

(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
17. Dezember 2020 (17.12.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/249162 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 15/00 (2006.01) *H02K 15/04* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2020/100488

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. Juni 2020 (12.06.2020)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2019 116 235.1

14. Juni 2019 (14.06.2019)

DE

(71) Anmelder: **GROB-WERKE GMBH & CO. KG**

[DE/DE]; Industriestrasse 4, 87719 Mindelheim (DE).

(72) Erfinder: **BINDER, Johannes**; Gerberstrasse 7, 87719 Mindelheim (DE). **HAGGENMÜLLER, Tobias**; Osterberg 3, 87647 Unterthingau (DE).

(74) Anwalt: **KASTEL PATENTANWÄLTE PARTG MBB** et al.; St.-Cajetan-Str. 41, 81669 München (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: RECEIVING AND ROTATING UNIT, WIRE-END SHAPING DEVICE EQUIPPED WITH SAME, AND WIRE-END SHAPING METHOD

(54) Bezeichnung: AUFNAHME- UND DREHEINHEIT, DAMIT VERSEHENE DRAHTENDENUMFORMVORRICHTUNG SOWIE DRAHTENDENUMFORMVERFAHREN

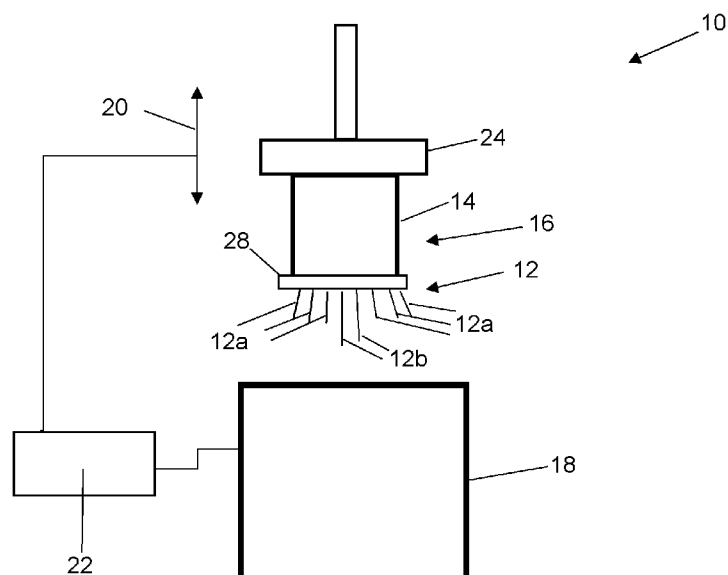


Fig. 1

(57) Abstract: In order to simplify the shaping of different types of wire ends (12a, 12b) protruding at the same radius on an annular housing (14), the invention provides a receiving and rotating unit, for use in producing a component (16) of an electrical machine equipped with coils, for receiving and turning wire ends (12a, 12b) protruding from an annular housing (14) of the component (16) for the purpose of bending the wire ends (12a, 12b) in the circumferential direction, comprising a ring region with an annular arrangement of receptacles for wire ends (12a, 12b), which are designed such that the wire ends (12a, 12b) can be pushed into the receptacles in the axial direction by means of a relative movement of the receiving and rotating unit and the housing (14) and can

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2020/249162 A1



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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

be bent in the circumferential direction by means of relative rotation of the receiving and rotating unit relative to the housing (14), wherein: the arrangement of receptacles has a first group of first receptacles for a first type of wire ends (12a) and a second group of second receptacles for a second type of wire ends (12b); the first receptacles are at a defined circumferential distance of n_1xa from one another, and the second receptacles are at a defined circumferential distance n_2xa from one another; the first group and the second group are offset with respect to one another in the circumferential direction by a circumferential offset b which is not equal to nx_a ; and a and b are constant distances in the circumferential direction and n_1 , n_2 , n are natural numbers greater than zero.

(57) **Zusammenfassung:** Zum Vereinfachen einer Drahtumformung von auf gleichem Radius an einem ringförmigen Gehäuse (14) vorstehenden unterschiedlichen Typen Drahtenden (12a, 12b) schafft die Erfindung eine Aufnahme- und Dreheinheit zur Verwendung bei einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils (16) einer elektrischen Maschine zum Aufnehmen und Verdrehen von aus einem ringförmigen Gehäuse (14) des Bauteils (16) vorstehenden Drahtenden (12a, 12b) zwecks Verbiegen der Drahtenden (12a, 12b) in Umfangsrichtung, umfassend einen Ringbereich mit einer ringförmigen Anordnung von Aufnahmen für Drahtenden (12a, 12b), die derart ausgebildet sind, dass die Drahtenden (12a, 12b) durch Relativbewegung von Aufnahme- und Dreheinheit und Gehäuse (14) in axialer Richtung in die Aufnahmen einschiebbar sind und durch Relativdrehen der Aufnahme- und Dreheinheit relativ zu dem Gehäuse (14) in Umfangsrichtung biegbare sind, wobei die Anordnung von Aufnahmen eine erste Gruppe von ersten Aufnahmen für einen ersten Typ Drahtenden (12a) und eine zweite Gruppe von zweiten Aufnahmen für einen zweiten Typ Drahtenden (12b) aufweist, wobei die ersten Aufnahmen relativ zueinander einen definierten Umfangsabstand von n_1xa haben, und die zweiten Aufnahmen relativ zueinander einen definierten Umfangsabstand von n_2xa haben, und wobei die erste Gruppe und die zweite Gruppe in Umfangsrichtung zueinander um eine Umfangsversetzung b ungleich n_2xa versetzt sind, wobei a und b konstante Streckenmaße in Umfangsrichtung sind und n_1 , n_2 , n natürliche Zahlen größer Null sind.

**Aufnahme- und Dreheinheit, damit versehene
Drahtendenumformvorrichtung sowie Drahtendenumformverfahren**

Die Erfindung betrifft eine Aufnahme- und Dreheinheit zur Verwendung bei einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine zum Aufnehmen und Verdrehen von aus einem ringförmigen Gehäuse des Bauteils vorstehenden Drahtenden zwecks Verbiegen der Drahtenden in Umfangsrichtung. Weiter betrifft die Erfindung eine damit versehene Drahtendenumformvorrichtung. Schließlich betrifft die Erfindung ein Drahtendenumformverfahren zum Umformen von aus einem ringförmigen Gehäuse vorstehenden Drahtenden im Zuge einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine.

Zum technologischen Hintergrund wird insbesondere auf die folgenden Literaturstellen verwiesen:

- [1] US 6,519,993 B2
- [2] US 8,215,000 B2
- [3] WO 2012/093413 A1
- [4] DE 10 2014 208 082 A1
- [5] DE 10 2014 206 105 B4
- [6] WO 2018/233774 A1
- [7] WO 2018/233771 A1

Unter elektrischen Maschinen werden insbesondere Maschinen zum Umwandeln elektrischer Energie in Bewegungsenergie und Maschinen zum Umwandeln von Bewegungsenergie in elektrische Energie verstanden. Insbesondere sind darunter Elektromotoren und Generatoren zu verstehen.

Bei der Herstellung von Maschinenelementen derartiger elektrischer Maschinen, wie beispielsweise Statoren oder Rotoren, ist es oft erforderlich, Enden von aus Drähten gebildeten Leitern miteinander zu verbinden oder sonstwie gemeinsam zu verarbeiten, wie z.B. gemeinsam zu schneiden oder zu formen.

Zum Beispiel gibt es - siehe z. B. [6] und [7] - Elektromotoren, bei denen Spulenwicklungen, insbesondere des Stators, aus unterschiedlichen Drahtstücken gebildet werden, deren Enden dann miteinander verbunden werden. Es sind bereits Vorrichtungen und Verfahren zum Verbinden von Drahtenden von sogenannten Hairpins – im Wesentlichen U-förmig gebogene Drähte - zum Bilden von Statorwicklungen von elektrischen Maschinen vorgeschlagen worden, bei denen die Drahtenden miteinander verschweißt werden. Hierbei sind Vorrichtungen und Verfahren zum Positionieren und Verspannen der Drahtenden vor dem Verschweißen vorgesehen.

Um die Drahtenden korrekt verschweißen zu können, ist es vorteilhaft, vorher die aus den einzelnen Nuten des Gehäuses des Bauteils, zum Beispiel nach dem Einfügen von Hairpins oder dergleichen, vorstehenden Drahtenden (auch Pins genannt) zunächst umzuformen, insbesondere zu weiten und zu verschränken, z.B. um so miteinander zu verbindende Drahtendenpaare zu bilden.

Bei der Herstellung von Hairpin-Statoren werden die Pinenden beim Schränkprozess durch Aufnahme- und Dreheinheiten um einen definierten Winkel in Umfangsrichtung verdrillt (sog. "Schränken"). Üblicherweise werden alle Pinenden, welche sich auf demselben Radius befinden, um den gleichen Winkel verdrillt; radial benachbarte Pins werden in entgegengesetzte Richtungen verdrillt.

Um z.B. Phasenanschlüsse zu ermöglichen, beispielsweise durch das Anschließen von Verschaltelementen, kann es vorteilhaft sein, Pinenden (spezieller, auch als "Sonder-Hairpins" bezeichneter Hairpins, die in der Regel ein bzw. zwei längere freistehende Drahtenden haben als die "Regel-Hairpins") mit dem gleichen Radius in die gleiche Richtung, aber auf unterschiedliche Zielwinkel zu schränken.

Drahtendenumformvorrichtungen mit Aufnahme- und Dreheinheiten zum Verformen von aus einem Gehäuse eines Bauteils einer elektrischen Maschine vorstehenden Drahtenden in Umfangsrichtung sind beispielsweise aus [1], der [2], der [3] sowie der [4] bekannt. Im Stand der Technik werden dann, wenn Regelpins und Sonderpins verschränkt werden sollen, aufwändige Werkzeuge und/oder aufwändige Schränkverfahren eingesetzt.

So wird bei der [2] ein sogenanntes „lost motion member“ verwendet, welches es ermöglicht, definierte Pins um einen kleineren Winkel zu verschränken. Hierfür wird ein Schränkwerkzeug genutzt, das ein Ringsegment aufweist, welches beweglich mit der Hauptstruktur des Werkzeugs verbunden ist. Das Ringsegment ist rotatorisch um einen definierten Winkel beweglich (um die gleiche Achse, um die das Schränkwerkzeug im Prozess rotiert) und wird mit Federn in eine Grundposition gedrückt. Zu Beginn des Schränkprozesses rotiert die Hauptstruktur bis zu einem vordefinierten Winkel relativ zum Ringsegment. Den verbleibenden Winkel rotieren das Ringsegment und die Hauptstruktur zusammen; dadurch wird eine „lost motion“ der auf dem Ringsegment befindlichen Pinenden gegenüber den auf der Hauptstruktur positionierten Pinenden erzeugt. Mit diesem Mechanismus können Pinenden, welche auf dem gleichen Radius positioniert sind, auf unterschiedliche Zielwinkel geschränkt werden. Allerdings ist ein aufwändiges mehrteiliges Werkzeug nötig.

Bei der [3] wird ebenfalls ein mehrteiliges Werkzeug verwendet. Das Werkzeug umfasst ebenfalls ein Ringsegment, das sich relativ zu der Hauptstruktur nur in axialer Richtung bewegen lässt. Bei diesem Verfahren werden die sich in der Hauptstruktur befindlichen Pinenden zu Beginn des Prozesses um einen Teilwinkel geschränkt. In einem nächsten Schritt wird ein Ringsegment axial zugestellt, welches die bisher unbearbeiteten Pinenden mit Taschen aufnimmt. Den verbleibenden Winkel rotieren das Ringsegment und die Hauptstruktur zusammen. Auch hier ist ein aufwändiges mehrteiliges Werkzeug vorgesehen.

Bei einer aus der [4] bekannten Vorrichtung werden ebenfalls axial zustellbare Segmente verwendet. Der Unterschied zur Vorrichtung der [3] besteht darin, dass die Segmente immer zusammen rotieren; für den letzten Teil des Schränk winkels

werden die Segmente axial eingefahren, um einen Freilauf („lost motion“) definierter Pinenden zu ermöglichen.

In der [4] wird eine Biegeeinrichtung beschrieben, mit der „mit einem gleichen endgültigen Biegewinkel zur Querschnittsebene des Wicklungsträgers jedoch mit unterschiedlichen Biegelängen“ gebogen werden kann.

Aus [6] und [7] sind Beispiele für die Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine bekannt, wobei ein ringförmiges Gehäuse des Bauteils mit vorstehenden Drahtenden bereitgestellt wird. Hierzu werden Hairpins in ein aus einem Blechpaket gebildetes ringförmiges Gehäuse eines Stators eingefügt.

Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, vereinfachte Einheiten, Vorrichtungen und Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit denen zuverlässiger unterschiedliche Gruppen von Drahtenden in Umfangsrichtung in die gleiche Richtung, aber um einen unterschiedlichen Winkel verschränkt werden können.

Zum Lösen dieser Aufgabe schafft die Erfindung eine Aufnahme- und Dreheinheit nach Anspruch 1. Eine damit versehene Drahtendenumformvorrichtung sowie ein Drahtendenumformverfahren sind Gegenstand der Nebenansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung schafft gemäß einem ersten Aspekt davon eine Aufnahme- und Dreheinheit zur Verwendung bei einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine zum Aufnehmen und Verdrehen von aus einem ringförmigen Gehäuse des Bauteils vorstehenden Drahtenden zwecks Verbiegen der Drahtenden in Umfangsrichtung, umfassend einen Ringbereich mit einer ringförmigen Anordnung von Aufnahmen für Drahtenden, die derart ausgebildet sind, dass die Drahtenden durch Relativbewegung von Aufnahme- und Dreheinheit und Gehäuse in axialer Richtung in die Aufnahmen einschiebbar sind und durch Relativdrehen der Aufnahme- und Dreheinheit relativ zu dem Gehäuse in Umfangsrichtung biegebar sind,

wobei die Anordnung von Aufnahmen eine erste Gruppe von ersten Aufnahmen für einen ersten Typ Drahtenden und eine zweite Gruppe von zweiten Aufnahmen für einen zweiten Typ Drahtenden aufweist, wobei die ersten Aufnahmen relativ zueinander einen definierten Umfangsabstand von $n_1 \times a$ haben, und die zweiten Aufnahmen relativ zueinander einen definierten Umfangsabstand von $n_2 \times a$ haben, und wobei die erste Gruppe und die zweite Gruppe in Umfangsrichtung zueinander um eine Umfangsversetzung b ungleich $n \times a$ versetzt sind, wobei a und b konstante Streckenmaße in Umfangsrichtung sind und n_1 , n_2 , n natürliche Zahlen größer Null sind.

Damit können eine erste und eine zweite Gruppe von Drahtenden auf dem gleichen Radius in Umfangsrichtung in die gleiche Richtung, aber um einen unterschiedlichen Winkel verschränkt werden. Bei Ausgestaltungen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zusätzlich auch eine dritte Gruppe von Drahtenden um einen weiteren unterschiedlichen Winkel verschränkt werden können. Die erste Gruppe von Drahtenden können z.B. Regelpins sein, die zweite Gruppe von Drahtenden können z.B. Sonderpins, wie z.B. zum Anschließen von Verschaltelementen an eine aus den Drähten gebildete Wicklung sein.

Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung finden nicht nur ein erster Typ Drahtenden (wie z.B. Regelpins) und ein zweiter Typ Drahtenden (wie z.B. Sonderpins) Verwendung, sondern es können auch unterschiedliche Gruppen von Sonderpins verwendet werden, beispielsweise können zwei unterschiedliche Typen von Sonderpins eingesetzt werden. Demnach kann die Aufnahme- und Dreheinheit auch weitere Gruppen von Aufnahmen für weitere Typen von Drahtenden aufweisen kann.

Es ist bevorzugt, dass b ein Wert von $0,001 \times a$ bis $0,999 \times a$ ist. Durch Auswahl des Werts b kann der unterschiedliche Zielwinkel zwischen dem ersten und zweiten Typ Drahtenden eingestellt werden.

Es ist bevorzugt, dass b ein Wert von $0,3 \times a$ bis $0,7 \times a$ ist.

Es ist bevorzugt, dass b gleich $0,5 \times a$ ist.

Es ist bevorzugt, dass für a gilt: $a=U/n_3$, wobei U der Gesamtumfang des Ringbereichs ist und n_3 eine natürliche Zahl größer 1, insbesondere größer 20, ist. Für n_3 wird insbesondere die Auswahl der Gehäusenuten des zu bearbeitenden Gehäuses gewählt. a entspricht dann der Nutenteilung.

Es ist bevorzugt, dass die Aufnahmen als Nuten oder Taschen ausgebildet sind.

Es ist bevorzugt, dass die Aufnahme- und Dreheinheit als Schränkkrone ausgebildet ist.

Es ist bevorzugt, dass die ersten und zweiten Aufnahmen einen gleichen radialen Abstand zu einer Drehachse der Aufnahme- und Dreheinheit haben.

Es ist bevorzugt, dass der Ringbereich einteilig ausgebildet ist.

Es ist bevorzugt, dass die Aufnahme- und Dreheinheit einteilig ausgebildet ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung eine Drahtendenumformvorrichtung zur Verwendung bei einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine, zum Umformen von aus einem ringförmigen Gehäuse des Bauteils vorstehenden Drahtenden, umfassend eine Biegevorrichtung zum Verbiegen von Drahtenden in einer Umfangsrichtung, eine Relativbewegungs Vorrichtung zum relativen Bewegen des Gehäuses und der Biegevorrichtung in einer axialen Richtung und eine Steuereinheit, wobei die Biegevorrichtung wenigstens eine Aufnahme- und Dreheinheit nach einer der voranstehenden Ausgestaltungen aufweist, wobei die Steuerung dazu ausgebildet ist, eine erste Relativbewegung von Gehäuse und Biegevorrichtung in axialer Richtung durchzuführen, bis Drahtenden des zweiten Typs, die länger aus dem Gehäuse vorstehen als die Drahtenden des ersten Typs, in die zweiten Aufnahme eingeführt sind, die Drahtenden des ersten Typs aber noch nicht in Aufnahmen eingeführt sind, dann eine erste Relativdrehung zwischen Aufnahme- und Dreheinheit und Gehäuse mit in die zweiten Aufnahmen eingeführten Drahtenden des zweiten Typs durchzuführen, und anschließend eine zweite Relativbewegung

von Gehäuse und Biegevorrichtung durchzuführen, bis auch die Drahtenden des ersten Typs in die ersten Aufnahmen eingeführt sind und anschließend eine zweite Relativedrehung zwischen Gehäuse und Aufnahme- und Dreheinheit durchzuführen, um die Drahtenden in Umfangsrichtung zu verbiegen.

Es ist bevorzugt, dass die Drehrichtungen der ersten Relativedrehung und der zweiten Relativedrehung entgegengesetzt sind.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung ein Drahtendenumformverfahren zum Umformen von aus einem ringförmigen Gehäuse vorstehenden Drahtenden im Zuge einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine, umfassend:

- a) Bereitstellen einer Aufnahme- und Dreheinheit, die einen Ringbereich mit einer ringförmigen Anordnung von Aufnahmen für die Drahtenden umfasst, wobei die Anordnung von Aufnahmen eine erste Gruppe von ersten Aufnahmen für einen ersten Typ Drahtenden und eine zweite Gruppe von zweiten Aufnahmen für einen zweiten Typ Drahtenden aufweist,
- b) relatives Bewegen von Gehäuse und Aufnahme- und Dreheinheit in axialer Richtung, bis Drahtenden des zweiten Typs, die länger aus dem Gehäuse vorstehen als die Drahtenden des ersten Typs, in die zweiten Aufnahme eingeführt sind, die Drahtenden des ersten Typs aber noch nicht in die ersten Aufnahmen eingeführt sind,
- c) relatives Drehen von Aufnahme- und Dreheinheit und Gehäuse mit in die zweiten Aufnahmen eingeführten Drahtenden des zweiten Typs,
- d) relatives Bewegen von Gehäuse und Aufnahme- und Dreheinheit in der axialen Richtung, um auch die Drahtenden des ersten Typs in die ersten Aufnahmen einzuführen; und
- e) relatives Drehen von Aufnahme- und Dreheinheit und Gehäuse mit den in die Aufnahmen eingeführten Drahtenden, um die Drahtenden des ersten und des zweiten Typs in Umfangsrichtung umzuformen.

Es ist bevorzugt, dass Schritt a) Bereitstellen einer Aufnahme- und Dreheinheit nach einer der voranstehenden Ausgestaltungen umfasst und/oder

dass das Verfahren mit einer Drahtendenumformvorrichtung nach einer der voranstehenden Ausgestaltungen durchgeführt wird.

Es ist bevorzugt, dass in Schritt a) die Aufnahme- und Dreheinheit derart bereitgestellt wird, dass für a gilt: $a=U/n_3$, wobei U der Gesamtumfang des Ringbereichs ist und n_3 die Anzahl von Gehäusenuten des Gehäuses ist, aus denen die Drahtenden hervorstehen.

Es ist bevorzugt, dass die Drehrichtungen in den Schritten c) und e) entgegengesetzt zueinander sind.

Ausgestaltungen der Erfindung schaffen Vorrichtungen und Verfahren, die zum Herstellen einer Wicklung einer elektrischen Maschine zum Einsatz kommen, und insbesondere eine Verschränkung von Hairpins oder dergleichen mit einer Lost Motion ermöglichen.

Beim Schränkprozess können Drahtenden bzw. Pinenden, welche sich auf einem gleichen Radius befinden, in die gleiche Richtung, aber auf unterschiedliche (Ziel-) Winkel geschränkt werden. Die Pinenden werden vorzugsweise mit einem Werkzeug bearbeitet, bei dem sich Taschen (des Schränkwerkzeugs) auf dem gleichen Radius befinden, um potentielle Bauraumverletzungen zu vermeiden und ein qualitativ besseres Schränkergebnis zu erzielen.

Zur Vermeidung der Nachteile des Stands der Technik schaffen bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ein einteiliges Werkzeug, welches vorzugsweise in Verbindung mit einem Sonderablauf die „lost motion“ definierter Pins ermöglicht.

Das Werkzeug weist vorzugsweise „Sondernuten“ auf, welche zu „Standardnuten“ um einen Winkel (vorzugsweise dem halben Nutenwinkel) versetzt sind.

Durch ein axiales Zustellen des Gehäuses (z.B. Stators) in Bezug auf das Schränkwerkzeug werden vorzugsweise zunächst unregelmäßige Pinenden (Sonderpins) in Taschen (oder sonstige Aufnahmen) des Werkzeugs eingebracht.

Durch eine Rotation des Werkzeugs entgegen der Schränkrichtung und eine anschließende weitere axiale Zustellung werden vorzugsweise die verbleibenden Pinenden (Regelpins) in das Werkzeug eingeführt.

Vorzugsweise werden anschließend die Regel- und Sonderpins zusammen auf den Zielwinkel geschränkt. Durch das anfängliche Schränken der Sonderpins entgegen der Zieldrehrichtung ergibt sich ein kleinerer resultierender Schränkwinkel als bei den Regelpins (Winkeldifferenz auch als „lost motion“ im Stand der Technik bezeichnet).

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung haben gegenüber dem bekannten Stand der Technik insbesondere die Vorteile, dass die Komplexität durch ein einteiliges Werkzeug verringert werden kann und/oder dass kein Weiten auf einen anderen Radius notwendig ist, um eine Bearbeitung mit einem Sonderwerkzeug zu ermöglichen.

Ein bevorzugtes Einsatzgebiet für die Einheiten, Vorrichtungen und Verfahren gemäß Ausgestaltungen der Erfindung ist die Herstellung von mit Spulen versehenen Bauteilen einer elektrischen Maschine und mehr insbesondere die Herstellung von Statoren von elektrischen Maschinen und mehr insbesondere die Herstellung von Statoren von Elektromotoren, die als Fahrmotoren für Elektrokräftfahrzeuge, insbesondere im Leistungsbereich von 10kW bis 400 kW, ausgebildet sind. Die Einheiten, Vorrichtungen und Verfahren der vorliegenden Erfindung sowie deren vorteilhafte Ausgestaltungen sind insbesondere auf dem Gebiet der Herstellung von Elektromotoren oder sonstigen elektrischen Maschinen, wie beispielsweise Generatoren, die für hohe Leistungen, zuverlässigen Betrieb und hohe Effizienz ausgelegt sind, geeignet und einsetzbar. Insbesondere sollen Elektromotoren hergestellt werden, die als Fahrmotoren von Elektrofahrzeugen oder Hybridfahrzeugen einsetzbar sind und beispielsweise eine Nennleistung zwischen 20 kW und 400 kW aufweisen. Es ist zum Aufbau von Statoren derartiger leistungsfähiger elektrischer Maschinen vorteilhaft, eine möglichst hohe Spulendichte bereitzustellen. Insbesondere werden hierzu sogenannte Hairpins in Nuten eines Statorgehäuses eingefügt, welche Nuten zuvor mit einer Nutisolierung, insbesondere Nutisolationpapier, ausgekleidet worden sind. Anschließend werden die freien Drahtenden in radialer Richtung

umgeformt – geweitet/„Weiten“ – und in Umfangsrichtung umgeformt – „Schränken“ –, um Paare miteinander zu verbindender, insbesondere zu verschweißender Drahtenden, zu formen, so dass dann geschlossene Spulenwicklungen erzeugbar sind. Vorzugsweise werden hierzu Drähte verwendet, die im Querschnitt nicht rund, sondern rechteckig ausgebildet sind.

Insbesondere betrifft die Erfindung eine Einheit, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum in Umfangsrichtung gerichteten Umformen von Stableitern in elektrischen Maschinen.

Bei einer bevorzugten Herstellung von Statoren werden zunächst die Leiter hergestellt. Anschließend werden sie in ein Blechpaket (Beispiel für das Gehäuse) gefügt. Bei Verwendung von Hairpins zum Herstellen der Spulen stehen dann an einem Ende des als Blechpaket ausgebildeten Statorgehäuses Drahtenden hervor. Dabei können in jeder Nut des Gehäuses zwei, drei, vier oder auch mehr Drahtenden auch dicht nebeneinanderliegend vorstehen. Zur weiteren Verarbeitung ist es vorteilhaft, diese Leiterenden aufzuweiten, wozu sie vorzugsweise zunächst in radialer Richtung umgeformt werden. Dieser Prozess soll automatisiert erfolgen.

Für die darauffolgenden (automatisierten) Prozesse (insbesondere Schränken und Verbinden der Drahtenden zu Spulenwicklungen) ist es vorteilhaft, die Leiterenden so umzuformen, dass die Position innerhalb eines vordefinierten Toleranzfeldes liegt. Erfahrungsgemäß lassen sich die Leiterenden besonders gut dann reproduktiv umformen, wenn sie an ihrem freien Ende und am „Fuß“ (Oberkante Blechpaket) gespannt werden. Durch das radiale Umformen der Leiterenden verkürzt sich die axiale Länge. Zur Vermeidung von Beschädigungen der Leiterenden ist es vorteilhaft, den Längenausgleich durch eine translatorische Bewegung des Stators/ Umformwerkzeugs zu kompensieren.

Auf Gehäuse mit den entsprechend wie zuvor beschrieben geweiteten Drahtenden lassen sich bevorzugte Einheiten, Vorrichtungen und Verfahren gemäß der hier vorliegenden Erfindung besonders vorteilhaft anwenden. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung werden dann vorzugsweise zum Umformen der

Drahtenden in Umfangsrichtung eingesetzt, vorzugsweise derart, dass sich Paare von miteinander zu verbindenden Drahtenden bilden lassen, um so Spulenwicklungen zu schließen. Mit Ausgestaltungen der Erfindung lassen sich insbesondere neben Regelpins, die zum Bilden von Windungsschleifen der Wicklung miteinander zu verschweißen sind, auch Sonderpins zum elektrischen Anschließen einer oder mehrerer Phasen der Wicklung oder auch mehrere unterschiedlich lange Sonderpins besonders vorteilhaft und mit geringem apparativem und steuerungstechnischem Aufwand verschränken.

Ein Ausführungsbeispiel wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Drahtendenumformvorrichtung;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels für eine in der Drahtendenumformvorrichtung zu verwendende Biegevorrichtung, die eine konzentrische Anordnung mehrerer Aufnahme- und Dreheinrichtungen und Antriebseinrichtungen für jede der Aufnahme- und Dreheinrichtungen aufweist;
- Fig. 3 einen Schnitt durch die konzentrische Anordnung von Aufnahme- und Dreheinrichtungen der Biegevorrichtung von Fig. 2;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer inneren Aufnahme- und Dreheinheit der Anordnung von Fig. 3
- Fig. 5 einen Schnitt durch eine äußere Aufnahme- und Dreheinheit der Anordnung von Fig. 3; und
- Fig. 6 eine perspektivische Darstellung des oberen Bereichs der Aufnahme- und Dreheinheit von Fig. 5

In Fig. 1 ist schematisch eine Drahtendenumformvorrichtung 10 zur Verwendung bei einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine dargestellt. Die Drahtendenumformvorrichtung 10 ist zum Umformen von Drahtenden 12, die aus einem ringförmigen Gehäuse 14 vorstehen ausgebildet.

Das Gehäuse 14 ist insbesondere ein aus einem Blechpaket gebildetes Gehäuse 14 eines Stators 16, welches eine Anzahl n_3 von ringförmig um den Umfang des Gehäuses 14 verteilte Nuten (nicht dargestellt) aufweist, in welche Drahtabschnitte von Hairpins eingefügt sind, wobei freie Enden der Hairpins an einem Ende des Gehäuses 14 als Drahtenden 12 hervorstehen. Diese Drahtenden 12 sollen in Umfangsrichtung umgeformt werden, um so Paare von Drahtenden 12 zu bilden, die miteinander zu einer Windungsschleife einer Wicklung des Stators 16 zu verbinden sind.

Dabei gibt es einen ersten Typ Drahtenden 12a, z. B. die sogenannten Regelpins, welche zu solchen Paaren geformt werden sollen, um zu Windungsschleifen verbunden zu werden, und es gibt einen zweiten Typ Drahtenden 12b, z. B. die sogenannten Sonderpins, welche hier länger hervorstehen, um zum Anschluss der Wicklung des Stators 16 an Verschaltungselemente oder dergleichen zu dienen.

Die Drahtendenumformvorrichtung 10 weist eine Biegevorrichtung 18 zum Verbiegen der Drahtenden 12 in Umfangsrichtung, eine Relativbewegungsvorrichtung 20 zum relativen Bewegen des Gehäuses 14 und der Biegevorrichtung 18 und eine Steuereinheit 22 auf.

Die Relativbewegungsvorrichtung 20 ist zum relativen Bewegen des Gehäuses 14 und der Biegevorrichtung 18 in einer bezüglich der Mittelachse des Gehäuses 14 axialen Richtung ausgebildet. Beispielsweise weist die Relativbewegungsvorrichtung 20 eine Gehäusehalterung 24 auf, an der das Gehäuse 14 befestigt ist, und eine Bewegungseinrichtung 26 zum Bewegen der Gehäusehalterung 24 auf. Die Bewegungseinrichtung 26 kann unterschiedlich ausgebildet sein, zum Beispiel kann sie eine Hubeinrichtung (nicht dargestellt), einen Roboterarm oder dergleichen aufweisen.

An dem Ende des Gehäuses 14, wo die Drahtenden 12 vorstehen, kann auch eine Klemmeinrichtung 28 zum Klemmen und Fixieren der Drahtenden 12 befestigt sein.

Für nähere Einzelheiten der Drahtendenumformvorrichtung 10, der Relativbewegungsvorrichtung 20, der Klemmeinrichtung 28 sowie der damit durchführbaren Verfahren wird auf die nicht vorveröffentlichten Patentanmeldungen DE 10 2018 103 929.8, PCT/DE2019/100162 sowie DE 10 2018 103 927.1 und PCT/DE2019/100085 verwiesen.

Die Steuereinheit 22 ist mit der Biegevorrichtung 18 und der Relativbewegungsvorrichtung 20 verbunden, um diese nach vorprogrammierten Ablaufsteuerungsprogrammen, welche als Computerprogramme in der Steuereinheit 22 gespeichert sein können, zu bewegen.

Ein Ausführungsbeispiel für die in Fig. 1 lediglich als Block dargestellte Biegevorrichtung 18 ist in größerem Detail in Fig. 2 dargestellt. Einen Schnitt durch einen inneren Bereich der Biegevorrichtung 18 ist in Fig. 3 dargestellt.

Wie Fig. 2 und 3 zeigen, weist die Biegevorrichtung 18 eine erste bis sechste Aufnahme- und Dreheinrichtung 30a-30f auf. Jede Aufnahme- und Dreheinrichtung 30a-30f weist jeweils eine Aufnahme- und Dreheinheit 32a-32f und eine Antriebseinrichtung 34a-34f auf. Jede Antriebseinrichtung 34a-34f weist jeweils ein ringförmiges Antriebselement 36a-36f und einen Aktor 38a-38f zum Antreiben einer Drehbewegung des Antriebselements 36a-36f auf. Die Antriebselemente 36a-36f sind mittels Lagern 39 auf Ringtragscheiben 40a-40f gelagert, welche an einem Maschinengestell 42 befestigt sind. Die Aufnahme- und Dreheinheiten 32a-32f sind konzentrisch zueinander angeordnet und jeweils an ein zugeordnetes Antriebselement 36a-36f mittels Schrauben befestigt.

Nähere Einzelheiten zum grundsätzlichen Aufbau können der DE 10 2018 103 929.8 bzw. PCT/DE2019/100162 entnommen werden.

Fig. 4 zeigt perspektivisch die dritte Aufnahme- und Dreheinheit 32c, Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch die erste Aufnahme- und Dreheinheit 32a, und Fig. 6 zeigt eine perspektivische Darstellung eines oberen Bereichs der ersten Aufnahme- und Dreheinheit 32a. Wie aus diesen Figuren ersichtlich, weist jede Aufnahme- und Dreheinheit 32a-32f eine Schränkkrone 44 auf, die einen Ringbereich 45 mit einer ringförmigen Anordnung 46 von Aufnahmen 48, 48a, 48b für die Drahtenden 12a umfasst.

Die Aufnahmen 48 können durch Taschen oder Nuten 50 gebildet sein, weiter kann ein Ring 52 für die Schränkkrone 44 vorgesehen sein, so dass jede Aufnahme 48 durch die Nut 50 und den Ring 52 an der Schränkkrone 44 definiert wird.

Während die in Fig. 4 gezeigte dritte Aufnahme- und Dreheinheit 32d nur gleichmäßig um den Umfang verteilte Aufnahmen 48 aufweist, weist die ringförmige Anordnung 46 der ersten Aufnahme- und Dreheinheit 32a wie in Fig. 6 gezeigt erste Aufnahmen 48a zum Aufnehmen des ersten Typs Drahtenden 12a und zweite Aufnahmen 48b zum Aufnehmen des zweiten Typs Drahtenden 12b auf.

Die ersten Aufnahmen 48a sind regelmäßig zueinander beabstandet. Aufeinanderfolgende erste Aufnahmen 48a haben einen Umfangsabstand a zueinander. Der Umfangsabstand a hängt von der Verteilung der Gehäusenuten in dem Gehäuse 14 ab. Insbesondere ist a gleich U/n_3 , wobei U den Gesamtumfang des Ringbereichs 45 mit der ringförmigen Anordnung 46 und n_3 die Gesamtanzahl der Gehäusenuten darstellt. Somit ist jede erste Aufnahme 48a in Umfangsrichtung zu einer anderen ersten Aufnahme 48a der ringförmigen Anordnung 46 um einen Umfangsabstand $n_1 \cdot a$ beabstandet, wobei n_1 eine natürliche Zahl größer 0 ist. Die Abstände werden hier zum Beispiel von der Mitte der Nut 50 zur Mitte der anderen Nut 50 angegeben.

Auch die zweiten Aufnahmen 48b sind regelmäßig zueinander beabstandet, d. h. jede zweite Aufnahme 48b weist z. B. zu einer anderen zweiten Aufnahme 48b einen Umfangsabstand von $n_2 \cdot a$ auf, wobei n_2 eine natürliche Zahl größer 0 ist.

Allerdings ist die Gruppe zweiter Aufnahmen 48b zu der Gruppe von ersten Aufnahmen 48a in Umfangsrichtung um einen Umfangsbetrag b versetzt, der kein Vielfaches von a ist. Insbesondere beträgt b zwischen $0,01 \cdot a$ bis $0,99 \cdot a$, mehr insbesondere zwischen $0,3 \cdot a$ bis $0,7 \cdot a$ und am meisten bevorzugt $0,5 \cdot a$. Mit anderen Worten ist vorzugsweise die Gruppe zweiter Aufnahmen 48b um eine halbe Nutenteilung a zu der Gruppe der ersten Aufnahmen 48a in Umfangsrichtung versetzt.

Alle Aufnahmen 48, 48a, 48b sind in der ringförmigen Anordnung 46 mit gleichem Radius zu der Mittelachse – entspricht der Drehachse der Antriebseinrichtungen 34a-34f - angeordnet.

Mit einer solchen Drahtendenumformvorrichtung 10 lässt sich das folgende Drahtendenumformverfahren durchführen.

Zunächst wird grundsätzlich zum Beispiel aus der [6] und/oder [7] bekannten Weise das Gehäuse 14 des Stators 16 mit vorstehenden Drahtenden 12, 12a, 12b bereitgestellt. Dabei stehen als erster Typ Drahtenden 12a Regelpins und als zweiter Typ Drahtenden 12b Sonderpins hervor, wobei die Sonderpins weiter vorstehen als die Regelpins. Dieses Gehäuse 14 wird an der Gehäusehalterung 24 befestigt. Weiter kann die Klemmeinrichtung 28 zum Klemmen und Positionieren der Drahtenden 12, 12a, 12b vorgesehen sein. Für nähere Einzelheiten hierzu wird auf die vorgenannten nicht vorveröffentlichten Patentanmeldungen DE 10 2018 103 929.8, PCT/DE2019/109162, DE 10 2018 103 927.1 und PCT/DE2019/100085 verwiesen.

Die Steuereinheit 22 steuert dann die Relativbewegungsvorrichtung 20 und die Biegevorrichtung 18 so an, dass die zweiten Aufnahmen 48b mit dem zweiten Typ Drahtenden 12b ausgerichtet sind und so der zweite Typ Drahtenden 12b durch Relativbewegung zwischen Gehäuse 14 und Biegevorrichtung 18 in axialer Richtung in die zweiten Aufnahmen 48b eingeführt werden.

Wenn zum Beispiel die Drahtenden 12 bei dem Drahtendenumformverfahren im Gegenuhrzeigersinn in Fig. 6 gesehen umgebogen werden sollen, wird die erste

Aufnahme- und Dreheinheit 32a mit den in die zweiten Aufnahmen 48b aufgenommenen zweiten Typ Drahtenden 12b zunächst um den Umfangversetzungsbetrag b in die entgegengesetzte Drehrichtung – also zum Beispiel im Uhrzeigersinn in Fig. 6 – gedreht, wobei das Gehäuse 14 weiter axial zu der Biegevorrichtung 18 bewegt wird. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die zweiten Aufnahmen 48b um eine halbe Nutenteilung ($b=0,5*a$) versetzt. Somit wird bei dieser ersten Drehung die erste Aufnahme- und Dreheinheit 32a um eine halbe Nutenteilung ($0,5*a$) entgegen der späteren Schränkrichtung gedreht. Hierdurch werden die ersten Aufnahmen 48a zu dem ersten Typ Drahtenden 12a axial ausgerichtet. Durch weitere axial aufeinander Zubewegung zwischen Gehäuse 14 und Biegevorrichtung 18 werden die Drahtenden 12a des ersten Typs in die ersten Aufnahmen 48a eingeführt.

Anschließend erfolgt eine Drehung der ersten Aufnahme -und Dreheinheit 32a in der Schränkrichtung, also in unserem Beispiel im Gegenuhrzeigersinn von Fig. 6. Dadurch werden alle Drahtenden 12, 12a, 12b in Umfangsrichtung umgeformt, bis der gewünschte Grad an Umformung – Zielwinkel – erreicht wird.

Durch das anfängliche Schränken der Drahtenden 12b des zweiten Typs entgegen der gewünschten Schränkdrehrichtung ergibt sich ein kleinerer resultierender Schränkwinkel bei diesem zweiten Typ Drahtenden 12b.

Bei dem hier dargestellten Beispiel, wo b einer halben Nutenteilung entspricht, lassen sich so zum Beispiel der zweite Typ Drahtenden 12b, der sich auf dem gleichen Radius wie der erste Typ Drahtenden 12a befindet, gegenüber diesen ersten Typ Drahtenden 12a um eine halbe Nutenteilung weniger umbiegen als der erste Typ Drahtenden 12a. Selbstverständlich sind dies nur Beispiele, auch andere Winkelversetzungen sind möglich. Auch könnten eine zweiter Typ Drahtenden 12b und ein dritter Typ Drahtenden 12c (durch entsprechende dritte Aufnahmen, die um den gewünschten Betrag versetzt sind) unterschiedlich verschränkt werden.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel befinden sich die hier als Beispiel für den zweiten Typ Drahtenden 12b genannten Sonderpins in der radial innersten

Lage in den jeweiligen Gehäusenuten. Dementsprechend weist die erste Aufnahme- und Dreheinheit 32a die hier anhand der Fig. 6 erläuterte Sonderanordnung von ersten Aufnahmen 48a und zweiten Aufnahmen 48b auf. Die übrigen Aufnahme- und Dreheinheiten 32b-32f können eine regelmäßige Anordnung von Aufnahmen 48 aufweisen, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Sie werden nur zur Umformung von Regelpins – erster Typ Drahtenden 12a verwendet, die sich auf anderen Radien in den Gehäusenuten befinden. Das Umformen dieser anderen Drahtenden 12 erfolgt zusammen mit dem Umformen der Drahtenden 12, 12a, 12b der radial äußersten Lage. Wie das gemeinsame Verschränken von Drahtenden auf unterschiedlichen Radien erfolgen kann, ist genauer in den oben bereits genannten nicht vorveröffentlichten Patentanmeldungen DE 10 2018 103 929.8, PCT/DE2019/100162, DE 10 2018 103 927.1 und PCT/DE2019/100085 beschrieben, so dass auch bezüglich weiterer Einzelheiten auf diese verwiesen werden kann. In diesen früheren Patentanmeldungen sind auch die weiteren Schritte zum Herstellen des zum Beispiel als Stator 16 ausgebildeten Bauteile der elektrischen Maschine beschrieben und erläutert.

Bezugszeichenliste:

10	Drahtendenumformvorrichtung
12	Drahtende
12a	erster Typ Drahtenden
12b	zweiter Typ Drahtenden
14	Gehäuse
16	Stator
18	Biegevorrichtung
20	Relativbewegungsvorrichtung
22	Steuereinheit
24	Gehäusehalterung
26	Bewegungseinrichtung
28	Klemmeinrichtung
30a	erste Aufnahme- und Dreheinrichtung
30b	zweite Aufnahme- und Dreheinrichtung
30c	dritte Aufnahme- und Dreheinrichtung
30d	vierte Aufnahme- und Dreheinrichtung
30e	fünfte Aufnahme- und Dreheinrichtung
30f	sechste Aufnahme- und Dreheinrichtung
32a	erste Aufnahme- und Dreheinheit
32b	zweite Aufnahme- und Dreheinheit
32c	dritte Aufnahme- und Dreheinheit
32d	vierte Aufnahme- und Dreheinheit
32e	fünfte Aufnahme- und Dreheinheit
32f	sechste Aufnahme- und Dreheinheit
34a	erste Antriebseinrichtung
34b	zweite Antriebseinrichtung
34c	dritte Antriebseinrichtung
34d	vierte Antriebseinrichtung
34e	fünfte Antriebseinrichtung
34f	sechste Antriebseinrichtung
36a	erstes Antriebselement
36b	zweites Antriebselement
36c	drittes Antriebselement

36d	viertes Antriebselement
36e	fünftes Antriebselement
36f	sechstes Antriebselement
38a	erster Aktor
38b	zweiter Aktor
38c	dritter Aktor
38d	vierter Aktor
38e	fünfter Aktor
38f	sechster Aktor
39	Lager
40a	erste Ringtragscheibe
40b	zweite Ringtragscheibe
40c	dritte Ringtragscheibe
40d	vierte Ringtragscheibe
40e	fünfte Ringtragscheibe
40f	sechste Ringtragscheibe
42	Maschinengestell
44	Schränkkrone
45	Ringbereich
46	ringförmige Anordnung
48	Aufnahme
48a	erste Aufnahme
48b	zweite Aufnahme
50	Nut
52	Ring

Ansprüche:

1. Aufnahme- und Dreheinheit (32a) zur Verwendung bei einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine zum Aufnehmen und Verdrehen von aus einem ringförmigen Gehäuse (14) des Bauteils vorstehenden Drahtenden (12a, 12b) zwecks Verbiegen der Drahtenden (12a, 12b) in Umfangsrichtung, umfassend einen Ringbereich (45) mit einer ringförmigen Anordnung (46) von Aufnahmen (48a, 48b) für Drahtenden (12a, 12b), die derart ausgebildet sind, dass die Drahtenden (12a, 12b) durch Relativbewegung von Aufnahme- und Dreheinheit (32a) und Gehäuse (14) in axialer Richtung in die Aufnahmen (48a, 48b) einschiebbar sind und durch Relativedrehen der Aufnahme- und Dreheinheit (32a) relativ zu dem Gehäuse (14) in Umfangsrichtung biegbare sind, wobei die Anordnung (46) von Aufnahmen (48a, 48b) eine erste Gruppe von ersten Aufnahmen (48a) für einen ersten Typ Drahtenden (12a) und eine zweite Gruppe von zweiten Aufnahmen (48b) für einen zweiten Typ Drahtenden (12b) aufweist, wobei die ersten Aufnahmen (48a) relativ zueinander einen definierten Umfangsabstand von $n_1 \times a$ haben, und die zweiten Aufnahmen (48b) relativ zueinander einen definierten Umfangsabstand von $n_2 \times a$ haben, und wobei die erste Gruppe und die zweite Gruppe in Umfangsrichtung zueinander um eine Umfangsversetzung b ungleich $n \times a$ versetzt sind, wobei a und b konstante Streckenmaße in Umfangsrichtung sind und n_1 , n_2 , n natürliche Zahlen größer Null sind.

2. Aufnahme- und Dreheinheit (32a) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- 2.1 dass b ein Wert von $0,001 \times a$ bis $0,999 \times a$ ist und/oder
- 2.2 dass b ein Wert von $0,3 \times a$ bis $0,7 \times a$ ist und/oder
- 2.3 dass b gleich $0,5 \times a$ ist und/oder

2.4 dass für a gilt: $a=U/n_3$, wobei U der Gesamtumfang des Ringbereichs (45) ist und n_3 eine natürliche Zahl größer 1, insbesondere größer 20, ist.

3. Aufnahme- und Dreheinheit (32a) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

3.1 dass die Aufnahmen (48a, 48b) als Nuten (50) oder Taschen ausgebildet sind und/oder

3.2 dass die Aufnahme- und Dreheinheit (32a) als Schränkkrone (44) ausgebildet ist und/oder

3.3 dass die ersten und zweiten Aufnahmen (48a, 48b) einen gleichen radialen Abstand zu einer Drehachse der Aufnahme- und Dreheinheit (32a) haben und/oder

3.4 dass der Ringbereich (45) einteilig ausgebildet ist und/oder

3.5 dass die Aufnahme- und Dreheinheit (32a) einteilig ausgebildet ist.

4. Drahtendenumformvorrichtung (10) zur Verwendung bei einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine, zum Umformen von aus einem ringförmigen Gehäuse (14) des Bauteils vorstehenden Drahtenden (12, 12a, 12b), umfassend eine Biegevorrichtung (18) zum Verbiegen von Drahtenden (12, 12a, 12b) in einer Umfangsrichtung, eine Relativbewegungsvorrichtung (20) zum relativen Bewegen des Gehäuses (14) und der Biegevorrichtung (18) in einer axialen Richtung und eine Steuereinheit (22), wobei die Biegevorrichtung (18) wenigstens eine Aufnahme- und Dreheinheit (32a) nach einem der voranstehenden Ansprüche aufweist, wobei die Steuerung dazu ausgebildet ist, eine erste Relativbewegung von Gehäuse (14) und Biegevorrichtung (18) in axialer Richtung durchzuführen, bis Drahtenden (12b) des zweiten Typs, die länger aus dem Gehäuse (14) vorstehen als die Drahtenden (12a) des ersten Typs, in die zweite Aufnahme (48b) eingeführt sind, die Drahtenden (12a) des ersten Typs aber noch nicht in Aufnahmen eingeführt sind, dann eine erste Relativdrehung zwischen Aufnahme- und Dreheinheit (32a) und Gehäuse (14) mit in die zweiten Aufnahmen (48b) eingeführten Drahtenden (12b) des zweiten Typs durchzuführen, und anschließend eine zweite Relativbewegung von Gehäuse (14) und Biegevorrichtung (18) durchzuführen, bis auch die

Drahtenden (12a) des ersten Typs in die ersten Aufnahmen (48a) eingeführt sind und anschließend eine zweite Relativdrehung zwischen Gehäuse (14) und Aufnahme- und Dreheinheit (32a) durchzuführen, um die Drahtenden (12a, 12b) in Umfangsrichtung zu verbiegen.

5. Drahtendenumformvorrichtung (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehrichtungen der ersten Relativdrehung und der zweiten Relativdrehung entgegengesetzt sind.

6. Drahtendenumformverfahren zum Umformen von aus einem ringförmigen Gehäuse (14) vorstehenden Drahtenden (12a, 12b) im Zuge einer Herstellung eines mit Spulen versehenen Bauteils einer elektrischen Maschine, umfassend:

- a) Bereitstellen einer Aufnahme- und Dreheinheit (32a), die einen Ringbereich (45) mit einer ringförmigen Anordnung (46) von Aufnahmen (48a, 48b) für die Drahtenden (12a, 12b) umfasst, wobei die Anordnung (46) von Aufnahmen (48a, 48b) eine erste Gruppe von ersten Aufnahmen (48a) für einen ersten Typ Drahtenden (12a) und eine zweite Gruppe von zweiten Aufnahmen (48b) für einen zweiten Typ Drahtenden (12b) aufweist,
- b) relatives Bewegen von Gehäuse (14) und Aufnahme- und Dreheinheit (32a) in axialer Richtung, bis Drahtenden (12b) des zweiten Typs, die länger aus dem Gehäuse (14) vorstehen als die Drahtenden (12a) des ersten Typs, in die zweiten Aufnahme (48b) eingeführt sind, die Drahtenden (12a) des ersten Typs aber noch nicht in die ersten Aufnahmen (48a) eingeführt sind,
- c) relatives Drehen von Aufnahme- und Dreheinheit (32a) und Gehäuse (14) mit in die zweiten Aufnahmen (48b) eingeführten Drahtenden (12b) des zweiten Typs,
- d) relatives Bewegen von Gehäuse (14) und Aufnahme- und Dreheinheit (32a) in der axialen Richtung, um auch die Drahtenden (12a) des ersten Typs in die ersten Aufnahmen (48a) einzuführen; und
- e) relatives Drehen von Aufnahme- und Dreheinheit (32a) und Gehäuse (14) mit den in die Aufnahmen (48a, 48b) eingeführten Drahtenden (12a, 12b), um die Drahtenden (12a, 12b) des ersten und des zweiten Typs in Umfangsrichtung umzuformen.

7. Drahtendenumformverfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schritt a) Bereitstellen einer Aufnahme- und Dreheinheit (32a) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 umfasst und/oder
dass das Verfahren mit einer Drahtendenumformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 4 oder 5 durchgeführt wird.

8. Drahtendenumformverfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Schritt a) die Aufnahme- und Dreheinheit (32a) derart bereitgestellt wird,
dass für a gilt: $a=U/n_3$, wobei U der Gesamtumfang des Ringbereichs (45) ist und n_3 die Anzahl von Gehäusenuten des Gehäuses (14) ist, aus denen die Drahtenden (12a, 12b) hervorstehen.

9. Drahtendenumformverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drehrichtungen in den Schritten c) und e) entgegengesetzt zueinander sind.

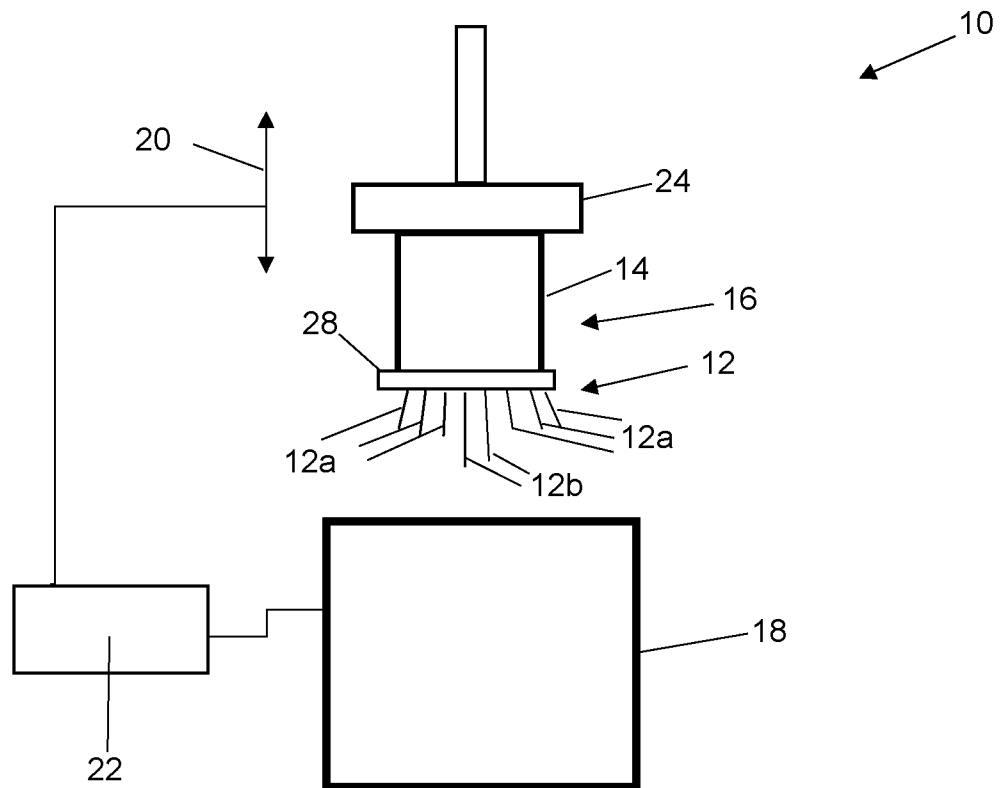


Fig. 1

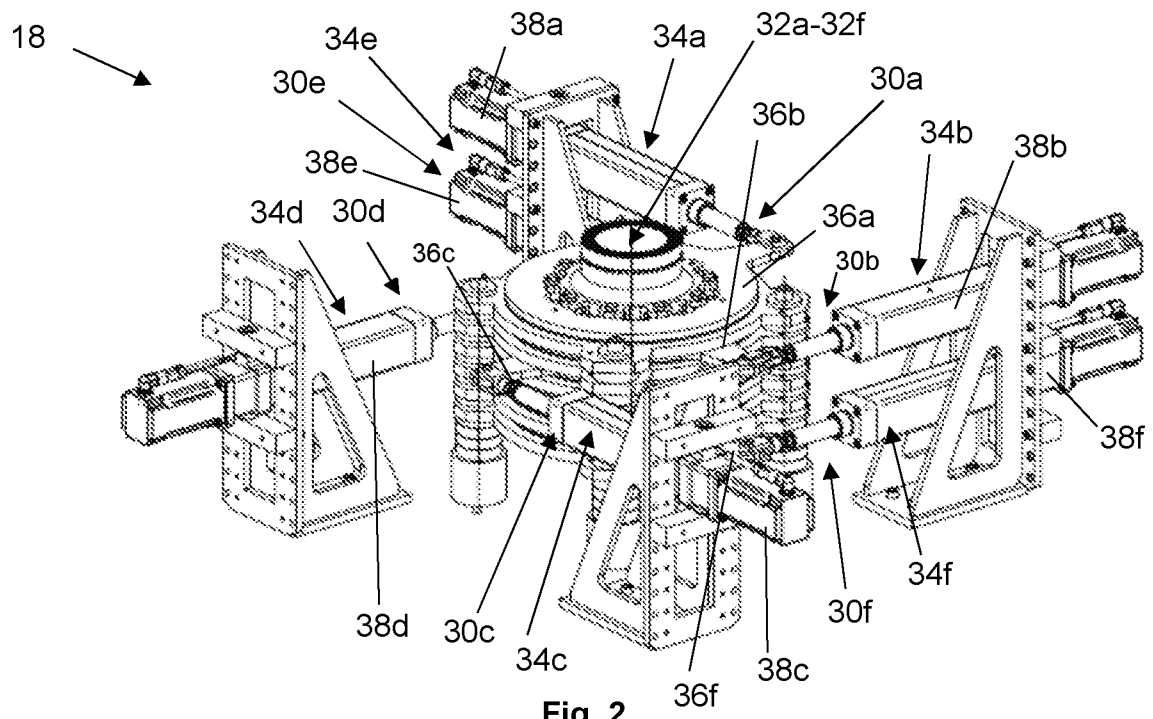


Fig. 2

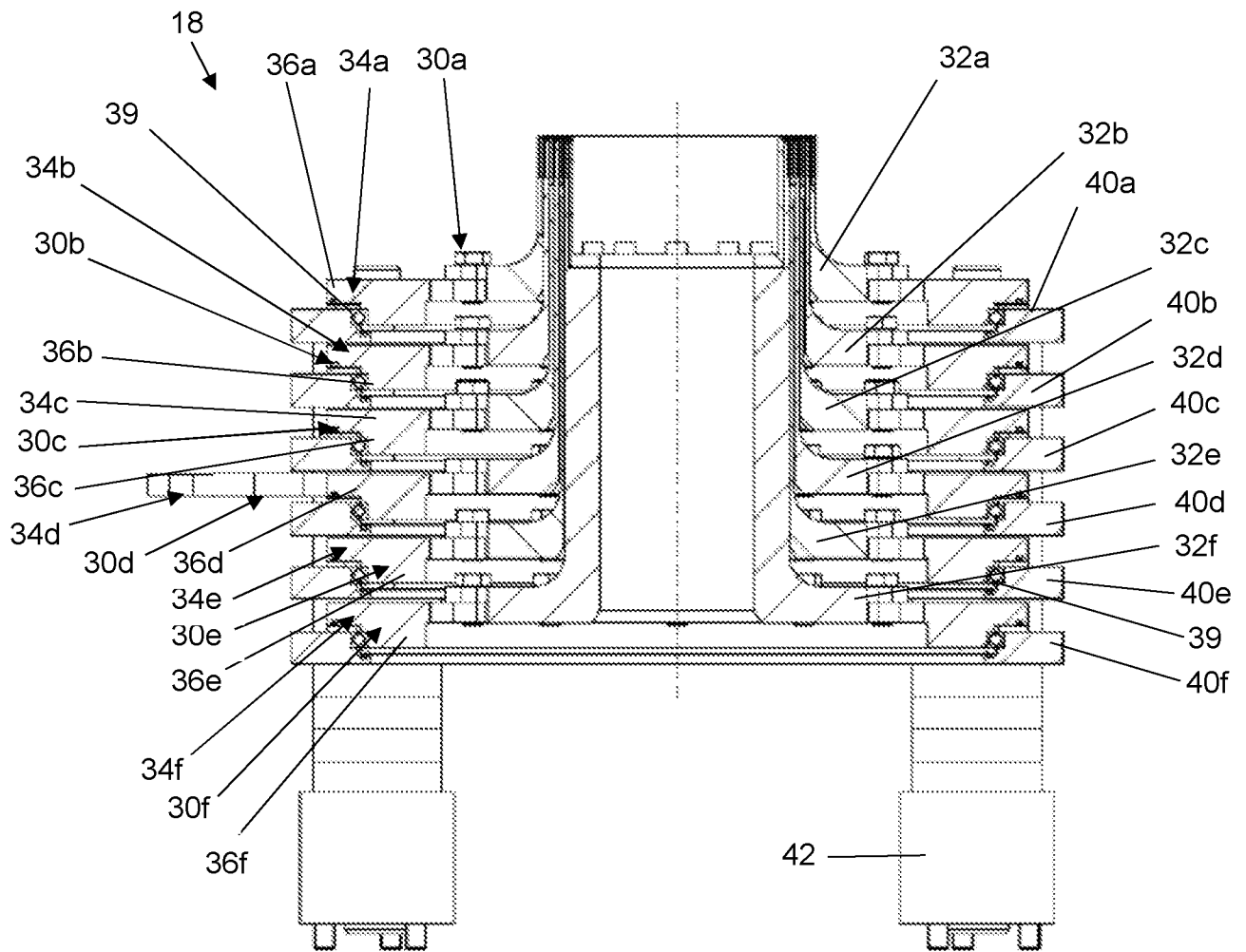


Fig. 3

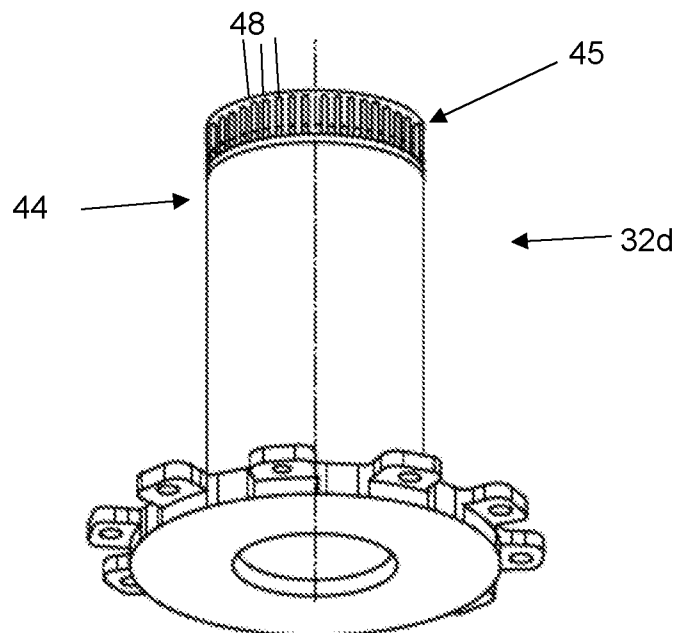


Fig. 4

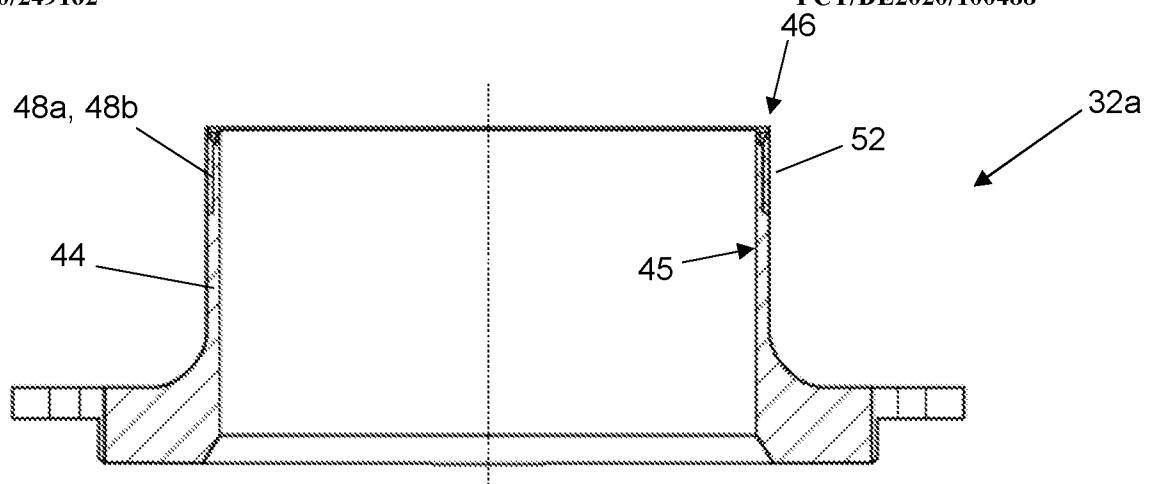


Fig. 5

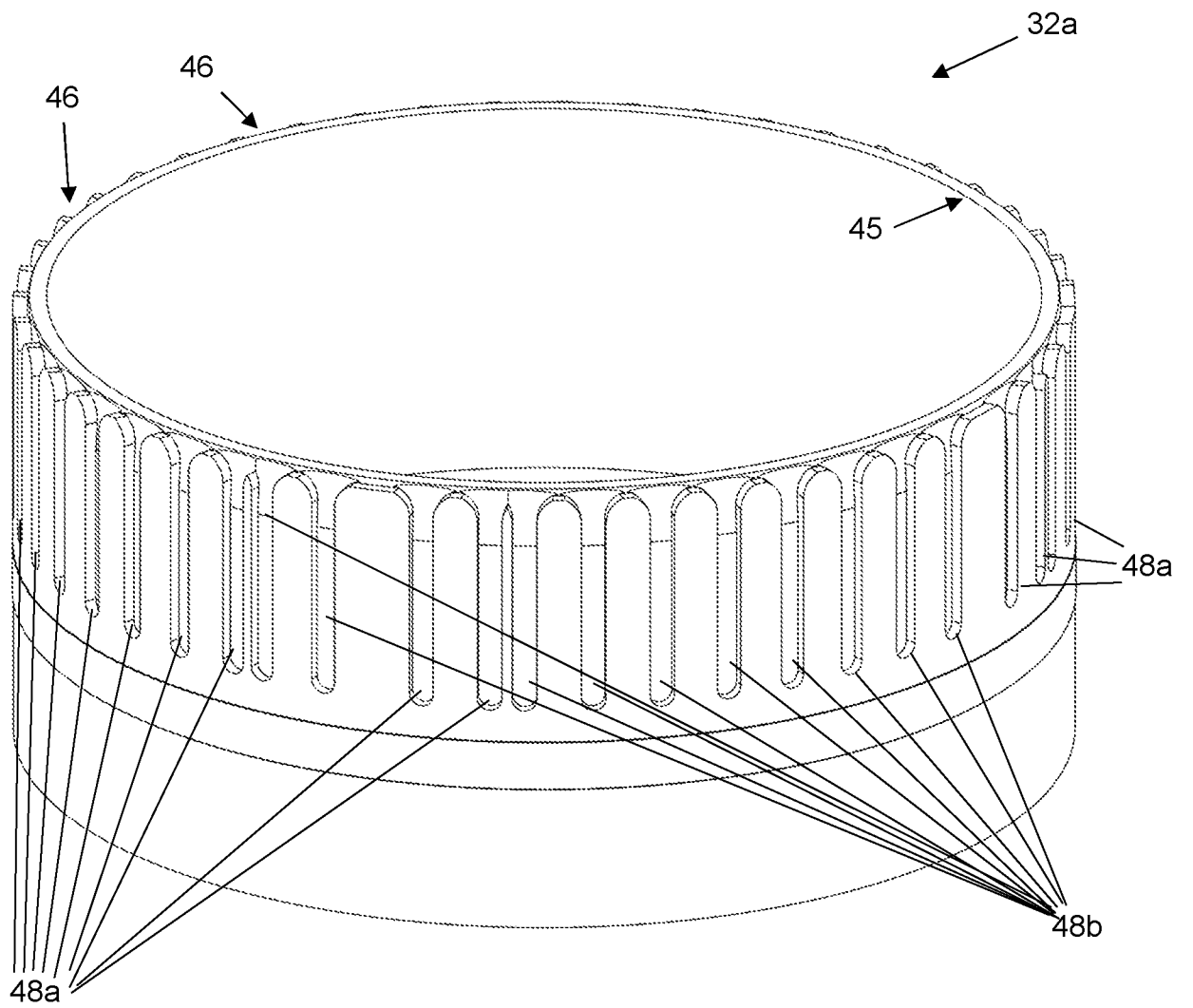


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2020/100488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02K 15/00(2006.01)i; H02K 15/04(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015217936 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH) 23 March 2017 (2017-03-23) abstract paragraph [0046] - paragraph [0049] paragraph [0053] - paragraph [0056] paragraph [0059] - paragraph [0065] figures 1-8	1-7,9
X	DE 102017114021 A1 (STRAMA MPS MASCHB GMBH & CO KG [DE]) 27 December 2018 (2018-12-27) abstract paragraph [0026] - paragraph [0033] paragraph [0050] - paragraph [0059] paragraph [0071] - paragraph [0073] paragraph [0082] - paragraph [0088] figures 1-10	1-4,6-8
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 October 2020		Date of mailing of the international search report 23 October 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Molnar, Sabinus Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2020/100488**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015217922 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23 March 2017 (2017-03-23) abstract paragraph [0014] - paragraph [0016] paragraph [0056] - paragraph [0061] paragraph [0067] - paragraph [0072] figures 1-11	1-7,9
X	CN 109746345 A (SUZHOU AMTF ROBOTS CO LTD) 14 May 2019 (2019-05-14) abstract claims 1-4 figures 1-12,48,49	1-7,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2020/100488

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015217936	A1	23 March 2017	CN	107852074	A	27 March 2018
				DE	102015217936	A1	23 March 2017
				EP	3350907	A1	25 July 2018
				US	2018212499	A1	26 July 2018
				WO	2017045946	A1	23 March 2017
DE	102017114021	A1	27 December 2018	DE	102017114021	A1	27 December 2018
				EP	3642944	A1	29 April 2020
				WO	2018233988	A1	27 December 2018
DE	102015217922	A1	23 March 2017	CN	107925319	A	17 April 2018
				DE	102015217922	A1	23 March 2017
				EP	3350906	A1	25 July 2018
				US	2018212496	A1	26 July 2018
				WO	2017045940	A1	23 March 2017
CN	109746345	A	14 May 2019	CN	109746345	A	14 May 2019
				WO	2020140504	A1	09 July 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02K15/00 H02K15/04
 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	DE 10 2015 217936 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH) 23. März 2017 (2017-03-23) Zusammenfassung Absatz [0046] - Absatz [0049] Absatz [0053] - Absatz [0056] Absatz [0059] - Absatz [0065] Abbildungen 1-8	1-7,9
X	DE 10 2017 114021 A1 (STRAMA MPS MASCHB GMBH & CO KG [DE]) 27. Dezember 2018 (2018-12-27) Zusammenfassung Absatz [0026] - Absatz [0033] Absatz [0050] - Absatz [0059] Absatz [0071] - Absatz [0073] Absatz [0082] - Absatz [0088] Abbildungen 1-10 ----- -/-	1-4,6-8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Oktober 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/10/2020

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

Molnar, Sabinus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2015 217922 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23. März 2017 (2017-03-23) Zusammenfassung Absatz [0014] - Absatz [0016] Absatz [0056] - Absatz [0061] Absatz [0067] - Absatz [0072] Abbildungen 1-11 -----	1-7,9
X	CN 109 746 345 A (SUZHOU AMTF ROBOTS CO LTD) 14. Mai 2019 (2019-05-14) Zusammenfassung Ansprüche 1-4 Abbildungen 1-12,48,49 -----	1-7,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2020/100488

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015217936 A1	23-03-2017	CN 107852074 A	27-03-2018
		DE 102015217936 A1	23-03-2017
		EP 3350907 A1	25-07-2018
		US 2018212499 A1	26-07-2018
		WO 2017045946 A1	23-03-2017

DE 102017114021 A1	27-12-2018	DE 102017114021 A1	27-12-2018
		EP 3642944 A1	29-04-2020
		WO 2018233988 A1	27-12-2018

DE 102015217922 A1	23-03-2017	CN 107925319 A	17-04-2018
		DE 102015217922 A1	23-03-2017
		EP 3350906 A1	25-07-2018
		US 2018212496 A1	26-07-2018
		WO 2017045940 A1	23-03-2017

CN 109746345 A	14-05-2019	CN 109746345 A	14-05-2019
		WO 2020140504 A1	09-07-2020
