestellt werden;

- der Blechkern (6) und/oder die Einlegesegmente (7) des einen Teilblechpaketes (5b) relativ zu dem anderen Teilblechpaket (5b) um einen Schrägungswinkel (102) versetzt angeordnet werden;
- die Teilblechpakete (5a, 5b) mit einer Bandage (14) umwickelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Blechkern (6) des einen Teilblechpaketes (5a) relativ zu dem Blechkern (6) des anderen Teilblechpaketes (5b) um die Hochachse (103) umgedreht wird, sodass die Blechkerne (6) innerhalb der mindestens zwei Teilblechpakete (5a, 5b) um den Schrägungswinkel (102) relativ zueinander verdreht sind, und/oder die Einlegesegmente (7) des einen Teilblechpaketes (5a) relativ zu den Einlegesegmenten (7) des anderen Teilblechpaketes (5b) um die Hochachse (103) umgedreht werden, sodass die Einlegesegmente (7) innerhalb der mindestens zwei Teilblechpakete (5a, 5b) um den Schrägungswinkel (103) relativ zueinander verdreht sind.

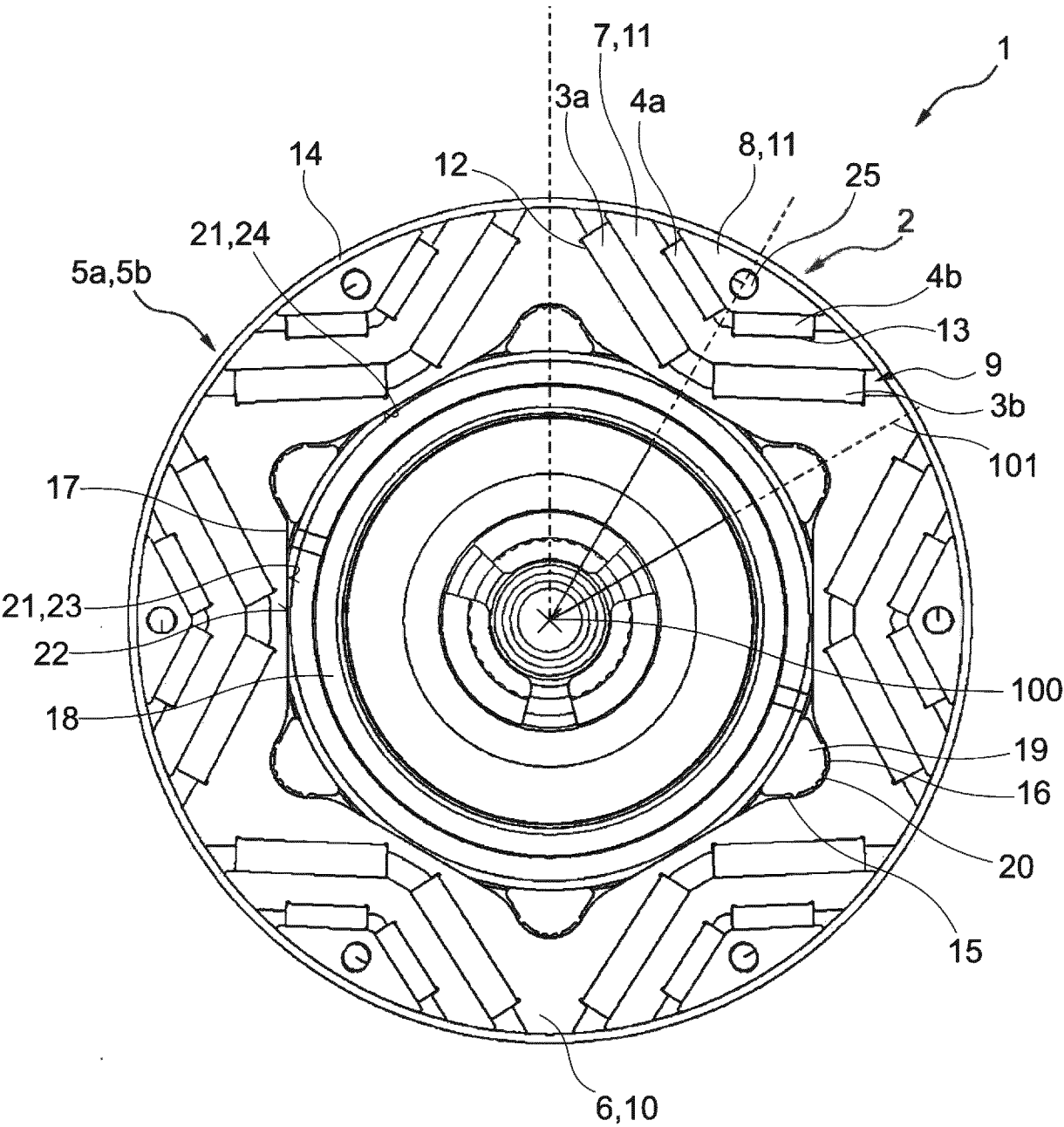


Fig. 1

2/4

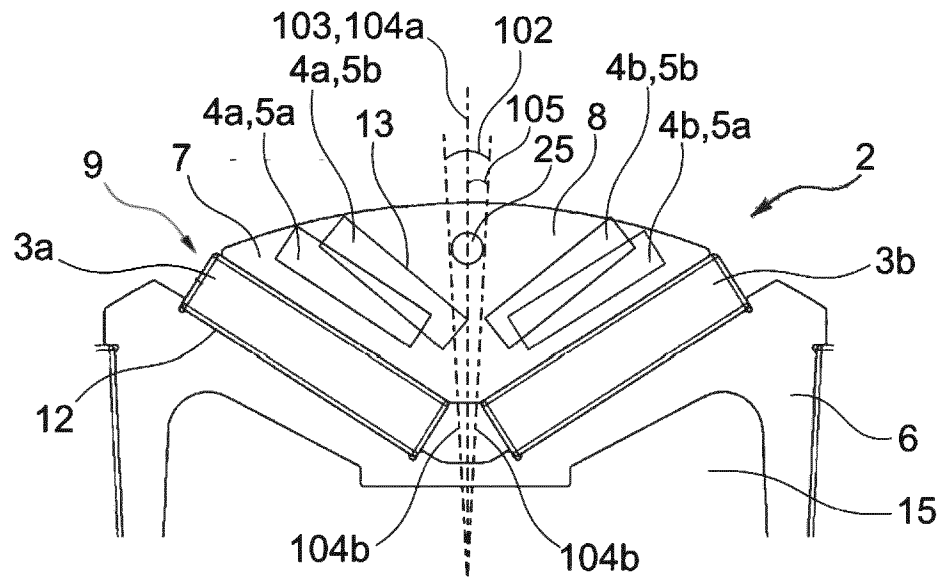


Fig. 2

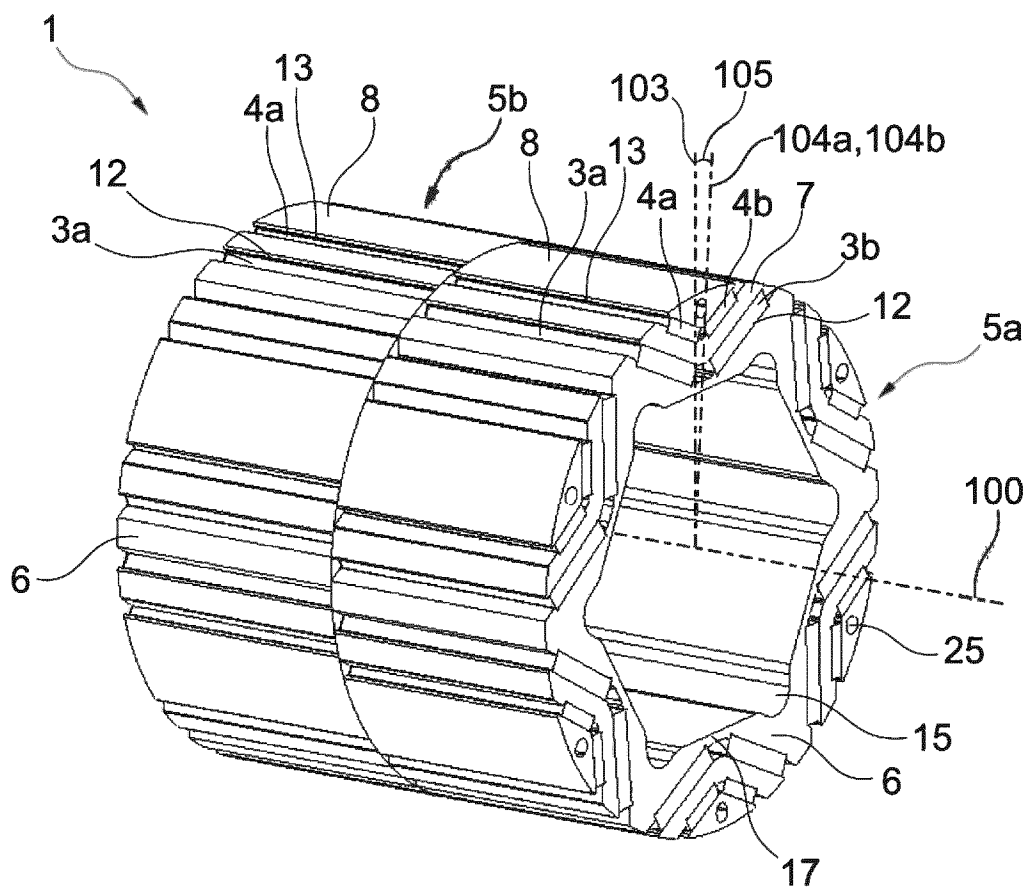


Fig. 3

3/4

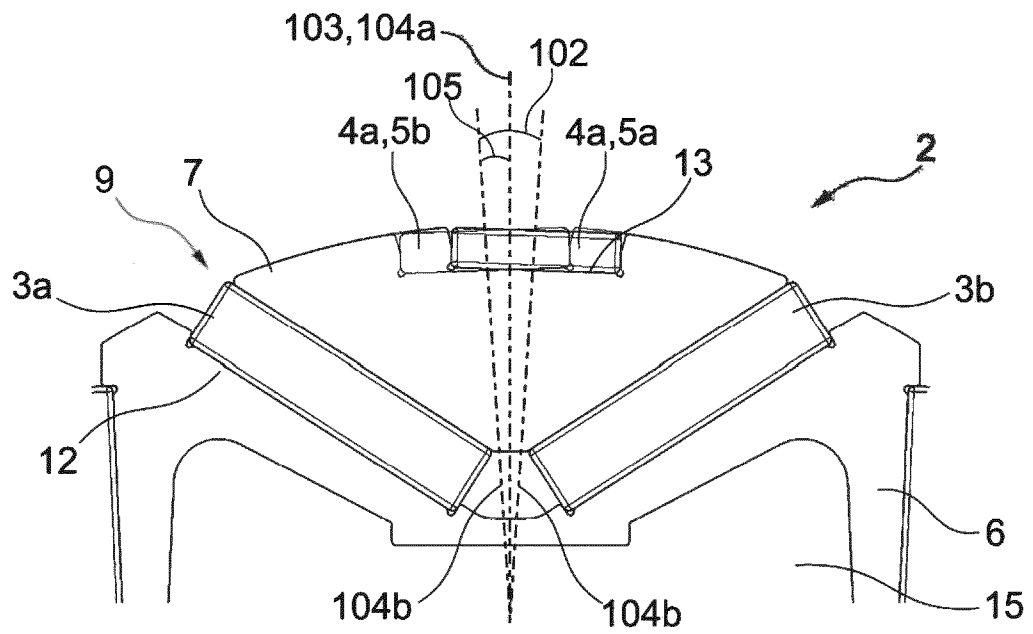


Fig. 4

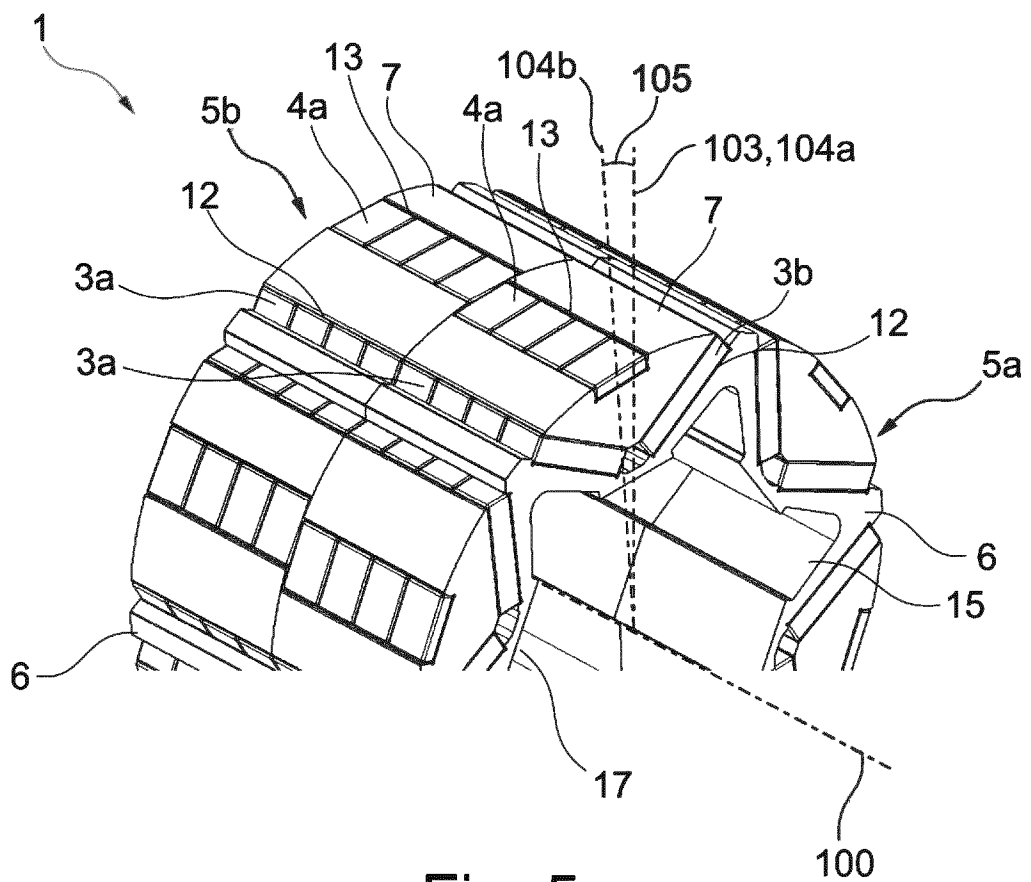


Fig. 5

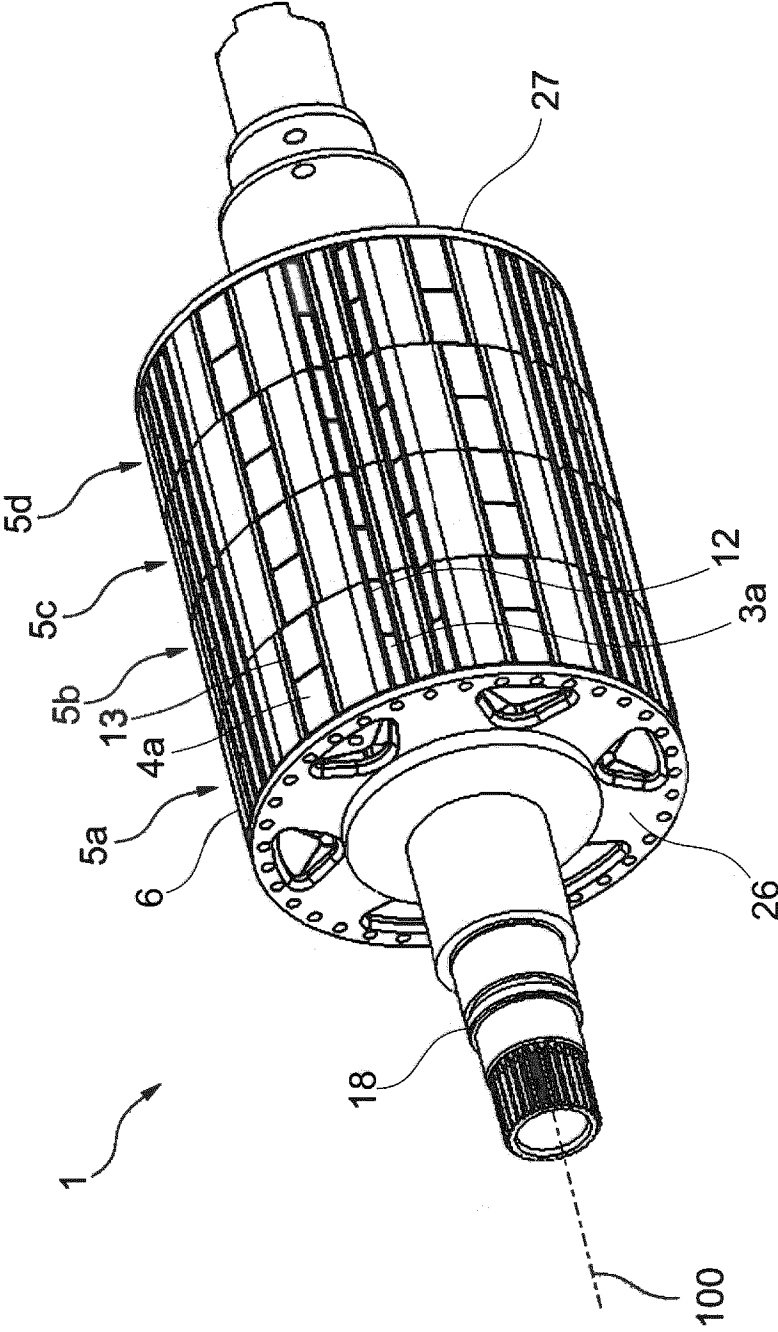


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/054479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02K 1/276 (2022.01)i; H02K 1/32 (2006.01)i 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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2018205276 A1 (TANGUDU JAGADEESH [US] ET AL) 19 July 2018 (2018-07-19) paragraphs [0007], [0015], [0018] paragraph [0046] - paragraph [0048]; claims 2,11; figures 3-6,7a,7b,7c,7d,8 paragraph [0008]	1,5-9,11-14 2-4,10,15
X A	US 2017040854 A1 (SAINT-MICHEL JACQUES [FR]) 09 February 2017 (2017-02-09) paragraph [0102]; figure 3 paragraph [0078]	1,5,10,14 2-4,6-9,11-13,15
A	WO 2021225902 A1 (TESLA INC [US]) 11 November 2021 (2021-11-11) paragraph [0003] - paragraph [0011]; figures 3,4	1-15
A	DE 102019117691 A1 (PORSCHE AG [DE]) 07 January 2021 (2021-01-07) paragraph [0024] - paragraph [0042]; figures 3,5,6	1-15
☐ 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 27 May 2024		Date of mailing of the international search report 05 June 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 Contreras Sampayo, J Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/054479

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018205276	A1	19 July 2018	NONE			
US	2017040854	A1	09 February 2017	CN	106165261	A	23 November 2016
				EP	3130059	A2	15 February 2017
				FR	3019948	A1	16 October 2015
				US	2017040854	A1	09 February 2017
				WO	2015155731	A2	15 October 2015
WO	2021225902	A1	11 November 2021	AU	2021268591	A1	08 December 2022
				CA	3177304	A1	11 November 2021
				CN	115917927	A	04 April 2023
				EP	4147329	A1	15 March 2023
				JP	2023527675	A	30 June 2023
				KR	20230004834	A	06 January 2023
				US	2023179045	A1	08 June 2023
				WO	2021225902	A1	11 November 2021
DE	102019117691	A1	07 January 2021	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K1/276 H02K1/32 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2018/205276 A1 (TANGUDU JAGADEESH [US] ET AL) 19. Juli 2018 (2018-07-19)	1,5-9, 11-14
A	Absätze [0007], [0015], [0018] Absatz [0046] - Absatz [0048]; Ansprüche 2,11; Abbildungen 3-6,7a,7b,7c,7d,8 Absatz [0008]	2-4,10, 15

X	US 2017/040854 A1 (SAINT-MICHEL JACQUES [FR]) 9. Februar 2017 (2017-02-09)	1,5,10, 14
A	Absatz [0102]; Abbildung 3 Absatz [0078]	2-4,6-9, 11-13,15

A	WO 2021/225902 A1 (TESLA INC [US]) 11. November 2021 (2021-11-11) Absatz [0003] - Absatz [0011]; Abbildungen 3,4	1-15

	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 27. Mai 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 05/06/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Contreras Sampayo, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2019 117691 A1 (PORSCHE AG [DE]) 7. Januar 2021 (2021-01-07) Absatz [0024] - Absatz [0042]; Abbildungen 3,5,6 -----	1 - 15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/054479

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018205276 A1	19-07-2018	KEINE	
US 2017040854 A1	09-02-2017	CN 106165261 A	23-11-2016
		EP 3130059 A2	15-02-2017
		FR 3019948 A1	16-10-2015
		US 2017040854 A1	09-02-2017
		WO 2015155731 A2	15-10-2015
WO 2021225902 A1	11-11-2021	AU 2021268591 A1	08-12-2022
		CA 3177304 A1	11-11-2021
		CN 115917927 A	04-04-2023
		EP 4147329 A1	15-03-2023
		JP 2023527675 A	30-06-2023
		KR 20230004834 A	06-01-2023
		US 2023179045 A1	08-06-2023
		WO 2021225902 A1	11-11-2021
DE 102019117691 A1	07-01-2021	KEINE	