

(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
26. Januar 2017 (26.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/012707 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 1/16 (2006.01) *H02K 1/26* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/001238
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juli 2016 (15.07.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 009 479.3 17. Juli 2015 (17.07.2015) DE
10 2016 008 686.6 13. Juli 2016 (13.07.2016) DE
- (71) Anmelder: ZIEHL-ABEGG SE [DE/DE]; Heinz-Ziehl-
Straße 4, 74653 Künzelsau (DE).
- (72) Erfinder: PFANNENSTIEL, Alexander; Holderweg 1,
74599 Wallhausen (DE).
- (74) Anwalt: JACKISCH-KOHL UND KOHL; Stuttgarter
Str. 115, 70469 Stuttgart (DE).

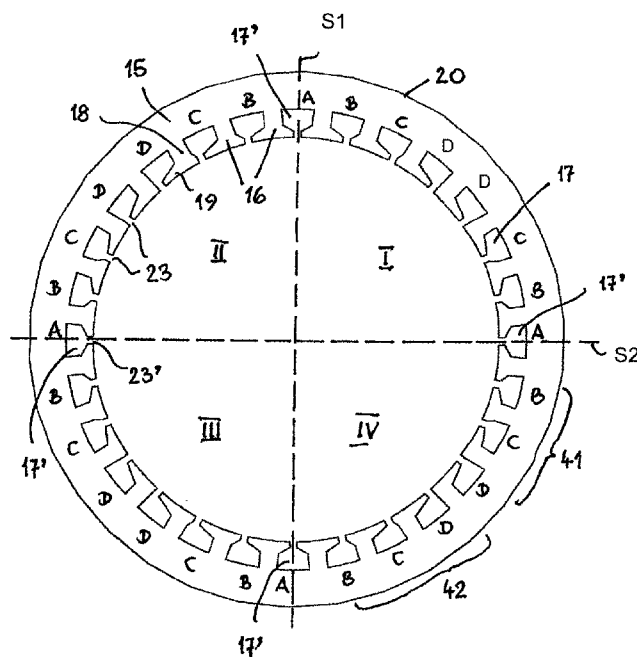
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CORE BODY FOR STATORS AND/OR ROTORS OF ELECTRIC MACHINES, STATOR/ROTOR HAVING A CORE BODY OF SAID TYPE, AND ELECTRIC MACHINE HAVING A CORE BODY OF SAID TYPE

(54) Bezeichnung : KERNKÖRPER FÜR STATOREN UND/ODER ROTOREN VON ELEKTRISCHEN MASCHINEN, STATOR/ROTOR MIT EINEM SOLCHEN KERNKÖRPER SOWIE ELEKTRISCHE MASCHINE MIT EINEM SOLCHEN KERNKÖRPER



(57) Abstract: The core body as a constituent part of stators and/or rotors of electric machines has a main body (15) which is provided, along the circumference thereof, with grooves (17, 17'). At least some grooves (17) have an asymmetrical outline. The core body is provided with at least one mirror axis (S1,... S2), relative to which the asymmetrical grooves (17) are arranged mirror-symmetrically in the core body. The grooves (17, 17') are arranged in groove groups (41, 42). The mirror axis S1, S2 divides the core body into at least two segments (I to IV). At least one groove group (41, 42) is provided in each segment (I to IV). The groove groups are mirror-symmetrical about the mirror axis (S1, S2).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Fig. 12

WO 2017/012707 A1



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)

Der Kernkörper als Bestandteil von Statoren und/oder Rotoren von elektrischen Maschinen hat einen Grundkörper (15), der längs seines Umfanges mit Nuten (17, 17') versehen ist. Zumindest einige Nuten (17) haben eine asymmetrische Umrissform. Der Kernkörper ist mit mindestens einer Spiegelachse (S1,... S2) versehen, zu der die asymmetrischen Nuten (17) spiegelsymmetrisch im Kernkörper angeordnet sind. Die Nuten (17, 17') sind in Nutengruppen (41, 42) angeordnet. Die Spiegelachse S1, S2 unterteilt den Kernkörper in wenigstens zwei Segmente (I bis IV). In jedem Segment (I bis IV) ist wenigstens eine Nutengruppe (41, 42) vorgesehen. Die Nutengruppen sind an der Spiegelachse (S1, S2) gespiegelt.

**Kernkörper für Statorn und/oder Rotoren von elektrischen Maschinen,
Stator/Rotor mit einem solchen Kernkörper sowie elektrische Maschine
mit einem solchen Kernkörper**

Die Erfindung betrifft einen Kernkörper für Statorn und/oder Rotoren von elektrischen Maschinen nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, einen Stator/Rotor mit einem solchen Kernkörper gemäß Anspruch 18 sowie eine elektrische Maschine mit einem solchen Kernkörper gemäß Anspruch 19.

Im Betrieb eines Elektromotors treten infolge von Drehmomentenwelligkeiten Geräusche und Vibrationen auf. Um die Drehmomentenwelligkeiten zu verringern, ist es bekannt, die als Lamellenpakete ausgebildeten Kernkörper der Statorn bzw. Rotoren mit schräg verlaufenden Nuten zu versehen. Diese Nutenschrägung verringert allerdings die magnetische Kopplung zwischen Rotor und Stator. Dies führt zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades.

Es können Induktionsoberwellen entstehen, die im Zusammenwirken mit Strombelagswellen Pendelmomente und/oder Radialkraftoberwellen bilden. Je nach Polzahl, Stator und Rotornutzahl bilden sich Pendelmomente und Kraftoberwellen unterschiedlicher Ordnungen. Pendelmomente sind sogenannte synchrone Momente, die ihre maximale Amplitude bei ihrer synchronen Drehzahl erreichen, die abhängig von Polzahl und Nutzahlen ist. Die Pendelmomente entstehen vor allem bei Asynchronmaschinen. Außerhalb der synchronen Drehzahl führen die synchronen Momente zu Drehmomentpendelungen, welche sich parasitär in Form von Geräuschen und Schwingungen äußern. Die synchronen Momente können auch bei Stillstand ent-

stehen, abhängig von Polzahl und Nutzahlen. Die synchronen Momente können den Anlauf eines Asynchronmotors verhindern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den gattungsgemäßen Kernkörper, den Stator/Rotor und die elektrische Maschine so auszubilden, dass Drehmomentenwelligkeiten und Induktionsoberwellen verringert werden können, ohne dass dadurch der Wirkungsgrad der elektrischen Maschinen nennenswert verringert wird.

Diese Aufgabe wird beim gattungsgemäßen Kernkörper erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1, beim Stator/Rotor erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 18 und bei der elektrischen Maschine erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 19 gelöst.

Der erfindungsgemäße Kernkörper zeichnet sich dadurch aus, dass die Nuten in Nutengruppen angeordnet sind, wobei die Spiegelachse den Kernkörper in wenigstens zwei Segmente unterteilt. In jedem Segment ist wenigstens eine Nutengruppe vorgesehen, wobei die Nutengruppen an der Spiegelachse gespiegelt sind. Mit einer solchen Gestaltung des Kernkörpers können insbesondere die synchronen Momente reduziert werden, was das Anlaufverhalten sowie das Geräusch- und Vibrationsverhalten einer elektrischen Maschine verbessern kann. Außerdem werden durch diese Gestaltung Drehmomentenwelligkeiten erheblich verringert, was sich in einer nur noch geringen Geräuschentwicklung und nur noch geringen Vibrationen der elektrischen Maschine zeigt, selbst wenn die Nuten achsparallel verlaufen. Durch Gestaltung und/oder Verteilung der Nuten in den Nutengruppen können gezielt die Induktionsoberwellen minimiert werden.

Die Nuten können vorteilhaft in der Nutengruppe gleiche Umrissform haben, was eine einfache Fertigung des Kernkörpers ermöglicht.

Vorteilhaft ist es, wenn die Nuten in der Nutengruppe symmetrische Umrissformen haben. Hierbei können die Nuten untereinander gleich, aber auch untereinander unterschiedlich gestaltet sein.

Wenn die Nuten bei einer bevorzugten Ausführungsform in der Nutengruppe asymmetrische Umrissformen haben, kann sehr einfach gezielt das Rotorinduktionsfeld durch entsprechende Anordnung dieser Nuten beeinflusst werden. Durch Ausgestaltung und/der Anordnung der asymmetrischen Nuten lässt sich in Abhängigkeit von der Polzahl und den Nutzahlverhältnissen das Rotorinduktionsfeld gezielt einstellen.

Bei einer bevorzugten Ausbildung haben die Nuten in der Nutengruppe, unterschiedliche, vorzugsweise asymmetrische Umrissformen.

Hierbei hat sich herausgestellt, dass eine optimale Beeinflussung des Rotorinduktionsfeldes dann möglich ist, wenn in den Nutengruppen die Nuten so angeordnet sind, dass in der einen Nutengruppe die Nuten in der Reihenfolge A...n ihrer Nutformen und in der anderen Nutengruppe in der Reihenfolge n...A ihrer Nutformen hintereinander angeordnet sind.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform liegt zwischen den Nutengruppen benachbarter Segmente jeweils wenigstens eine symmetrische Nut. Durch eine solche Gestaltung ist es möglich, die Spiegelachse so vorzusehen, dass sie mittig durch diese symmetrische Nut verläuft.

Der Kernkörper ist bei einer bevorzugten Ausführungsform ein Lamellenpaket, das aus aufeinanderliegenden und miteinander verbundenen Blechlamellen besteht. Der Kernkörper kann aber auch aus einem Vollmaterial bestehen. Weiter ist es möglich, den Kernkörper aus Sintermaterial herzustellen.

Aber auch wenn die Nuten im Kernkörper schrägverlaufend angeordnet sind, wird durch die erfindungsgemäße Ausbildung erreicht, dass sich die erforderlichenfalls verringerte Nutenschrägung nicht oder nur minimal auf den Wirkungsgrad der Maschine auswirkt.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform haben sämtliche Nuten eine asymmetrische Umrissform. Durch die erfindungsgemäße Positionierung der asymmetrischen Nuten kann der magnetische Leitwert so modifiziert werden, dass bestimmte Drehmomentoberwellen abgeschwächt bzw. eliminiert werden.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausbildung weist der Kernkörper wenigstens eine weitere Spiegelachse auf. Dann sind die Spiegelachsen rotations-symmetrisch in Bezug auf den Kernkörper angeordnet und liegen unter einem Winkel zueinander. Die asymmetrischen Nuten liegen in diesem Falle spiegelsymmetrisch zu den Spiegelachsen. Durch eine solche Gestaltung lassen sich die Drehmomentenwelligkeiten noch besser in den Griff bekommen. Je nach Zahl der Spiegelachsen kann der Kernkörper optimal auf den Einsatz angepasst werden, so dass er im Einsatz zu einer geringen Geräuscentwicklung und nur zu geringen Vibrationen der elektrischen Maschine führt.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist der Kernkörper so ausgebildet, dass die asymmetrischen Nuten abwechselnd mit Nuten mit symmetrischer Umrissform längs des Umfangs des Kernkörpers angeordnet sind. Durch eine solche Gestaltung des Kernkörpers lässt sich durch entsprechende Gestaltung der asymmetrischen Nuten in Verbindung mit den symmetrischen Nuten gezielt die Drehmomentenwelligkeit beeinflussen. Unter abwechselnder Anordnung ist nicht nur zu verstehen, dass abwechselnd jeweils eine asymmetrische und eine symmetrische Nut aufeinander folgen. Vielmehr können beispielsweise auch zwei asymmetrische Nuten mit jeweils einer symmetrischen Nut abwechseln. Es kann somit eine unterschiedliche

Zahl von symmetrischen mit einer unterschiedlichen Zahl von asymmetrischen Nuten längs des Randes des Kernkörpers abwechseln.

Die Nuten können so ausgebildet sein, dass sie über jeweils eine Eintrittsöffnung mit der Außenseite oder der Innenseite des Lamellenpaketes verbunden sind.

Grundsätzlich kann der erfindungsgemäße Kernkörper auch so ausgebildet sein, dass die Nuten geschlossen sind, also keine Verbindung zur Außen- oder Innenseite des Kernkörpers haben.

Bei einer vorteilhaften Ausbildung stehen vom Grundkörper radial Arme ab, die wenigstens mit einem radialen Fußabschnitt versehen sind.

Vorteilhaft ist es, wenn an das radial äußere oder innere Ende zumindest einiger der Fußabschnitte der Arme ein Polabschnitt anschließt, der mit wenigstens einem Ende, vorzugsweise mit beiden Enden in Umfangsrichtung über den Fußabschnitt übersteht. Die überstehenden Enden der Polabschnitte dienen als Sicherung für die Wicklungsdrähte, die durch die Nuten verlaufen.

Die Polabschnitte können so vorgesehen sein, dass ihre über den zugehörigen Polabschnitt überstehenden Enden gleich lang sind. Ebenso ist es möglich, dass diese überstehenden Enden ungleich lang ausgebildet sind. Dadurch kann der Kernkörper sehr einfach so modifiziert und an den jeweiligen Einsatzfall angepasst werden, dass die Geräusentwicklung oder die Vibrationen minimal sind.

Die Eintrittsöffnungen in die Nuten sind vorteilhaft gleich breit. Dadurch gestaltet sich der Wickelvorgang einfach.

Die Eintrittsöffnungen in die Nuten werden bevorzugt von den Stirnseiten der Polabschnitte benachbarter Arme begrenzt. Die Breite der Eintrittsöff-

nungen ist kleiner als die Breite der Nuten. Dabei sind die Eintrittsöffnungen so vorgesehen, dass am Übergang in die Nut die Polabschnitte über die Seitenwände der Nuten überstehen. Dadurch wird eine einfache und zuverlässige Sicherung der Wicklungsdrähte in den Nuten gewährleistet.

Der erfindungsgemäße Stator bzw. Rotor ist mit einem solchen erfindungsgemäßen Kernkörper versehen. Die Verwendung des erfindungsgemäßen Kernkörpers ermöglicht eine einfache Herstellung des Stators bzw. Rotors, der im Einbauzustand eine geräuscharme und vibrationsarme Betriebsweise der elektrischen Maschine sicherstellt, ohne dass der Wirkungsgrad nennenswert beeinträchtigt wird.

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine ist mit dem erfindungsgemäßen Kernkörper versehen. Eine solche elektrische Maschine weist neben der geräuscharmen Betriebsweise im Einsatz auch nur geringe Vibrationen auf. Dabei hat die elektrische Maschine einen hohen Wirkungsgrad.

Der Anmeldungsgegenstand ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch durch alle in den Zeichnungen und der Beschreibung offenbarten Angaben und Merkmale. Sie werden, auch wenn sie nicht Gegenstand der Ansprüche sind, als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung und teilweise im Schnitt einen erfindungsgemäßen Asynchron-Außenläufermotor,

Fig. 2

bis 6 Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Kernkörpern von Rotoren eines Innenläufermotors bzw. Statoren von Außenläufermotoren, jeweils in Stirnansicht,

Fig. 7

bis 9 in Stirnansicht Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Kernkörpern von Rotoren eines Außenläufermotors bzw. eines Stators eines Innenläufermotors,

Fig. 10 verschiedene Ausführungsformen von Nuten der erfindungsgemäßen Statoren bzw. Rotoren,

Fig. 11 in einem Diagramm das Drehmoment in Abhängigkeit von der Position eines bekannten und eines erfindungsgemäßen Rotors,

Fig. 12 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kernkörpers eines Rotors eines Außenläufermotors bzw. eines Stators eines Innenläufermotors,

Fig. 13 in einer Darstellung entsprechend Fig. 12 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kernkörpers eines Rotors eines Außenläufermotors bzw. eines Stators eines Innenläufermotors,

Fig. 14 in einem Diagramm den Nutschlitzteilungswinkel entlang des Umfangs des erfindungsgemäßen Kernkörpers gemäß Fig. 13,

Fig. 15 in Stirnansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kernkörpers eines Rotors eines Außenläufermotors bzw. eines Stators eines Innenläufermotors,

Fig. 16 in einem Diagramm den Nutschlitzteilungswinkel entlang des Umfanges des Stators bzw. Rotors gemäß Fig. 15,

Fig. 17 in Stirnansicht eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kernkörpers eines Rotors eines Außenläufermotors bzw. eines Stators eines Innenläufermotors,

Fig. 18 in einem Diagramm den Nutschlitzteilungswinkel entlang des Umfanges des Stators bzw. Rotors gemäß Fig. 17.

Der in Fig. 1 dargestellte Asynchron-Außenläufermotor hat einen Stator 1 mit einem Kernkörper 2, der mit einer Wicklung 3 versehen und von einem Rotor 4 umgeben ist. Er hat einen glockenförmigen Rotorträger 5 mit einem Boden 6, der drehfest auf dem einen Ende einer Rotorwelle 7 sitzt. Sie ist mit zwei mit Abstand voneinander liegenden Lagern 8, 9, die vorzugsweise Kugellager sind, drehbar im Stator 1 gelagert. Er hat eine Statorbuchse 10, in der die Lager 8, 9 untergebracht sind und in welche die Rotorwelle 7 ragt. Der Rotor 4 ist mit einem elektrisch leitfähigen Käfig 11a versehen, der den Kernkörper 2 unter Bildung eines Ringspaltes 12 umgibt. Der Aufbau solcher Asynchron-Außenläufermotoren ist bekannt und darum nur kurz erläutert worden.

Der Kernkörper 2 ist vorteilhaft ein Lamellenpaket, kann aber auch aus Vollmaterial oder Sintermaterial bestehen. Im Folgenden wird der Kernkörper 2 als Lamellenpaket bezeichnet.

Im Betrieb des Motors treten Drehmomentenwelligkeiten auf, die zu unerwünschten Geräuschen und Vibrationen führen. In Fig. 11 ist der Verlauf des Drehmomentes gegen die Rotorposition dargestellt. Die gestrichelte Li-

nie 13 zeigt die Drehmomentenwelligkeit eines herkömmlichen Motors. Die ausgezogene Linie 14 beschreibt die Drehmomentenwelligkeit des erfindungsgemäßen Motors, die sich aufgrund einer nachfolgend anhand verschiedener Ausführungsformen erläuterten Ausbildung des Statorpaketes 2 bzw. des Rotorpaketes 11 ergibt. Aus dem Diagramm gemäß Fig. 11 ergibt sich deutlich, dass die Drehmomentenwelligkeit erheblich verringert worden ist. Die im Betrieb solcher Motoren auftretenden Geräusche und/oder Vibrationen sind wesentlich verringert. Die Amplitude des Drehmomentes ist wesentlich reduziert.

Die nachfolgend beschriebenen Stator- bzw. Rotorpakete sind hauptsächlich für Kurzschlussläufer-Asynchronmaschinen vorgesehen, können aber auch für andere Motortopologien eingesetzt werden, wie z. B. permanentmagneterregte Synchronmaschinen, Synchron-Reluktanzmaschinen, Gleichstrommaschinen, Linearmaschinen, Servomaschinen, Segmentmaschinen, Schleifringläufer-Asynchronmaschinen, Innen- und Außenläufermaschinen und dergleichen.

Die Stator-/Rotorpakete haben Lamellenpakete, die aus aufeinander gesetzten gestanzten Lamellen bestehen. Sie können in bekannter Weise durch Formschluss- und/oder Klebe- und/oder Schweißverbindungen miteinander verbunden sein. Auch eine Verbindung mittels die Lamellen durchsetzender Bolzen ist möglich, auf die Muttern geschraubt werden, mit denen die Lamellen innerhalb des Lamellenpaketes gegeneinander gepresst werden.

Die Lamellen werden vorteilhaft deckungsgleich aufeinander gesetzt. Es ist aber auch möglich, die Lamellen gegeneinander verdreht aufeinander zu setzen. Dies führt dazu, dass die Nuten des Stator-/Rotorpaketes eine Steigung aufweisen.

Bei den nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen sind die Lamellen innerhalb des Lamellenpaketes deckungsgleich aufeinander gelegt, so dass die Nuten des Stator-/Rotorpaketes achsparallel verlaufen.

Bei den verschiedenen Ausführungsformen sind zumindest einige der Nuten in ihrer Umrissform asymmetrisch ausgebildet und rotationssymmetrisch und spiegelsymmetrisch in Bezug auf bestimmte Spiegelachsen positioniert.

Das Lamellenpaket gemäß Fig. 2 hat einen Grundkörper 15, von dem über den Umfang verteilt Arme 16 radial abstehen. Zwischen benachbarten Armen 16 befinden sich Nuten 17, die asymmetrisch ausgebildet sind.

Die Arme 16 haben jeweils einen radial verlaufenden Fußabschnitt 18, der am freien Ende mit einem Polabschnitt 19 versehen ist. Er ragt in Umfangsrichtung des Lamellenpaketes gleich weit über den Fußabschnitt 18 und hat eine gekrümmte Außenseite 20. Sie liegt in einer zylindrischen Mantelfläche, deren Achse 21 zentrisch in einer mittleren Öffnung 22 des Lamellenpaketes liegt, die zentrisch im Grundkörper 15 angeordnet ist und kreisförmigen Umriss hat. In der Einbaulage ragt durch die Öffnung 22 die Rotorwelle 7, wenn das Lamellenpaket als Rotorpaket eines Innenläufers eingesetzt wird. Das Lamellenpaket kann aber auch als Statorpaket für einen Außenläufer eingesetzt werden, wie er beispielhaft in Fig. 1 dargestellt ist.

Die Arme 16 sind so ausgebildet, dass jeweils übernächste Arme 16 Polabschnitte 19 haben, die gleich lang sind. Die Polabschnitte 19 benachbarter Arme 16 hingegen sind unterschiedlich lang. In Umfangsrichtung benachbarte Polabschnitte 19 begrenzen an der Außenseite des Lamellenpaketes jeweils eine Eintrittsöffnung 23, die in die Nut 17 mündet. Die Eintrittsöffnungen 23 haben an der Außenseite des Lamellenpaketes jeweils gleiche Breite, die radial nach innen zunimmt, vorzugsweise stetig. Die Eintrittsöffnungen 23 können über ihre radiale Länge auch konstante Breite haben.

Die Eintrittsöffnungen 23 werden von den Stirnseiten der Polabschnitte 19 benachbarter Arme 16 begrenzt. Die Stirnseiten 24, 25 der Polabschnitte 19 haben jeweils gleiche radiale Breite, könnten aber auch unterschiedliche radiale Breite haben.

Die Fußabschnitte 18 sämtlicher Arme 16 haben gleiche Breite. Ihre Außenseiten 26, 27 verlaufen gerade und parallel zueinander. Die Außenseiten 26, 27 benachbarter Arme 16 bilden die beiden Seitenwände der zwischen diesen Armen liegenden Nuten 17. Am inneren Ende sind die Seitenwände 26, 27 durch einen Boden 28 der Nut 17 miteinander verbunden. Der Boden verläuft gerade sowie tangential zu einem gedachten Kreis um die Achse 21. Am anderen Ende gehen die Seitenwände 26, 27 in die Unterseiten 29, 30 der Polabschnitte 19 über. Die Unterseite 30 des kürzeren Polabschnittes 19 schließt hierbei stumpfwinklig an die Seitenwand 26, 27 an, während die Unterseite 29 der längeren Polabschnitte 19 spitzwinklig an die Seitenwand 26, 27 der Nut 17 anschließt. Das radial innere Ende der Seitenwände 26, 27 schließt jeweils stumpfwinklig an den Boden 28 an.

Die Eintrittsöffnungen 23 der Nuten 17 liegen jeweils außermittig zu einer den Nutboden 28 halbierenden Radialen 31. Bezogen auf diese Radialen 31 sind die im Umriss asymmetrischen Nuten 17 rotationssymmetrisch unter dem Winkel α über den Umfang des Lamellenpaketes gleichmäßig verteilt angeordnet. Die Eintrittsöffnungen 23 liegen, bezogen auf die jeweilige, den Nutboden 28 halbierende Radiale 31, außermittig, wodurch sich die asymmetrische Umrissform der Nuten 17 ergibt. Beispielfhaft verlaufen die Radialen 31 annähernd durch die Stirnseiten 24 der längeren Polabschnitte 19. Die Stirnseiten 24 dieser längeren Polabschnitte 19 verlaufen gerade und schließen jeweils stumpfwinklig an die Unterseite 29 der Polabschnitte an, die wie die Stirnseiten 24 gerade verlaufen.

Auch die Stirnseiten 25 der kürzeren Polabschnitte 19 sind gerade und können in Radialebenen des Lamellenpaketes liegen. Die Stirnseiten 25 schließen stumpfwinklig an die Unterseite 30 der Polabschnitte 19 an. Die Unterseiten 30 der kürzeren Polabschnitte 19 verlaufen gerade und sind kürzer als die gerade verlaufenden Unterseiten 29 der längeren Polabschnitte 19.

Das Lamellenpaket hat die Spiegelachsen S1 bis S3. Diese Spiegelachsen sind über den Umfang des Lamellenpaketes gleichmäßig verteilt angeordnet und haben den Winkelabstand β voneinander. Die Spiegelachsen S1 bis S3 sind Radiale, die die Polabschnitte 19 an der Außenseite 20 in halber Umfangsbreite schneiden.

Das beschriebene Lamellenpaket hat die mit dem Winkelabstand α rotationssymmetrisch längs des Umfanges des Lamellenpaketes angeordneten asymmetrischen Nuten 17, die an den Spiegelachsen S1 bis S3 gespiegelt im Lamellenpaket angeordnet sind. Die unter dem konstanten Winkel α rotationssymmetrisch angeordneten und an den Spiegelachsen S1 bis S3 positionierten asymmetrischen Nuten führen zu einer optimalen geräuscharmen Betriebsweise des Motors sowie zu sehr geringen Vibrationen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass durch diese Gestaltung des Lamellenpaketes die Drehmomentenwelligkeit nur noch gering ist, wie die Kurve 14 in Fig. 11 zeigt. Benachbarte Nuten 17 sind jeweils spiegelsymmetrisch in Bezug auf die zugehörige Spiegelachse S1 bis S3 angeordnet, so dass sich ein sehr einfacher Aufbau der einzelnen Lamellen und damit des Lamellenpaketes ergibt.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 sind jeweils übernächste Nuten asymmetrisch ausgebildet, während die zwischen ihnen liegenden Nuten eine symmetrische Umrissform haben. Dieses Lamellenpaket hat wiederum den Grundkörper 15, mit der zentralen Öffnung 22. Vom Grundkörper 15 stehen radial die Arme 16 ab, die jeweils den radialen Fußabschnitt 18 aufweisen. Wie beim vorigen Ausführungsbeispiel sind die Fußabschnitte 18 an ihren radial äußeren Enden mit den Polabschnitten 19 versehen.

Die asymmetrisch ausgebildeten Nuten 17 haben die gleiche Ausbildung wie beim vorigen Ausführungsbeispiel. Ihre Eintrittsöffnungen 23 liegen außermittig in Bezug auf die Radiale 31, welche den Nutboden 28 in halber Länge schneidet.

Die symmetrische Umrissform aufweisenden Nuten 17' hingegen haben eine Eintrittsöffnung 23', die symmetrisch in Bezug auf die den Nutboden 28' halbierende Radiale ausgebildet ist. Die Eintrittsöffnungen 23, 23' werden durch die Stirnseiten 24, 25 der Polabschnitte 19 begrenzt.

Da die in der Umrissform symmetrischen und asymmetrischen Nuten 17, 17' über den Umfang des Lamellenpaketes abwechselnd angeordnet sind, sind die Polabschnitte 19 jedes Armes 16 so in Bezug auf den zugehörigen Fußabschnitt 18 angeordnet, dass sie in Umfangsrichtung ungleich weit über den Fußabschnitt 18 ragen.

Die Nuten 17, 17' sind wie beim vorigen Ausführungsbeispiel um den konstanten Winkel α über den Umfang des Lamellenpaketes angeordnet.

Darüber hinaus sind die Nuten 17, 17' spiegelsymmetrisch in Bezug auf die Spiegelachsen S1 und S2 positioniert. Die Spiegelachsen S1 und S2 erstrecken sich mittig und radial durch die symmetrischen Nuten 17', die den Winkelabstand β voneinander haben. Durch Spiegelung an diesen Achsen S1, S2 ergibt sich die Position der asymmetrischen Nuten 17.

Wie bei der vorigen Ausführungsform ist die Nutteilung (Winkel α) über den Umfang des Lamellenpaketes konstant. Die konstante Nutteilung sowie die Spiegelung der asymmetrischen Nuten an den Spiegelachsen führen wiederum dazu, dass die Drehmomentenwelligkeit sehr gering ist, so dass die mit solchen Lamellenpaketen ausgestatteten Motoren sich durch ein optimales Geräusch- und Vibrationsverhalten auszeichnen.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 sind über den Umfang des Lamellenpaketes die Nuten abwechselnd symmetrisch und asymmetrisch ausgebildet. Die asymmetrischen Nuten haben eine Ausbildung entsprechend der vorherigen Ausführungsform. Während bei den vorigen Ausführungsbeispielen die in Umfangsrichtung gemessene Breite der Nuten 17, 17' von der Unterseite 29, 30 der Polabschnitte 19 aus stetig abnimmt, nimmt die Um-

fangsbreite der Nuten 17' der vorliegenden Ausführungsform zunächst radial nach innen zu und anschließend ab. Die Eintrittsöffnungen 23, 23' in die Nuten 17, 17' werden entsprechend den vorhergehenden Ausführungsformen durch die Stirnseiten 24, 25 der Polabschnitte 19 benachbarter Arme 16 begrenzt. Die asymmetrischen Nuten 17 sind entsprechend den vorhergehenden Ausführungsformen ausgebildet, so dass hinsichtlich der Umrissform dieser Nuten 17 auf die vorige Beschreibung verwiesen werden kann.

Die symmetrischen Nuten 17' sind spiegelsymmetrisch zur Spiegelachse S1 bzw. S2 ausgebildet. Die Seitenwände 26, 27 der Nuten 17' sind jeweils etwa v-förmig ausgebildet. Jede Seitenwand 26, 27 besteht aus zwei stumpfwinklig aneinander anschließenden Seitenwandabschnitten 26a, 26b; 27a, 27b, die jeweils gekrümmt ausgebildet sind. Die Seitenwandabschnitte 26a, 26b und 27a, 27b sind jeweils etwa gleich lang. Die radial innen liegenden Seitenwandabschnitte 26b, 27b gehen stumpfwinklig in Höhe der Spiegelachse S1 ineinander über.

Die Seitenwandabschnitte 26a, 26b und 27a, 27b bilden die eine Außenseite 26, 27 der Fußabschnitte 18 der Arme 16.

Wie bei den vorigen Ausführungsformen sind die Nuten 17, 17' längs des Umfanges des Lamellenpaketes so angeordnet, dass die Nutteilung α über den Umfang konstant ist. Zusätzlich sind die asymmetrischen Nuten 17 spiegelsymmetrisch in Bezug auf die beiden Spiegelachsen S1 und S2 angeordnet.

Die Spiegelachsen S1 und S2 sind unter dem Winkel β zueinander so angeordnet, dass die Spiegelachsen symmetrisch bezüglich des Lamellenpaketes angeordnet sind.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 5 weist über den Umfang verteilt nur asymmetrische Nuten 17 auf, die gleiche Umrissform haben wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2. Die Nuten 17 haben jeweils die Eintrittsöff-

nung 23, die durch die Stirnseiten 24, 25 der Polabschnitte 19 benachbarter Arme 16 begrenzt werden.

Diametral einander gegenüber liegende Arme 16 sind jeweils gleich ausgebildet. Der in Fig. 5 in der 6-Uhr- bzw. 12-Uhr-Stellung befindliche Arm 16 hat den Polabschnitt 19, der an beiden Enden gleich weit über den Fußabschnitt 18 vorsteht. Die beiden benachbart zu diesem Arm 16 liegenden Arme 16 haben Polabschnitte 19, die unterschiedlich weit in Umfangsrichtung des Lamellenpaketes über den zugehörigen Fußabschnitt 18 ragen. Dabei sind die dem zwischen ihnen befindlichen Arm 16 zugewandten Enden der Fußabschnitte 18 kürzer als die über die andere Seite der Fußabschnitte 18 überstehenden Enden der Polabschnitte 19.

Die beiden in 9-Uhr- und in 3-Uhr-Stellung befindlichen Arme 16, durch welche die Spiegelachse S2 verläuft, haben Polabschnitte 19, die jeweils gleich weit in Umfangsrichtung über den zugehörigen Fußabschnitt 18 überstehen. Im Vergleich zu den in 12-Uhr- bzw. 6-Uhr-Stellung befindlichen Armen 16 stehen die Polabschnitte 19 allerdings weniger weit über den Fußabschnitt 18 vor.

Die Nuten 17 sind rotationssymmetrisch über den Umfang des Lamellenpaketes verteilt angeordnet, wobei die Nutteilung (Winkel α) wie bei den vorigen Ausführungsformen über den Umfang konstant ist. Der Winkel α wird entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 2 zwischen den jeweiligen Radialen 31 gemessen, die den Nutboden 28 in halber Länge schneiden. Außerdem sind die asymmetrischen Nuten 17 so vorgesehen, dass sie in Bezug auf die beiden Spiegelachsen S1, S2 spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet sind. Die Spiegelachsen S1, S2 sind ebenfalls symmetrisch in Bezug auf das Lamellenpaket angeordnet. Bei der Ausführungsform 5 beträgt der Winkelabstand β zwischen den Spiegelachsen S1, S2 90°. Aufgrund dieser Lage der Spiegelachsen S1, S2 haben die Arme 16 die beschriebenen unterschiedlich langen Polabschnitte.

Beträgt der Winkelabstand β zwischen den Spiegelachsen 45° , wie dies beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 der Fall ist, können die Arme 16 in der beschriebenen Weise so ausgebildet sein, dass über den Umfang des Lamellenpaketes verteilt nur zwei unterschiedliche Arme 16 vorgesehen sind.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 6 ähnelt dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3. Über den Umfang des Lamellenpaketes sind abwechselnd asymmetrische Nuten 17 und symmetrische Nuten 17' vorgesehen, in die jeweils die gleich ausgebildeten Eintrittsöffnungen 23 münden. Die Nuten 17, 17' sind gleich ausgebildet wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3. Im Unterschied zu dieser Ausführungsform sind alle Arme 16 mit Polabschnitten 19 versehen, die in Umfangsrichtung des Lamellenpaketes mit ihren Enden ungleich weit über den zugehörigen Fußabschnitt 18 ragen. Die symmetrischen Nuten 17' sind symmetrisch in Bezug auf die beiden Spiegelachsen S1 und S2 ausgebildet. Die asymmetrischen Nuten 17 sind in Bezug auf die Spiegelachsen S1, S2 spiegelsymmetrisch angeordnet. Sämtliche Nuten 17, 17' sind darüber hinaus so über den Umfang des Lamellenpaketes verteilt angeordnet, dass die Nutteilung (Winkelabstand α) konstant ist.

Die anhand der Fig. 2 bis 6 beschriebenen Lamellenpakete können für den Rotor eines Innenläufermotors eingesetzt werden. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, diese Lamellenpakete für einen Stator eines Außenläufermotors einzusetzen.

Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Lamellenpaketes für den Stator eines Innenläufermotors oder für den Rotor eines Außenläufers. Bei diesem Lamellenpaket liegen die Eintrittsöffnungen 23 in die Nuten 17 nicht an der Außenseite des Lamellenpaketes, sondern an dessen Innenseite 32. Das Lamellenpaket hat den ringförmigen Grundkörper 15 mit der zylindrischen Außenseite 20. Vom Grundkörper 15 stehen die Arme 16 radial nach innen ab. Jeweils übernächste Arme 16 haben den Polabschnitt 19, der den Fußabschnitt 18 mit beiden Enden in Umfangsrichtung gleich weit überragt. Die

zwischen diesen Armen 16 befindlichen Arme 16 haben keinen in Umfangsrichtung vorstehenden Polabschnitt, sondern einen Fußabschnitt 18', der sich vom Grundkörper 15 aus radial nach innen stetig verbreitert. Die Seitenwände 26, 27 dieser Fußabschnitte 18' verlaufen dementsprechend vom Grundkörper 15 aus divergierend. Nahe dem freien Ende sind die Seitenwände 26, 27 so abgewinkelt, dass sie parallel zu den Stirnseiten 25 der benachbarten Polabschnitte 19 liegen. Dadurch werden die Eintrittsöffnungen 23 entsprechend den vorigen Ausführungsbeispielen durch zueinander parallel verlaufende Stirnseiten 24, 25 begrenzt.

Sämtliche Nuten 17 sind asymmetrisch ausgebildet, wobei benachbarte Nuten 17 spiegelsymmetrisch in Bezug auf die zwischen ihnen liegenden Spiegelachsen S1... Sn angeordnet und ausgebildet sind. In Fig. 7 sind nur einige dieser Spiegelachsen eingezeichnet. Die Spiegelachsen sind jeweils Radiale, die sich mittig durch die jeweiligen Fußabschnitte 18, 18' der Arme 16 erstrecken. In Bezug auf diese Spiegelachsen sind die Arme 16 selbst symmetrisch ausgebildet.

Die Nuten 17 sind über den Umfang des Lamellenpaketes gleichmäßig verteilt mit konstanter Nutteilung angeordnet.

Fig. 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Lamellenpaketes für den Stator eines Innenläufermotors oder für den Rotor eines Außenläufers. Das Lamellenpaket hat den ringförmigen Grundkörper 15, an dessen Innenseite 32 die Eintrittsöffnungen 23, 23' in die Nuten 17, 17' liegen. Im Unterschied zur vorigen Ausführungsform haben alle vom Grundkörper 15 radial nach innen abstehenden Arme 16 den Polabschnitt 19, der den Fußabschnitt 18 mit beiden Enden in Umfangsrichtung überragt.

Die asymmetrischen Nuten 17 sowie die symmetrischen Nuten 17' haben eine ähnliche Umrissform wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3. Diejenigen Fußabschnitte 18, welche die symmetrischen Nuten 17' begrenzen, haben Polabschnitte 19, die den Fußabschnitt 18 in Umfangsrichtung mit

beiden Enden gleich weit überragen. Diejenigen Fußabschnitte 18, die die asymmetrischen Nuten 17 zumindest an einer Seite in Umfangsrichtung begrenzen, haben Polabschnitte 19, die mit ihren Enden in Umfangsrichtung ungleich weit über die Fußabschnitte 18 überstehen.

Das Lamellenpaket hat die beiden Spiegelachsen S1 und S2, die rechtwinklig zueinander liegen. Die Nuten 17, 17' sind in Bezug auf die beiden Spiegelachsen S1, S2 spiegelsymmetrisch angeordnet. Dadurch werden vier Segmente I bis IV gebildet.

Im Bereich zwischen den Spiegelachsen S1, S2 bzw. in den Segmenten I bis IV ist die Anordnung der Nuten so vorgesehen, dass beispielhaft vier symmetrische Nuten 17' und drei asymmetrische Nuten 17 aufeinanderfolgend hintereinander angeordnet sind. Die asymmetrischen Nuten 17 bilden eine Nutengruppe 38 und die symmetrischen Nuten 17' eine Nutengruppe 39.

Die Nuten 17, 17' sind somit in Umfangsrichtung des Lamellenpaketes abwechselnd derart vorgesehen, dass symmetrische Nuten 17', in Gruppen angeordnet, mit asymmetrischen Nuten 17, ebenfalls in Gruppen angeordnet, über den Umfang des Lamellenpaketes abwechseln. Somit weist jedes Segment I bis IV zwei Nutengruppen 38, 39 auf, wobei die Nutengruppen jedes Segmentes an den Spiegelachsen S1, S2 gespiegelt sind.

Innerhalb der Nutengruppen 38, 39 sind die jeweiligen Nuten 17, 17' jeweils gleich ausgebildet.

Fig. 9 zeigt beispielhaft eine Ausführungsform, bei der über den Umfang des Lamellenpaketes verteilt angeordnet drei Arten von Nuten jeweils in Gruppen vorgesehen sind. Die symmetrischen Nuten 17' sind gleich ausgebildet und in der Nutengruppe 39 zusammengefasst. Im Unterschied zur vorigen Ausführungsform umfasst die Nutengruppe 39 drei symmetrische Nuten 17'.

Die in der Nutengruppe 38 zusammengefassten asymmetrischen Nuten 17 sind gleich ausgebildet. Jede Nutengruppe 38 umfasst zwei asymmetrische Nuten 17.

Schließlich hat das Lamellenpaket eine dritte Nutengruppe 40, die zwei asymmetrische Nuten 17 umfasst. Sie haben eine andere Umrissform als die asymmetrischen Nuten 17 der Nutengruppe 38.

Die Nuten 17, 17' der beiden Nutengruppen 38, 39 sind gleich ausgebildet wie bei der vorigen Ausführungsform. Die Nuten 17 der Nutengruppe 40 werden an einem umfangseitigen Ende durch die gerade Seitenwand 26 begrenzt, die auch die Seitenwand 26 des Fußabschnittes 18 bildet. Der Polabschnitt 19 am freien Ende des Fußabschnittes 18 steht in Umfangsrichtung nur mit einem Ende über den Fußabschnitt 18 vor. Die dem Nutboden 28 zugewandte Unterseite 41 des Polabschnittes 19 verläuft schräg bis zur Seitenwand 25 der Nut 17 bzw. des Fußabschnittes 18. Die beiden Seitenwände 25, 26 des Fußabschnittes 18 verlaufen parallel zueinander.

Auch dieses Lamellenpaket hat die beiden Spiegelachsen S1 und S2 die rechtwinklig zueinander liegen und zu denen die Nutengruppen 38 bis 40 spiegelsymmetrisch angeordnet sind. Wie bei den vorigen Ausführungsbeispielen ist die Nutenteilung konstant. Die Nuten 17, 17' sind über den Umfang des Lamellenpaketes abwechselnd angeordnet, wobei die Nuten in der beschriebenen Weise zu Nutengruppen zusammengefasst sind.

Wie bei der vorigen Ausführungsform werden durch die beiden rechtwinklig zueinander liegenden Spiegelachsen S1, S2 die vier gleich großen Segmente I bis IV gebildet. In jedem Segment I bis IV befinden sich jeweils drei Nutengruppen 38 bis 40, wobei die Nutengruppen jedes Segmentes an den Spiegelachsen S1, S2 gespiegelt sind.

Fig. 10 zeigt, dass die Nuten der beschriebenen Lamellenpakete unterschiedlichste Ausbildungen haben können. Dabei müssen die Nuten keine

Eintrittsöffnungen haben, sondern können auch als geschlossene Nuten ausgebildet sein, wie beispielhaft Fig. 10a zeigt. Diese Nut 17 ist in Bezug auf die zugehörige Radiale 31 asymmetrisch ausgebildet.

Fig. 10b zeigt eine Nut, deren Eintrittsöffnung 23 außermittig in Bezug auf die zugehörige Radiale 31 angeordnet ist. Diese Nut 17 hat an die Stirnseiten 24, 25, welche die Eintrittsöffnungen 23 seitlich begrenzen, anschließende, gekrümmte Wandabschnitte 33, 34, die in zueinander konvergierende Wandabschnitte 35, 36 übergehen. Sie gehen ihrerseits bogenförmig gekrümmt ineinander über.

Die Nut 17 der Ausführungsform gemäß Fig. 10c hat kreisförmigen Umriss. Die Eintrittsöffnung 23 liegt wiederum außermittig in Bezug auf die zugehörige Radiale 31.

Fig. 10d zeigt eine Nut 17, deren Eintrittsöffnung 23 symmetrisch zur Radialen 31 liegt. Die Nut 17 hat etwa rechteckigen Umriss. In der einen Seitenwand 27, die gerade verläuft, befindet sich am Übergang zur Eintrittsöffnung 23 eine Ausbauchung 37. Die gegenüber liegende, parallel zur Seitenwand 27 verlaufende Seitenwand 26 ist am Übergang zur Eintrittsöffnung 23 abgeschrägt. An dem der Eintrittsöffnung 23 gegenüber liegenden Ende sind die beiden Seitenwände 26, 27 durch den ebenen Nutboden 28 miteinander verbunden, der rechtwinklig zu den Seitenwänden 26, 27 liegt.

Bei den folgenden Ausführungsformen zielt entsprechend den vorherigen Ausführungsbeispielen die Anordnung der asymmetrischen Nuten auf die Beeinflussung des Rotorinduktionsfeldes. Dadurch können gezielt Induktionsoberwellen, die im Zusammenwirken mit Strombelagwellen Pendelmomente und/oder Radialkraftoberwellen bilden, minimiert werden. Je nach Polzahl, Rotornutzahl bilden sich Pendelmomente und Kraftoberwellen unterschiedlicher Ordnungen. Daher ist die Ausgestaltung und Anordnung der asymmetrischen Nuten abhängig von der Polzahl und den Nutzahlverhältnissen.

Pendelmomente sind sogenannte synchrone Momente, die ihre maximale Amplitude bei ihrer synchronen Drehzahl erreichen, die wiederum von der Polzahl und den Nutzahlen abhängt. Die Pendelmomente entstehen vor allem bei Asynchronmaschinen. Im Bereich außerhalb der synchronen Drehzahl führen die synchronen Momente zu Drehmomentpendelungen, die sich parasitär in Form von Geräuschen und Schwingungen äußern. Die synchronen Momente können auch bei Stillstand entstehen (abhängig von der Polzahl und den Nutzahlen) und können hierbei den Anlauf eines Asynchronmotors verhindern. Mit dem folgenden Ausführungsbeispiel sowie auch den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen können die synchronen Momente verringert werden, was einerseits das Anlaufverhalten und andererseits das Geräusch- und Vibrationsverhalten eines Elektromotors verbessern kann.

Das Lamellenpaket gemäß Fig. 12 kann für den Stator eines Innenläufermotors oder für den Rotor eines Außenläufermotors verwendet werden. Es hat den ringförmigen Grundkörper 15 mit der zylindrischen Außenseite 20. Vom Grundkörper 15 stehen die Arme 16 radial nach innen ab. Sie haben jeweils den Fußabschnitt 18 und den Polabschnitt 19, der je nach Ausbildung der Nuten 17, 17' unterschiedlich weit in Umfangsrichtung über den Fußabschnitt 18 übersteht. Wie bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 8 und 9 begrenzen die in Umfangsrichtung liegenden Stirnseiten der Polabschnitte 19 die Eintrittsöffnungen 23, 23'.

Das Lamellenpaket hat die beiden Spiegelachsen S1 und S2, die rechtwinklig zueinander liegen. Beide Spiegelachsen S1, S2 erstrecken sich mittig durch die symmetrischen Nuten 17', die dementsprechend in Winkelabständen von jeweils 90° zueinander angeordnet sind. Die zwischen den symmetrischen Nuten 17' befindlichen Nuten sind asymmetrisch ausgebildet. Aufgrund der beiden Spiegelachsen S1, S2 sind die Nuten 17, 17' spiegelsymmetrisch in Bezug auf die beiden Spiegelachsen S1, S2 angeordnet.

In der Stirnansicht gemäß Fig. 12 wird das Lamellenpaket durch die beiden Spiegelachsen S1, S2 in vier gleiche Segmente I bis IV unterteilt. Innerhalb der Segmente I bis IV sind die Nuten 17, 17' so angeordnet, dass sie zwei Nutengruppen 41, 42 bilden. Innerhalb jeder Nutengruppe 41, 42 sind die Nuten unterschiedlich ausgebildet. In Fig. 12 sind die symmetrischen Nuten 17' mit A bezeichnet. Innerhalb der Nutengruppe 41 sind die in Umfangsrichtung im Uhrzeigersinn aufeinanderfolgenden asymmetrischen Nuten 17 mit B bis D gekennzeichnet, wobei die Buchstaben die unterschiedlichen Umrissformen der Nuten kennzeichnen.

Während in der Nutengruppe 41 die Nuten in der Reihenfolge B, C, D angeordnet sind, ist im Uhrzeigersinn die Reihenfolge der Nuten in der Nutengruppe 42 D, C, B. Die asymmetrischen Nuten mit den gleichen Buchstaben sind dementsprechend gleich ausgebildet.

Jedes Segment I bis IV weist innerhalb der Nutengruppen 41, 42 diese Reihenfolge der unterschiedlichen asymmetrischen Nuten auf.

Wie anhand der vorigen Ausführungsformen beispielhaft erläutert worden ist, ergibt sich die unterschiedliche Umrissform der asymmetrischen Nuten B bis D im Wesentlichen dadurch, dass die Polabschnitte 19 in Umfangsrichtung unterschiedlich weit über die zugehörigen Fußabschnitte 18 vorstehen.

Die symmetrischen Nuten 17' haben eine Umrissform, wie sie beispielhaft anhand von Fig. 9 erläutert und dargestellt ist.

Die Eintrittsöffnungen 23 werden durch die Stirnseiten benachbarter Polabschnitte 19 begrenzt, wie es beispielhaft bei den vorigen Ausführungsbeispielen erläutert worden ist.

Die Eintrittsöffnungen 23 liegen in ungleichen Winkelabständen über den Umfang des Lamellenpaketes. Die Nutenteilung ist wie bei den vorigen Ausführungsbeispielen konstant.

Um nicht homogene Blechdicken auszugleichen, können die Lamellen beispielsweise um 180° verdreht aufeinander gesetzt werden. Auch ist es möglich, die Lamellen gewendet aufeinander zu legen.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 13 sind nur zwei diametral einander gegenüberliegende symmetrische Nuten 17' vorgesehen, während alle übrigen Nuten 17 asymmetrisch ausgebildet sind. Das Lamellenpaket hat nur eine Spiegelachse S1, zu der die Nuten spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet sind.

Da das Lamellenpaket nur die eine Spiegelachse S1 aufweist, wird das Lamellenpaket in zwei Segmente I und II unterteilt, in Stirnansicht gemäß Fig. 13 gesehen. Die Symmetrieachse S1 erstreckt sich mittig durch die symmetrischen Nuten 17'.

In den beiden Segmenten I, II sind jeweils die beiden Nutengruppen 41, 42 vorgesehen. Innerhalb jeder Nutengruppe 41, 42, sind die asymmetrischen Nuten unterschiedlich ausgebildet. Diese unterschiedliche Nutenausbildung ist in Fig. 13 mit den Buchstaben A bis I gekennzeichnet. Die beiden Nutengruppen 41, 42 befinden sich zwischen den beiden symmetrischen Nuten 17', die in Fig. 13 mit dem Buchstaben A gekennzeichnet sind.

Ausgehend von der symmetrischen Nut A haben in der Nutengruppe 41 die asymmetrischen Nuten im Uhrzeigersinn die Umrissformen B bis I. Somit weisen in der Nutengruppe 41 aufeinanderfolgende asymmetrische Nuten unterschiedliche Umrissformen auf.

In der Nutengruppe 42 sind die asymmetrischen Nutengruppen im Uhrzeigersinn in der Reihenfolge I bis B angeordnet. Gleiche Buchstaben kennzeichnen wie bei der vorigen Ausführungsform auch gleiche Umrissformen der asymmetrischen Nuten 17. Aufgrund dieser Ausbildung und Anordnung der Nuten ergibt sich, dass beispielsweise die Nuten mit der Nutform H die

Nuten mit der Form I, die Nuten mit der Nutform G die Nuten mit der Form H usw. umschließen.

Die an der Innenseite des Lamellenpaketes befindlichen Eintrittsöffnungen 23 in die Nuten 17, 17' sind in ungleichen Abständen längs des Umfangs angeordnet. In Fig. 15 ist der Nutschlitzteilungswinkel ϵ angegeben, der den Winkel zwischen aufeinander folgenden Eintrittsöffnungen 23 angibt. Dieser Winkel ϵ variiert über den Umfang des Lamellenpaketes. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 13 sind die Nutschlitzteilungswinkel ϵ so gewählt, dass sich der in Fig. 14 dargestellte Verlauf ergibt.

Wie beim vorigen Ausführungsbeispiel wird die unterschiedliche Umrissform B bis I der asymmetrischen Nuten 17 im Wesentlichen dadurch erreicht, dass die Polabschnitte 19 unterschiedlich weit über die Fußabschnitte 18 der Arme 16 in Umfangsrichtung vorstehen.

Fig. 14 zeigt den Nutschlitzteilungswinkel ϵ entlang des Umfanges des Lamellenpaketes gemäß Fig. 13 im Gegenuhrzeigersinn. Die gestrichelte Linie zeigt den Nutschlitzteilungswinkel, wie er bei herkömmlichen Lamellenpaketen auftritt. Mit der durchgezogenen Linie ist das Lamellenpaket gemäß Fig. 13 gekennzeichnet. Der Nutschlitzteilungswinkel ϵ variiert etwa sinusförmig längs des Umfanges des Lamellenpaketes und bildet eine Sinuswelle ab.

In Fig. 14 ist der Nutschlitzteilungswinkel ϵ beginnend bei der 3-Uhr-Position in Fig. 13 im Gegenuhrzeigersinn angegeben.

Abhängig von der Polzahl und der Nutzahlkombination zwischen Stator und Rotor kann diese Geometrie die Drehmomentenwelligkeit und/oder Kraftoberwellen reduzieren. Durch entsprechende Gestaltung der Asymmetrie der Nuten 17 erhält der Fachmann ein einfaches und wirkungsvolles Mittel, um je nach Einsatzfall die Drehmomentenwelligkeit und/oder Kraftoberwel-

len zumindest so weit zu verringern, dass sie keine störenden Einflüsse mehr haben.

Darüber hinaus bildet die Gestaltung gemäß Fig. 13 den Vorteil, dass nicht homogene Blechdicken der Lamellen innerhalb des Lamellenpaketes sehr einfach fertigungstechnisch ausgeglichen werden können. So können beispielsweise die Lamellen der einen Hälfte des Blechpaketes gewendet auf die Lamellen der anderen Hälfte des Lamellenpaketes aufgesetzt werden. Dadurch wird erreicht, dass das Lamellenpaket über seine Höhe und seinen Umfang gleiche Höhe aufweist.

Fig. 15 zeigt ein Lamellenpaket, bei dem die einzige Spiegelachse S1 nicht mittig durch die symmetrischen Nuten 17' verläuft, sondern mittig durch zwei diametral einander gegenüberliegende Arme 16. Sie sind dementsprechend symmetrisch in Bezug auf die Spiegelachse S1 ausgebildet. Durch die Spiegelachse S1 wird das Lamellenpaket in die beiden Segmente I, II unterteilt, in Stirnansicht gesehen. Innerhalb der beiden Segmente befinden sich entsprechend der vorigen Ausführungsform jeweils die beiden Nutengruppen 41, 42. Innerhalb jeder Nutengruppe 41, 42 haben die Nuten 17 asymmetrische Umrissform, die ähnlich wie beim vorigen Ausführungsbeispiel mit den Buchstaben B bis I gekennzeichnet sind. Die beiden Nutengruppen 41, 42 in jedem Segment I, II werden jeweils durch die symmetrische Nut 17' voneinander getrennt. Die symmetrischen Nuten 17' haben die Umrissform A, während die unterschiedlichen Umrissformen der asymmetrischen Nuten 17 in den Nutengruppen 41, 42 mit B bis I bezeichnet sind. Mit den gleichen Buchstaben werden gleiche Umrissformen gekennzeichnet.

Wie bei den beiden vorigen Ausführungsbeispielen ist die Anordnung der asymmetrischen Nuten 17 in den Nutengruppen 41, 42 so getroffen, dass ausgehend von der symmetrischen Nut 17' im Uhrzeigersinn zunächst die Reihenfolge B bis I und anschließend von I bis B eingehalten wird.

Die unterschiedlichen Umrissformen B bis I werden im Wesentlichen dadurch erreicht, dass die Polabschnitte 19 der Arme 16 in Umfangsrichtung unterschiedlich weit über die Fußabschnitte 18 vorstehen.

Aufgrund dieser Anordnung wird wie bei den beiden vorigen Ausführungsbeispielen erreicht, dass beispielsweise die Nuten mit der Nutform B die symmetrische Nut 17' mit der Form A, die Nuten mit der Nutform C, die Nuten mit der Form B usw. umschließen.

Wie sich aus Fig. 16 ergibt, variiert der Nutschlitzteilungswinkel ϵ dieses Lamellenpaketes über den Umfang sägezahnförmig.

In Fig. 16 ist der Nutschlitzteilungswinkel ϵ längs des Umfangs des Lamellenpaketes gemäß Fig. 15 abgebildet, und zwar beginnend bei der 3-Uhr-Position im Gegenuhrzeigersinn. Die gestrichelte Linie zeigt die bekannte Gestaltung, während mit der ausgezogenen Linie das Lamellenpaket gemäß Fig. 15 gekennzeichnet ist.

Auch bei dieser Ausführungsform kann abhängig von der Polzahl und der Nutzahlkombination zwischen Stator und Rotor diese Geometrie die Drehmomentenwelligkeit und/oder Kraftoberwellen reduzieren. Da das Lamellenpaket nur die eine Spiegelachse S1 aufweist, können, wie anhand der vorigen Ausführungsform erläutert, nicht homogene Blechdicken der Lamellen innerhalb des Lamellenpaketes einfach ausgeglichen werden. So können beispielsweise die Lamellen der einen Hälfte des Lamellenpaketes um 180° gedreht auf die Lamellen der anderen Hälfte des Lamellenpaketes aufgesetzt werden. Es ist aber auch möglich, aufeinanderfolgende Lamellen innerhalb des Lamellenpaketes jeweils um 180° verdreht aufeinander zu legen. Auch kann eine kleinere Zahl von Lamellen zusammen jeweils gegen eine andere Zahl von Lamellen um 180° verdreht zum Lamellenpaket zusammengefügt werden. Ebenso ist es möglich, die Lamellen gewendet aufeinander zu setzen, wie anhand der vorigen Ausführungsform beschrieben worden ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 17 hat das Lamellenpaket vier Spiegelachsen S1 bis S4, wodurch das Lamellenpaket, in Stirnansicht gesehen, in acht sektorförmige Segmente I bis VIII unterteilt wird. Die Spiegelachsen S1 bis S4 verlaufen mittig durch symmetrische Arme 16. Sämtliche Nuten 17 sind asymmetrisch ausgebildet.

Innerhalb jedes Segmentes I bis VIII ist jeweils eine Nutengruppe vorgesehen. Die Segmente I, III, V, VII haben die Nutengruppe 41 und die Segmente II, IV, VI, VIII die Nutengruppe 42.

Innerhalb jeder Nutengruppe 41, 42 sind asymmetrische Nuten mit den Nutformen A und B vorgesehen. Dabei sind die Nuten 17 mit der Nutform B zwischen den Nuten mit der Nutform A innerhalb jeder Nutengruppe 41, 42 angeordnet.

Dabei sind die Nuten in der Nutengruppe 41 in Bezug auf die Spiegelachse S1 bis S4 spiegelsymmetrisch zu den Nuten in der Nutengruppe 42 angeordnet.

Die Eintrittsöffnungen 23 an der Innenseite des Lamellenpaketes liegen längs des Umfangs in ungleichen Abständen voneinander.

Fig. 18 zeigt den Nutschlitzteilungswinkel ϵ des Lamellenpaketes gemäß Fig. 17. Auch hier ist der Nutschlitzteilungswinkel ϵ längs des Umfanges des Lamellenpaketes im Gegenuhrzeigersinn abgebildet, beginnend bei der 3-Uhr-Position. Die gestrichelte Linie kennzeichnet wiederum die bekannte Gestaltung von Lamellenpaketen, während die ausgezogene Linie dem Lamellenpaket gemäß Fig. 17 zuzuordnen ist. Erkennbar ist der sinusförmige Verlauf der Nutschlitzteilung längs des Umfanges des Lamellenpaketes. Über den Umfang des Lamellenpaketes werden vier Sinuswellen abgebildet.

Auch bei dieser Ausführungsform kann abhängig von der Polzahl und der Nutzahlkombination zwischen Stator und Rotor durch diese Geometrie die Drehmomentenwelligkeit und/oder die Kraftoberwellen verringert werden. Um die nicht homogene Blechdicke der Lamellen innerhalb des Lamellenpaketes ausgleichen zu können, können bei dieser Ausführungsform die einzelnen Lamellen innerhalb des Lamellenpaketes jeweils um 90° oder 180° verdreht aufeinander gesetzt werden. Wie anhand der vorigen Ausführungsform beschrieben, können jeweils aufeinander folgende Lamellen jeweils um 90° bzw. 180° verdreht aufeinander gesetzt werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, mehrere Lamellen gleichsinnig aufeinander zu setzen und dann kleinere Lamellenpaketteile jeweils um 90° bzw. 180° verdreht zum Lamellenpaket zusammenzusetzen. Auch können die Lamellen gewendet aufeinander gesetzt werden.

Außerdem hat diese Gestaltung des Lamellenpaketes und damit auch der einzelnen Lamelle den Vorteil, dass eine magnetische Vorzugsrichtung, welche Elektrobleche häufig aufweisen, einfach durch verdrehtes Aufeinandersetzen der Lamellen ausgeglichen werden kann. Die magnetische Vorzugsrichtung entsteht durch das Walzen der Elektrobleche in einer Richtung bei deren Fertigung. Dadurch sind die Elektrobleche in einer Richtung besser magnetisch leitfähig, was aber aus Sicht des Elektromaschinentechnikers nicht erwünscht ist. Dieses Problem kann somit durch eine Gestaltung der Lamellen entsprechend Fig. 17 einfach ausgeglichen werden.

Der Verlauf der Nutschlitzteilungswinkel über dem Umfang der Lamellenpakete kann je nach Ausgestaltung der Lamellenpakete beispielsweise auch block- bzw. rechteckförmig oder auch dreieckförmig über den Umfang variieren. Auch die Zahl der Wellen im Verlauf des Nutschlitzteilungswinkels kann variieren, abhängig von Pol- und Nutzahlverhältnissen. Während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 13 nur eine Welle (Fig. 14) vorhanden ist, treten bei einer Ausbildung gemäß Fig. 15 zwei Wellen und bei einer Ausführung entsprechend Fig. 17 vier Wellen auf.

Die beschriebenen Ausführungsbeispiele zeigen, dass die Drehmomentenwelligkeit dadurch verringert werden kann, dass zumindest einige der Nuten 17, 17' in ihrer Umrissform asymmetrisch ausgebildet und unter dem konstanten Winkel α längs des Umfangs des Lamellenpaketes angeordnet sind. Die Nutteilung ist somit über den Umfang des Lamellenpaketes konstant. Außerdem sind die Lamellenpakete mit Spiegelachsen versehen, in Bezug auf welche die Nuten 17, 17', 17'' spiegelsymmetrisch angeordnet sind. Die Kombination der asymmetrischen Nuten sowie der Verteilung in Bezug auf die Spiegelachsen führt zu Ausführungen von Rotoren bzw. Statoren, die sich durch eine minimale Drehmomentenwelligkeit auszeichnen. Die Spiegelachsen selbst sind ebenfalls symmetrisch bezüglich des Lamellenpaketes angeordnet. Somit kann durch die Anordnung der Spiegelachsen unter dem Winkel β zueinander sowie die Anordnung der asymmetrischen Nuten in Bezug auf diese Spiegelachsen gezielt die Drehmomentenwelligkeit des jeweiligen Lamellenpaketes eingestellt werden. Die asymmetrischen Nuten können unterschiedlichste Umrissformen haben, wie beispielhaft anhand der Fig. 2 bis 10 erläutert worden ist. Dabei müssen die asymmetrischen Nuten keine Eintrittsöffnung 23 aufweisen, sondern können als geschlossene Nuten ausgebildet sein, wie beispielhaft in Fig. 10a dargestellt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine deutliche Asymmetrie im Bereich der Nutspitze vorgesehen. Das Lamellenpaket ist grundsätzlich für Statoren und/oder Rotoren einsetzbar.

Die Lamellenpakete mit den asymmetrischen Nuten werden hauptsächlich in Generatoren und Motoren eingesetzt, die stets die gleiche Drehrichtung haben. Die asymmetrischen Nuten reduzieren den Effekt der Sättigung, was zu einer Steigerung des Leistungsfaktors $\cos(\gamma)$ führen kann. In Verbindung mit den rotationssymmetrisch unter dem Winkelabstand α entlang des Umfangs des Lamellenpaketes verteilt angeordneten asymmetrischen Nuten und deren Position bezüglich der Spiegelachse ergibt sich eine Ausführungsform, die sich im Einsatz durch eine minimale Geräuschentwicklung und nur minimale Vibrationen auszeichnet.

Durch die Variation von Anzahl der Spiegelachsen und dem Winkel β zwischen den Spiegelachsen sind viele Varianten mit den asymmetrischen Nuten möglich, die rotationssymmetrisch längs des Umfanges des Lamellenpaketes verteilt angeordnet und an den Spiegelachsen gespiegelt positioniert sind. Anhand der Fig. 2 bis 9, 12, 13, 15 und 17 sind nur beispielhaft einige mögliche Ausführungen dargestellt und beschrieben worden.

Durch eine gezielte Positionierung der asymmetrischen Nuten wird der magnetische Leitwert so modifiziert, dass bestimmte Drehmomentoberwellen abgeschwächt bzw. eliminiert werden. Diese Maßnahmen sind hauptsächlich für Kurzschlussläufer-Asynchronmaschinen von Vorteil. Die beschriebenen Lamellenpakete lassen sich aber auch beispielsweise bei permanentmagneterregten Synchronmaschinen, Synchron-Reluktanzmaschinen, Gleichstrommaschinen, Linearmaschinen, Servomaschinen, Segmentmaschinen, Innenläufermaschinen, Außenläufermaschinen und dergleichen anwenden.

Geräusche, Vibrationen und Drehmomentpulsationen werden durch charakteristische Verzerrungen des magnetischen Feldes in der elektrischen Maschine verursacht. Die Wicklung 3 erzeugt ein rotierendes Magnetfeld, welches zu Drehmomenten und radial gerichteten Zugspannungswellen führt. Diese sind räumlich (über den Umfang gesehen) aufgrund des positionsabhängigen magnetischen Leitwerts nicht gleich groß. Im Betrieb entstehen dadurch zeitlich und räumlich abhängige Zugspannungswellen und Drehmomentpulsationen, was zu verstärkten Schwingungen und Geräuschen führen kann.

Die Spiegelung der asymmetrischen Nuten an den Spiegelachsen erlaubt es, den positionsabhängigen magnetischen Leitwert so zu modifizieren, dass in gewünschter Weise bestimmte Anteile des Drehmomentes verstärkt bzw. verringert werden. Hierbei handelt es sich um Drehmomentoberwellen und/oder Drehmomentüberschwingungen, die sich durch die Kombination der Stator- und Rotornutzahlen bzw. der Nut- und Polzahlkombination erge-

ben. Die Modifizierung erfolgt durch die beispielhaft beschriebene Gestaltung der Nuten. Hierdurch können parasitäre Drehmomente reduziert werden, was zu einem besseren Geräusch- und Vibrationsverhalten führt.

Durch die Änderung des magnetischen Leitwerts werden neben den Drehmomentoberwellen und/ oder Drehmomentüberschwingungen auch die erwähnten Zugspannungswellen modifiziert. Dies kann ebenfalls zu einem geringeren Magnetgeräusch führen, da z.B. die Verformung des Stators 1 und/ oder Rotors 4 aufgrund von Zugspannungswellen reduziert wird.

Ansprüche

1. Kernkörper (2) für Statoren (1) und/oder Rotoren von elektrischen Maschinen, mit einem Grundkörper (15), der längs seines Umfanges mit Nuten (17, 17', 17'') versehen ist, von denen zumindest einige Nuten (17, 17') asymmetrische Umrissform haben, und mit mindestens einer Spiegelachse (S1...Sn), zu der die asymmetrischen Nuten (17, 17') spiegelsymmetrisch im Kernkörper (2) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (17, 17', 17'') in Nutengruppen (38 bis 42) angeordnet sind, dass die Spiegelachse (S1...Sn) den Kernkörper (2) in wenigstens zwei Segmente (I bis VIII) unterteilt, und dass in jedem Segment (I bis VIII) wenigstens eine Nutengruppe (38 bis 42) vorgesehen ist, wobei die Nutengruppen (38 bis 42) an der Spiegelachse (S1 ... Sn) gespiegelt sind.
2. Kernkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (17, 17', 17'') in der Nutengruppe (38 bis 40) gleiche Umrissform haben.
3. Kernkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (17') in der Nutengruppe (39) symmetrische Umrissformen haben.
4. Kernkörper nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (17) in der Nutengruppe (38, 40, 41, 42) asymmetrische Umrissform haben.
5. Kernkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (17) in der Nutengruppe (41,

- 42) unterschiedliche, vorzugsweise asymmetrische Umrissformen (A...n) haben.
6. Kernkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in den Nutengruppen (41, 42) die Nuten (17) so angeordnet sind, dass in der einen Nutengruppe (41, 42) die Nuten (17) in der Reihenfolge A...n ihrer Nutformen und in der anderen Nutengruppe (42, 41) in der Reihenfolge n...A ihrer Nutformen hintereinander angeordnet sind.
 7. Kernkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Nutengruppen (41, 42) benachbarter Segmente (I bis VIII) jeweils eine symmetrische Nut (17') liegt.
 8. Kernkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (17, 17', 17'') längs des Umfanges des Kernkörpers (2) in gleichen Abständen hintereinander angeordnet sind.
 9. Kernkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehreren Spiegelachsen (S1...Sn) diese rotationssymmetrisch in Bezug auf den Kernkörper (2) angeordnet sind und unter einem Winkel (β) zueinander liegen.
 10. Kernkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in die Nuten (17, 17', 17'') jeweils eine Eintrittsöffnung (23, 23') mündet.
 11. Kernkörper nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsöffnung (23, 23') an der Außenseite (20) oder an der Innenseite (32) des Kernkörpers (2) liegt.

12. Kernkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass vom Grundkörper (15) radial Arme (16) abstehen, die wenigstens mit einem radialen Fußabschnitt (18) versehen sind.
13. Kernkörper nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass an das radial äußere oder innere Ende des Fußabschnittes (18) ein Polabschnitt (19) anschließt, der mit wenigstens einem Ende, vorzugsweise mit beiden Enden in Umfangsrichtung über den Fußabschnitt (18) übersteht.
14. Kernkörper nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die über den Fußabschnitt (18) überstehenden Enden des Polabschnittes (19) gleich lang sind.
15. Kernkörper nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die über den Fußabschnitt (18) überstehenden Enden des Polabschnittes (19) ungleich lang sind.
16. Kernkörper nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsöffnungen (23, 23') gleich lang sind.
17. Kernkörper nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsöffnungen (23, 23') von den Stirnseiten (24, 25) der Polabschnitte (19) benachbarter Arme (16) begrenzt sind.
18. Stator/Rotor mit einem Kernkörper gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17.
19. Elektrische Maschine mit einem Kernkörper gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17.

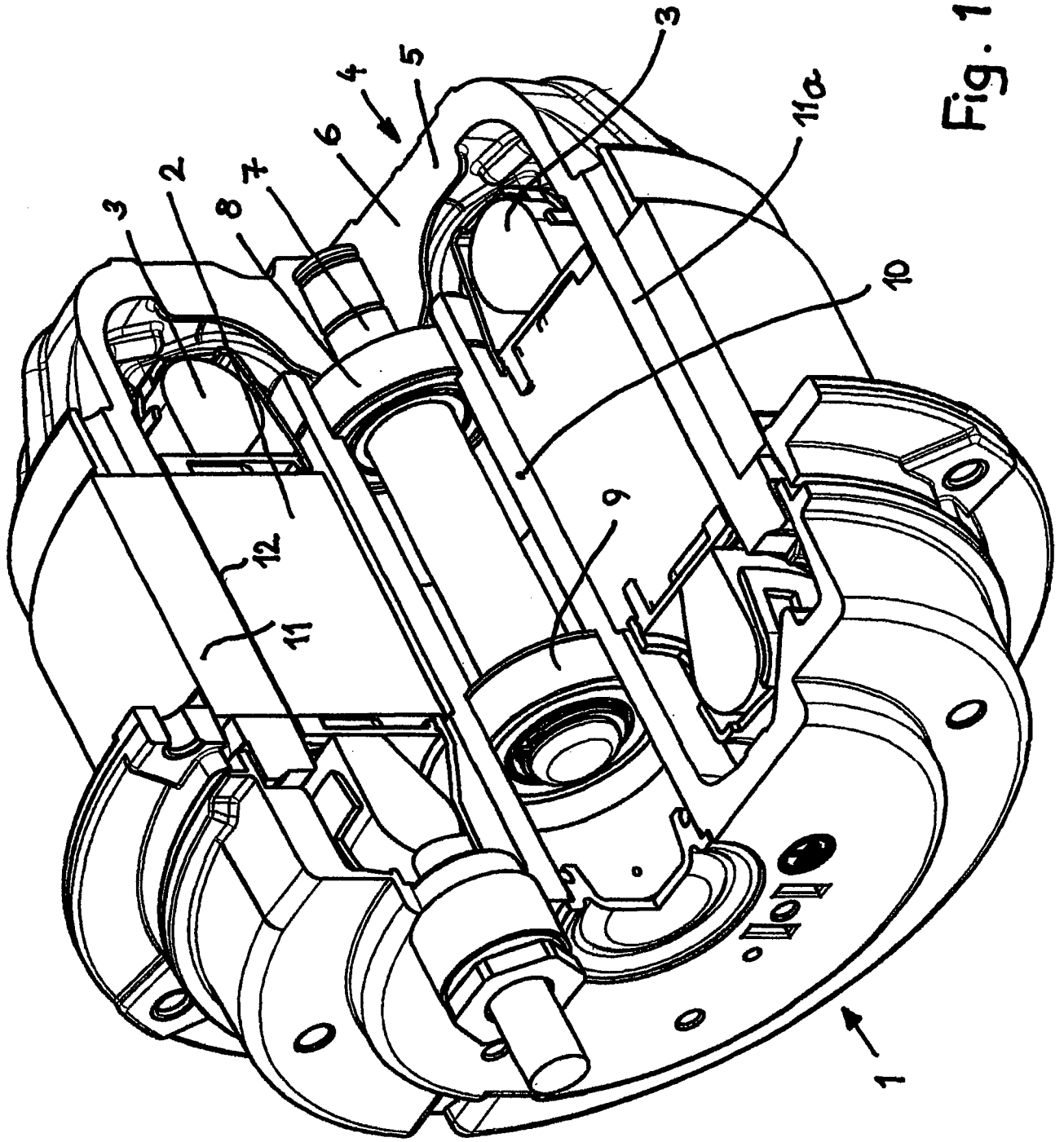


Fig. 1

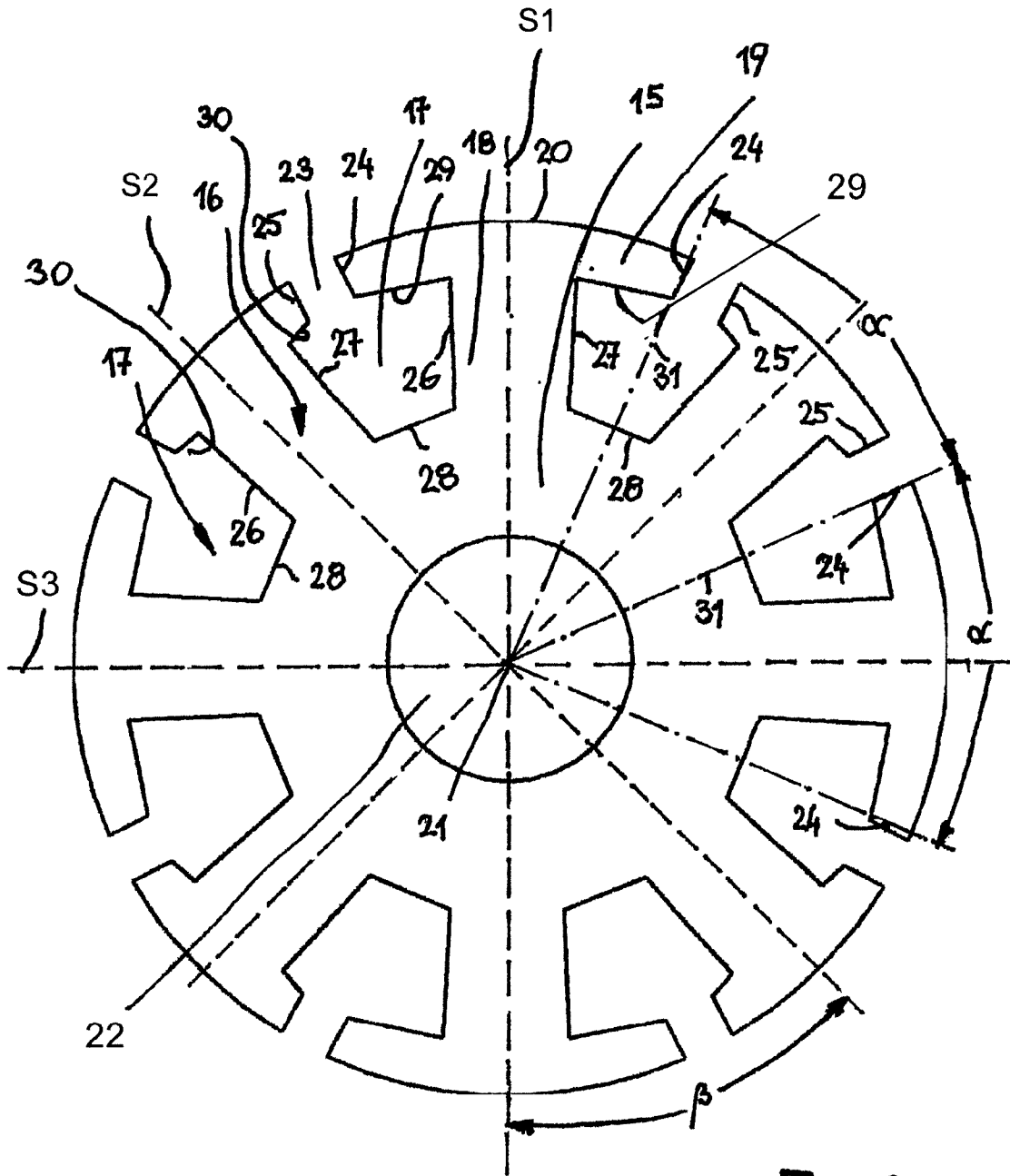


Fig. 2

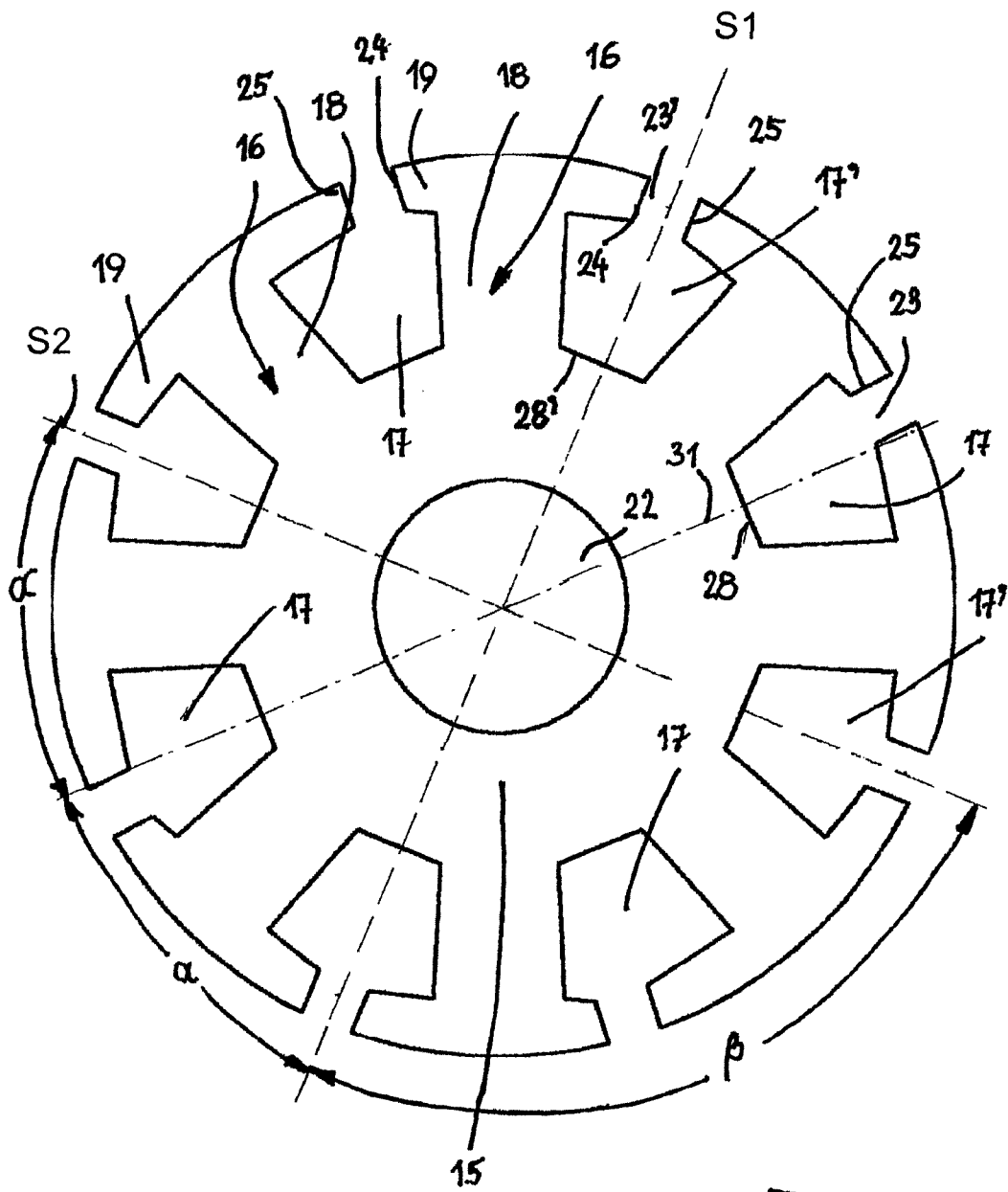


Fig. 3

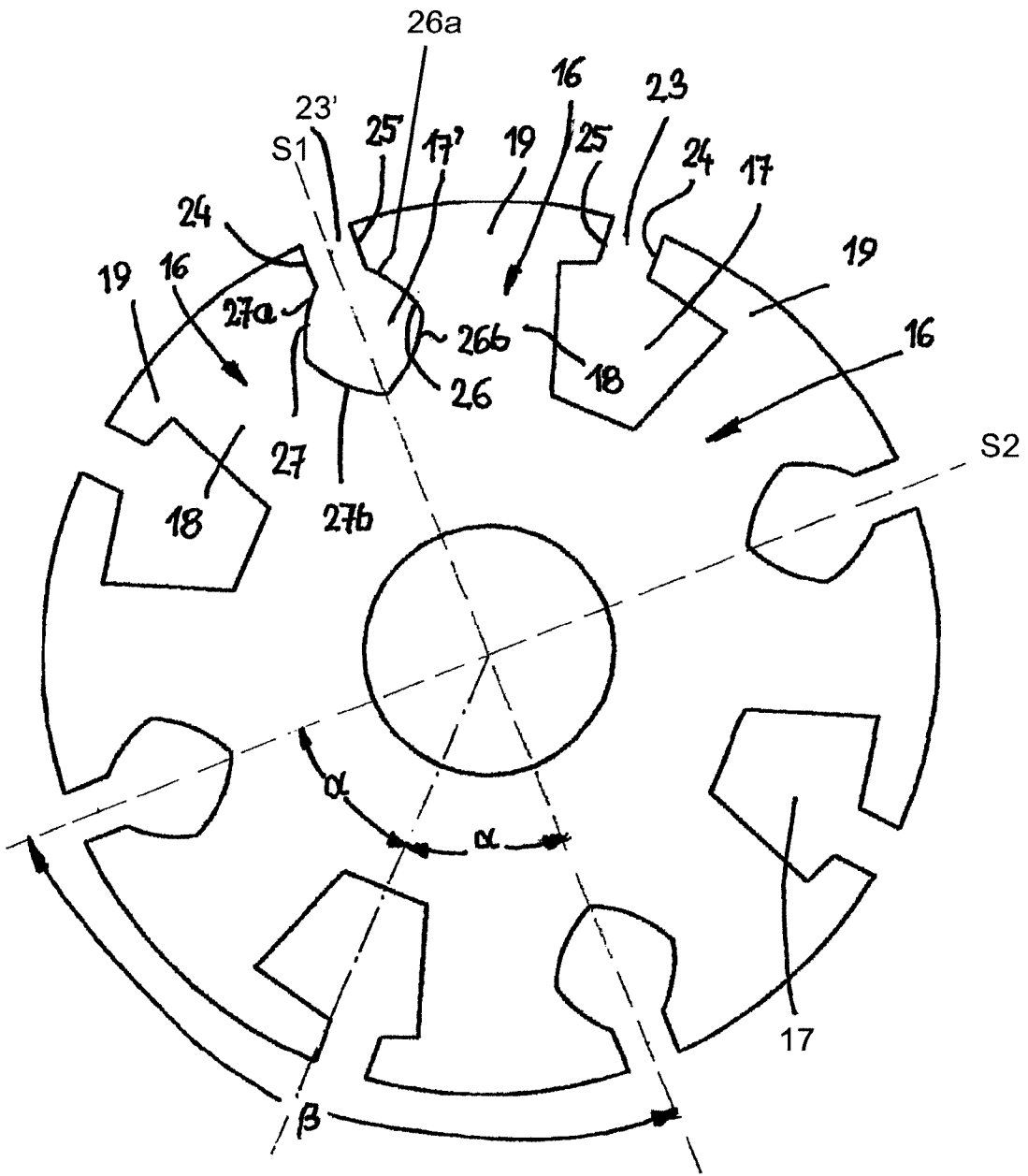


Fig. 4

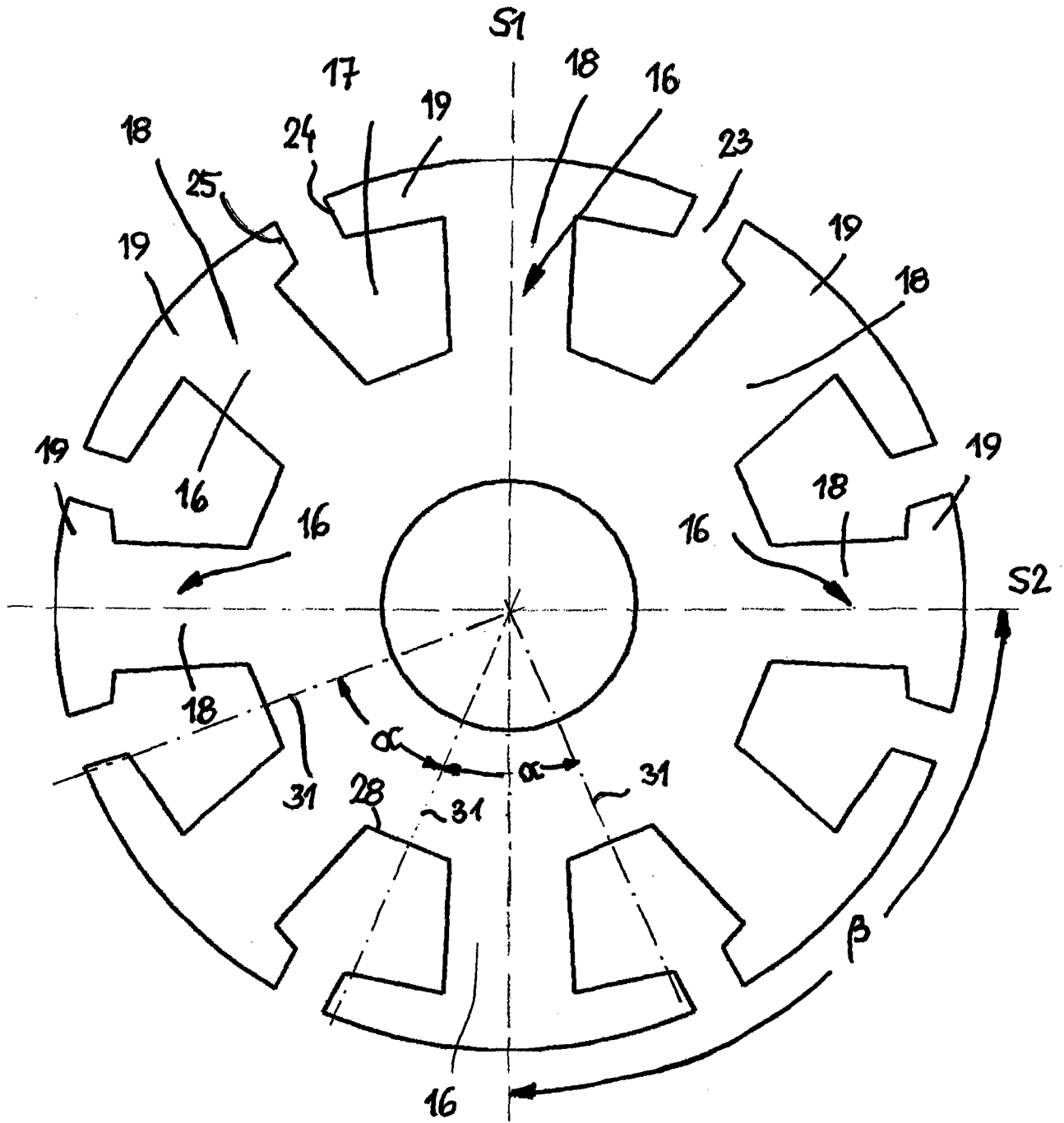


Fig. 5

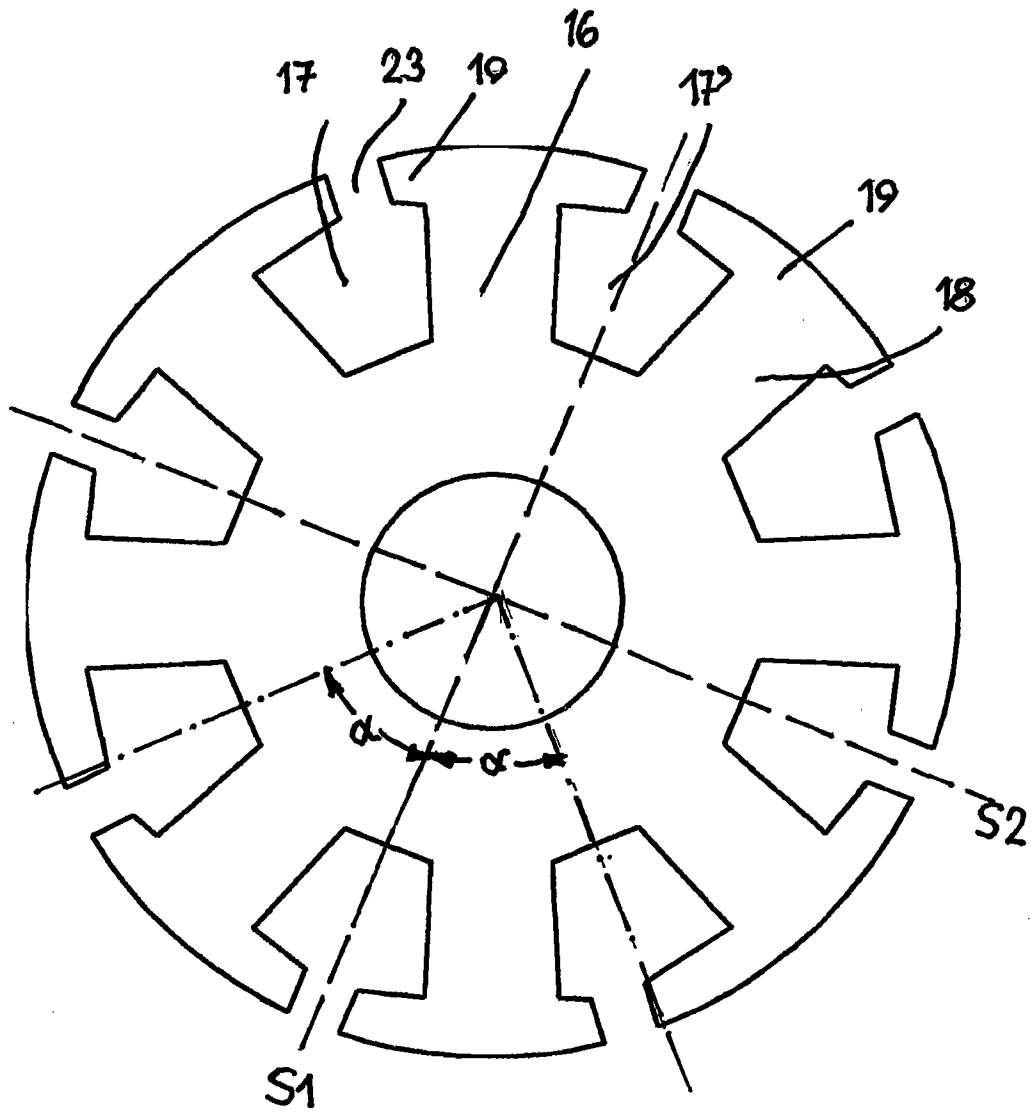


Fig. 6

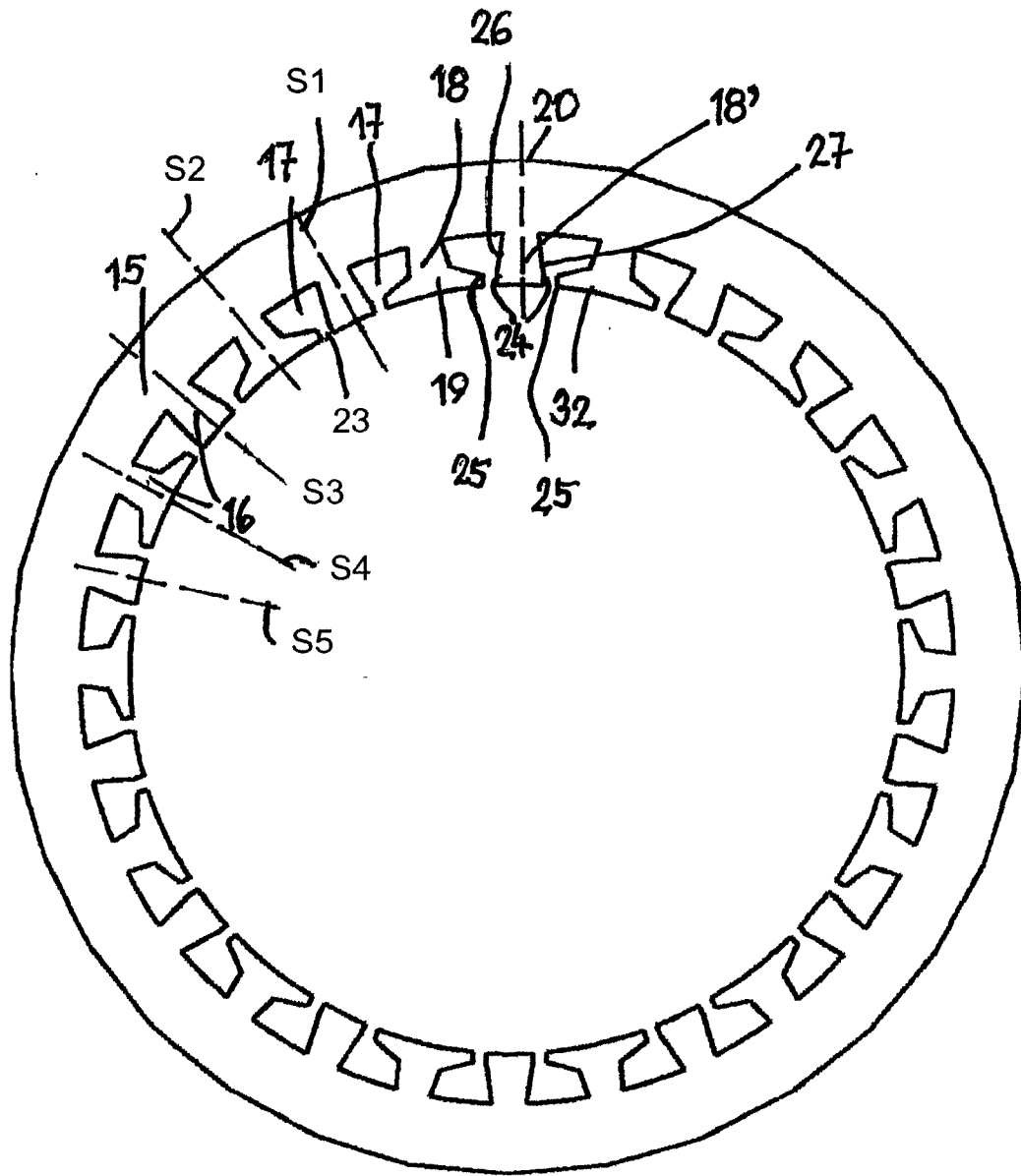


Fig. 7

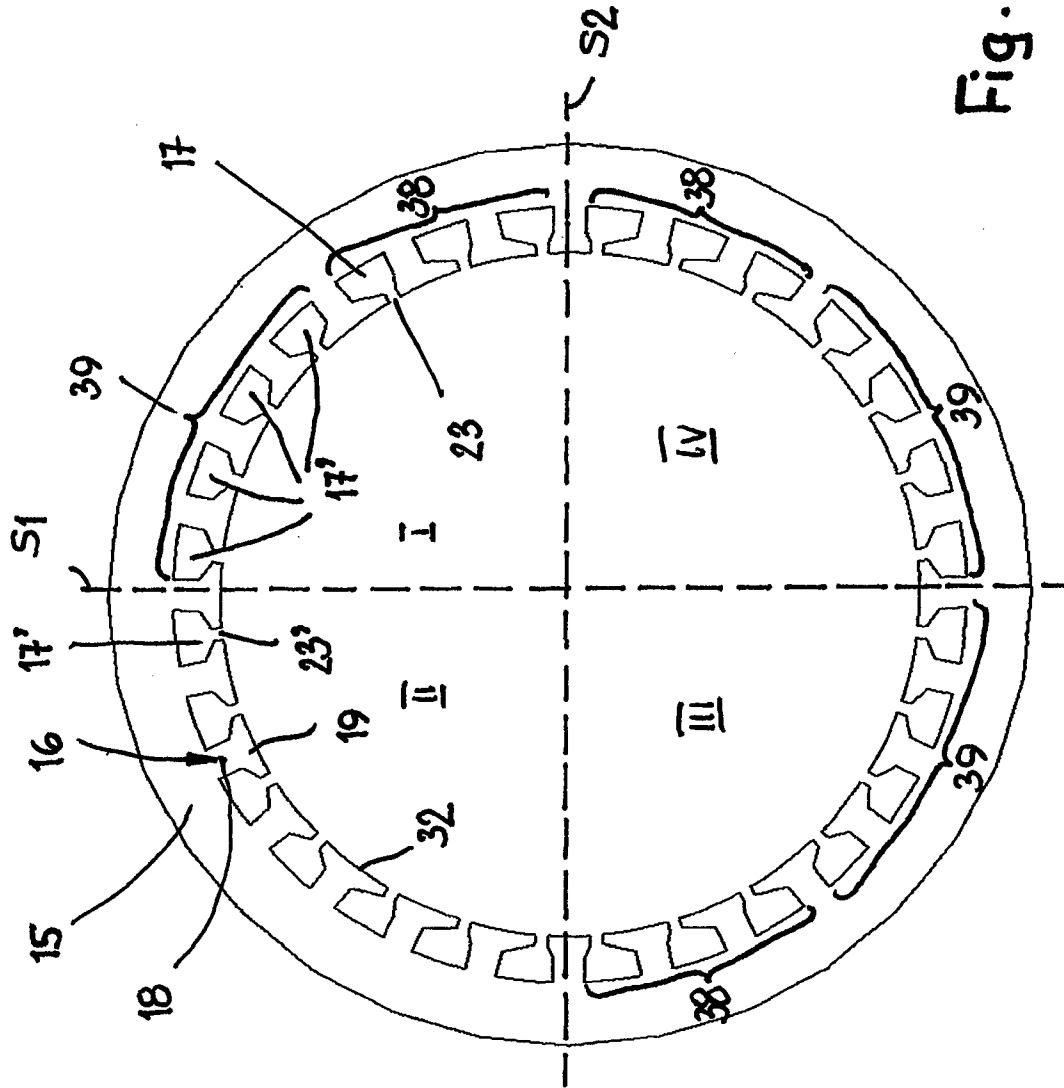


Fig. 8

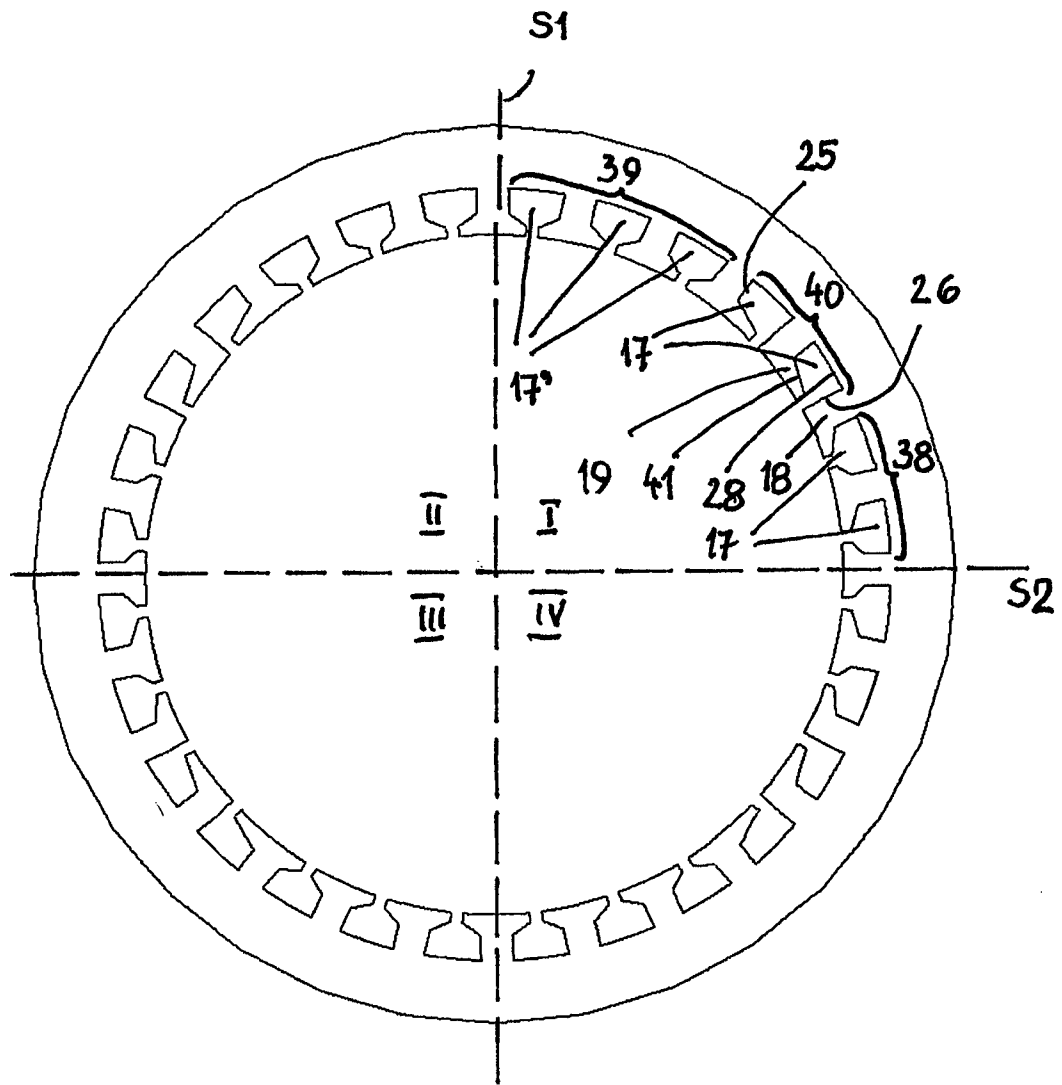


Fig. 9

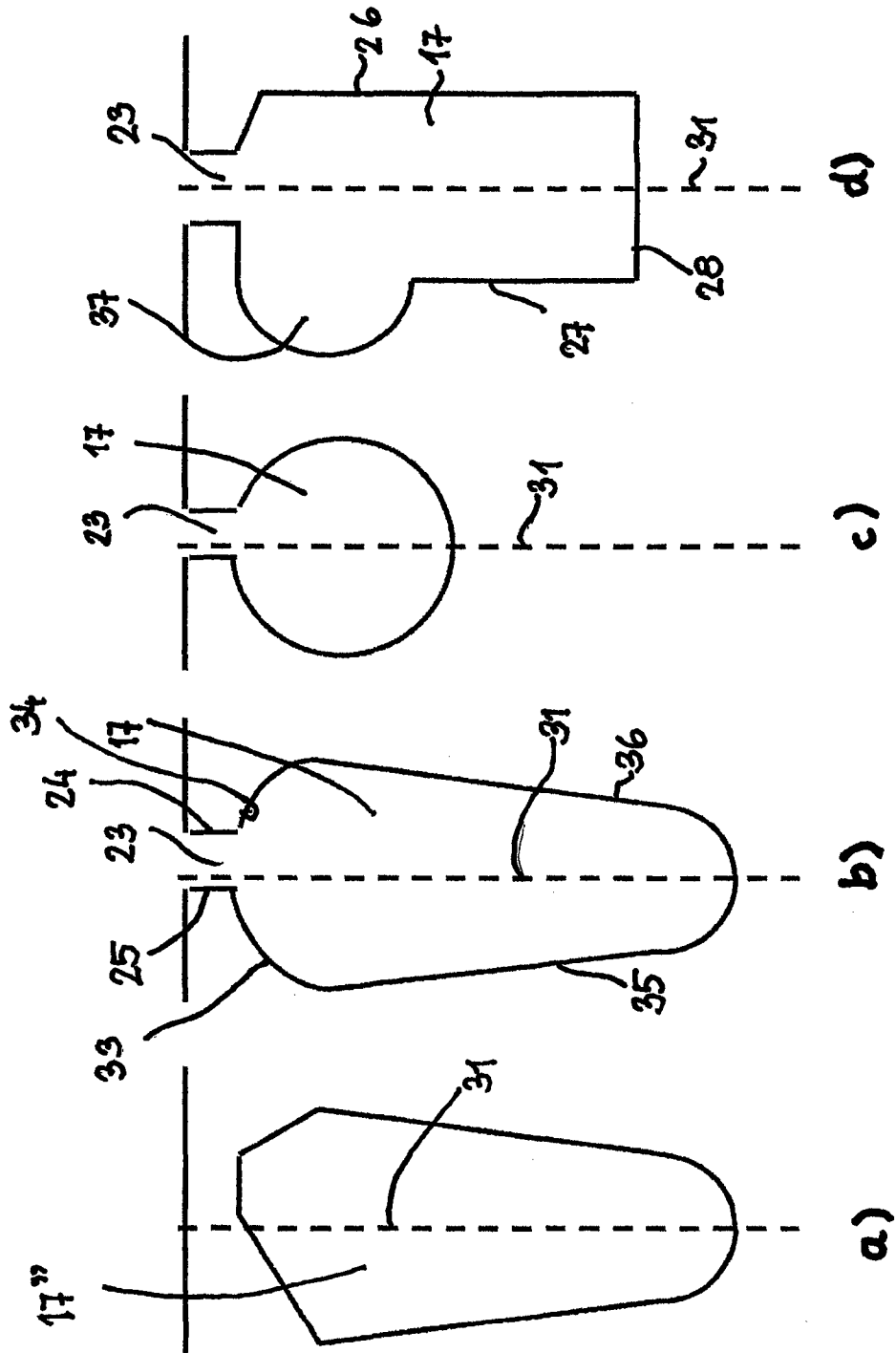


Fig. 10

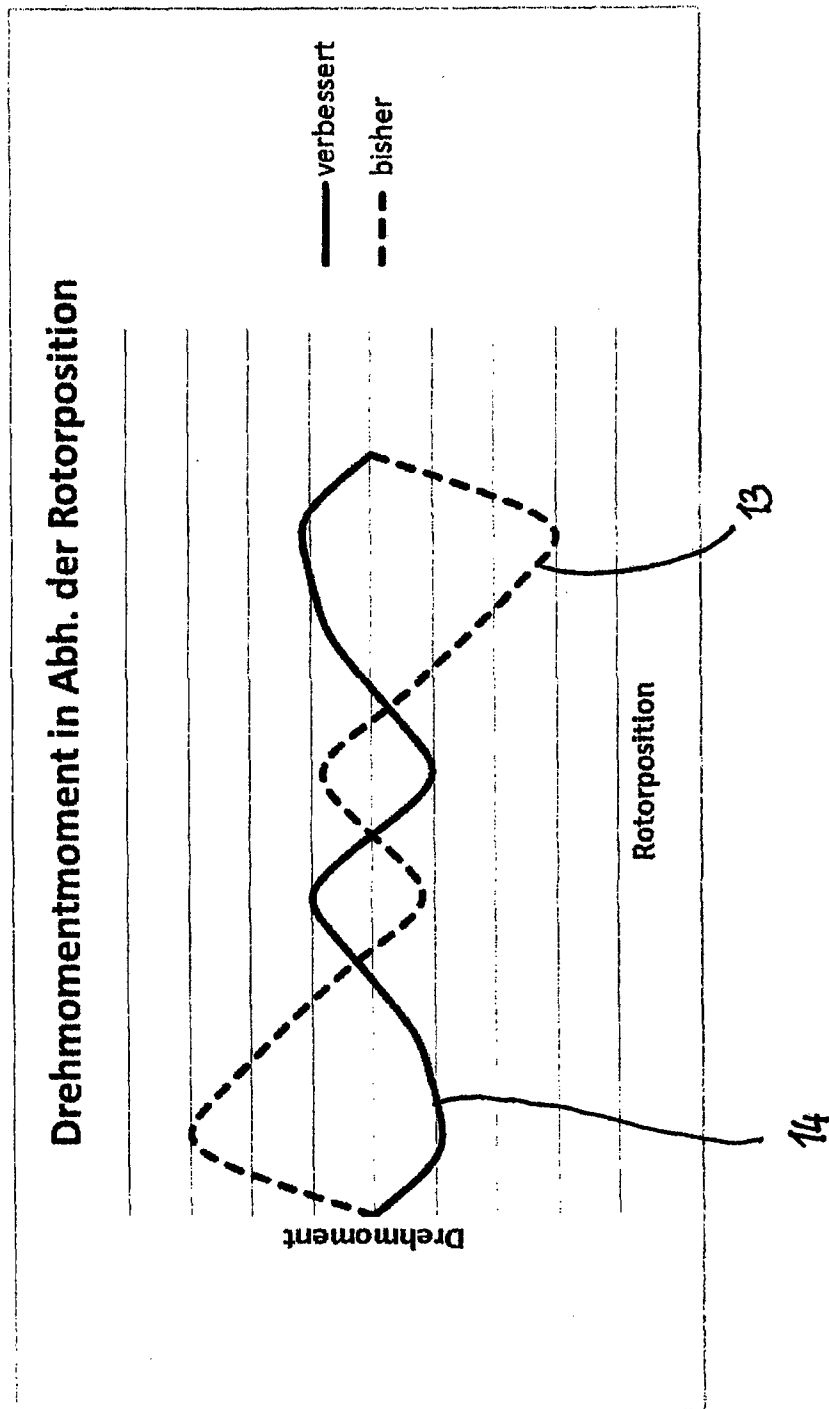


Fig. 11

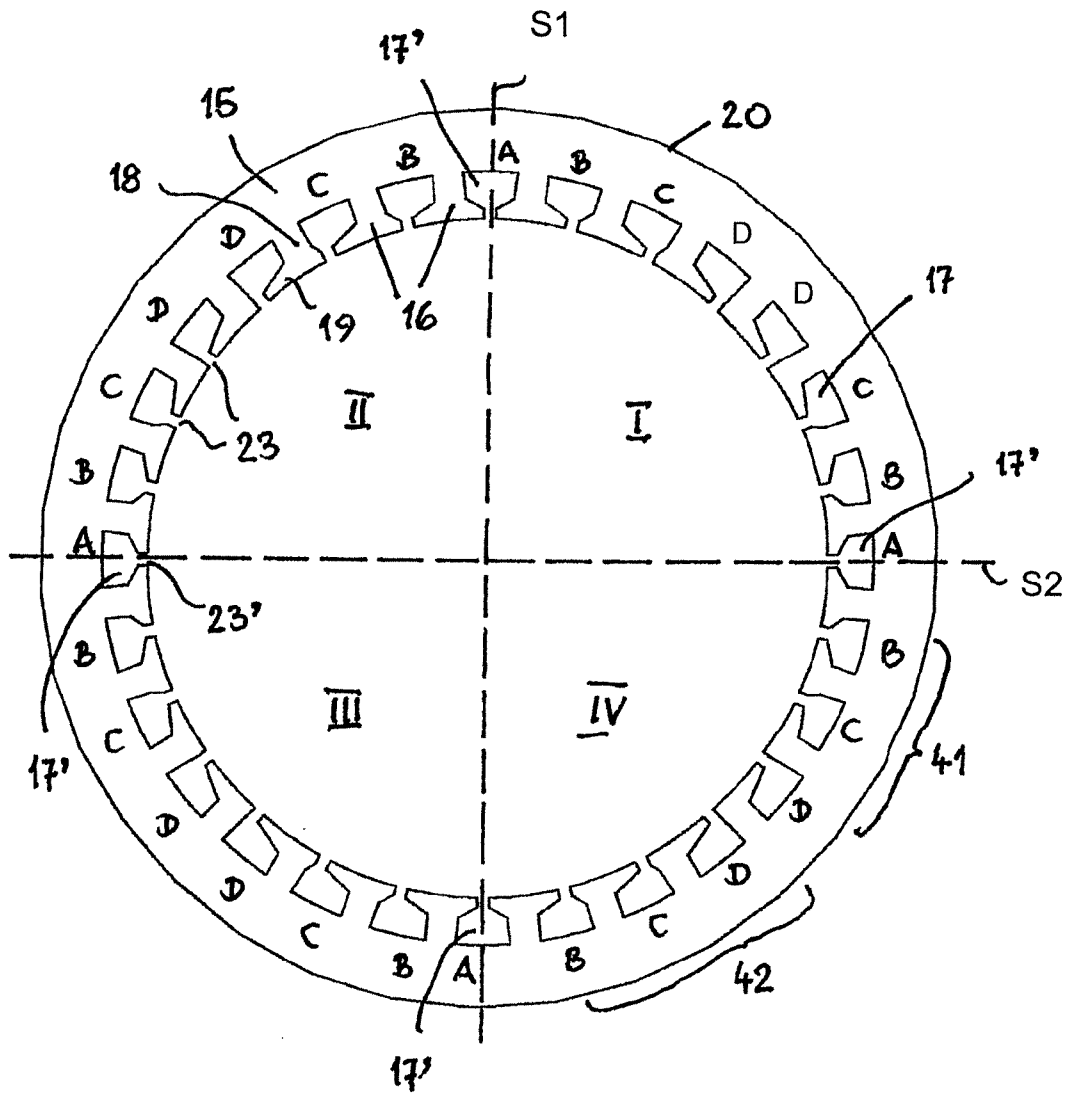


Fig. 12

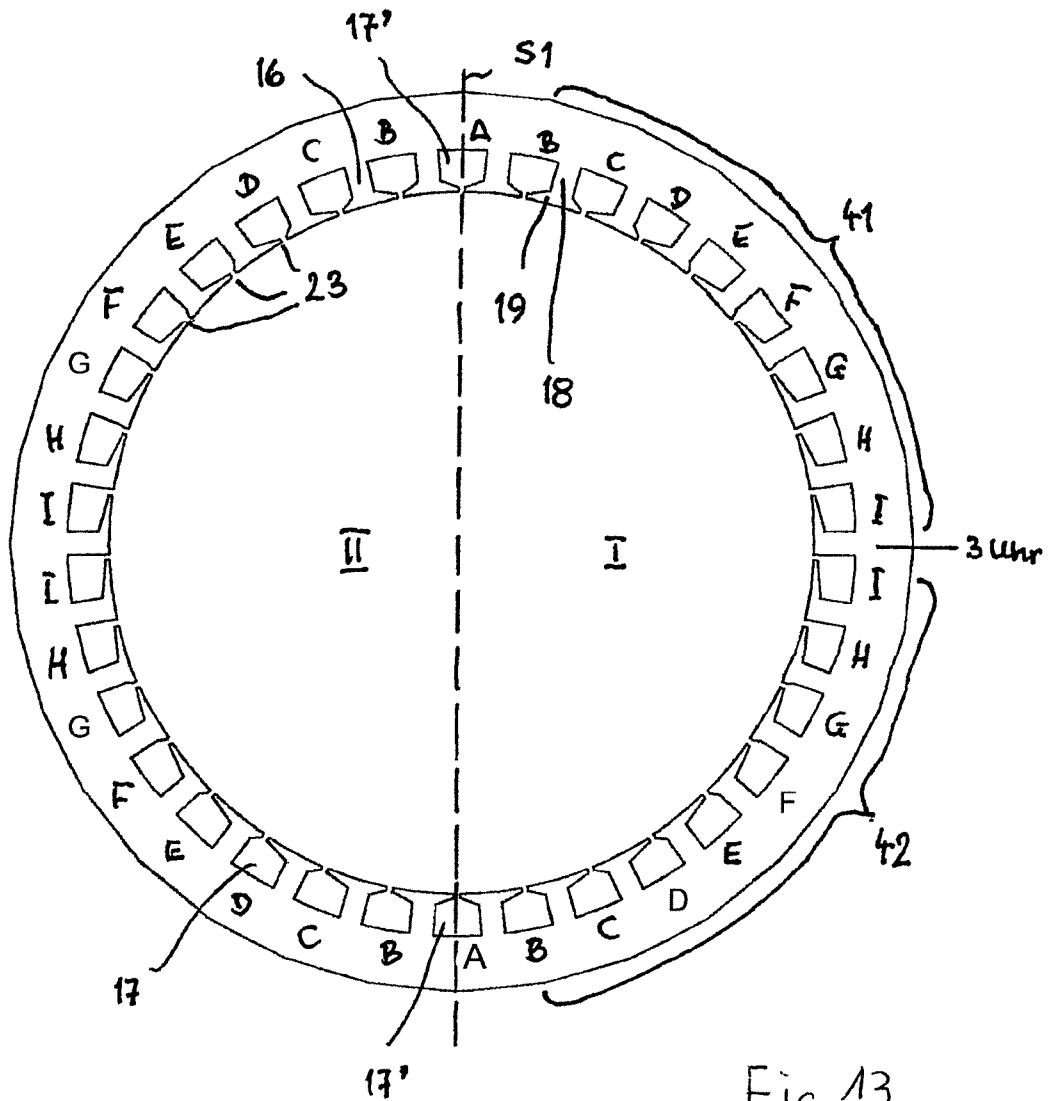


Fig. 13

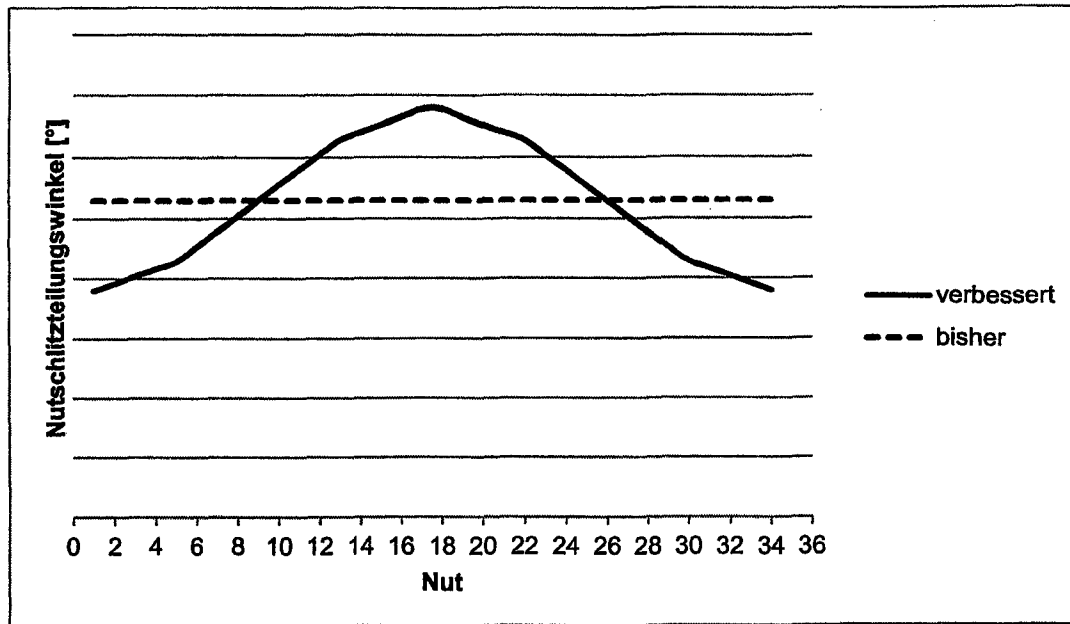


Fig. 14

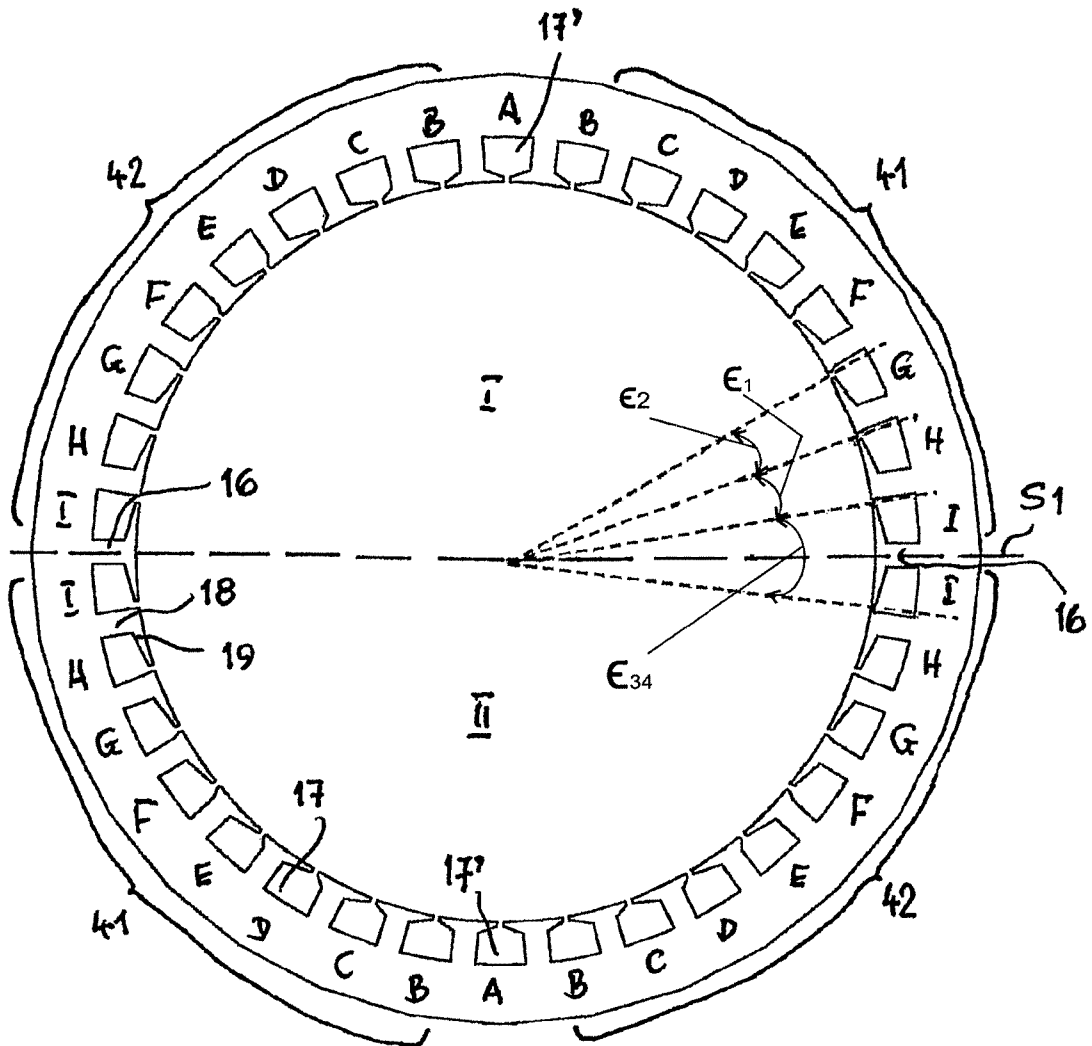


Fig. 15

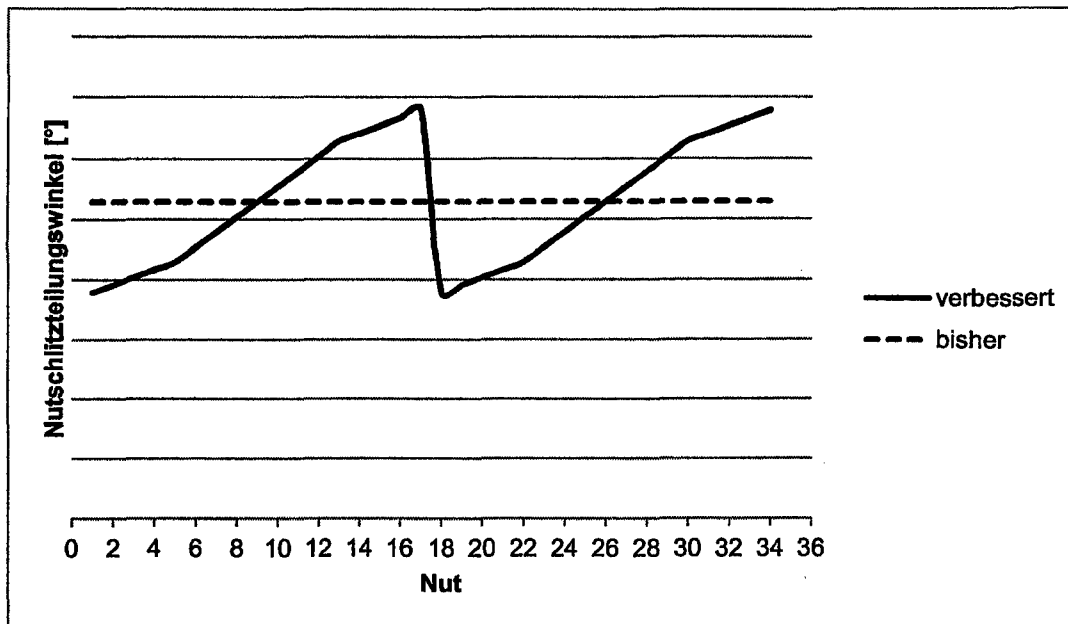


Fig. 16

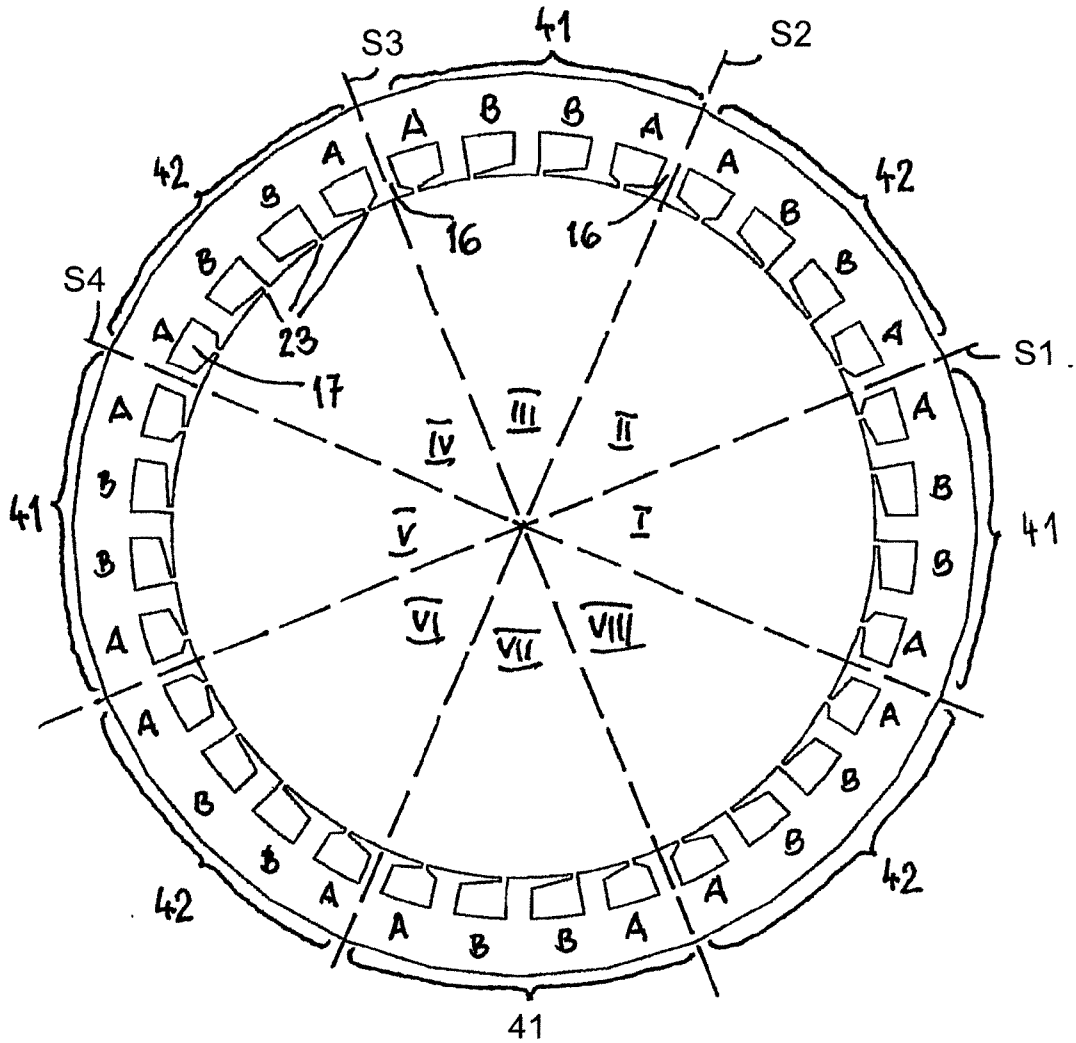


Fig. 17

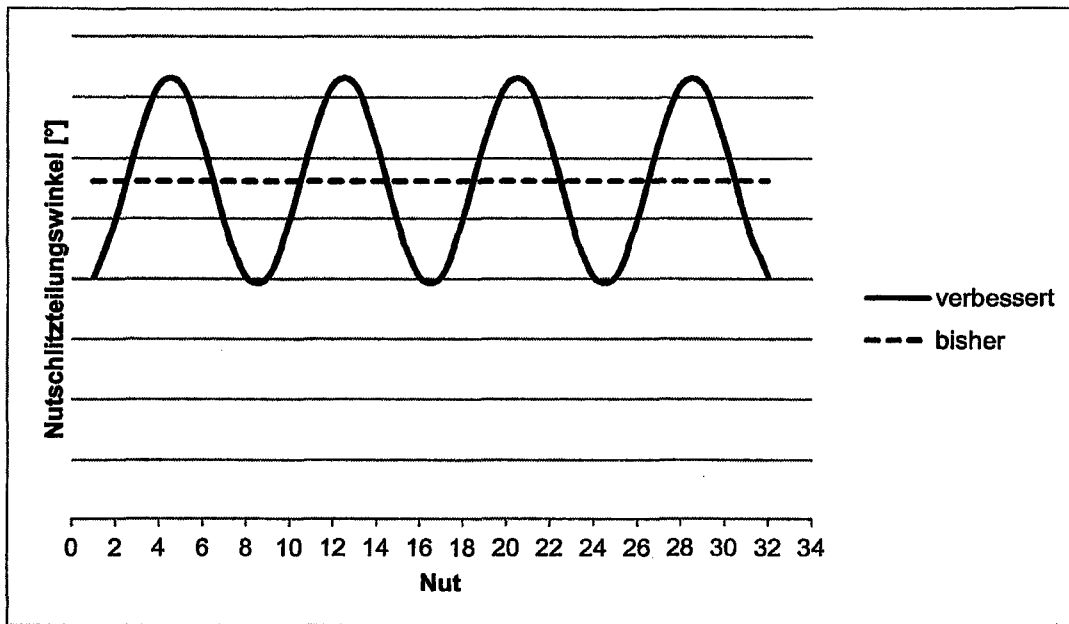


Fig. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H02K1/16 H02K1/26
 ADD.
 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	US 4 197 477 A (REYNOLDS KENNETH R [US]) 8 April 1980 (1980-04-08) figure 5	1-3,6, 8-14,16, 18,19
X	US 2008/303370 A1 (RAHMAN KHWAJA M [US] ET AL) 11 December 2008 (2008-12-11) figures 1, 2	1,2,4-8, 10-13, 15-19

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 12 September 2016	Date of mailing of the international search report 19/09/2016
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Maas, Erik
--	--------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/001238

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4197477	A	08-04-1980	BR 7902814 A	18-03-1980
			JP S5523791 A	20-02-1980
			US 4197477 A	08-04-1980

US 2008303370	A1	11-12-2008	CN 101325348 A	17-12-2008
			DE 102008026756 A1	02-01-2009
			US 2008303370 A1	11-12-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/001238

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02K1/16 H02K1/26
 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 4 197 477 A (REYNOLDS KENNETH R [US]) 8. April 1980 (1980-04-08) Abbildung 5	1-3,6, 8-14,16, 18,19
X	US 2008/303370 A1 (RAHMAN KHWAJA M [US] ET AL) 11. Dezember 2008 (2008-12-11) Abbildungen 1, 2	1,2,4-8, 10-13, 15-19

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

<p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
---	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. September 2016	19/09/2016

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 Maas, Erik
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/001238

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 4197477	A	08-04-1980	BR 7902814 A	18-03-1980
			JP S5523791 A	20-02-1980
			US 4197477 A	08-04-1980

US 2008303370	A1	11-12-2008	CN 101325348 A	17-12-2008
			DE 102008026756 A1	02-01-2009
			US 2008303370 A1	11-12-2008
