

(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
02. Juni 2022 (02.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/112281 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 1/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/082746

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. November 2021 (24.11.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 214 898.8
26. November 2020 (26.11.2020) DE

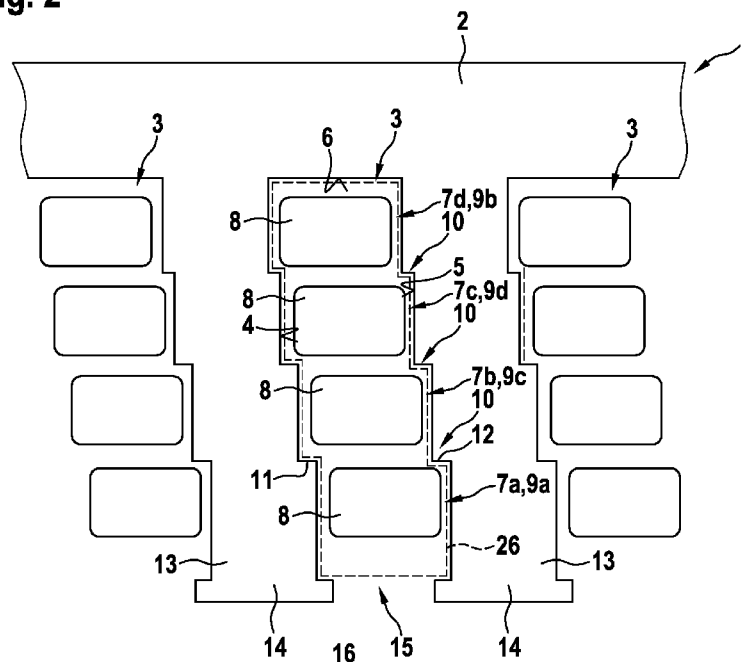
(71) Anmelder: VALEO SIEMENS EAUTOMOTIVE GER-
MANY GMBH [DE/DE]; Frauenausracher Str. 85, 91056
Erlangen (DE).

(72) Erfinder: **BACH, Regina**; C/o Valeo Siemens eAutomotive Germany GmbH, Siemensstr. 15, 97616 Bad Neustadt a.d.Saale (DE). **BEETZ, Sebastian**; C/o Valeo Siemens eAutomotive Germany GmbH, Siemensstr. 15, 97616 Bad Neustadt a.d.Saale (DE). **DOTZ, Boris**; C/o Valeo Siemens eAutomotive Germany GmbH, Siemensstr. 15, 97616 Bad Neustadt a.d.Saale (DE). **FINGER-ALBERT, Christian**; C/o Valeo Siemens eAutomotive Germany GmbH, Siemensstr. 15, 97616 Bad Neustadt a.d.Saale (DE). **SIEPKER, Carsten**; C/o Valeo Siemens eAutomotive Germany GmbH, Siemensstr. 15, 97616 Bad Neustadt a.d.Saale (DE). **WAIDER, Sebastian**; C/o Valeo Siemens eAutomotive Germany GmbH, Siemensstr. 15, 97616 Bad Neustadt a.d.Saale (DE).

(54) Title: STATOR LAMINATED CORE FOR A STATOR OF AN ELECTRIC MACHINE, STATOR FOR AN ELECTRIC MACHINE, AND ELECTRIC MACHINE FOR DRIVING A VEHICLE

(54) Bezeichnung: STATORBLECHPAKET FÜR EINEN STATOR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE, STATOR FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE UND ELEKTRISCHE MASCHINE ZUM ANTREIBEN EINES FAHRZEUGS

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a stator laminated core (2) for a stator (1) of an electric machine (101). The stator laminated core (2) is equipped with a plurality of grooves (3) each of which extends one after the other in the circumferential direction and in the axial direction. Each groove (3) has two groove walls (4, 5) lying opposite each other in the circumferential direction and a groove base (6) which connects the groove walls (4, 5) radially outwards, and each groove forms multiple radially successive receiving areas (7a-d) for a respective shaped conductor (8) of a stator winding of the stator (1). The receiving areas (7a-d) form a first arrangement (9a) of at least

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(74) **Anwalt: NOVEMBRE, Christophe**; C/o Valeo Siemens eAutomotive France SAS, Service Propriété Intellectuelle, 14 avenue des Béguines, 95800 Cergy (FR).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)

the radially inner most receiving areas of the receiving areas (7a) and a second arrangement (9b) of at least one other receiving area of the receiving areas (7b-c), wherein the course of the groove walls (4, 5) of each groove (3) between the radial interior of the groove (3) and the groove base (6) forms an offset of the second arrangement (9b) relative to the first arrangement (9a) in the circumferential direction.

(57) **Zusammenfassung:** Statorblechpaket (2) für einen Stator (1) einer elektrischen Maschine (101), wobei in dem Statorblechpaket (2) eine Vielzahl von Nuten (3), die in Umfangsrichtung aufeinanderfolgen und sich jeweils in Axialrichtung erstrecken, ausgebildet ist, wobei eine jeweilige Nut (3) zwei in Umfangsrichtung gegenüberliegende Nutwände (4, 5) und einen Nutgrund (6), der die Nutwände (4, 5) radial außen verbindet, aufweist und mehrere radial aufeinanderfolgende Aufnahmeplätze (7a-d) für jeweils einen Formleiter (8) einer Statorwicklung des Stators (1) ausbildet, wobei die Aufnahmeplätze (7a-d) eine erste Anordnung (9a) aus zumindest dem radial innersten der Aufnahmeplätze (7a) und eine zweite Anordnung (9b) aus wenigstens einem anderen der Aufnahmeplätze (7b-c) ausbilden, wobei ein Verlauf der Nutwände (4, 5) einer jeweiligen Nut (3) zwischen dem radial Inneren der Nut (3) und dem Nutgrund (6) einen Versatz der zweiten Anordnung (9b) gegenüber der ersten Anordnung (9a) in Umfangsrichtung ausbildet.

Statorblechpaket für einen Stator einer elektrischen Maschine, Stator für eine elektrische Maschine und elektrische Maschine zum Antreiben eines Fahrzeugs

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Statorblechpaket für einen Stator einer elektrischen Maschine, wobei in dem Statorblechpaket eine Vielzahl von Nuten, die in Umfangsrichtung aufeinanderfolgen und sich jeweils in Axialrichtung erstrecken, ausgebildet ist, wobei eine jeweilige Nut zwei in Umfangsrichtung gegenüberliegende Nutwände und einen Nutgrund, der die Nutwände radial außen verbindet, aufweist und mehrere radial aufeinanderfolgende Aufnahmeplätze für jeweils einen Formleiter einer Statorwicklung des Stators ausbildet, wobei die Aufnahmeplätze eine erste Anordnung aus zumindest dem radial innersten der Aufnahmeplätze und eine zweite Anordnung aus wenigstens einem anderen der Aufnahmeplätze ausbilden.

15

Daneben betrifft die Erfindung einen Stator für eine elektrische Maschine und eine elektrische Maschine zum Antreiben eines Fahrzeugs.

20 Die DE 10 2012 012 120 A1 offenbart einen Stator, umfassend: einen Kern mit einem zylinderförmigen Abschnitt, mehreren Zähnen und einer Achse, wobei sich die Zähne von dem zylinderförmigen Abschnitt zu der Achse erstrecken und in einer Umfangsrichtung des zylinderförmigen Abschnitts in gleichen Abschnitten beabstandet sind, wobei mehrere Schlitze jeweils zwischen einem benachbarten Paar der Zähne gebildet sind und sich in die durch die Achse definierte Achsenrichtung erstrecken; und mehrere U-förmige Leiter, die jeweils ein Paar von Schenkeln und einen Verbindungsabschnitt, um die Schenkel miteinander zu verbinden, aufweisen, wobei jeder Schlitz vier Schenkel aufnimmt.

30 Statoren mit einem Statorblechpaket und einer aus Formleitern gebildeten Statorwicklung, insbesondere einer Haarnadelwicklung, erfreuen sich wegen ihrer Fertigungsfreundlichkeit insbesondere bei automotiven Anwendungen großer Belieb-

heit. Insbesondere im Hinblick auf den begrenzten Bauraum in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen wird ein geringer Wicklungsüberhang an axialen Stirnseiten des Statorblechpakets gewünscht.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zur Verringerung des Wicklungsüberhangs bei einer elektrischen Maschine für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug anzugeben.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Statorblechpaket der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass ein Verlauf der Nutwände einer jeweiligen Nut zwischen dem radial Inneren der Nut und dem Nutgrund einen Versatz der zweiten Anordnung gegenüber der ersten Anordnung in Umfangsrichtung ausbildet.

15 Das erfindungsgemäße Statorblechpaket zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die Nutwände so ausgebildet sind, dass sie zwischen der ersten und der zweiten Anordnung von Aufnahmeplätzen innerhalb der Nut einen Versatz in Umfangsrichtung ausbilden, sodass die Anordnungen, und in der Folge auch die in ihnen aufgenommenen Formleiter, an unterschiedlichen Winkelpositionen in Umfangsrichtung angeordnet bzw. anordenbar sind. Im Vergleich zu Nuten herkömmlicher Statorblechpakete, bei denen die Aufnahmeplätze einer Nut an denselben Winkelpositionen in Umfangsrichtung angeordnet sind, besteht so die Möglichkeit, zwei Formleiter, von denen einer in einem Aufnahmeplatz der ersten Anordnung einer Nut und der andere Formleiter in einem Aufnahmeplatz der zweiten Anordnung einer anderen Nut angeordnet sind, wegen des Versatzes über eine kürzere Strecke zu verbinden. Dank dieser kürzeren Strecke muss ein die Formleiter verbindender Verbinder weniger weit in axialer Richtung aus dem Statorblechpaket herausragen, sodass der Wicklungsüberhang an einer Stirnseite des Statorblechpakets signifikant reduziert werden kann. Dadurch kann auch in vorteilhafter Weise Material für den Verbinder an dieser Stirnseite eingespart werden.

30

Vorzugsweise ist das Statorblechpaket aus einer Vielzahl von axial geschichteten und drehfest miteinander verbundenen Statorblechen, insbesondere aus einem

weichmagnetischen Material, gebildet. Die Statorbleche sind bevorzugt elektrisch gegeneinander isoliert.

Die Nuten können sich parallel zu einer Längsachse des Statorblechpakets in Axialrichtung erstrecken. Typischerweise haben die Nuten eine polygonale Querschnittsfläche. Vorzugsweise verlaufen die Nutwände einer jeweiligen Nut zumindest abschnittsweise parallel zueinander. Bezüglich einer jeweiligen Anordnung können die Nutwände zumindest abschnittsweise einen konstanten Abstand zueinander aufweisen. Bevorzugt erstrecken sich die Nutwände abschnittsweise entlang einer Geraden oder mehrerer Geraden. Insbesondere können die Nutwände parallel zu einer radialen Geraden verlaufen, welche die Nut an ihrer radial innersten Position und/oder dem radial innersten der Aufnahmeplätze mittig teilt. Vorzugsweise erstreckt sich der Nutgrund senkrecht zu einer radialen Geraden, welche die Nut an ihrer radial innersten Position und/oder dem radial innersten der Aufnahmeplätze mittig teilt. Alternativ erstreckt sich der Nutgrund senkrecht zu einer radialen Geraden, welche die Nut an ihrer radial äußersten Position und/oder dem radial innersten der Aufnahmeplätze mittig teilt.

Vorzugsweise bildet eine jeweilige Nut eine gerade Anzahl der Aufnahmeplätze aus. Die Anzahl ist typischerweise kleiner gleich 16. Vorzugsweise bildet jede Nut genau 4, 6, 8, 10 oder 12 Aufnahmeplätze aus.

Zwischen einem jeweiligen Paar unmittelbar benachbarter Nuten können Zähne des Statorblechpakets ausgebildet sein. Vorzugsweise weist jeder Zahn einen Zahnkopf auf. Zwei unmittelbar benachbarte Zahnköpfe begrenzen insbesondere eine Nutöffnung in Umfangsrichtung. Typischerweise verbindet eine jeweilige Nutöffnung eine der Nuten mit einem, insbesondere radial inneren, Aufnahme-
raum für einen Rotor der elektrischen Maschine. Eine jeweilige Nut erstreckt sich in Umfangsrichtung vorzugsweise weiter als die sie mit dem Aufnahmeraum verbindende Nutöffnung. Die Nutöffnung liegt vorzugsweise in Umfangsrichtung mittig zum radial innersten der Aufnahmeplätze.

Bei dem erfindungsgemäßen Statorblechpaket kann vorgesehen sein, dass die Aufnahmeplätze eine dritte Anordnung oder mehrere dritte Anordnungen aus wenigstens einem zwischen der ersten und der zweiten Anordnung liegenden Aufnahmeplatz ausbilden. Mithin befindet sich die zweite Anordnung radial weiter außen als die oder eine jeweilige dritte Anordnung und die oder eine jeweilige dritte Anordnung radial weiter außen als die erste Anordnung. Die oder eine jeweilige dritte Anordnung befinden sich also insbesondere an Zwischenpositionen zwischen der ersten und zweiten Anordnung. Es kann genau eine dritte Anordnung vorgesehen sein. Alternativ können genau zwei, drei, vier, fünf oder sechs dritte Anordnungen vorgesehen sein.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Verlauf der Nutwände einer jeweiligen Nut zwischen dem radial Inneren der Nut und dem Nutgrund einen Versatz der oder einer jeweiligen dritten Anordnung gegenüber ersten Anordnung in Umfangsrichtung und einen Versatz der zweiten Anordnung gegenüber der oder einer jeweiligen dritten Anordnung ausbildet. Es wird bevorzugt, wenn der Versatz der ersten Anordnung gegenüber der oder einer jeweiligen dritten Anordnung dieselbe Orientierung in Umfangsrichtung aufweist wie der Versatz der zweiten Anordnung gegenüber der oder einer jeweiligen dritten Anordnung.

Es kann vorgesehen sein, dass die mehreren dritten Anordnungen zueinander jeweils einen Versatz in Umfangsrichtung aufweisen. Vorzugsweise weist der Versatz der dritten Anordnungen zueinander dieselbe Orientierung auf wie der Versatz der zweiten Anordnung gegenüber der ersten Anordnung.

Bei dem erfindungsgemäßen Statorblechpaket kann vorgesehen sein, dass die Anordnungen jeweils die gleiche Anzahl von Aufnahmeplätzen umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Anordnungen jeweils mehrere Aufnahmeplätze umfassen, die versatzlos zueinander angeordnet sind. Beispielsweise kann jede Anordnung genau 2, 3, 4, 5 oder 6 Aufnahmeplätze umfassen.

Bei dem erfindungsgemäßen Statorblechpaket wird es bevorzugt, wenn die Aufnahmeplätze erste bis N-te Aufnahmeplätze sind, den ihrer radialen Reihenfolge von radial innen nach radial außen benannt sind. N ist vorzugsweise eine gerade Zahl. Der N-te Aufnahmeplatz liegt vorzugsweise unmittelbar dem Nutgrund gegenüber.

Gemäß einer ersten Ausgestaltungsvariante kann vorgesehen sein, dass die zweite Anordnung den N-ten Aufnahmeplatz umfasst.

10 Gemäß einer zweiten Ausgestaltungsvariante kann vorgesehen sein, dass der Aufnahmeplatz der zweiten Anordnung der (N/2)-te Aufnahmeplatz ist. Wenn die zweite Anordnung – wie zuvor beschrieben – mehrere Aufnahmeplätze umfasst, kann der radial äußerste der Aufnahmeplätze der zweiten Anordnung der (N/2)-te Aufnahmeplatz sein.

15

Bevorzugt ist vorgesehen, dass für alle $1 \leq i \leq [(N/2)-1]$ der Versatz vom i-ten zum (i+1)-ten Aufnahmeplatz gegensinnig zum Versatz vom (N-i)-ten zum (N-i+1)-ten Aufnahmeplatz ist. Dabei ist insbesondere $N \geq 4$ und i ein Laufindex von 1 bis $[(N/2)-1]$. So kann der Versatz der (N/2+1)-ten bis N-ten Aufnahmeplätze in Umfangsrichtung gegensinnig zum Versatz der ersten bis (N/2)-ten Aufnahmeplätze orientiert sein.

20

Der i-te Aufnahmeplatz und der (N+1-i)-te Aufnahmeplatz können sich jeweils an derselben Position in Umfangsrichtung befinden. Insbesondere kann der (N/2+1)-te bis N-te Aufnahmeplatz symmetrisch bezüglich einer senkrecht zur Radialrichtung zwischen dem (N/2)-ten Aufnahmeplatz und dem (N/2+1)-ten Aufnahmeplatz stehenden Symmetrieebene zum ersten bis (N/2)-ten Aufnahmeplatz angeordnet sein. Es ist alternativ auch möglich, dass sich der i-te Aufnahmeplatz und der (N+1-i)-te Aufnahmeplatz jeweils an zueinander versetzten Positionen in Umfangsrichtung befinden.

25

30

Bei dem erfindungsgemäßen Statorblechpaket kann der oder ein jeweiliger Versatz durch in Umfangsrichtung weisende Stufen in den Nutwänden ausgebildet sein. Vorzugsweise erstrecken sich die Stufen parallel zum Nutgrund.

- 5 Dabei kann in besonderer Ausgestaltung vorgesehen sein, dass die Nutwände eine erste Nutwand und zweite Nutwand aufweisen und eine jeweilige Stufe durch einen ersten Absatz in der ersten Nutwand und einen zweiten Absatz in der zweiten Nutwand ausgebildet ist. Der erste Absatz und der zweite Absatz sind typischerweise entlang derselben Umfangsrichtung bzw. gleichsinnig versetzt. Es
10 kann vorgesehen sein, dass sich der erste Absatz und der zweite Absatz an derselben Radialposition befinden.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass der erste Absatz und der zweite Absatz an unterschiedlichen Radialpositionen ausgebildet sind. Durch die unterschiedlichen
15 Radialpositionen der Absätze kann ein vorgegebener Isolationsabstand zwischen den Formleitern bzw. den Aufnahmeplätzen ausgebildet werden. Zwischen den Radialpositionen kann insbesondere ein Abstand von wenigstens einem Prozent, bevorzugt wenigstens zwei Prozent, besonders bevorzugt wenigstens fünf Prozent, der radialen Erstreckung der Nut liegen.

20

Bei dem erfindungsgemäßen Statorblechpaket kann vorgesehen sein, dass der Verlauf der Nutwände eine von radial innen nach radial außen verlaufende Schrägung in Umfangsrichtung aufweist, durch welche der oder ein jeweiliger Versatz
25 ausgebildet ist. Vorzugsweise weisen die Nutwände zwischen dem radial innersten Aufnahmeplatz und dem radial äußersten Aufnahmeplatz der zweiten Anordnung einen konstanten Schrägungswinkel auf.

Insbesondere bei den die Schrägung aufweisenden Nutwänden wird es bevorzugt, wenn ein Querschnitt der Formleiter bzw. ein jeweiliger Aufnahmeplatz die Form
30 eines, ggf. abgerundeten, Parallelogramms mit nicht senkrechten Diagonalen aufweist. Vorzugsweise erstrecken sich dabei zwei gegenüberliegende Seiten des

Parallelogramms parallel zur Schrägung der Nutwände und/oder zwei gegenüberliegende Seiten des Parallelogramms parallel zum Nutgrund.

Alternativ kann ein Querschnitt der Formleiter bzw. ein jeweiliger Aufnahmeplatz
5 die Form eines Rechtecks haben. Vorzugsweise erstrecken sich dabei zwei gegenüberliegende Seiten des Rechtecks parallel zu den Nutwänden und/oder zwei gegenüberliegende Seiten des Rechtecks parallel zum Nutgrund.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner gelöst durch einen Sta-
10 tor für eine elektrische Maschine, umfassend eine aus Formleitern gebildeten Statorwicklung; und ein erfindungsgemäßes Statorblechpaket; wobei in jedem Aufnahmeplatz einer der Formleiter aufgenommen ist. Die Statorwicklung kann eine Haarnadelwicklung (engl. hair pin winding) sein. Die Formleiter sind vorzugsweise stabförmige Leiter, die insbesondere nicht biegeschlaff sind. Insbesondere neh-
15 men die in eine jeweilige Nut aufgenommenen Formleiter wenigstens 60 Prozent, bevorzugt wenigstens 70 Prozent, besonders bevorzugt wenigstens 80 Prozent, der Querschnittsfläche der Nut ein.

Innerhalb einer jeweiligen Nut des erfindungsgemäßen Stators kann ferner ein
20 Nutkasten, vorzugsweise aus einem Isolationspapier, angeordnet sein, welcher die in der Nut aufgenommenen Formleiter gegenüber dem Statorblechpaket elektrisch isoliert. Der Nutkasten kann die Form der Stufen nachverfolgen. Insbesondere bei der die Schrägung aufweisenden Nut kann ein Querschnitt des Nutkastens die Form eines Parallelogramms aufweisen. Dadurch lässt sich der Nut-
25 kasten besonders einfach in die Nuten einführen.

Der erfindungsgemäße Stator kann ferner umfassen: eine erste axiale Stirnseite; eine der ersten Stirnseite gegenüberliegende zweite axiale Stirnseite; und an den Stirnseiten angeordnete Verbinder, welche Paare der Formleiter in verschiedenen
30 Nuten derart verbinden, dass die Paare wenigstens eine Reihenschaltung von Formleitern ausbilden.

- Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform des Stators ist vorgesehen, dass die Statorwicklung eine Wellenwicklung aufweist, bei der bezüglich der Reihenschaltung unmittelbar aufeinanderfolgende Formleiter abwechselnd in zwei unterschiedlichen Aufnahmeplätzen, zwischen denen ein Versatz ausgebildet ist, angeordnet sind, wobei solche Verbinder, die den Versatz von der ersten Stirnseite aus betrachtet im Uhrzeigersinn von radial innen nach radial außen überspringen, auf einer der Stirnseiten angeordnet sind und solche Verbinder, die den Versatz von der ersten Stirnseite aus betrachtet im Uhrzeigersinn von radial außen nach radial innen überspringen, auf der anderen der Stirnseiten angeordnet sind.. Auf diese Weise werden die Verbinder auf einer der Stirnseiten gegenüber herkömmlichen Statoren mit nicht versetzten Aufnahmeplätzen verkürzt. Die Verbinder, welche den Versatz von radial innen nach radial außen überspringen, können auf der ersten oder zweiten Stirnseite angeordnet sein.
- Alternativ kann bei dem erfindungsgemäßen Stator vorgesehen sein, dass die Statorwicklung Leiterschleifen, die jeweils zwischen einem Paar von Nuten ausgebildet sind, aufweist, wobei bei einer jeweiligen Leiterschleife solche Verbinder, welche einen der Formleiter, der in einem der ersten bis $(N/2)$ -ten Aufnahmeplätze angeordnet ist, mit einem der Formleiter, der in einem der $[(N/2)+1]$ -ten bis N -ten Aufnahmeplätze angeordnet ist, verbinden, auf einer der Stirnseiten angeordnet sind und solche Verbinder, welche zwei der Formleiter, die beide in den ersten bis $(N/2)$ -ten Aufnahmeplätzen oder in den $[(N/2)+1]$ -ten bis N -ten Aufnahmeplätzen angeordnet sind, verbinden, auf der anderen der Stirnseiten angeordnet sind. Dadurch können solche Verbinder, die eine Leiterschleife ausbilden, gegenüber dem zuvor beschriebenen herkömmlichen Stator verkürzt werden. Die Verbinder, welche einen Bereich zwischen dem $(N/2)$ -ten und dem $[(N/2)+1]$ -ten Aufnahmeplatz bzw. die Symmetrieebene überspringen, können auf der ersten oder zweiten Stirnseite angeordnet sein.
- Es wird bevorzugt, wenn die an der ersten Stirnseite angeordneten Verbinder als Verbinder erster Art ausgebildet sind, die einstückig mit den durch sie verbundenen Formleitern ausgebildet sind. Eine solche Anordnung aus zwei Formleitern

und einem Verbinder erster Art kann auch als U-Pin bezeichnet werden. Alternativ oder zusätzlich können die Verbinder auf der zweiten Stirnseite als Verbinder zweiter Art ausgebildet sein, die aus zwei, insbesondere stoffschlüssig, miteinander verbundenen, an die Formleiter anschließenden Verbindungselementen ausgebildet sind. Vorzugsweise bilden zwei Formleiter, der sie verbindende Verbinder erster Art und zwei an die die Formleiter anschließende Verbindungselemente unterschiedlicher Verbinder zweiter Art ein Leitersegment aus. Das Leitersegment kann aus einem einzigen gebogenen Metallstab ausgebildet sein.

- 10 Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch eine elektrische Maschine zum Antreiben eines Fahrzeugs, umfassend einen erfindungsgemäßen Stator und einen drehbar innerhalb des Stators gelagerten Rotor. Bevorzugt ist die elektrische Maschine eine, insbesondere permanenterregte, Synchronmaschine oder Asynchronmaschine. Vorzugsweise bildet die elektrische Maschine
15 einen Teil eines Antriebsstrangs des Fahrzeugs aus. Das Fahrzeug kann ein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV) oder ein Hybridfahrzeug sein.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Diese sind schematische Darstellungen und zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipskizze eines Fahrzeugs mit einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine;
- 25 Fig. 2 eine Prinzipskizze von Nuten gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Statorblechpakets und gemäß einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators;
- Fig. 3 eine Prinzipskizze einer Seitenansicht des Stators gemäß dem in Fig. 2
30 gezeigten Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder gemäß dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel des Stators;

5 Fig. 5 eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des Stators;

Fig. 6 eine Prinzipskizze von Nuten gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Statorblechpakets und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators;

10

Fig. 7 eine Prinzipskizze von Nuten gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Statorblechpakets und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators;

15 Fig. 8 eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder gemäß dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel des Stators;

Fig. 9 eine Prinzipskizze von Nuten gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Statorblechpakets und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators;

20

Fig. 10 eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder gemäß dem in Fig. 9 gezeigten Ausführungsbeispiel des Stators;

25 Fig. 11 eine Prinzipskizze einer Nut gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Statorblechpakets und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators; und

Fig. 12 eine Prinzipskizze von Nuten gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Statorblechpakets und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators.

30

Fig. 1 ist eine Prinzipskizze eines Fahrzeugs 100 mit einem Ausführungsbeispiel einer elektrischen Maschine 101.

Die elektrische Maschine 101 ist hier exemplarisch als Asynchronmaschine oder
5 als permanenterregte Synchronmaschine ausgebildet. Die elektrische Maschine 101 ist Teil eines Antriebstrang des Fahrzeugs 100, welches beispielsweise als batterieelektrisches Fahrzeug (BEV) oder als Hybridfahrzeug ausgebildet ist.

Die elektrische Maschine 101 umfasst einen Stator 1 gemäß einem der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele und einen drehbar innerhalb des Stators
10 1 gelagerten Rotor 102. Der Stator 1 umfasst ein Statorblechpaket 2 gemäß einem der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele. Das Statorblechpaket 2 ist aus einer Vielzahl axial geschichteter Einzelbleche, die gegeneinander elektrische isoliert und drehfest miteinander verbunden sind, gebildet.

15

Fig. 2 ist eine Prinzipskizze von Nuten 3 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel des Statorblechpakets 2 und gemäß einem Ausführungsbeispiel des Stators 1.

In dem Statorblechpaket 2 ist eine Vielzahl der Nuten 3 ausgebildet, die in Umfangsrichtung aufeinanderfolgen und sich jeweils in Axialrichtung erstrecken. Eine
20 jeweilige Nut 3 weist zwei in Umfangsrichtung gegenüberliegende Nutwände, nämlich eine ersten Nutwand 4 und einen zweiten Nutwand 5, und einen Nutgrund 6, der die Nutwände 4, 5 radial außen verbindet, auf. Eine jeweilige Nut 3 bildet Aufnahmeplätze 7a-d für jeweils genau einen Formleiter 8 einer Statorwicklung
25 des Stators 1 aus. Rein exemplarisch sind hier vier Aufnahmeplätze 7a-d, nämlich ein radial innerster erster Aufnahmeplatz 7a, ein zweiter Aufnahmeplatz 7b, ein dritter Aufnahmeplatz 7c und ein vierter Aufnahmeplatz 7d, die in ihrer Reihenfolge von radial innen nach radial außen benannt sind, vorgesehen.

30 Die Aufnahmeplätze 7a-d bilden eine erste Anordnung 9a aus dem radial innersten Aufnahmeplatz 7a und eine zweite Anordnung 9b aus einem anderen der Aufnahmeplätze 7d, hier dem unmittelbar an den Nutgrund 6 angrenzenden vierten

Aufnahmeplatz 7d, aus. Daneben bilden die Aufnahmeplätze 7a-d eine dritte Anordnung aus dem zweiten Aufnahmeplatz 7b und eine weitere dritte Anordnung 9d aus dem dritten Aufnahmeplatz 7c aus. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst jede Anordnung 9a-d genau einen der Aufnahmeplätze 7a-d.

5

Ein Verlauf der Nutwände 4, 5 einer jeweiligen Nut 3 zwischen dem radial Inneren der Nut 3 und dem Nutgrund 6 bildet einen Versatz der zweiten Anordnung 9b in Umfangsrichtung gegenüber der ersten Anordnung 9a aus. Darüber hinaus bildet der Verlauf der Nutwände 4, 5 einen Versatz einer jeweiligen dritten Anordnung 9c, 9d gegenüber der ersten Anordnung 9a in Umfangsrichtung und einen Versatz der zweiten Anordnung 9b gegenüber einer jeweiligen dritten Anordnung 9c, 9d aus. Außerdem weisen die dritten Anordnungen 9c, 9d zueinander einen Versatz in Umfangsrichtung auf. Dabei ist ein jeweiliger Versatz von radial innen nach radial außen betrachtet identisch orientiert, hier z.B. im Gegenuhrzeigersinn.

15

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein jeweiliger Versatz durch in Umfangsrichtung weisende Stufen 10 in den Nutwänden 4, 5 ausgebildet. Eine jeweilige Stufe 10 ist durch einen ersten Absatz 11 in der ersten Nutwand 4 und einen zweiten Absatz 12 in der zweiten Nutwand 5 ausgebildet. Die Absätze 11, 12 befinden sich an derselben Radialpositionen und verlaufen parallel zum Nutgrund 6.

20

Ein Querschnitt eines jeweiligen Formleiters 8 weist die Form eines abgerundeten Rechtecks auf. Dabei verlaufen zwei gegenüberliegende Seiten des Rechtecks parallel zum Nutgrund 6 und zwei gegenüberliegende Seiten des Rechtecks parallel zu den Nutwänden 4, 5. In einer jeweiligen Nut 3 ist zudem ein elektrisch isolierender Nutkasten 26 vorgesehen, welcher das Innere der Nut 3 auskleidet sich vollständig durch die Nut 3 erstreckt. Der Nutkasten 26 ist beispielsweise aus Isolationspapier gebildet. Der Nutkasten 26 folgt den Nutwänden 4, 5 und dem Nutgrund 6.

25

30

Daneben sind in Fig. 2 Zähne 13 des Statorblechpakets 2 gezeigt, die zwischen einem jeweiligen Paar von Nuten 3 ausgebildet sind. Jeder Zahn 13 weist einen

Zahnkopf 14 auf. Zwischen zwei benachbarten Zahnköpfen 14 ist eine Nutöffnung 15 einer jeweiligen Nut 3 ausgebildet. Die Nutöffnung 15 erstreckt sich in Umfangsrichtung weniger weit als der Abstand zwischen den Nutwänden 4, 5 einer jeweiligen Nut 3 und verbindet die Nut 3 mit einem Aufnahmeraum 16 für den Rotor 102 der elektrischen Maschine 101 (siehe Fig. 1).

Fig. 3 ist eine Prinzipskizze einer Seitenansicht des Stators 1 gemäß dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel.

- 10 Der Stator 1 umfasst eine erste Stirnseite 17 und eine der ersten Stirnseite gegenüberliegende zweite Stirnseite 18. An der ersten Stirnseite 17 sind Verbinder erster Art 19 und an der zweiten Stirnseite 18 Verbinder zweiter Art 20 angeordnet, welche Paare der Formleiter 8 in verschiedenen Nuten 3 derart verbinden, dass die Paare wenigstens eine Reihenschaltung von Formleitern 8 ausbilden. Insbesondere ist für jede Phase des Stators 1 wenigstens eine Reihenschaltung vorgesehen. Ein jeweiliger Verbinder erster Art 19 ist dabei einstückig mit dem durch ihn verbundenen Paar Formleiter 8 ausgebildet und weist eine im Wesentlichen U-förmige Biegung auf. Ein jeweiliger Verbinder zweiter Art 20 ist durch zwei Verbindungselemente 21 ausgebildet, die sich an nicht miteinander durch Verbinder erster Art 19 verbundener Formleiter 8 auf der zweiten Stirnseite 18 anschließen. Dabei bilden zwei Formleiter 8, der sie auf der ersten Stirnseite 17 verbindende Verbinder erster Art 19 sowie die auf der zweiten Stirnseite 18 an die Formleiter 8 anschließenden Verbindungselemente 21 ein Leitersegment 22 aus.
- 25 In Fig. 3 ist strich-punktiert ein Verbinder erster Art 19' gezeigt, dessen Position sich ergibt, wenn die durch ihn verbundenen Formleiter in Nuten ohne jeglichen Versatz mit radial fluchtend übereinander angeordneten Formleitern angeordnet sind. Ersichtlich kann durch die Versätze die durch den Verbinder erster Art 19 überbrückte Strecke verkürzt werden, sodass sich ein um einen Abstand x geringerer axialer Wicklungsüberhang auf der ersten Stirnseite 17 ergibt.
- 30

Fig. 4 ist eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder 19, 20 gemäß dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel des Stators 1. Dabei sind Verbinder erster Art 19 durch gestrichelte Pfeile und Verbinder zweiter Art 20 durch durchgezogene Pfeile zwischen den durch sie verbundenen Formleitern 8 gekennzeichnet.

5

Die Statorwicklung des Stators 1 bildet hier eine Wellenwicklung aus. Die Verbinder erster Art 19, die an der ersten Stirnseite 17 angeordnet sind, überspringen hier jeweils einen Versatz in einer von innen nach außen weisenden ersten Orientierung der Radialrichtung. Die Verbinder zweiter Art 20, die an der zweiten Stirnseite 18 angeordnet sind, überspringen einen jeweiligen Versatz in einer der ersten Orientierung entgegengesetzten zweiten Orientierung der Radialrichtung. Er-

10 sichtlich sind die Verbinder erster Art 19 gegenüber den Verbindern zweiter Art 20 verkürzt.

15 Fig. 5 ist eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder 19, 20 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des Stators 1, der ein Statorblechpaket 2 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel aufweist. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel des Stators 1 dadurch, dass die Verbinder zweiter Art 20 einen jeweiligen Versatz entlang der ersten Orientierung der Radialrichtung überspringen, wohingegen die Verbinder erster Art einen jeweiligen Versatz entlang der zweiten Orientierung der Radialrichtung überspringen. Somit kann bei diesem Ausführungsbeispiel eine Verkürzung der

20 Verbinder zweiter Art 20 erreicht werden.

25 Fig. 6 ist eine Prinzipskizze von Nuten 3 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel des Statorblechpakets 2 und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators 1.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel umfasst die erste Anordnung 9a den ersten und den zweiten Aufnahmeplatz 7a, 7b und die zweite Anordnung 9b den dritten und den vierten Aufnahmeplatz 7c, 7d. Die zweite Anordnung 9b ist im Vergleich

30

zur ersten Anordnung 9a parallel versetzt. Die Aufnahmeplätze 7a-d einer jeweiligen Anordnung 9a, 9b sind im Gegensatz dazu versatzlos aneinander gereiht. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Absätze 11, 12 an der gleichen Radialposition angeordnet. Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel sind der
5 erste Absatz 11 und der zweite Absatz 12 an unterschiedlichen Radialpositionen angeordnet.

Fig. 7 ist eine Prinzipskizze von Nuten 3 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel des Statorblechpakets 2 und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des Sta-
10 tors 1.

Beim dritten Ausführungsbeispiel umfasst die erste Anordnung 9a den ersten Aufnahmeplatz 7a und die zweite Anordnung 9b den zweiten Aufnahmeplatz 7b. Bei $N = 4$ Aufnahmeplätzen 7a-d umfasst die zweite Anordnung 9b mithin den $(N/2)$ -ten (zweiten) Aufnahmeplatz 7b. Der $(N/2+1)$ -te (dritte) Aufnahmeplatz 7c und der
15 N-te (vierte) Aufnahmeplatz 7d sind symmetrisch bezüglich einer senkrecht zur Radialrichtung stehenden Symmetrieebene 23 angeordnet. Der Versatz zwischen dem dritten und vierten Aufnahmeplatz 7c, 7d ist gegensinnig zum Versatz zwischen dem ersten und zweiten Aufnahmeplatz 7a, 7b. Allgemein gilt dabei für alle
20 $1 \leq i \leq [(N/2)-1]$, dass der Versatz vom i-ten zum (i+1)-ten Aufnahmeplatz gegensinnig zum Versatz vom (N-i)-ten zum (N-i+1)-ten Aufnahmeplatz ist.

Beim dritten Ausführungsbeispiel befinden sich aufgrund der Symmetrie der erste Aufnahmeplatz 7a und der vierte Aufnahmeplatz 7d an derselben Position in Umfangsrichtung und der zweite Aufnahmeplatz 7b und der dritte Aufnahmeplatz 7c
25 an derselben Position in Umfangsrichtung.

Fig. 8 ist eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder 19, 20 gemäß dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel des Stators 1. Dabei sind Verbinder erster Art 19 durch gestrichelte Pfeile und Verbinder zweiter Art 20 durch durchgezogene
30 Pfeile zwischen den durch sie verbundenen Formleitern 8 gekennzeichnet.

Die Statorwicklung des Stators 1 bildet hier eine kombinierte Wellen- und Schleifenwicklung mit Leiterschleifen 24 aus. Die Verbinder erster Art 19, die an der ersten Stirnseite 17 angeordnet sind, verbinden hier jeweils einen der Formleiter 8, der in einem der ersten bis $(N/2)$ -ten Aufnahmeplätze 7a, 7b angeordnet ist, mit einem der Formleiter (8), der in einem der $[(N/2)+1]$ -ten bis N-ten Aufnahmeplätze angeordnet ist. Dabei überspringen die Verbinder erster Art 19 die Symmetrieebene 23. Die Verbinder zweiter Art 20, die an der zweiten Stirnseite 18 angeordnet sind, verbinden hier jeweils zwei der Formleiter 8, die beide in den ersten bis $(N/2)$ -ten Aufnahmeplätzen 7a, 7b oder in den $[(N/2)+1]$ -ten bis N-ten Aufnahmeplätzen 7c, 7b angeordnet sind. Dabei überspringen die Verbinder zweiter Art 20 die Symmetrieebene 23 nicht. Dadurch werden die eine jeweilige Leiterschleife 24 zwischen zwei Nuten 3 ausbildenden Verbinder erster Art 19 und Verbinder zweiter Art 20 gegenüber den Verbindern erster Art 19, die einen Wellenanteil 25 der Statorwicklung ausbilden, verkürzt.

Fig. 9 ist eine Prinzipskizze von Nuten 3 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel des Statorblechpakets 2 und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des Stators 1. Diese Ausführungsbeispiele entsprechen bis auf die im Folgenden beschriebenen Abweichungen den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 7 und Fig.

8.

Beim vierten Ausführungsbeispiel befinden der erste Aufnahmeplatz 7a und der vierte Aufnahmeplatz 7d an unterschiedlichen Positionen in Umfangsrichtung und der zweite Aufnahmeplatz 7b und der dritte Aufnahmeplatz 7c an unterschiedlichen Positionen in Umfangsrichtung. Dazu ist ein Versatz zwischen dem $(N/2)$ -ten, hier dem zweiten, Aufnahmeplatz 7b und dem $[(N/2)+1]$ -ten, hier dem dritten, Aufnahmeplatz 7c vorgesehen. Mithin sind der erste Aufnahmeplatz 7a gegenüber dem zweiten bis vierten Aufnahmeplatz 7b-d versetzt, der zweite Aufnahmeplatz 7b gegenüber dem dritten und vierten Aufnahmeplatz 7c, 7d und der dritte Aufnahmeplatz 7c gegenüber dem vierten Aufnahmeplatz 7d versetzt.

Fig. 10 ist eine Prinzipskizze der Anordnung der Verbinder 19, 20 gemäß dem in Fig. 9 gezeigten Ausführungsbeispiel des Stators 1. Wie Fig. 10 entnommen werden kann, wird auch mit der nicht symmetrischen Anordnung der Versätze die in Bezug auf Fig. 8 beschriebene Verkürzung erreicht.

- 5 Fig. 11 ist eine Prinzipskizze einer Nut 3 gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Statorblechpakets 2 und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Stators 1. Beim fünften Ausführungsbeispiel sind der erste Absatz 11 in der ersten Nutwand 4 und der zweite Absatz 12 in der zweiten Nutwand 5 an unterschiedlichen Radialpositionen ausgebildet. Dadurch wird durch jede Stufe 10 ein zusätzlicher Isolierabstand y zwischen den Formleitern 8 ausgebildet. Obwohl dies hier anhand einer Nut 3, wie sie dem ersten Ausführungsbeispiel des Statorblechpakets 2 entspricht, gezeigt ist, können die Absätze 11, 12 auch bei den übrigen Ausführungsbeispielen des Statorblechpakets 2 an unterschiedlichen Radialpositionen ausgebildet sein.

15

Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen können beim dritten bis fünften Ausführungsbeispiel des Statorblechpakets 2 zusätzlich eine oder mehrere dritte Anordnungen vorgesehen sein, wenn eine entsprechend höhere Anzahl an Aufnahmeplätzen je Nut 3 vorgesehen ist.

20

Fig. 12 ist eine Prinzipskizze von Nuten 3 gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel des Statorblechpakets 2 und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des Stators 1.

- 25 Beim sechsten Ausführungsbeispiel weist der Verlauf der Nutwände 4, 5 eine von radial innen nach radial außen verlaufende Schrägung in Umfangsrichtung auf, durch welche ein jeweiliger Versatz ausgebildet ist. Dabei verlaufen die Nutwände 4, 5 parallel und schließen einen konstanten Schrägungswinkel α mit dem Nutgrund 6 ein.

30

Außerdem weist der Querschnitt der Formleiter 8 die Form eines Parallelogramms mit nicht senkrecht aufeinander stehenden Diagonalen auf. Dabei kann das Parallelogramm auch abgerundet sein. Es können aber auch gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel Formleiter 8 mit einem, ggf. abgerundet, rechteckigen Querschnitt vorgesehen sein. Beim fünften Ausführungsbeispiel kann ein Querschnitt eines jeweiligen Nutkastens 26 die Form eines Parallelogramms aufweisen, so-
5 dass er sich besonders leicht in die Nuten 3 einführen lässt.

Patentansprüche

1. Statorblechpaket (2) für einen Stator (1) einer elektrischen Maschine (101), wobei in dem Statorblechpaket (2) eine Vielzahl von Nuten (3), die in Umfangsrichtung aufeinanderfolgen und sich jeweils in Axialrichtung erstrecken, ausgebildet ist, wobei eine jeweilige Nut (3) zwei in Umfangsrichtung gegenüberliegende Nutwände (4, 5) und einen Nutgrund (6), der die Nutwände (4, 5) radial außen verbindet, aufweist und mehrere radial aufeinanderfolgende Aufnahmeplätze (7a-d) für jeweils einen Formleiter (8) einer Statorwicklung des Stators (1) ausbildet, wobei die Aufnahmeplätze (7a-d) eine erste Anordnung (9a) aus zumindest dem radial innersten der Aufnahmeplätze (7a) und eine zweite Anordnung (9b) aus wenigstens einem anderen der Aufnahmeplätze (7b-c) ausbilden, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verlauf der Nutwände (4, 5) einer jeweiligen Nut (3) zwischen dem radial Inneren der Nut (3) und dem Nutgrund (6) einen Versatz der zweiten Anordnung (9b) gegenüber der ersten Anordnung (9a) in Umfangsrichtung ausbildet.
2. Statorblechpaket nach Anspruch 1, wobei die Aufnahmeplätze (7a-d) eine dritte Anordnung oder mehrere dritte Anordnungen (9c, 9d) aus wenigstens einem zwischen der ersten und der zweiten Anordnung (9a, 9b) liegenden Aufnahmeplatz (7b, 7c) ausbilden, wobei der Verlauf der Nutwände (4, 5) einer jeweiligen Nut (3) zwischen dem radial Inneren der Nut (3) und dem Nutgrund (6) einen Versatz der oder einer jeweiligen dritten Anordnung (9c, 9d) gegenüber der ersten Anordnung (9a) in Umfangsrichtung und einen Versatz der zweiten Anordnung (9b) gegenüber der oder einer jeweiligen dritten Anordnung (9c, 9d) ausbildet.
3. Statorblechpaket nach Anspruch 2, wobei die mehreren dritten Anordnungen (9d) zueinander jeweils einen Versatz in Umfangsrichtung aufweisen.

4. Statorblechpaket nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Anordnung (9a-d) einen Aufnahmeplatz (7a-d) umfasst.

5. Statorblechpaket nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Anordnungen (9a-d) jeweils mehrere Aufnahmeplätze (7a-d) umfassen, die versatzlos zueinander angeordnet sind.

6. Statorblechpaket nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aufnahmeplätze (7a-d) erste bis N-te Aufnahmeplätze (7a-d) sind, die in ihrer radialen Reihenfolge von radial innen nach radial außen benannt sind und die zweite Anordnung (9b) den N-ten Aufnahmeplatz (7d) umfasst.

7. Statorblechpaket nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Aufnahmeplätze erste bis N-te Aufnahmeplätze (7a-d) sind, die in ihrer radialen Reihenfolge von radial innen nach radial außen benannt sind, und der Aufnahmeplatz der zweiten Anordnung (7b) oder der radial äußerste von den mehreren Aufnahmeplätzen (7b) der zweiten Anordnung (9b) der (N/2)-te Aufnahmeplatz (7b) ist, wobei für alle $1 \leq i \leq [(N/2)-1]$ der Versatz vom i-ten zum (i+1)-ten Aufnahmeplatz gegensinnig zum Versatz vom (N-i)-ten zum (N-i+1)-ten Aufnahmeplatz ist.

8. Statorblechpaket nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der oder ein jeweiliger Versatz durch in Umfangsrichtung weisende Stufen (10) in den Nutwänden (4, 5) ausgebildet ist.

9. Statorblechpaket nach Anspruch 8, wobei die Nutwände (4, 5) eine erste Nutwand (4) und zweite Nutwand (5) aufweisen und eine jeweilige Stufe (10) durch einen ersten Absatz (11) in der ersten Nutwand (4) und einen zweiten Absatz (12) in der zweiten Nutwand (6) ausgebildet ist, wobei der erste Absatz (11) und der zweite Absatz (12) an unterschiedlichen Radialpositionen ausgebildet sind.

10. Statorblechpaket nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verlauf der Nutwände (4, 5) eine von radial innen nach radial außen verlaufende Schrägung in Umfangsrichtung aufweist, durch welche der oder ein jeweiliger Versatz ausgebildet ist.

5

11. Stator (1) für eine elektrische Maschine (101), umfassend
– eine aus Formleitern (8) gebildete Statorwicklung; und
– ein Statorblechpaket (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche; wobei in jedem Aufnahmeplatz (7a-d) einer der Formleiter (8) aufgenommen ist.

10

12. Stator nach Anspruch 11, ferner umfassend
– eine erste axiale Stirnseite (17);
– eine der ersten Stirnseite (17) gegenüberliegende zweite axiale Stirnseite (18);
und

15 – an den Stirnseiten angeordnete Verbinder (19, 20), welche Paare der Formleiter (8) in verschiedenen Nuten (3) derart verbinden, dass die Paare wenigstens eine Reihenschaltung von Formleitern (8) ausbilden.

13. Stator nach Anspruch 12, wobei

20 die Statorwicklung eine Wellenwicklung aufweist, bei der bezüglich der Reihenschaltung unmittelbar aufeinanderfolgende Formleiter abwechselnd in zwei unterschiedlichen Aufnahmeplätzen, zwischen denen ein Versatz ausgebildet ist, angeordnet sind, wobei solche Verbinder (19; 20), die den Versatz von der ersten Stirnseite aus betrachtet im Uhrzeigersinn von radial innen nach radial außen überspringen, auf einer der Stirnseiten (17; 18) angeordnet sind und solche Verbinder
25 (20; 19), die den Versatz von der ersten Stirnseite aus betrachtet im Uhrzeigersinn von radial außen nach radial innen überspringen, auf der anderen der Stirnseiten (18; 17) angeordnet sind.

30 14. Stator nach Anspruch 12, wenn abhängig von Anspruch 7, wobei die Statorwicklung Leiterschleifen (24), die jeweils zwischen einem Paar von Nuten (3) ausgebildet sind, aufweist, wobei bei einer jeweiligen Leiterschleife (24)

solche Verbinder (19), welche einen der Formleiter (8), der in einem der ersten bis $(N/2)$ -ten Aufnahmeplätze (7a, 7b) angeordnet ist, mit einem der Formleiter (8), der in einem der $[(N/2)+1]$ -ten bis N -ten Aufnahmeplätze (7c, 7d) angeordnet ist, verbinden, auf einer der Stirnseiten (17) angeordnet sind und solche Verbinder
5 (20), welche zwei der Formleiter (8), die beide in den ersten bis $(N/2)$ -ten Aufnahmeplätzen (7a, 7b) oder in den $[(N/2)+1]$ -ten bis N -ten Aufnahmeplätzen (7c, 7b) angeordnet sind, verbinden, auf der anderen der Stirnseiten (18) angeordnet sind.

15. Elektrische Maschine (101) zum Antreiben eines Fahrzeugs (100), umfassend einen Stator (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 14 und einen drehbar innerhalb des Stators (1) gelagerten Rotor (102).
10

Fig. 1

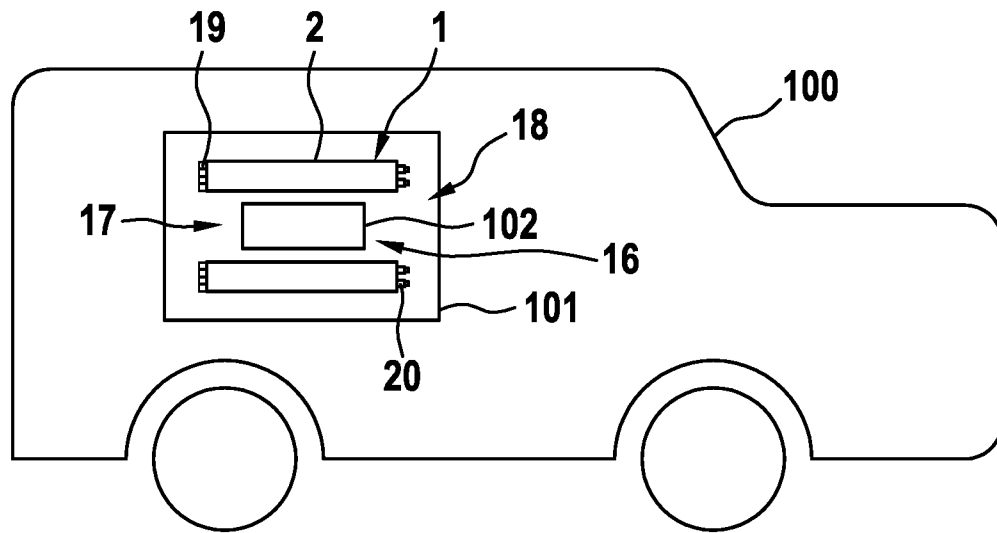


Fig. 2

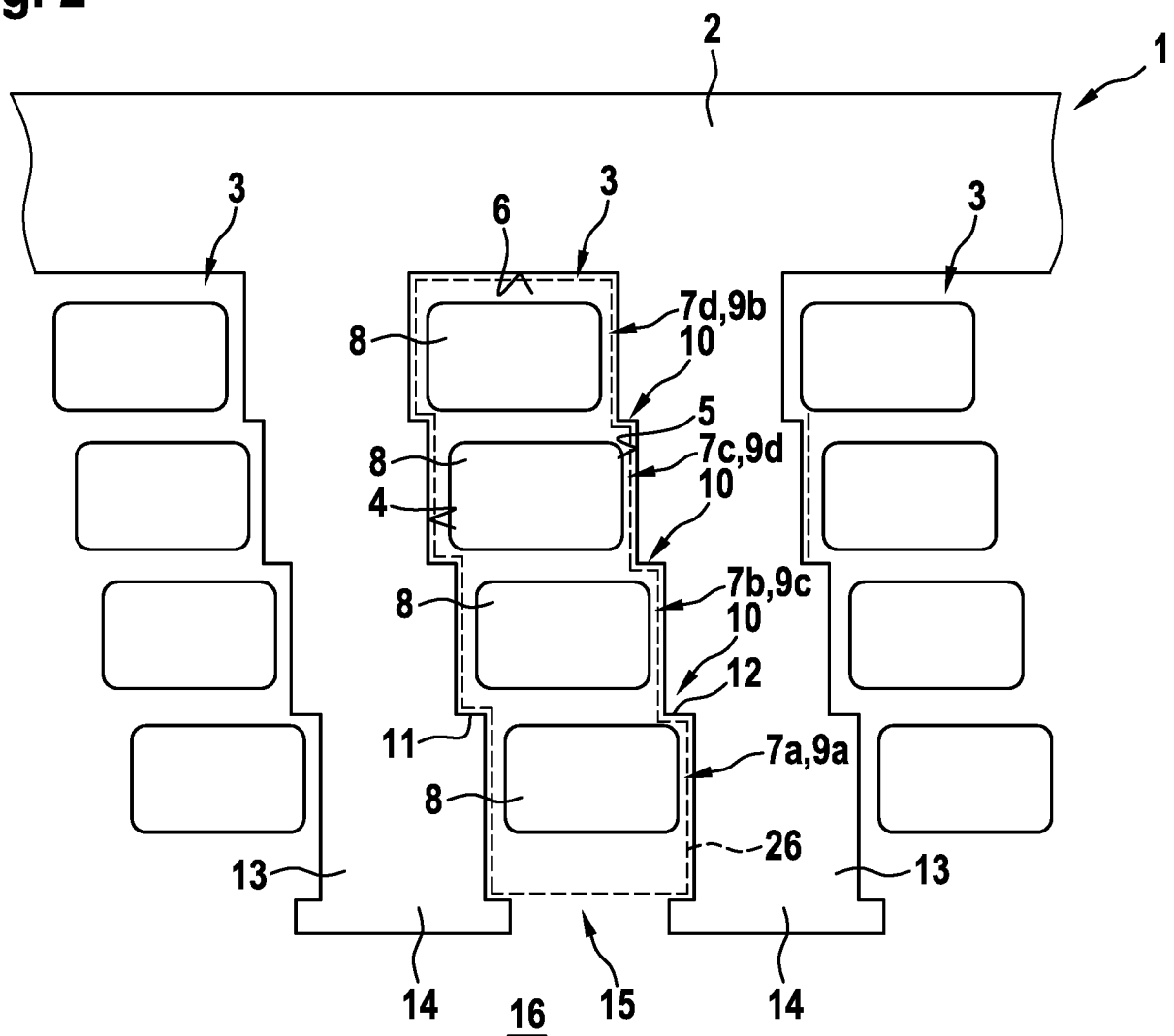


Fig. 3

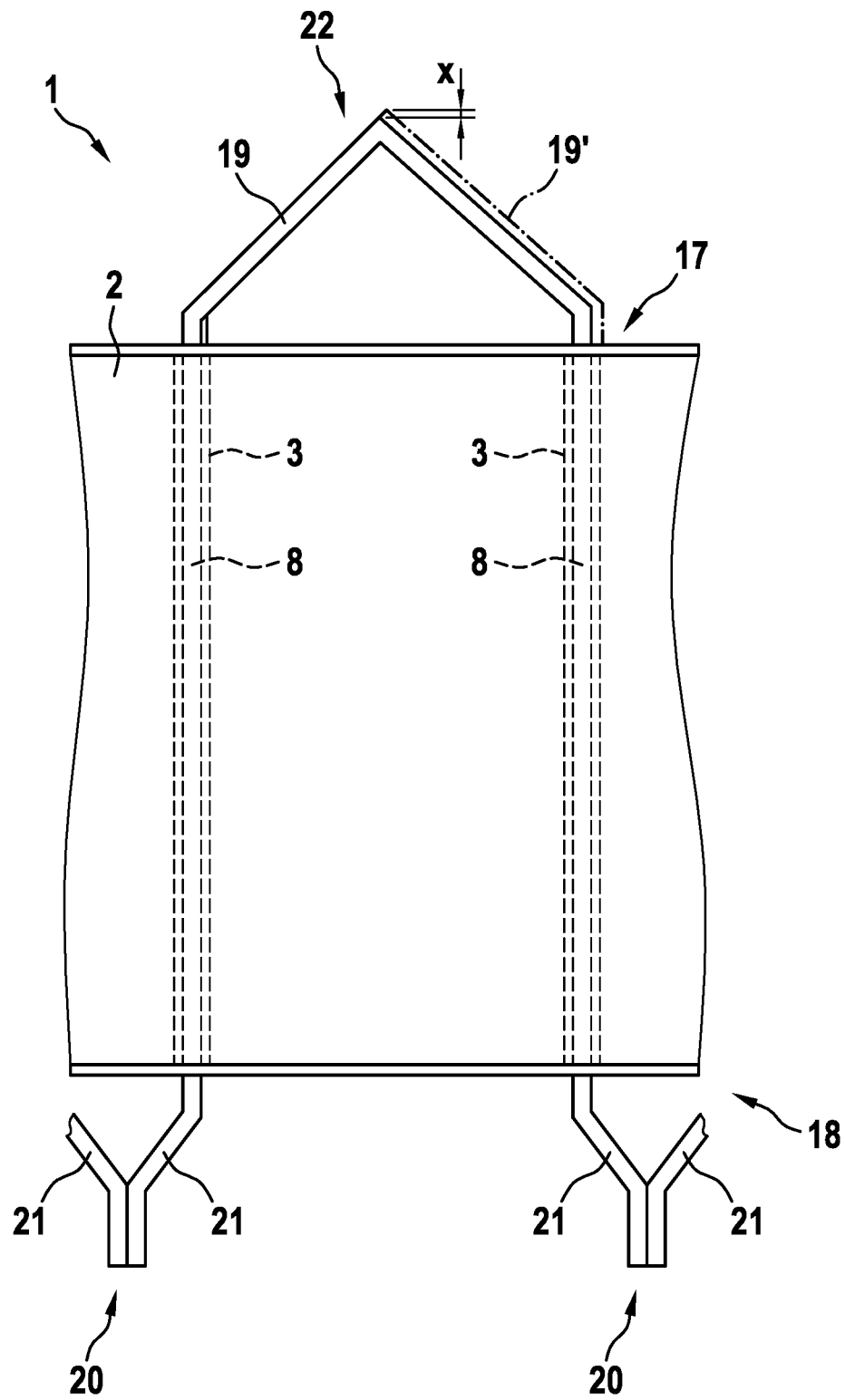


Fig. 4

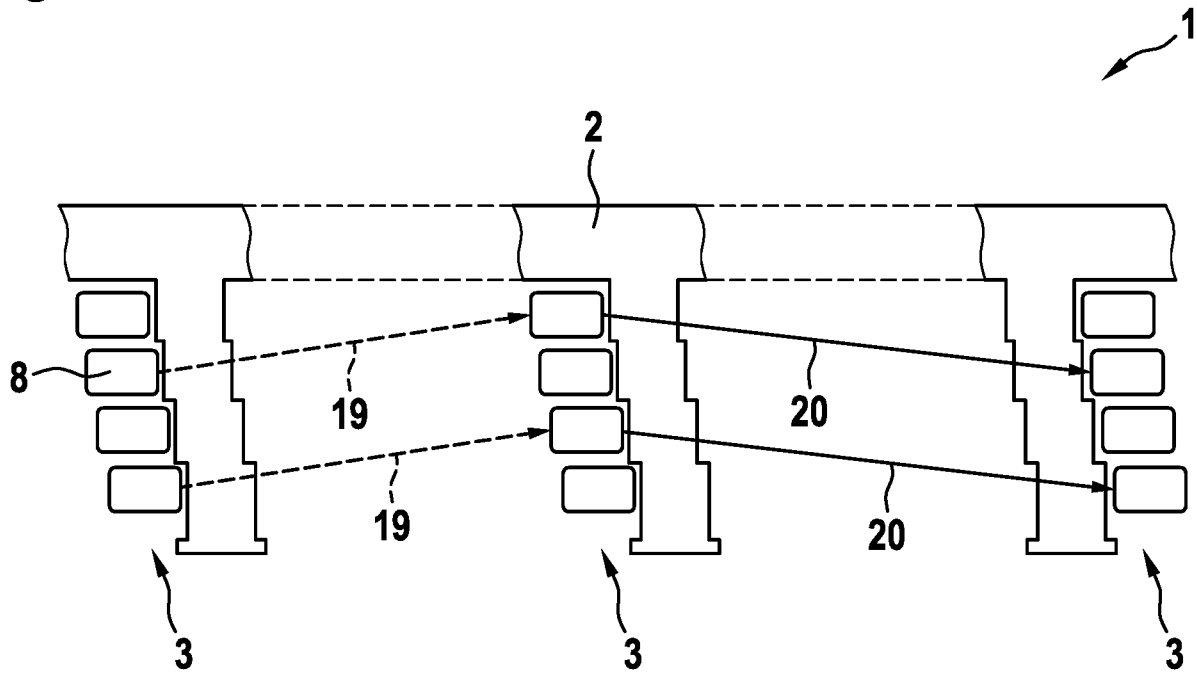


Fig. 5

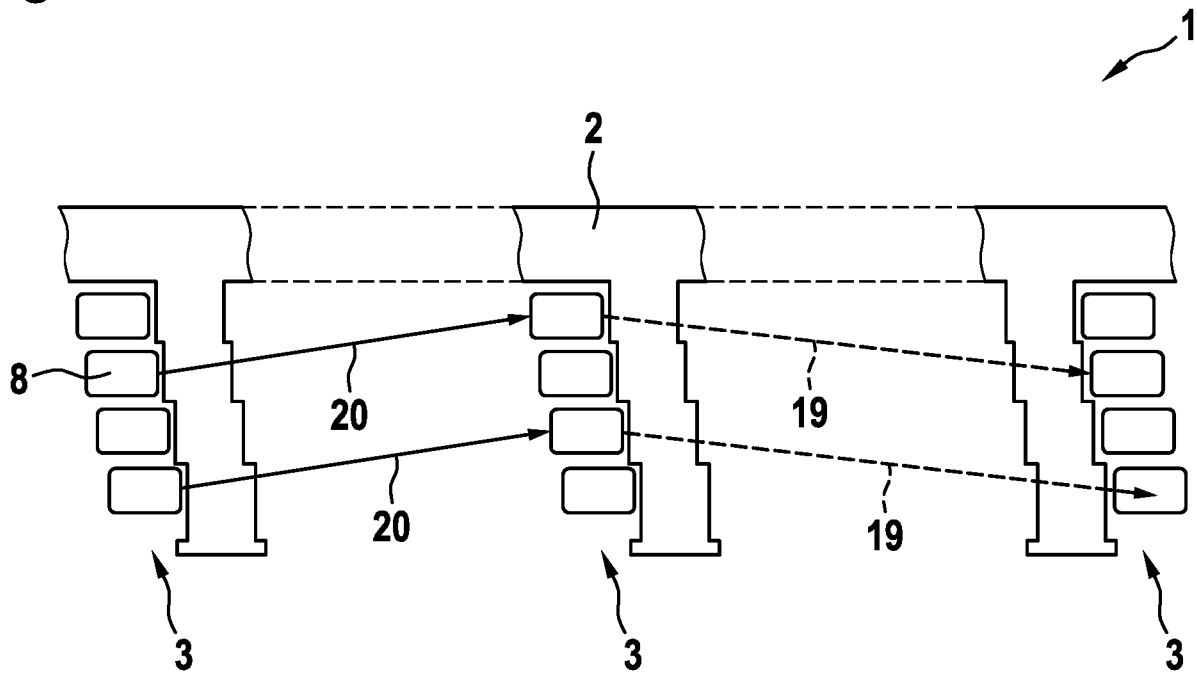


Fig. 6

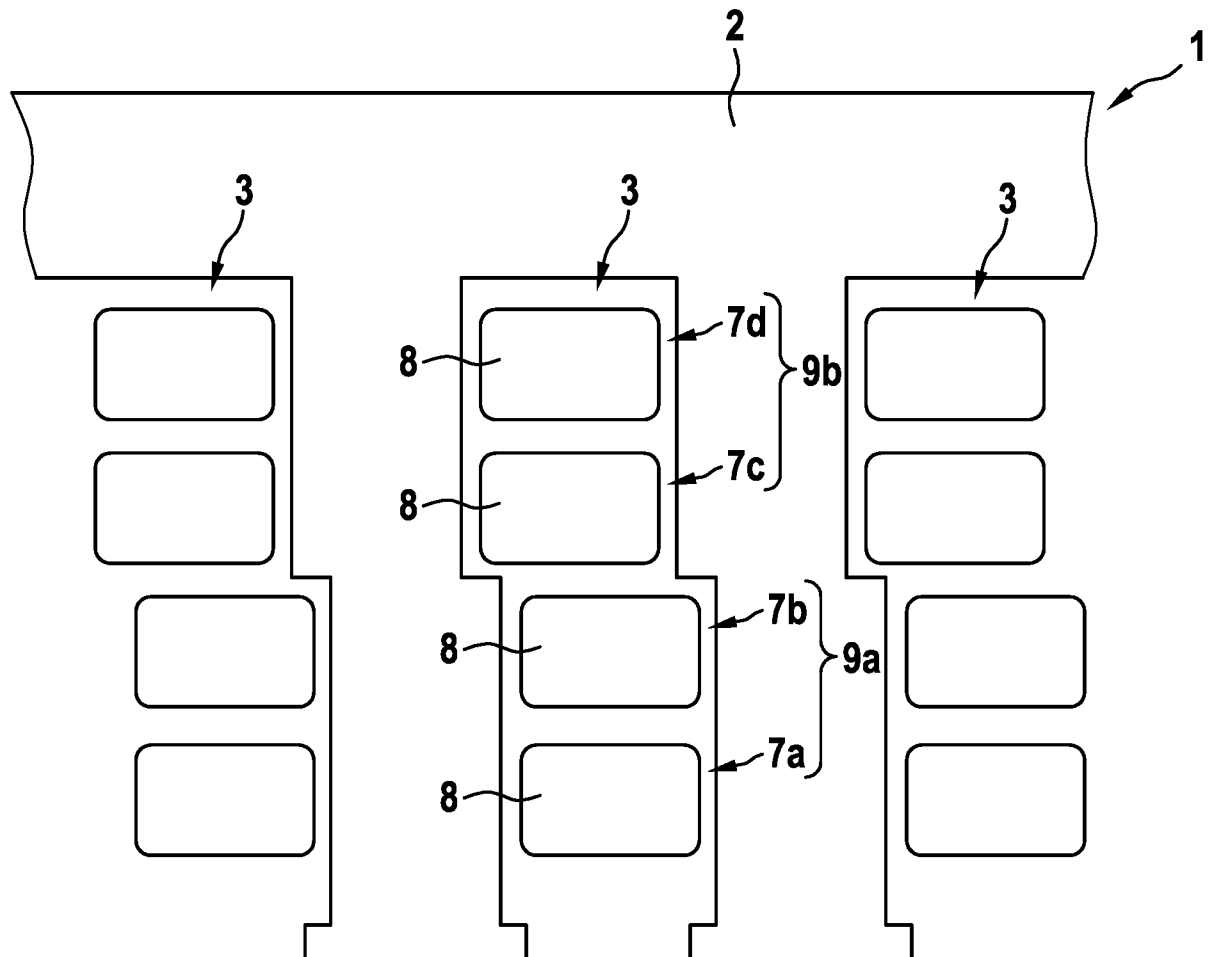


Fig. 7

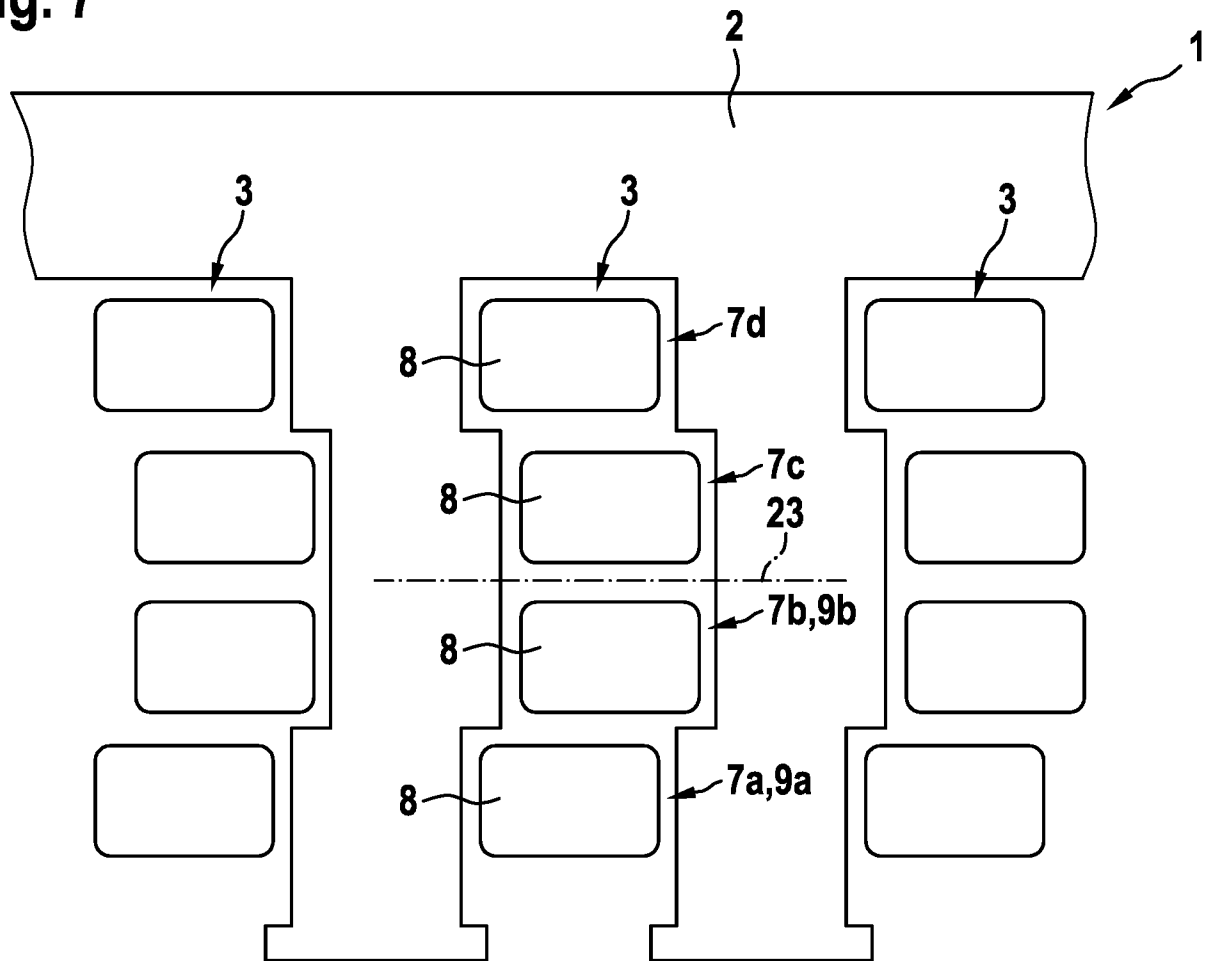


Fig. 8

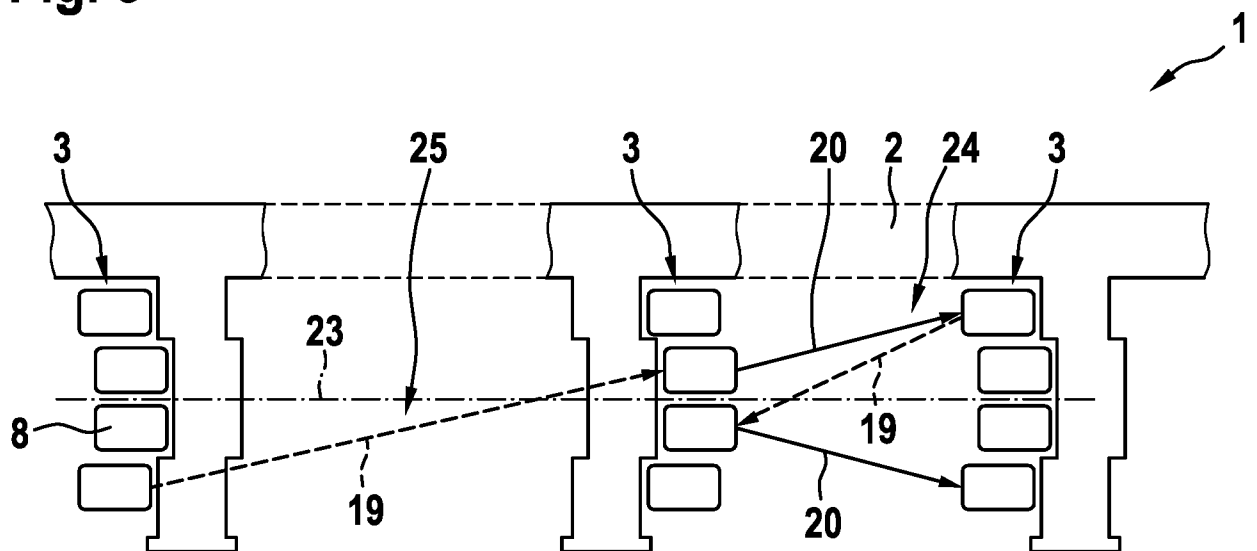


Fig. 9

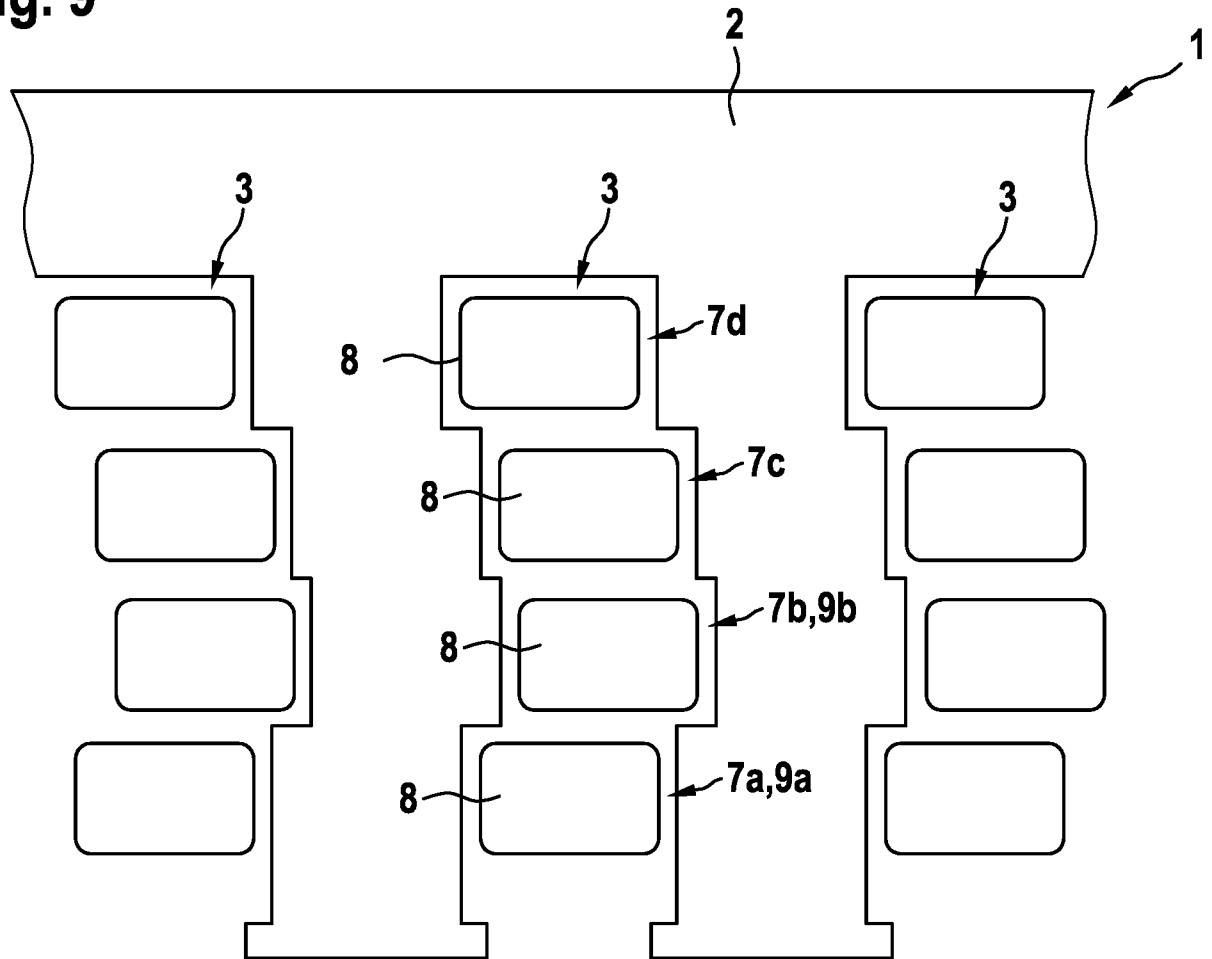


Fig. 10

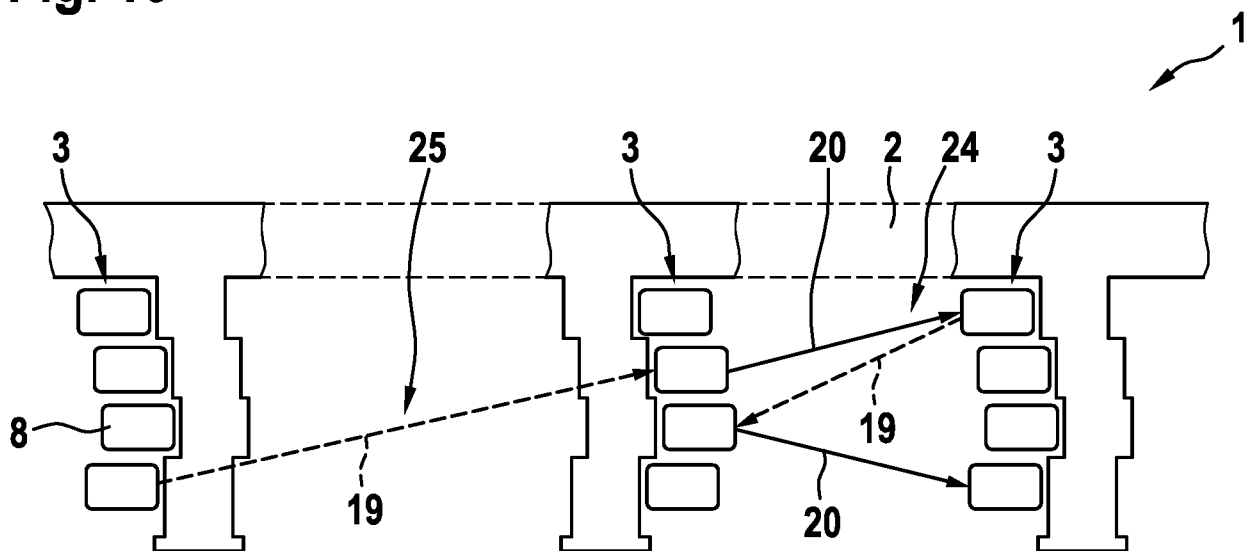


Fig. 11

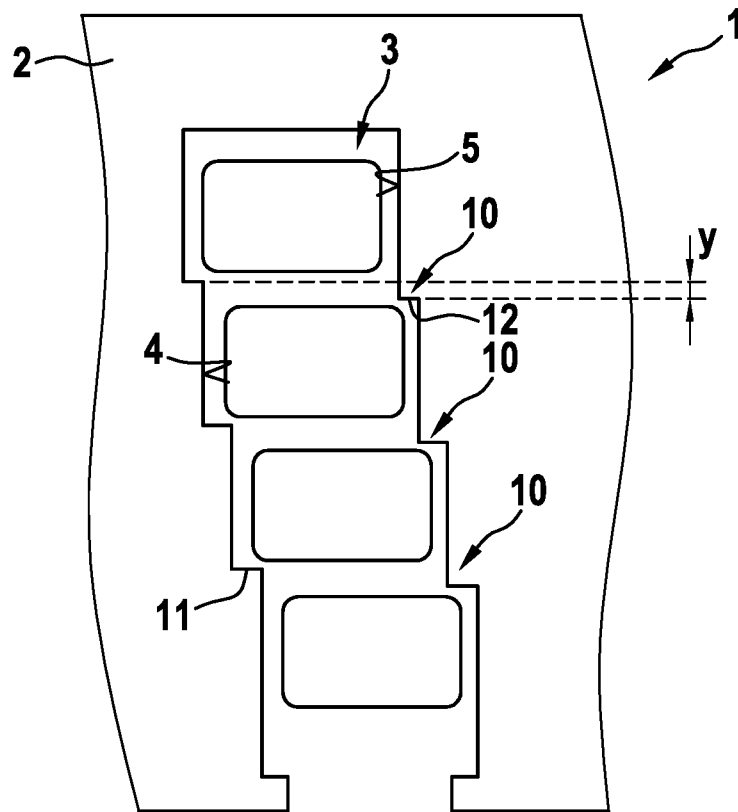
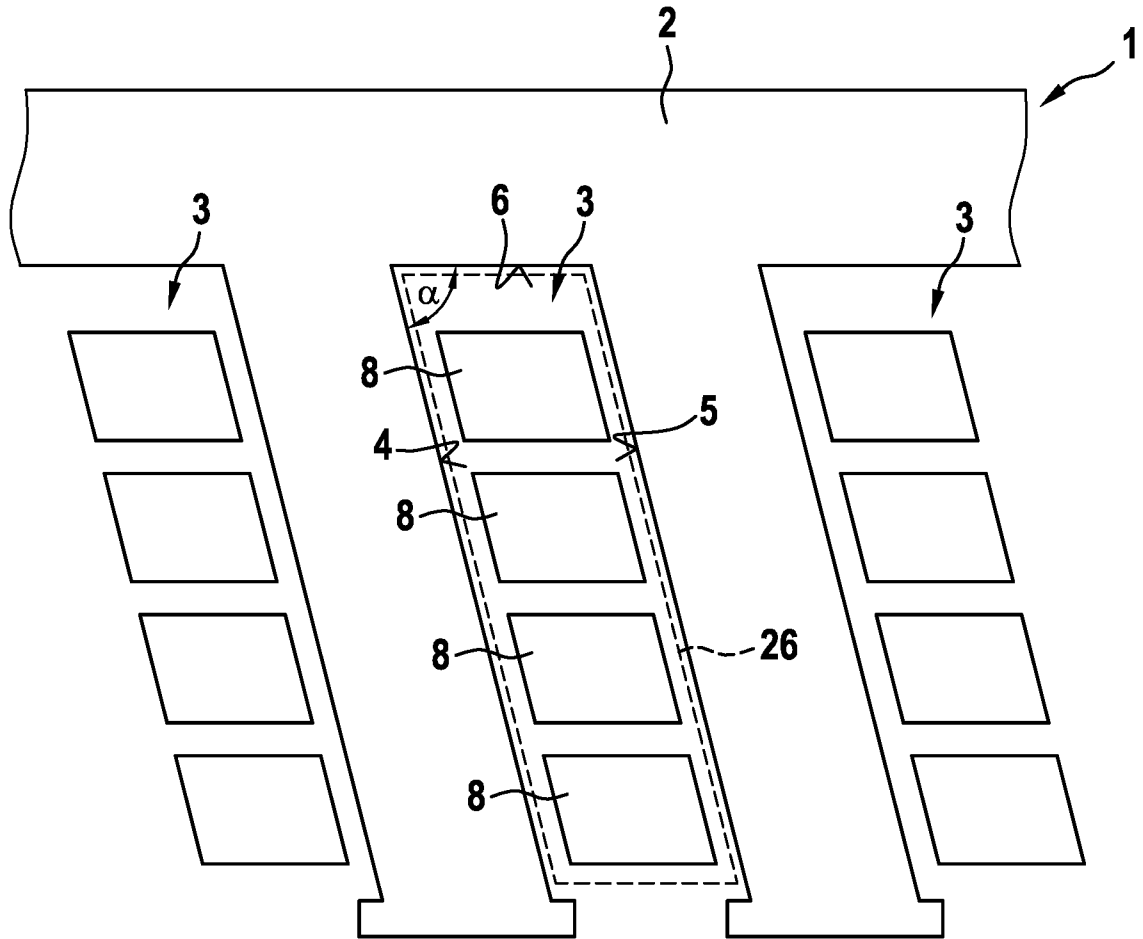


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/082746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/16**(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	JP 2015162921 A (AISIN AW CO) 07 September 2015 (2015-09-07) figures 3-5, 8	1,4,8-10 7,14
X	JP 6502881 B2 (HONDA MOTOR CO LTD) 17 April 2019 (2019-04-17) figures 1, 3, 5, 7	1
X	WO 2008044703 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]; YOSHIZAWA TOSHIYUKI [JP] ET AL.) 17 April 2008 (2008-04-17) figures 1-3, 6, 7, 9 paragraph [0001]	1-3,5,6,11-13,15



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

09 February 2022

Date of mailing of the international search report

18 February 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

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

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

Authorized officer

Dragojlovic, Djordje

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/082746

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015162921	A	07 September 2015	NONE	
JP	6502881	B2	17 April 2019	JP 6502881 B2	17 April 2019
				JP 2017169248 A	21 September 2017
				US 2017264147 A1	14 September 2017
WO	2008044703	A1	17 April 2008	JP WO2008044703 A1	12 February 2010
				WO 2008044703 A1	17 April 2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**INV. H02K1/16****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	JP 2015 162921 A (AISIN AW CO)	1, 4, 8-10
A	7. September 2015 (2015-09-07)	
	Abbildungen 3-5, 8	7, 14

X	JP 6 502881 B2 (HONDA MOTOR CO LTD)	1
	17. April 2019 (2019-04-17)	
	Abbildungen 1, 3, 5, 7	

X	WO 2008/044703 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]; YOSHIZAWA TOSHIYUKI [JP] ET AL.)	1-3, 5, 6, 11-13, 15
	17. April 2008 (2008-04-17)	
	Abbildungen 1-3, 6, 7, 9	
	Absatz [0001]	



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

9. Februar 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/02/2022

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

Dragojlovic, Djordje

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/082746

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2015162921 A	07-09-2015	KEINE	
JP 6502881 B2	17-04-2019	JP 6502881 B2	17-04-2019
		JP 2017169248 A	21-09-2017
		US 2017264147 A1	14-09-2017
WO 2008044703 A1	17-04-2008	JP WO2008044703 A1	12-02-2010
		WO 2008044703 A1	17-04-2008