

(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  
10. Oktober 2013 (10.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/149906 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*H02K 1/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/056524

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. März 2013 (27.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 205 687.4 5. April 2012 (05.04.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **BAUER, Christian**; Auf dem Roetel 23, 77886  
Lauf (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, CZ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.

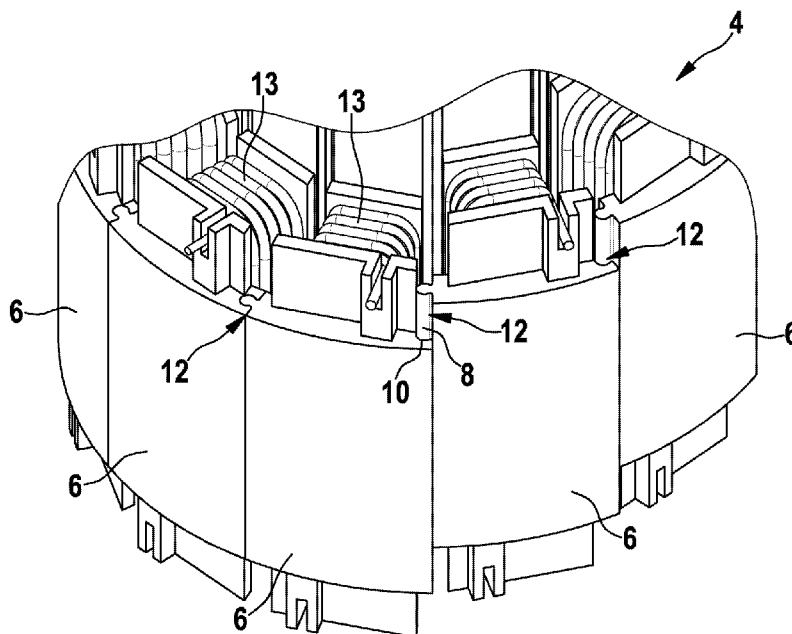
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz  
2 Buchstabe g)

(54) Title: MULTI-PART STATOR FOR AN ELECTRICAL MACHINE, ELECTRICAL MACHINE

(54) Bezeichnung : MEHRTEILIGER STATOR FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE, ELEKTRISCHE MASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a multi-part stator (4) for an electrical machine (1), which has a plurality of stator segments (6) having coils (13), which are rigidly connected to each other viewed in the circumferential direction of the stator (4), characterized in that the stator segments (6) are connected to each other in the circumferential direction in an interlocking manner. The invention further relates to an electrical machine.

(57) Zusammenfassung: Mehrteiliger Stator (4) für eine elektrische Maschine (1), der mehrere mit Wicklungen (13) versehene Statorsegmente (6) aufweist, die in Umfangsrichtung des Stators (4) gesehen fest miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Statorsegmente (6) in Umfangsrichtung gesehen formschlüssig miteinander verbunden sind. Ferner betrifft die Erfindung eine elektrische Maschine.

**Fig. 5**

WO 2013/149906 A2

5 Mehrteiliger Stator für eine elektrische Maschine, elektrische Maschine

Die Erfindung betrifft einen mehrteiligen Stator für eine elektrische Maschine, der mehrere mit Wicklungen versehene Statorsegmente aufweist, die in Umfangsrichtung des Stators gesehen fest miteinander verbunden sind.

10

Ferner betrifft die Erfindung eine elektrische Maschine mit einem solchen Stator.

Stand der Technik

15

Aus dem Stand der Technik sind elektrische Maschinen bekannt, die einen feststehenden Stator und einen drehbar gelagerten Rotor aufweisen. Der Stator ist in der Regel mit einer oder mehreren Wicklungen versehen und im Wesentlichen ringförmig ausgebildet. Dabei ist es bekannt, den Stator entweder aus einzelnen Ringlamellen, die zu einem Blechpaket miteinander verbunden sind, oder aber aus einzelnen Statorsegmenten zu bilden. Die Statorsegmente bilden insofern jeweils ein Ringsegment des Statorrings beziehungsweise des Stators und müssen in Umfangsrichtung gesehen fest miteinander verbunden werden, um die Stabilität und Funktion des Stators beziehungsweise der elektrischen Maschine gewährleisten zu können. Bekannt ist es hierzu, benachbarte Startersegmente miteinander zu verschweißen und den so gebildeten, handhabbaren Stator in einem Gehäuse der elektrischen Maschine zu montieren. Durch das Verschweißen der Statorsegmente wird zwar ein stabiler Ring beziehungsweise Stator erhalten, der auf einfache Art und Weise in das Gehäuse einsetzbar ist, jedoch ist der Schweißprozess aufwendig und teuer. Darüber hinaus ist ein Einpressen in das Gehäuse zur Festlegung des Stators aufgrund der Schweißverbindungen zwischen den Statorsegmenten nicht möglich, weswegen in diesem Fall in der Regel ein zusätzlicher Klebprozess durchgeführt wird.

35

## Offenbarung der Erfindung

Der erfindungsgemäße mehrteilige Stator mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass auf eine Schweißverbindung verzichtet werden kann und dennoch ein leicht handhabbarer Stator beziehungsweise Statorring zur Montage in das Gehäuse der elektrischen Maschine zur Verfügung steht. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Statorsegmente in Umfangsrichtung gesehen formschlüssig miteinander verbunden sind. Die formschlüssige Verbindung besteht insofern jeweils zwischen zwei benachbarten Statorsegmenten, die umfangsseitig einander zugewandt sind. Durch den Formschluss wird einerseits eine einfache Montage des Stators gewährleistet und andererseits ein stabiler und belastbarer Stator geboten, der auch ohne weiteres in das Gehäuse einer elektrischen Maschine einpressbar ist.

Bevorzugt ist hierzu vorgesehen, dass jedes der Statorsegmente an einer ersten Umfangsseite einen Vorsprung und an einer zweiten Umfangsseite eine Aussparung aufweist, wobei der Vorsprung jeweils eines Stators in der Aussparung eines umfangsseitig benachbarten Statorsegments zumindest bereichsweise einliegt. Die Statorsegmente sind somit im Querschnitt betrachtet asymmetrisch ausgebildet, wobei sie an einer Seitenflanke den Vorsprung und an der anderen Seitenflanke die Aussparung aufweisen. Vorzugsweise sind alle Statorsegmente des Stators gleich ausgebildet, so dass jedes Statorsegment mit einem anderen Statorsegment des Stators zum Bilden der formschlüssigen Verbindung in Umfangsrichtung in Wirkverbindung gebracht werden kann. Hierdurch wird die Montage erleichtert und Herstellungskosten werden aufgrund der gleich gestalteten Statorsegmente niedrig gehalten.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die jeweilige Aussparung eines Statorsegments einen umfangsseitigen Hinterschnitt aufweist, den der Vorsprung des benachbarten Statorsegments hintergreift. Durch den Hinterschnitt wird die sichere formschlüssige Verbindung in Umfangsrichtung gewährleistet. Der Hinterschnitt kann dabei beispielsweise durch eine Verjüngung der Aussparung und eine Verbreiterung des Vorsprungs gebildet werden.

35

Damit der Stator vollständig montiert werden kann, bilden der Vorsprung eines Statorelements und die Aussparung des dazu benachbarten Statorelements jeweils einen Schiebehintergriffsitz, der durch ein axiales Verschieben der Statorelemente zueinander gelöst oder hergestellt wird. Die Statorsegmente sind  
5 somit derart gestaltet, dass sie axial zueinander verschieblich sind, wobei bevorzugt Mittel vorgesehen sind, die im zusammengebauten Zustand des Stators ein axiales Verschieben von Statorsegmenten zueinander verhindern. Vorzugsweise umfassen die Mittel wenigstens einen an den Statorsegmenten ausgebildeten Axialanschlag, der ein weiteres axiales Verschieben des  
10 Statorsegmente zueinander formschlüssig verhindert. Weiterhin können die Mittel nachträglich anbringbare Sicherungselemente wie beispielsweise ein Sicherungsring, der in einer durch die Statorsegmente gebildete Umfangsnut des Stators eingreift, und dadurch ein axiales Verschieben verhindert, aufweisen.

Vorzugsweise ist die Aussparung des jeweiligen Statorsegments nutartig und zumindest zu einer Stirnseite des jeweiligen Statorsegments hin offen ausgebildet. Die Statorsegmente müssen somit vor der Montage zunächst - in Längserstreckung gesehen - beabstandet zueinander angeordnet sein, und anschließend wird der Vorsprung des einen Statorsegments in die Aussparung  
20 des anderen Statorsegments axial eingeschoben. Ist die Aussparung zu nur einer Stirnseite hin offen ausgebildet, bietet die Aussparung gleichzeitig den zuvor bereits genannten Axialanschlag. Alternativ ist es auch denkbar, die Aussparung zu beiden Stirnseiten des jeweiligen Statorsegments hin offen auszubilden, und dann jeweils an beiden Stirnseiten des montierten Stators  
25 entsprechende Sicherungsmittel, wie beispielsweise den oben beschriebenen Sicherungsring beidseitig vorzusehen.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Vorsprung stegförmig ausgebildet ist. Durch die stegförmige Ausbildung, durch  
30 welche der Vorsprung sich vorzugsweise axial entlang des jeweiligen Statorsegments erstreckt, wird darüber hinaus in Zusammenarbeit mit der nutartigen Aussparung ein Verkippen der Statorsegmente zueinander auf einfache Art und Weise verhindert, sofern Größe und Kontur des Vorsprungs an Größe und Kontur der Aussparung angepasst sind.

Besonders bevorzugt sind der jeweilige Vorsprung und die jeweilige Aussparung derart ausgebildet, dass benachbarte Statorsegmente an ihren Umfangsseiten aneinander anliegen beziehungsweise aneinander anliegen können. Durch das umfangsseitige Aneinanderanliegen benachbarter Statorsegmente bilden diese einen stabilen Stator-Ring. Hierzu sind Aussparung und Vorsprung vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie spielbehaftet zusammen wirken, um ein Aneinanderanliegen der Umfangsseiten der benachbarten Statorsegmente zu ermöglichen.

Vorzugsweise sind die Aussparungen und die Vorsprünge der Statorelemente des Stators zumindest im Wesentlichen komplementär zueinander ausgebildet. Somit wird gewährleistet, dass Größe und Kontur von Vorsprung und Aussparung benachbarter Statorsegmente derart zusammen passen, dass zum einen die formschlüssige Verbindung insbesondere mit dem notwendigen Spiel zum Ermöglichen des Anlagekontaktes der Umfangsseitenflächen, gewährleistet und ein Verkippen der Statorsegmente zueinander verhindert wird.

Vorzugsweise weisen die Statorelemente jeweils einen im Wesentlichen T-förmigen Querschnitt auf. Der jeweilige Querbalken bildet dabei die Mantelaußenwand des Stators sowie bevorzugt auch die formschlüssig zusammenwirkenden Umfangsseiten der Statorelemente. Der Längsbalken der T-Form bildet den Kern für eine am jeweiligen Statorsegment vorgesehene Wicklung. Vorzugsweise sind die Wicklungen bereits vor dem Zusammenfügen der Statorsegmente an dem jeweiligen Statorsegment vorgesehen.

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine mit den Merkmalen des Anspruchs 10 hat den Vorteil, dass der Stator kostengünstig und einfach montierbar und insbesondere auch in ein Gehäuse einpressbar ist. Die elektrische Maschine zeichnet sich durch einen mehrteiligen Stator, wie er oben stehend beschrieben wurde, aus. Weitere Vorteile und Weiterbildungen ergeben sich daher aus dem zuvor Beschriebenen.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Dazu zeigen

- Figur 1 eine elektrische Maschine in einer vereinfachten Längsschnittdarstellung,
- 5 Figur 2 ein Gehäuse und ein Stator der elektrischen Maschine in einer perspektivischen Explosionsdarstellung,
- Figur 3 ein Statorsegment des Stators in einer vereinfachten Querschnittdarstellung,
- 10 Figur 4 eine vereinfachte Darstellung von zwei benachbarten Statorelementen, die formschlüssig miteinander verbunden sind,
- Figur 5 das Verbinden benachbarter Statorelemente anhand einer perspektivischen Darstellung des Stators und
- 15 Figur 6 eine Detailansicht der formschlüssigen Verbindung benachbarter Statorelemente.

20 Figur 1 zeigt ein einer vereinfachten Längsschnittdarstellung eine elektrische Maschine 1 für ein Kraftfahrzeug. Die elektrische Maschine 1 weist eine Rotorwelle 2 auf, auf welcher ein Rotor 3 drehfest angeordnet ist. Der Rotor 3 ist radial von einem Stator 4 umgeben, der ortsfest in einem in Figur 2 dargestellten Gehäuse 5 gehalten ist.

25 Figur 2 zeigt die elektrische Maschine 1 ohne Rotorwelle 2 und Rotor 3 in einer perspektivischen Explosionsdarstellung, in welcher der Stator 4 axial beabstandet zu dem Gehäuse 5 dargestellt ist. Wie aus Figur 2 ersichtlich ist der Stator 4 aus einer Vielzahl von separaten Statorsegmenten 6 gebildet, von denen hier aus Übersichtlichkeitsgründen nur einige mit Bezugszeichen versehen sind.

30 Die Statorelemente 6 bilden zusammen den ringförmigen Stator 4 und sind mit jeweils einer ringförmigen Wicklung 13 versehen.

35 Figur 3 zeigt eines der Statorelemente 6 in einer vereinfachten Querschnittdarstellung ohne die Wicklung 13. Das Statorelement 6 weist einen im Wesentlichen T-förmigen Querschnitt auf, wobei im montierten Zustand der vertikale Balken des T-förmigen Querschnitts radial bezüglich der Drehachse des

Rotors ausgerichtet ist und der horizontale Balken die Mantelaußenwand des Stators 6 bildet. Dieses Statorsegment 6 bildet somit ein Ringsegment des Stators 4, so dass benachbarte Statorsegmente 6 umfangsseitig einander zugewandt sind. Der vertikale Balken dient dabei im Wesentlichen zur Aufnahme der Wicklung 13.

Die Statorelemente 6 weisen wie in Figur 3 dargestellt an einer ersten Umfangsseite 7 einen Vorsprung 8 und an der anderen, gegenüberliegenden Umfangsseite 9 eine Aussparung 10 auf. Unter Umfangsseiten sind im Zusammenhang der vorliegenden Erfindung die in Umfangsrichtung zueinander gewandten Seitenflächen beziehungsweise -Flanken benachbarter Statorsegmente 6 zu verstehen.

Der Vorsprung 8 weist einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt derart auf, dass zwischen der breitesten Stelle des Vorsprungs 8 und der Umfangsseite 7 eine Verjüngung gebildet ist. Mit anderen Worten bildet der Vorsprung 8 beabstandet zu ersten Umfangsfläche 7 eine Verbreiterung.

Die Aussparung 10 ist entsprechend derart ausgebildet, dass sie einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei der Mittelpunkt des kreisförmigen Querschnitts derart weit in dem Statorsegment 6 liegt, dass zur Umfangsseite 9 hin eine Verjüngung entsteht, die einen Hinterschnitt 11 bildet, der in Umfangsrichtung wirkt.

Figur 4 zeigt zwei benachbarte Statorsegmente 6 in einer vereinfachten Querschnittsdarstellung. Wie aus Figur 4 ersichtlich sind der Vorsprung 8 und die Aussparung 10 des jeweiligen Statorsegments 6 derart ausgebildet, dass der Vorsprung 8 in Eingriff mit der Aussparung 10 bringbar ist. Dazu ist vorgesehen, dass die Aussparung 10 sich über die gesamte Längserstreckung des jeweiligen Statorsegments 6 erstreckt. Die Aussparung 10 erhält hierdurch eine nutartige Ausbildung. Ebenso erstreckt sich bevorzugt der Vorsprung 8 über die gesamte Längserstreckung des jeweiligen Statorsegments 6 und stellt somit eine stegförmige Ausbildung des Vorsprungs 8 dar.

Wie aus Figur 5 ersichtlich kann durch diese Ausbildung der Statorsegmente 6 der Stator 4 auf einfache Art und Weise montiert werden, indem ein

Statorsegment mit seinem Vorsprung 8 in die Aussparung 10 des benachbarten Statorsegments 6 axial eingeschoben wird. Der stegförmige Vorsprung 8 und die nutartige Aussparung 10 sind zweckmäßigerweise sich axial erstreckend an dem jeweiligen Statorelement 6 ausgebildet. Durch das axiale Ineinanderschieben der Statorelemente 6 kann der Stator 4 vollständig auf einfache Art und Weise montiert werden.

Dabei ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die durch den Vorsprung 8 eines Statorsegments und die Aussparung 10 des benachbarten Statorsegments gebildete Formschlussverbindung 12 derart spielbehaftet ist, dass die Oberflächen der Umfangsseiten 7 und 9 benachbarter Statorsegmente 6 in Anlagekontakt zueinander gelangen, wie am besten in Figur 6 ersichtlich, die eine Detailansicht der Formschlussverbindung 12 benachbarter Statorsegmente 6 in einer vereinfachten Querschnittsdarstellung zeigt. Zweckmäßigerweise werden die Statorsegmente 6 erst nach Anbringen der jeweiligen Wicklung ineinander geschoben, um den Stator 4 zu bilden. Durch die jeweilige Formschlussverbindung 12 sind die Statorsegmente 6 formschlüssig miteinander verbunden, so dass in Umfangsrichtung gesehen der Stator 4 fixiert und stabil ausgebildet ist.

Um ein axiales Verschieben der Statorsegmente im Betrieb zu vermeiden, werden zweckmäßigerweise stirnseitig des Stators 4 jeweils eine Axialsicherung vorgesehen. Diese kann beispielsweise jeweils in Form eines Sicherungsringes vorgesehen werden, welcher in einer durch die Statorsegmente 6 an ihrer Mantelaußenwand gebildete, sich über den gesamten Umfang erstreckende Nut einliegt. Alternativ ist es auch denkbar, zumindest einen der Sicherungsringe dadurch zu ersetzen, dass die Aussparungen 10 und Vorsprünge 8 sich nicht über die gesamte Längserstreckung des jeweiligen Statorsegments 6 erstrecken und in sofern nur zu einer Stirnseite hin offen und zur anderen Stirnseite hin geschlossen ausgebildet sind. Dadurch wird ein Axialanschlag geboten, der zumindest in eine Verschieberichtung die Statorsegmente 6 auch axial zueinander festlegt.

Die durch die Vorsprünge 8 und die Aussparungen 10 gebildete Nut-Feder-Geometrie der Formschlussverbindung 12 ist, wie bereits erwähnt, spielbehaftet ausgebildet, wobei dieses Spiel bei der Montage in das Motorgehäuse

5 vorzugsweise aufgebraucht wird, wenn der Stator 4 in das Gehäuse 5 eingepresst wird. Die einzelnen Statorsegmente 6 richten sich dabei entsprechend der Form des Gehäuses 5 aus, wobei sie sich an ihren gegenüberliegenden Umfangsseiten 7,8 ,wie oben beschrieben, gegenseitig abstützen und dadurch einen stabilen Ring bilden.

10 Die oben beschriebene Formschlussverbindung 12 ermöglicht eine formschlüssige Montage der Statorsegmente 6 und somit eine einfache Handhabung des Stators 4 in der weiteren Montage.

## 5 Ansprüche

1. Mehrteiliger Stator (4) für eine elektrische Maschine (1), der mehrere mit Wicklungen (13) versehene Statorsegmente (6) aufweist, die in Umfangsrichtung des Stators (4) gesehen fest miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Statorsegmente (6) in Umfangsrichtung gesehen formschlüssig miteinander verbunden sind.
2. Stator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes der Statorsegmente (6) an einer ersten Umfangsseite (7) einen Vorsprung (8) und an einer zweiten Umfangsseite (9) eine Aussparung (10) aufweist, wobei der Vorsprung (8) jeweils eines Statorsegments (6) in der Aussparung (10) eines umfangsseitig benachbarten Statorsegments (6) einliegt.
3. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Aussparung (10) eines Statorsegments (6) einen umfangseitigen Hinterschnitt (11) aufweist, den der Vorsprung (8) des benachbarten Statorsegments (6) hintergreift.
4. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vorsprung (8) eines Statorsegments (6) und die Aussparung (10) des benachbarten Statorsegments (6) jeweils einen Schiebehintergriffsitz (13) bilden, der durch ein axiales Verschieben der benachbarten Statorsegmente (6) zueinander gelöst oder hergestellt wird.
5. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aussparung (10) nutartig und zumindest zu einer Stirnseite hin offen ausgebildet ist.
6. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vorsprung (8) des jeweiligen Statorsegments (6) stegförmig ausgebildet ist.

- 5 7. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der jeweilige Vorsprung (8) und die jeweilige Aussparung (10) derart ausgebildet sind, dass benachbarte Statorsegmente (6) an ihren Umfangsseiten (7,8) aneinander anliegen oder anliegen können.
- 10 8. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aussparungen (10) und Vorsprünge (8) der Statorelemente (6) zumindest im Wesentlichen komplementär zueinander ausgebildet sind.
- 15 9. Stator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Statorelemente (6) jeweils einen zumindest im Wesentlichen T-förmigen Querschnitt aufweisen.
- 20 10. Elektrische Maschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem in einem Gehäuse (5) drehbar gelagerten Rotor (3) und einem in dem Gehäuse (5) ortsfest angeordneten mehrteiligen Stator (4), **gekennzeichnet durch** die Ausbildung des Stators (4) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche.

1 / 4

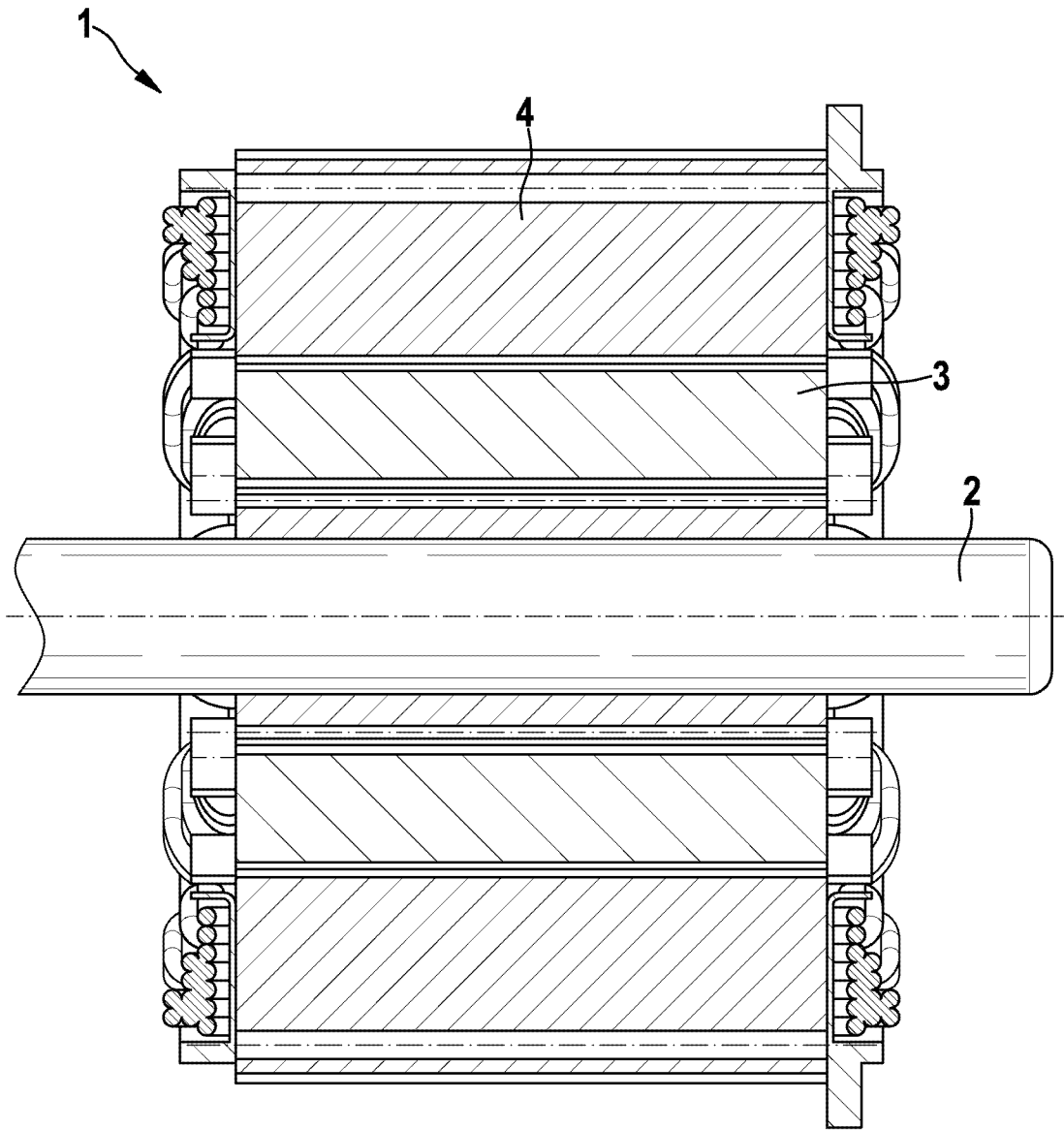


Fig. 1

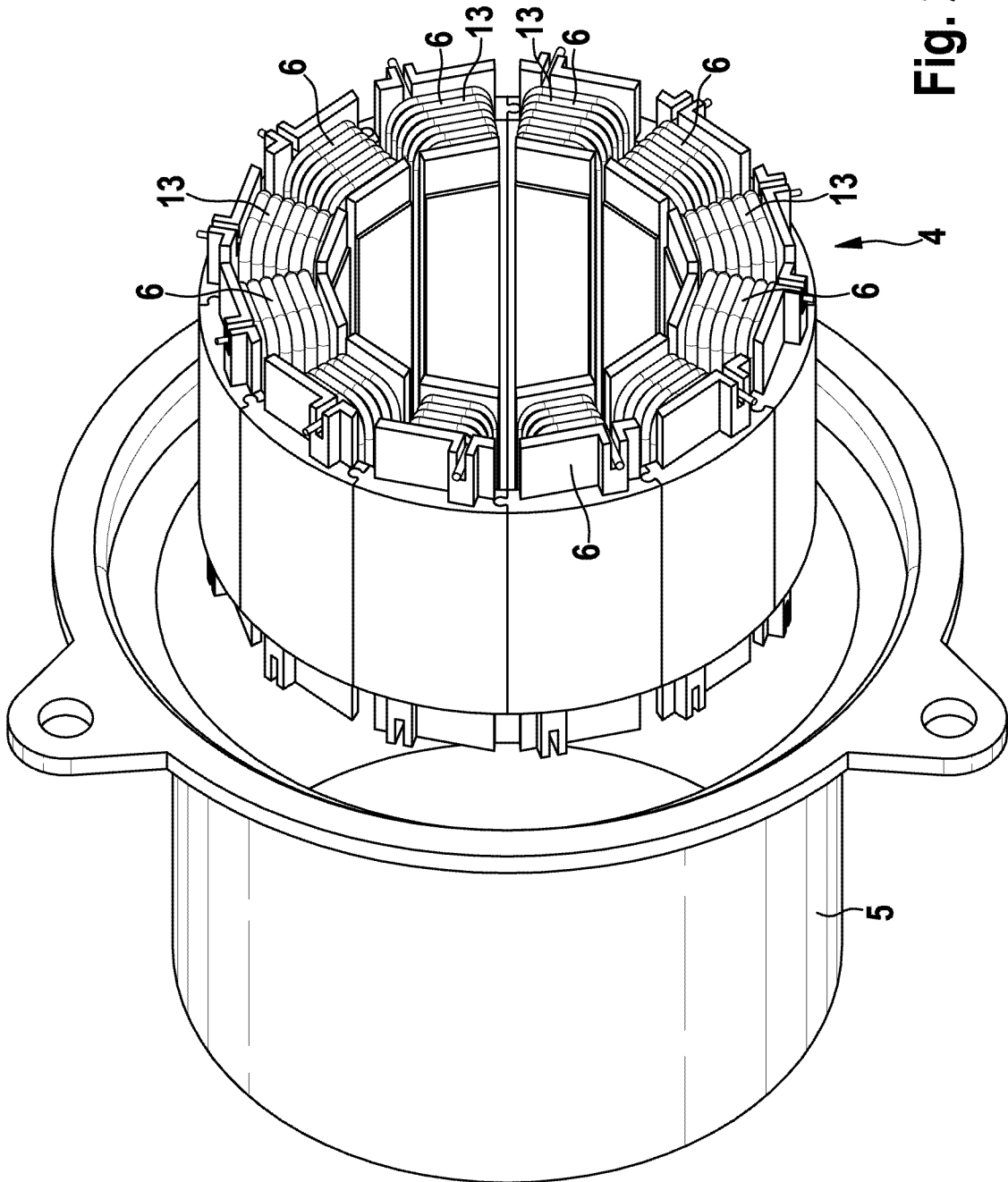


Fig. 2

3 / 4

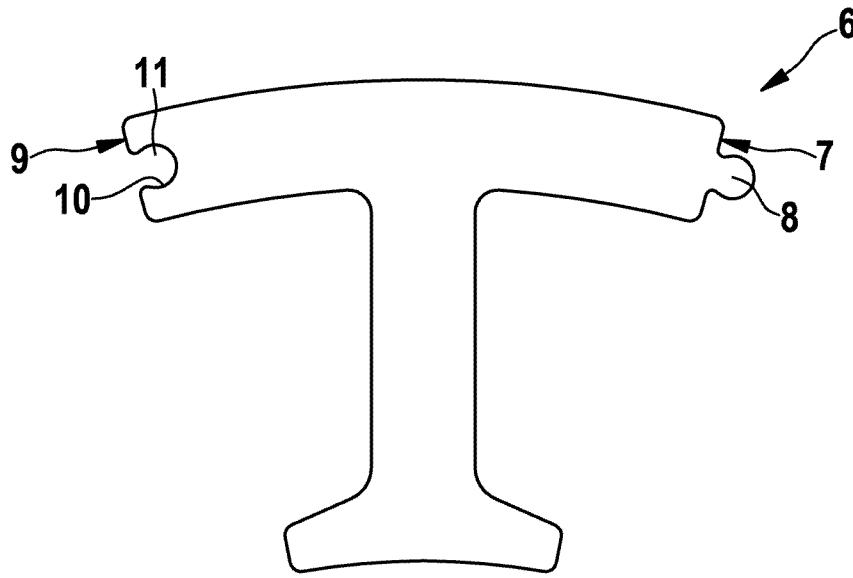


Fig. 3

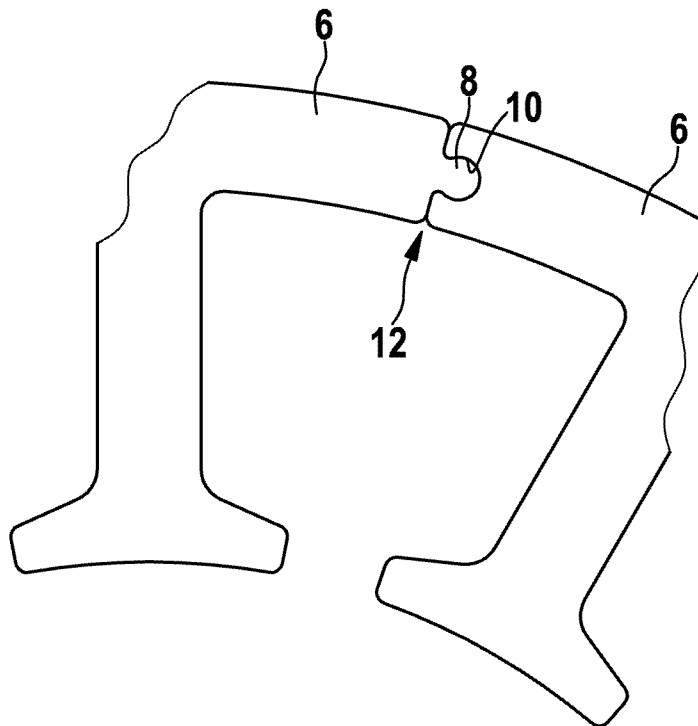


Fig. 4

