

(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  
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/069182 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
H02K 3/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/075745

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. September 2020 (15.09.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 127 369.2  
10. Oktober 2019 (10.10.2019) DE

(71) Anmelder: **EBM-PAPST ST. GEORGEN GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Hermann Papst-Str. 1, 78112 St. Georgen (DE).

(72) **Erfinder:** **JESKE, Frank**; Friedrich-Ebert-Strasse 13, 78112 St. Georgen (DE). **WINTER, Björn**; Am Sonnenberg 28, 79874 Breitenau (DE). **JACOBS, Patrick**; Ludwig-Weisser-Straße 26, 78112 St. Georgen (DE). **BESCH, Jürgen**; Kehrbühlstr. 15, 78083 Dauchingen (DE).

(74) **Anwalt:** **WENDELS, Stefan**; Staeger & Sperling Partnerschaftsgesellschaft mbB, Sonnenstr. 19, 80331 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, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

(54) **Title:** STATOR WITH OPTIMIZED WINDING SPACE

(54) **Bezeichnung:** STATOR MIT OPTIMIERTEM WICKELRAUM

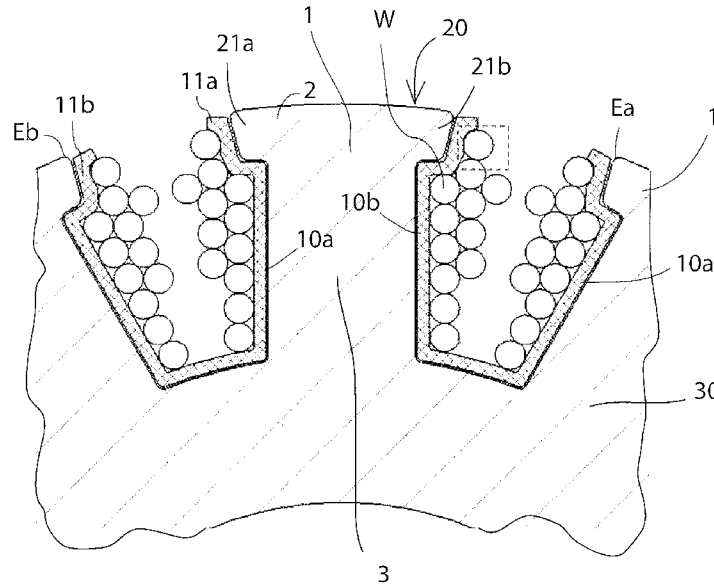


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a winding tooth (1) of a stator of an electric machine, and to a stator with winding teeth of this type with a tooth tip (2) which is arranged on a tooth neck (3) and has a tooth tip end face (20), wherein the tooth tip (2) has two projections (21a, 21b) for reducing motor ripple, which projections (21a, 21b) extend laterally away from the tooth neck (3), wherein in each case one insulation layer (10a, 10b) is provided along the tooth neck (3) and the respective lateral region of the respective projection (21a, 21b), and, in the region of the tooth tip (2), the respective insulation layer (10a, 10b) forms in each case one projection (11a, 11b) extending laterally away from the tooth tip (2).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Wickelzahn (1) eines Stators einer elektrischen Maschine sowie einen Stator mit



WO 2021/069182 A1

NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,  
ZW.

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

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

solchen Wickelzähnen mit einem an einem Zahnhals (3) angeordneten Zahnkopf (2) mit einer Zahnkopfstromseite (20), wobei der Zahnkopf (2) zur Reduktion der Motorwelligkeit zwei Auskragungen (21a, 21b) besitzt, die sich vom Zahnhals (3) seitlich weg erstrecken, wobei je eine Isolationslage (10a, 10b) entlang dem Zahnhals (3) und dem jeweiligen seitlichen Bereich der jeweiligen Auskragung (21a, 21b) vorgesehen ist und die jeweilige Isolationslage (10a, 10b) im Bereich des Zahnkopfes (2) je eine Auskragung (11a, 11b) ausbildet, die sich seitlich vom Zahnkopf (2) weg erstreckt.

---

## Stator mit optimiertem Wickelraum

---

### Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stator mit Zähnen und einem im Bereich des Zahnkopfes optimiertem Wickelraum. Die Erfindung betrifft gleichermaßen geteilte und ungeteilte Statoren.

5

Unter Spulenwickeltechnik versteht man in der Elektroindustrie die Art und Methode des Aufwickelns des elektrischen Leiters (isolierter Draht oder Litze) zu einer Spule. Die Wicklungen von Statoren oder Rotoren von Motoren werden ebenfalls als Spulen bezeichnet. Die Wickeltechnik bestimmt wesentlich die Eigenschaften von wicklungsbehafteten, elektromechanischen Baugruppen. Dazu gehören die Isolationsfestigkeit, der Gütefaktor, die für eine be-

10

stimmte Leistung oder Magnetkraft erforderliche Größe oder auch das magnetische Streufeld. Weil die Anforderungen an die Energieeffizienz stark zunehmen, wachsen auch die Ansprüche an die Entwicklung von Bauteilen für elektromechanische Baugruppen wie z. B. bei Elektromotoren.

5

Elektrische Maschinen wie z. B. Elektromotoren und Generatoren sind üblicherweise aus einem Stator und einem Rotor aufgebaut. Bei Statoren wird der eisenhaltige Körper häufig aus Blech als Stanzteil im Vollschnittverfahren hergestellt, d. h. dass die Lamellen über den gesamten Umfang zusammenhängend sind. Hierbei ist typischerweise das Joch, die Zähne und die Zahnköpfe zusammenhängend – also ohne Trennstelle – aufgebaut. In axialer Richtung bestehen solche Statoren üblicherweise aus mehreren Lamellen, die häufig geklebt, verbacken oder mittels Stanznoppen stanzpaketiert sind.

10

15

Um ein Magnetfeld aufzubauen, wird um die jeweiligen Zähne eine Spule ein Wickeldraht gewickelt. Das abzugebende Drehmoment eines Motors steigt unter anderem mit dem Strom, der durch die Windungen fließt und der Anzahl der Windungen, die um die Zähne gewickelt sind. Insofern ist ein hoher Füllfaktor wünschenswert. Beim Bewickeln von Zähnen mit Zahnköpfen, muss zwischen den benachbarten Zahnköpfen ein Spalt freigehalten werden, damit das Wickelwerkzeug dazwischen passt, was für nadelgewickelte ungeteilte Statoren zutrifft. Alternativen dazu sind flyergewickelte und ggf. geteilte Statoren.

20

25

Um bei einem Motor das designbedingte Rastmoment und die Welligkeit zu reduzieren, besitzen die Zähne häufig sogenannte Zahnköpfe, wie zum Beispiel hammerförmige oder T-förmige Zahnköpfe.

30

Der zuvor genannte Füllfaktor ist die Summe des Querschnitts der eingelegten Kupferdrähte geteilt durch den Querschnitt zwischen den einzelnen Zäh-

nen. Wenn für die elektrische Maschine nur ein sehr geringes Rastmoment und nur eine geringe Welligkeit zugelassen sind, sind aber häufig Zahnköpfe zwingend dazu notwendig. Dann kann – weil zwischen den Zahnköpfen ein gewisser Korridor freizuhalten ist – nur ein durchschnittlicher Kupferfüllfaktor erreicht werden.

Häufig benötigen elektrische Maschinen eine so hohe Leistungsdichte, die nur mit einem hohen Kupferfüllfaktor erreichbar ist.

10 In der DE 102 29 333 A1 und in DE 10022071 A1 sind beispielhafte Statorzähne und Zahnköpfe beschrieben. Die DE 10 2014 114929 A offenbart eine permanentmagneterregte Synchronmaschine in Zahnspulentechnik.

Wünschenswert ist daher eine technisch einfache und effiziente Lösung zur Verbesserung des Füllfaktors bei einem mit Zahnköpfen ausgebildeten Zähnen eines Stators, insbesondere bei einem Stators bei dem die jeweiligen Zahnköpfe einstückig mit dem entsprechenden Zahn ausgebildet sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, vorbesagte Nachteile im Stand der Technik zu überwinden und einen Stator mit Zahnköpfen aufweisenden Zähnen so weiter zu entwickeln, dass eine optimierte Wicklung erzielt wird.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist hierzu die Isolation am Wickelzahn so auszugestalten, dass der Wickeldraht gezielt gestützt wird, um eine geordnete Wicklung zu ermöglichen. Vorzugsweise wird in der Isolationslage, die sich entlang dem Zahnkopf erstreckt, eine Kontur erzeugt, die dem Drahtdurchmesser und dem Wickelschema angepasst ist. Sie ist so ausgeführt, dass auf den Wi-

ckeldraht nach dem Bewicklungsprozess möglichst geringe Verschiebekräfte wirken, so dass der Draht nach dem Ablegen in seiner Zielposition verbleibt. Erfindungsgemäß ist hierzu ein Wickelzahn eines Stators einer elektrischen Maschine mit einem an einem Zahnhals angeordneten Zahnkopf mit einer  
5 Zahnkopfstirnseite (am radial äußeren Ende) vorgesehen, wobei der Zahnkopf zur Reduktion der Motorwelligkeit zwei Auskragungen besitzt, die sich vom Zahnhals seitlich weg erstrecken, wobei je eine Isolationslage entlang dem Zahnhals und dem jeweiligen seitlichen Bereich der jeweiligen Auskragung vorgesehen ist und die jeweilige Isolationslage im Bereich des  
10 Zahnkopfes je eine Auskragung ausbildet, die sich seitlich vom Zahnkopf weg erstreckt. Diese Auskragungen bilden dadurch Halteeinrichtungen zum Positionieren der Wickeldrähte im Bereich des Zahnkopfes aus. Somit gibt es die Möglichkeit die Nut zwischen zwei benachbarten Zähnen mit einem besseren Füllfaktor zu füllen.

15 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass sich die jeweilige Auskragung der jeweiligen Isolationslage im Wesentlichen in die gleiche seitliche Richtung erstreckt, wie die Erstreckungsrichtung der jeweiligen Auskragungen. Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn sich die jeweilige Auskragung jeweils am äußersten seitlichen Endabschnitt des Wickelzahns und  
20 zwar unmittelbar benachbart zur jeweiligen Ecke des Wickelzahns befindet, die am Übergang von der jeweiligen Seitenfläche an den Auskragungen zur Zahnkopfstirnseite ausbildet ist. Somit kann eine maximale Raumausnutzung für die Bewicklung erzielt werden.

25 Eine weitere bevorzugte Maßnahme, dass der Wickeldraht nach dem Ablegen durch das Wickelwerkzeug in seiner Zielposition verbleibt, ist es den Anlagewinkel  $\alpha$  des Wickeldrahtes an der Isolationslage geringer als  $45^\circ$  zu gestalten. Alternativ oder ergänzend kann auch eine Rillenstruktur in die Isolationslage  
30 eingebracht werden, die dem Drahtdurchmesser des Wickeldrahtes

angepasst ist. Somit ist es weiter vorteilhaft, wenn die Isolationslage zumindest im Bereich der jeweiligen Auskragungen des Zahnkopfes eine solche gewellte oder gerillte Oberflächenstruktur zum Lagepositionieren eines Wickeldrahts aufweist, um dadurch eine geordnete Wicklung zu ermöglichen.

5

Dies kann zum Beispiel dadurch bewerkstelligt werden, dass sich die von der Fußpunktmitte des Wickelzahns an die Anlagefläche der Isolationslage im Bereich der jeweiligen Auskragungen verlaufende Tangente unter einem Winkel  $\alpha$  orientiert zur mittigen Wickelzahnachse verläuft, wobei  $\alpha < 45^\circ$  ist.

10 Allerdings ist der Schnittpunkt in der "Fußpunktmitte" nicht fix. Wichtiger ist der gewählte Winkel zwischen den beiden Linien.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft einen Stator mit einem Statorzentrum, an dem eine Mehrzahl sich radial nach außen weg erstreckende, wie zuvor beschriebene Wicklezähne ausgebildet sind, wobei wenigstens einer vorzugsweise jedoch alle Wicklezähne sowohl im Bereich des Zahnhalses als auch im Bereich des Zahnkopfs mit einem Wickeldraht mit einem Wickeldrahtdurchmesser  $D_W$  umwickelt ist.

15

20 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass in Umfangsrichtung betrachtet zwischen je zwei unmittelbar benachbarten Wicklezähnen ein Nutzschlitz vorhanden ist und für die Breite des Nutzschlitzes folgende Bedingung gilt:  $B_N \geq 2,5 \cdot D_W$ , wobei  $D_W$  wie zuvor angegeben der Wickeldrahtdurchmesser des Wickeldrahtes des bewickelten Stators ist.

25

Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn für die Höhe des Zahnkopfes  $H_{ZK}$  im Bereich der Auskragungen im Verhältnis zur Höhe des Wickelzahns  $H_{WZ}$  folgendes Verhältnis gilt:  $H_{ZK} \geq 0,1 \cdot H_Z$ . Selbstredend ist dabei, dass der Zahnkopf natürlich nie mehr als ca. 20% der Höhe des Zahnes haben soll, so dass ein optimaler Bereich zwischen 10% und 20% liegt.

30

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Auskrugung der jeweiligen Isolationslage eine Länge  $L_a$  aufweist, die mindestens 30% weiter vorteilhaft mindestens 50% des Wickeldrahtdurchmessers  $D_W$  des Wickeldrahtes entspricht.

Weiter Vorteilhaft ist es, wenn der Füllfaktor um etwa 18% - 25% größer ist im Vergleich zu einem identisch ausgebildeten Stator mit Wickelzähnen gleicher Anordnung und Geometrie, jedoch ohne das Vorhandensein einer Isolationslage im Bereich des Zahnkopfes.

Ein noch weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft einen Elektromotor aufweisend einen wie zuvor beschriebenen Stator.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Ansicht eines Teilbereichs eines Stators mit drei Zähnen und

Fig. 2 eine weitere Darstellung eines Ausführungsbeispiels.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Figuren 1 und 2 näher beschrieben, wobei gleiche Bezugszeichen in den Figuren auf gleiche strukturelle und/oder funktionale Merkmale hinweisen.

In der Figur 1 findet sich eine Ansicht eines Teilbereichs eines Stators 30 mit

drei Wickelzähnen 1, wobei die beiden äußeren Wickelzähne 1 nur zum Teil zu sehen sind. Jeder Wickelzahn 1 besitzt einen Zahnhals 3 an dessen Ende einstückig und einteilig ein Zahnkopf 2 ausgebildet ist.

Der Zahnkopf 2 ist als T-förmiger Zahnkopf ausgebildet und besitzt an seinem radial äußeren Ende eine Zahnkopfstirnseite 20. Der Zahnkopf 2 besitzt zwei Auskragungen 21a, 21b, die sich vom Zahnhals 3 seitlich weg in Richtung des jeweils benachbarten Zahnkopfes 2 des benachbarten Wickelzahns 1 erstrecken.

Ferner ist zu erkennen, dass die Nut zwischen zwei Wickelzähnen 1 mit einer Isolationslage 10a, 10b versehen ist, die jeweils an der Oberfläche der Wickelzähne 1 entlang dem Zahnhals 3 und dem jeweiligen seitlichen Bereich der jeweiligen Auskragungen 21a, 21b vorgesehen ist. Der Wickelzahn 1 besitzt im Bereich der Zahnkopfstirnseite 20 keine Isolationslage 10a, 10b.

Wie ebenfalls in den Figuren 1 und 2 zu erkennen, bildet die jeweilige Isolationslage 10a, 10b, die jeweils im Bereich des Zahnkopfes 2 vorgesehen ist, je eine Auskragung 11a, 11b aus, die sich seitlich vom Zahnkopf 2 weg erstreckt und zwar ebenso in Richtung R des jeweils benachbarten Zahnkopfes 2 des benachbarten Wickelzahns 1. Der so gebildete Vorsprung der Länge  $L_a$  bezogen auf die Oberseite der Isolationslage stellt eine Positioniereinrichtung für den Wickeldraht W dar. Die Positionierung zu geordneter Wicklung kann noch dadurch verbessert werden, dass die Isolationslage 10a, 10b zumindest im Bereich des Zahnkopfes 2 eine wellenförmige Ausnehmung 14 aufweist, in die der Wickeldraht eintauchen kann und sich dadurch in einer fest definierten Position am Wickelzahn 1 befindet.

Ebenfalls ist erkennbar in den beiden Figuren 1 und 2, dass sich die jeweilige Auskragung 11a, 11b jeweils am äußersten seitlichen Endabschnitt des Wickelzahns 1 und zwar unmittelbar benachbart zur jeweiligen Ecke  $E_a$ ,  $E_b$  des Wickelzahns 1 befindet, wobei die Ecken  $E_a$ ,  $E_b$  den Übergang von der je-

weiligen Seitenfläche an den Auskragungen 21a, 21b zur Zahnkopfstirnseite 20 definieren.

Der Nutzschlitz 31 zwischen je zwei unmittelbar benachbarten Wickelzähnen 1 besitzt die Breite  $B_N = 4,5 \cdot D_W$ . Für die Höhe des Zahnkopfes  $H_{ZK}$  im Bereich der Auskragungen 21a, 21b im Verhältnis zur Höhe des Wickelzahns  $H_{WZ}$  gilt bei diesem Ausführungsbeispiel:  $H_{ZK} = 0,15 \cdot H_Z$ .

In der Figur 2 ist die Orientierung der Anlagefläche A zur besseren Erläuterung dargestellt. Es ist eine Tangente an die Anlagefläche A der Isolationslage 10b gezeigt. Die Tangente T verläuft unter einem Winkel von  $30^\circ$  orientiert zur Radialrichtung der Wickelzahnachse  $W_a$ .

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

## Ansprüche

1. Wickelzahn (1) eines Stators einer elektrischen Maschine mit einem  
5 an einem Zahnhals (3) angeordneten Zahnkopf (2) mit einer Zahnkopf-  
stirnseite (20), wobei der Zahnkopf (2) zur Reduktion der Motor-  
welligkeit zwei Auskragungen (21a, 21b) besitzt, die sich vom Zahn-  
hals (3) seitlich weg erstrecken, wobei je eine Isolationslage (10a,  
10b) entlang dem Zahnhals (3) und dem jeweiligen seitlichen Bereich  
10 der jeweiligen Auskragung (21a, 21b) vorgesehen ist und die jeweilige  
Isolationslage (10a, 10b) im Bereich des Zahnkopfes (2) je eine Aus-  
kragung (11a, 11b) ausbildet, die sich seitlich vom Zahnkopf (2) weg  
erstreckt, wobei die jeweilige Auskragung (11a, 11b) jeweils am äu-  
ßersten seitlichen Endabschnitt des Wickelzahns (1) und zwar unmit-  
15 telbar benachbart zur jeweiligen Ecke (Ea, Eb) des Wickelzahns (1),  
die am Übergang von der jeweiligen Seitenfläche an den Auskragun-  
gen (21a, 21b) zur Zahnkopfstirnseite (20) ausbildet ist und die Isolati-  
onslage (10a, 10b) zumindest im Bereich der jeweiligen Auskragun-  
gen (21a, 21b) des Zahnkopfes (2) eine gewellte oder gerillte Oberflä-  
20 chenstruktur zum Lagepositionieren eines Wickeldrahts (W) aufweist.
2. Wickelzahn (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich  
die jeweilige Auskragung (11a, 11b) der jeweiligen Isolationslage (10a,  
10b) im Wesentlichen in die gleiche Richtung (R) erstreckt, wie die Er-  
25 streckungsrichtung der jeweiligen Auskragungen (21a, 21b).
3. Wickelzahn (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass die sich an die Anlagefläche (A) der Isolations-  
30 lage (10a, 10b) im Bereich der jeweiligen Auskragungen (21a, 21b)

verlaufende Tangente (T) unter einem Winkel  $\alpha$  orientiert zur radial nach außen verlaufenden Wickelzahnachse (Wa) verläuft, wobei  $\alpha < 45^\circ$  ist.

- 5 4. Stator (30) mit einem Statorzentrum, an dem ein Wickelzahn (1) oder eine Mehrzahl sich radial nach außen weg erstreckende Wickelzähne (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgebildet sind, wobei wenigstens einer der Wickelzähne (1) sowohl im Bereich des Zahnhalbes (3) als auch im Bereich des Zahnkopfes (2) mit einem Wickeldraht (W) mit einem Wickeldrahtdurchmesser  $D_W$  umwickelt ist.
- 10
5. Stator (30) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in Umfangsrichtung betrachtet zwischen je zwei unmittelbar benachbarten Wickelzähnen (1) ein Nutzschlitz (31) vorhanden ist und die Breite des Nutzschlitzes (31)  $B_N \geq 2,5 \cdot D_W$ .
- 15
6. Stator (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass für die Höhe des Zahnkopfes  $H_{ZK}$  im Bereich der Auskragungen (21a, 21b) im Verhältnis zur Höhe des Wickelzahns  $H_{WZ}$  folgendes gilt:  $H_{ZK} \geq 0,1 \cdot H_Z$ .
- 20
7. Stator (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auskragung (11a, 11b) der jeweiligen Isolationslage (10a, 10b) eine Länge  $L_a$  aufweist, die mindestens 30% des Wickeldrahtdurchmessers  $D_W$  des Wickeldraht (W) entspricht.
- 25
8. Elektromotor aufweisend einen Stator (30) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7.



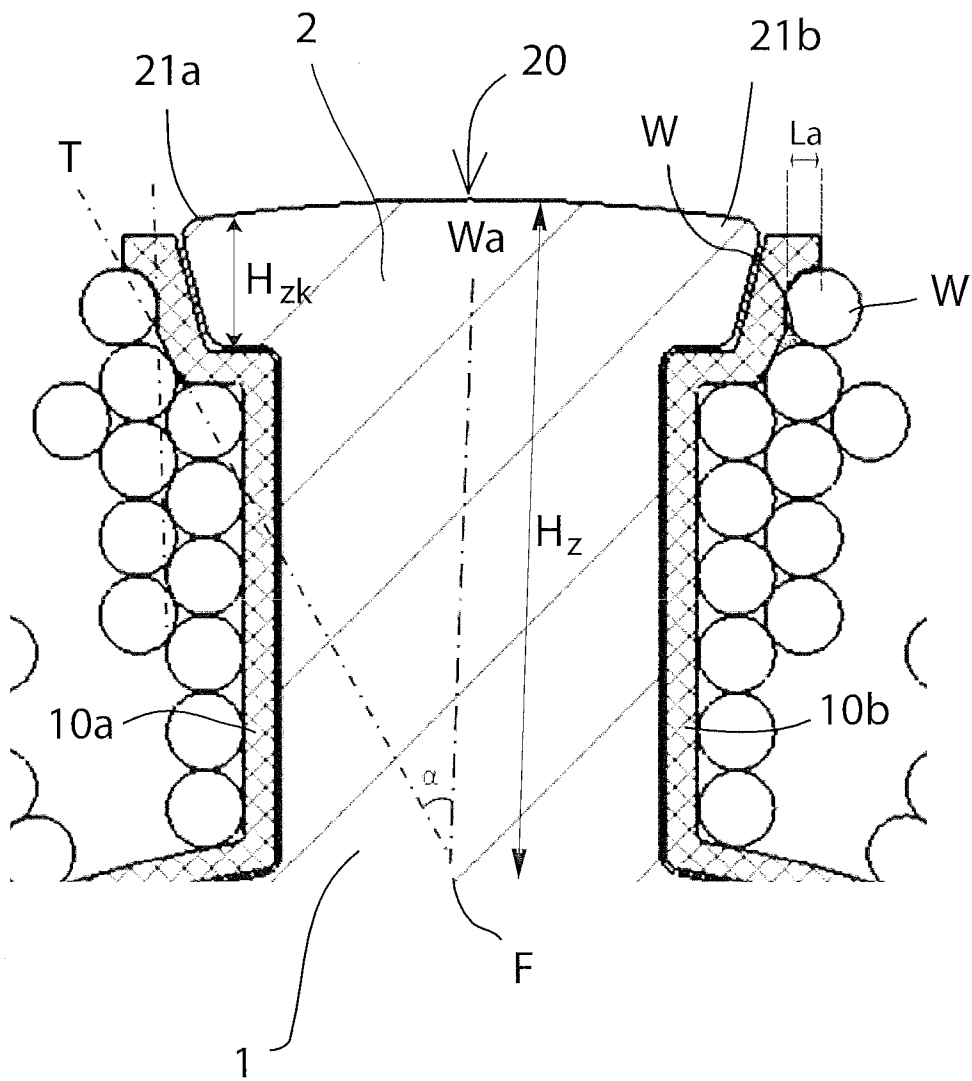


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/075745

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H02K 3/32</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2006320167 A (NISSAN MOTOR) 24 November 2006 (2006-11-24) paragraph [0022] - paragraph [0026]; figure 3	1,2,4-8 3
A	US 8941274 B2 (GIANNI CHRISTIAN [US]; SCHLICKMANN MARCELO N [BR] ET AL.) 27 January 2015 (2015-01-27) abstract; figure 6	4
A	JP 2007288983 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES; TOYOTA MOTOR CORP) 01 November 2007 (2007-11-01) abstract; figures	1
A	US 10044240 B2 (MANDO CORP [KR]) 07 August 2018 (2018-08-07) abstract; figures 2-5	1
A	WO 2015093157 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]) 25 June 2015 (2015-06-25) figures 4, 5	1
A	JP 2008061368 A (TOYOTA MOTOR CORP; SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 13 March 2008 (2008-03-13) abstract; figure	1
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <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>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>30 November 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>09 December 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Zanichelli, Franco</b>  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2020/075745**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102015208414 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 November 2016 (2016-11-10) abstract; figures 2-5	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/075745**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2006320167	A	24 November 2006	JP	4882274	B2	22 February 2012
				JP	2006320167	A	24 November 2006
US	8941274	B2	27 January 2015	DE	102013100910	A1	26 September 2013
				US	2013249327	A1	26 September 2013
JP	2007288983	A	01 November 2007	JP	4869772	B2	08 February 2012
				JP	2007288983	A	01 November 2007
US	10044240	B2	07 August 2018	NONE			
WO	2015093157	A1	25 June 2015	JP	WO2015093157	A1	16 March 2017
				WO	2015093157	A1	25 June 2015
JP	2008061368	A	13 March 2008	JP	4680154	B2	11 May 2011
				JP	2008061368	A	13 March 2008
DE	102015208414	A1	10 November 2016	CN	107534330	A	02 January 2018
				DE	102015208414	A1	10 November 2016
				WO	2016177500	A1	10 November 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K3/32 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2006 320167 A (NISSAN MOTOR) 24. November 2006 (2006-11-24)	1,2,4-8
A	Absatz [0022] - Absatz [0026]; Abbildung 3 -----	3
A	US 8 941 274 B2 (GIANNI CHRISTIAN [US]; SCHLICKMANN MARCELO N [BR] ET AL.) 27. Januar 2015 (2015-01-27) Zusammenfassung; Abbildung 6 -----	4
A	JP 2007 288983 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES; TOYOTA MOTOR CORP) 1. November 2007 (2007-11-01) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1
A	US 10 044 240 B2 (MANDO CORP [KR]) 7. August 2018 (2018-08-07) Zusammenfassung; Abbildungen 2-5 -----	1
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
30. November 2020		09/12/2020
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  Zanichelli, Franco

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2015/093157 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]) 25. Juni 2015 (2015-06-25) Abbildungen 4, 5 -----	1
A	JP 2008 061368 A (TOYOTA MOTOR CORP; SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 13. März 2008 (2008-03-13) Zusammenfassung; Abbildung -----	1
A	DE 10 2015 208414 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. November 2016 (2016-11-10) Zusammenfassung; Abbildungen 2-5 -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/075745

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2006320167 A	24-11-2006	JP 4882274 B2 JP 2006320167 A	22-02-2012 24-11-2006
US 8941274 B2	27-01-2015	DE 102013100910 A1 US 2013249327 A1	26-09-2013 26-09-2013
JP 2007288983 A	01-11-2007	JP 4869772 B2 JP 2007288983 A	08-02-2012 01-11-2007
US 10044240 B2	07-08-2018	KEINE	
WO 2015093157 A1	25-06-2015	JP WO2015093157 A1 WO 2015093157 A1	16-03-2017 25-06-2015
JP 2008061368 A	13-03-2008	JP 4680154 B2 JP 2008061368 A	11-05-2011 13-03-2008
DE 102015208414 A1	10-11-2016	CN 107534330 A DE 102015208414 A1 WO 2016177500 A1	02-01-2018 10-11-2016 10-11-2016