

(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
12. November 2020 (12.11.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/224701 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 11/25 (2016.01) G01K 1/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2020/100310

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2020 (16.04.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 111 825.5
07. Mai 2019 (07.05.2019) DE

(71) Anmelder: SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG &
CO. KG [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenau-
rach (DE).

(72) Erfinder: BEXEL, Andreas; Sandbuckel 6, 77830 Bühler-
tal (DE).

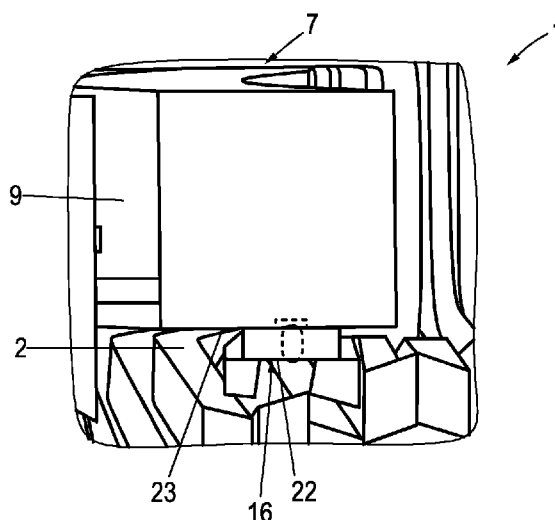
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO,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

(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,

(54) Title: STATOR FOR AN ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung: STATOR FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE

FIG. 6



(57) Abstract: The invention relates to a stator for an electric machine, having a winding (2) comprising a plurality of interconnected conductors (3) assigned to one or more phases, wherein the ends (6) of at least some of the conductors (3) protrude axially or radially beyond the winding (2) at the inner circumference and/or at the outer circumference of the winding (2), wherein an interconnection ring (7), to which the conductors (3) are connected, is positioned axially or radially on the winding (2), and at least one temperature sensor (16) is arranged at the interconnection ring (7) and is in thermal contact with the winding (2).

(57) Zusammenfassung: Stator für eine elektrische Maschine, mit einer Wicklung (2) umfassend eine Mehrzahl an einer oder mehreren Phasen zugeordneten Leitern (3), die untereinander verschaltet sind, wobei die Enden (6) zumindest eines Teils der Leiter (3) am Innenumfang und/oder am Außenumfang der Wicklung (2) axial oder radial über die Wicklung (2) hervorstehen, wobei ein Verschaltungsring (7) axial oder radial auf die Wicklung (2) aufgesetzt ist, an welchem die Leiter (3) angeschlossen sind, und wobei am Verschaltungsring (7) wenigstens ein in thermischem Kontakt mit der Wicklung (2) stehender Temperatursensor (16) angeordnet ist.

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Stator für eine elektrische Maschine

- 5 Die Erfindung betrifft einen Stator für eine elektrische Maschine, mit einer Wicklung umfassend eine Mehrzahl an einer oder mehreren Phasen zugeordneten Leitern, die untereinander verschaltet sind.

Elektrische Maschinen umfassend einen Rotor und einen Stator kommen in unter-
10 schiedlichen Anwendungsbereichen zum Einsatz. Lediglich exemplarisch ist die Verwendung von elektrischen Maschinen für elektrische Hybridfahrzeuge und Elektrofahrzeuge oder für Nabenantriebe zu nennen. Wird eine solche elektrische Maschine als Antriebsmaschine verwendet, ist sie zumeist als Innenläufer ausgeführt, das heißt, dass der Stator den innenliegenden Rotor umgibt. Über den Stator wird ein wandern-
15 des Magnetfeld erzeugt, über das die Rotation des Rotors erwirkt wird. Hierzu weist der Stator eine Wicklung auf, bestehend aus einer Vielzahl an Leitern, wobei die Leiter einer oder üblicherweise mehreren Phasen zugeordnet sind.

Nicht nur die Anzahl der Phasen geht in die Auslegung der Wicklungsgeometrie ein,
20 sondern auch die Anzahl der Drähte pro Phase sowie die Anzahl der Drähte pro Nut innerhalb der Statorverzahnung und die Anzahl der Polpaare. Durch diese Vielfalt an Leitern und Wickelparametern entsteht ein komplexes Geflecht an Leitern, das in unterschiedlichen Wicklungstechnologien aufgebaut wird. Zu nennen sind beispielsweise die sogenannte Hairpin- oder Stabwellenwicklung. Hierbei werden die Leitern mittels
25 U-förmig gebogener Stäbe, die zur Bildung eines Wicklungskorbes zusammengesetzt werden, gebildet. Die Leiter sind auf einer Mehrzahl von Radialebenen verlegt, wobei die Leiter quasi von Ebene zu Ebene wandern. Sie sind zur Bildung quasi mäanderförmiger, umlaufender Leiter an ihren Enden entsprechend zu verbinden, was üblicherweise durch Verschweißen der Leiterenden, die benachbart zueinander liegen,
30 erfolgt. Die Leiterenden laufen an einem Punkt respektive an einer Wicklungsseite in Form eines sogenannten Sterns zusammen, wo sie miteinander verbunden werden. In diesem Bereich ist auch die Anbindung der einzelnen Phasen an eine externe Stromversorgung, oft auch Hochvolt-Terminal genannt, welche Stromversorgung zur Erzeu-

- 2 -

gung des Magnetfelds dient, vorzunehmen, was oft aus Bauraumgründen nur sehr kompliziert zu realisieren ist.

- Im Betrieb der elektrischen Maschine ist des Weiteren die Wicklungstemperatur zu erfassen, wozu ein Temperatursensor verwendet wird, zumeist ein NTC- oder PTC-Widerstandselement. Die thermische Kopplung dieses Temperatursensors mit der Wicklung gestaltet sich schwierig, da die Wicklung sehr eng gewickelt respektive bestückt ist, so dass der Temperatursensor nicht in die Wicklung eingesetzt respektive zwischen benachbarte Drähte eingebracht werden kann. Daher werden zumeist Temperatursensoren mit einer äußeren Schutzhülle, insbesondere einer Kunststoffhülle wie beispielsweise ein Schrumpfschlauch, verwendet, welche Schutzhülle den Sensorkopf vollständig und einen Anschlussleiter zumindest auf einem Teil seiner Länge umgibt, wobei der sensorkopfseitige Endabschnitt der Kunststoffhülle verschlossen ist. Der Temperatursensor, meist ein zweipoliger Sensor, enthält ebenfalls ein Kabel, das in geeigneter Art und Weise mit der Leistungselektronik verbunden wird. Oftmals muss das Kabel einen weiten Weg vom Sensor bis hin zur Leistungselektronik überbrücken, da ein geeigneter Anschlussleiter, an dem der Temperatursensor überhaupt angeschlossen werden kann, relativ weit von der Leistungselektronik beabstandet ist.
- Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen demgegenüber verbesserten, möglichst kompakt aufgebauten Stator anzugeben.

Zur Lösung dieses Problems ist bei einem Stator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Enden zumindest eines Teils der Leiter am Innenumfang und/oder am Außenumfang der Wicklung axial oder radial über die Wicklung hervorstehen, wobei ein Verschaltungsring axial oder radial auf die Wicklung aufgesetzt ist, an welchem die Leiter angeschlossen sind, und wobei am Verschaltungsring wenigstens ein in thermischem Kontakt mit der Wicklung stehender Temperatursensor angeordnet ist.

30

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, die eigentliche Leiterverschaltung sowie die Anordnung des Temperatursensors quasi in einer gemeinsamen Baueinheit zu integrieren, nämlich in einem Verschaltungsring, der axial stirnseitig oder radial innen oder außen

- 3 -

auf die Wicklung aufgesetzt ist, und der der Leiterverschaltung dient, an dem aber auch gleichzeitig der Temperatursensor angeordnet ist, der mit der Wicklung thermisch gekoppelt ist und bevorzugt axial, radial oder tangential an der Wicklung anliegt. Das heißt, dass die beiden Systeme „Verschaltung“ und „Temperaturerfassung“
5 nicht mehr unabhängig voneinander respektive nacheinander zu montieren sind, sondern über eine gemeinsame Baueinheit montiert werden können.

Der Verschaltungsring selbst ermöglicht es, die eigentliche Leiterverschaltung, also die Verschaltung der einzelnen Leiter zur Bildung der entsprechenden phasenspezifischen Mäanderstrukturen, und die Verschaltung zur Kopplung mit der Stromversorgung über ein Hochvolt-Terminal zu trennen, wobei die Verschaltung quasi radial innenliegend und der Anschluss an die Stromversorgung radial außenliegend vorgesehen werden kann, beispielsweise wenn die Enden wenigstens zweier einer Phase zugeordneter Leiter radial oder axial nach außen hervorstehen und mit einem radial außerhalb der Wicklung angeordneten Stromanschluss verbunden sind. Zur eigentlichen Leiterverschaltung dient demzufolge der Verschaltungsring, also ein separat auf die Wicklung aufgesetzter Leiterring, der axial oder radial auf die Windung aufgesetzt wird. Dieser Verschaltungsring greift in den Bereich von am Innenumfang und/oder am Außenumfang der Wicklung axial oder radial hervorstehender Leiterenden z.B.
10 beim axialen Aufsetzen radial zwischen den Bereich des Innen- und Außenumfangs der Wicklung axial über die Wicklungen hervorstehender Leiterenden. Die Leiterenden sind den einzelnen Leiterabschnitten, soweit diese nicht auf anderen, z. B. weiter innenliegenden Radialebenen miteinander verbunden sind, zugeordnet. Die Leiterenden werden an dem Verschaltungsring angeschlossen, üblicherweise mit ihm verschweißt,
15 so dass über den Verschaltungsring die entsprechenden phasenspezifischen Leiterstrukturen erzeugt werden.

Zur Verbindung der Wicklung mit dem eigentlichen Stromanschluss sind beispielsweise entsprechende Leiterenden, die einer Phase zugeordnet sind, radial oder axial
20 nach außen hervorstehend geführt. Ein radial neben dem Wicklungskopf angeordneter Stromanschluss kann nun mit diesen radial oder axial nach außen geführten Leiterenden entsprechend verbunden werden, so dass der HV-Stromanschluss respekti-

- 4 -

ve die einzelnen phasenbezogenen Terminals mit den entsprechenden phasenspezifischen Leiterenden verbunden, auch hier natürlich verschweißt werden können.

An diesem Verschaltungsring ist nun erfindungsgemäß des Weiteren der Temperatursensor angeschlossen, also am Ring integriert, so dass sich eine gemeinsame Baueinheit ergibt, die einerseits der Leiterverschaltung, andererseits der Temperaturerfassung dient. Das heißt, dass durch Anbringung des Verschaltungsringes, beispielsweise axiales Aufsetzen des Verschaltungsringes, gleichzeitig auch der Temperatursensor positioniert ist und in thermischen Kontakt mit der Wicklung gebracht ist. Hierzu sitzt der Temperatursensor beispielsweise bei axialem Aufsetzen des Verschaltungsringes auch axial anliegend auf der Wicklung auf, bei einer radialen Anordnung des Verschaltungsringes würde er radial aufsitzen.

Die erfindungsgemäße, kombinierte Baueinheit aus Verschaltungsring samt Temperatursensor ermöglicht den Aufbau eines sehr kompakten Stators bei gleichzeitiger vereinfachter Montage. Aufgrund der quasi verschachtelten, z. B. axialen und radialen Anordnung von Verschaltungsring und Stromversorgungsterminal ergibt sich ein sehr kompakter, platzsparender Aufbau. Darüber hinaus ist auch die Montage vereinfacht, da die über den Verschaltungsring zu verbindenden Leiter respektive Drähte lediglich abgelängt und in die entsprechende Position beim Zusammenstecken des Wicklungskorbs gebracht werden müssen, um mit den entsprechenden Verbindungsterminals des Verschaltungsringes verbunden zu werden, die natürlich entsprechend positioniert sind. Sowohl das Ablängen als auch das Zusammensetzen kann in einem automatisierten Montageprozess erfolgen, wie natürlich auch aufgrund der einfachen Verbindung von Leiterenden und Verschaltungsring entsprechende Toleranzen ausgeglichen werden können. Dies nicht zuletzt auch durch den Umstand, dass der Verschaltungsring und die Stromversorgung respektive das HV-Terminal zwei separate Baugruppen sind, die in unterschiedlichen Prozessschritten mit dem Stator respektive dann auch der fertigen elektrischen Maschine verbunden werden.

Gleichzeitig mit dem Aufsetzen des Verschaltungsringes erfolgt aber auch die Montage und thermische Kopplung des Temperatursensors, das heißt, dass zur Sensormontage keine zusätzlichen, separaten Montageschritte erforderlich sind. Vielmehr kann,

- 5 -

wenn der Verschaltungsring automatisch gesetzt und montiert wird, auch die Temperatursensormontage automatisiert werden, was den gesamten Montageprozess vereinfacht. Darüber hinaus ist aufgrund der Integration des Temperatursensors in den Verschaltungsring eine sehr kompakte Bauweise möglich, da keine separaten Leitungen und dergleichen zur elektrischen Verbindung des Temperatursensors erforderlich sind, nachdem die Leitungsverbindung zur Leistungselektronik ebenfalls durch den Verschaltungsring geführt werden kann.

Der Verschaltungsring selbst weist zweckmäßigerweise ein Gehäuse auf, in dem mehrere separate Leitungsbrücken angeordnet sind, wobei der Temperatursensor im oder am Gehäuse, sowie zur Wicklung hin vorspringen, angeordnet ist. Die integrierte Baueinheit weist also ein sie nach außen hin abschließendes Gehäuse auf, was es ermöglicht, die Baueinheit komplett vorzufertigen und als kompaktes Gehäusebauteil zu montieren. In dem Gehäuse sind mehrere Leitungsbrücken, bei denen es sich um stabile Bleche handelt, die geometrisch so geformt sind, dass sie die zu verbindenden Leiterenden erreichen, zu dem entsprechenden Schaltungsring gruppiert und ermöglichen ein einfaches Überbrücken entsprechender Abstände sowohl in Umfangs- als auch in Radialrichtung. Diese Leitungsbrücken sind natürlich, ebenso wie die einzelnen Leiter, gegeneinander isoliert. In oder an dem Gehäuse ist des Weiteren der Temperatursensor angeordnet, derart, dass er aus dem oder am Gehäuse zur Wicklung hin vorspringt. Das Gehäuse bietet also eine einfache, standardisierte Schnittstelle zur Positionierung und Montage des Temperatursensors, so dass sichergestellt ist, dass der Temperatursensor stets in einer Weise positioniert ist, die eine sichere thermische Kontaktierung mit der Wicklung ermöglicht.

Das Gehäuse, in dem die Brücken und an dem der Temperatursensor angeordnet ist, weist bevorzugt entsprechende radiale Durchbrechungen für die hier austretenden, vorspringenden Anschlüsse der einzelnen Leiterbrücken auf, und eine oder mehrere, entsprechende Anzahl an zu montierender Temperatursensoren, axiale Durchbrechungen, durch die der oder die Temperatursensoren, von denen natürlich auch mehrere vorgesehen sein können, aus dem Gehäuse vorspringen und zur Wicklung hin ragen, oder durch die die Anschlussleitungen der außen am Gehäuse angeordneten Temperatursensoren laufen. Diese Ausgestaltung ist bei einem axialen Aufsetzen des

Verschaltungsring zweckmäßig. Wird der Verschaltungsring radial aufgesetzt, so können die Durchbrechungen und die vorspringenden Leiterbrückenabschnitte axial vorspringen, während die Durchbrechungen für die Temperatursensoren radial ausgerichtet sind, so dass die Temperatursensoren radial an dem Außenumfang der Wicklung anliegen. Das Gehäuse ist bevorzugt ein Kunststoffgehäuse, was eine einfache Herstellung ermöglicht.

Gemäß einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Temperatursensor über ein elastisches Element gegen die Wicklung angefedert ist.

Über dieses elastische Element und die Anfederung ist sichergestellt, dass der Temperatursensor einerseits fest gegen die Wicklung gedrückt wird, mithin also in einen festen thermischen Kontakt gebracht wird. Andererseits können hierüber auch etwaige Toleranzen zwischen dem Verschaltungsring respektive dem Gehäuse und der Wicklungsoberfläche ausgeglichen werden.

Natürlich kann der Temperatursensor auch positionsfest, also nicht über ein elastisches Element flexibel am Gehäuse angeordnet sein, wenn sichergestellt ist, dass er in definierten thermischen Kontakt mit der Kontaktfläche der Wicklung kommt.

Kommt ein solches elastisches Element zum Einsatz, so wird als ein solches bevorzugt ein Kunststoffbauteil, insbesondere ein Silikon- oder Elastomerbauteil verwendet, alternativ kann auch ein Federelement vorgesehen werden. Für eine bessere Temperaturleitfähigkeit kann das elastische Element auch ein Metallelement, insbesondere einen Kupferkern aufweisen, das mit dem Temperatursensor thermisch gekoppelt ist, so dass das Metallelement quasi an der Wicklung anliegt und thermisch mit dem Temperatursensor, der dann quasi indirekt mit der Wicklung gekoppelt ist, verbunden ist. Dies ermöglicht es, die Temperatur direkter und besser an den Temperatursensor bzw. die sogenannte „Sensorperle“ geleitet werden.

Besonders bevorzugt wird der Temperatursensor und/oder das Metallelement bevorzugt natürlich beide, in das Kunststoffbauteil eingebettet, also beispielsweise in das Silikon- oder Elastomerbauteil eingespritzt oder eingegossen. Hieraus ergibt sich ein kompaktes Temperatursensorbauteil, das die Flexibilität respektive Federeigenschaft

- 7 -

zur Verfügung stellt, so dass der eingebettete Temperatursensor, der beispielsweise in Form einer Sensorperle ausgeführt ist und beispielsweise geringfügig aus dem Kunststoffmaterial herausragt, entsprechend angefedert werden kann. Darüber hinaus kann, wenn auch das Metallelement, beispielsweise in Form eines oder mehrerer geeigneter Metallstreifen oder dergleichen, mit eingebettet ist, durch dieses gemeinsame Einbetten in großflächigen thermischen Kontakt mit der benachbarten Wicklung gebracht werden, das heißt, dass sich mithin ein größeres flächiges Temperatursensorbauteil ergibt.

- 10 Der Temperatursensor bzw. das Temperatursensorbauteil kann, wie bereits beschrieben, axial, radial oder tangential an der Wicklung anliegen. Letztlich hängt die Ausrichtung und thermische Kopplung des Sensors davon ab, wie der Verschaltungsring auf die Wicklung auf- respektive an diese angesetzt wird.
- 15 Der Temperatursensor selbst ist bevorzugt ein Thermoelement, z. B. ein NTC- oder ein PTC-Sensor. Während es bereits ausreichend ist, nur einen Temperatursensor am Verschaltungsring vorzusehen, ist es natürlich auch denkbar, mehrere Temperatursensoren bzw. Temperatursensorbauteil am Verschaltungsring verteilt anzuordnen.
- 20 Neben dem Stator selbst betrifft die Erfindung ferner eine elektrische Maschine, umfassend einen Stator der vorstehend beschriebenen Art.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Die Zeichnungen sind schematische Darstellungen und zeigen:

Figur 1 eine Prinzipdarstellung in Form einer Teilansicht eines erfindungsgemäßen Stators,

30 Figur 2 eine Teilansicht des Verschaltungsrings,

Figur 3 eine Prinzipdarstellung verschiedener Leitungsbrücken des Verschaltungsrings aus Figur 2 nebst zweier Temperatursensorbauteilen,

Figur 4 eine vergrößerte Prinzipdarstellung in Perspektivansicht eines Temperatursensorbauteils,

5 Figur 5 eine Perspektivansicht des eigentlichen Temperatursensors, und

Figur 6 eine Teilansicht des Stators mit aufgesetztem Verschaltungsring und in thermischem Kontakt befindlichen Temperatursensorbauteil.

10 Figur 1 zeigt in Form einer Teilansicht eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Stators 1 einer elektrischen Maschine, mit einer Wicklung 2 umfassend eine Mehrzahl an Leitern 3, die im gezeigten Beispiel drei separaten Phasen zugeordnet sind. Es können auch mehr oder weniger Phasen vorgesehen sein. Jeder Leiter 3 ist quasi als U-förmige Klammer ausgeführt, wobei eine Vielzahl solcher U-förmiger Lei-
15 ter, oft auch Hairpins genannt, zu der Wicklung 2, die auch als Wicklungskorb bezeichnet werden kann, zusammengesteckt sind. Die Vielzahl der Leiter 3 definieren verschiedene Radialebenen R, wie in Figur 1 dargestellt. Hierzu erstrecken sich die Leiter 3 je nach Wicklungsschema von einer Radialebene zu einer anderen Radialebene, beispielsweise einer benachbarten Radialebene, im Bereich welcher sie die
20 mit den Leiterenden von entsprechenden benachbarten, den Phasenleiter weiterführenden Leitern verbunden sind.

Die Leiter sind so geführt respektive gebogen und verlegt, dass sich entsprechende Ausnehmungen 4 ergeben, die sich radial erstrecken, so dass entsprechende
25 Statorzähne 5 in diese Ausnehmungen 4 greifen respektive die entsprechenden Leiter zwischen die entsprechenden Nuten der Statorzähne 5 gewickelt sind. Der grundsätzliche Aufbau eines solchen Stators respektive einer aus den beschriebenen separaten Klammern gewickelten Wicklung 2 ist dem Grunde nach bekannt.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Stator 1 sind die Enden 6 der Leiter 3, soweit die Enden 6 an dem Innenumfang und dem Außenumfang der ringförmigen Wicklung 2 enden respektive positioniert sind, axial vorspringend, das heißt, sie stehen axial von der Wicklung 2 ab. Diese Enden sind einzelnen Leitern zugehörig, die wiederum unter-

- 9 -

schiedlichen Phasen zugeordnet sind, weshalb die Leiterenden dem Verlegeschema der Leiter 3 entsprechend zu verschalten sind. Hierzu dient ein Verschaltungsring 7, der axial auf die Stirnseite der Wicklung 2 gesetzt wird und zwischen den Leiterenden 6 angeordnet ist, respektive zwischen diese eingreift. Der Verschaltungsring 7 umfasst, worauf nachfolgend noch eingegangen wird, eine Mehrzahl an entsprechenden Leistungsbrücken sowie an Anschlussabschnitten 8, die zur Seite hin aus dem Gehäuse 9 des Verschaltungsringes 7 hervorstehen und nach Einsetzen des Verschaltungsringes 7 zwischen die Leiterenden 6 positionsgenau neben dem entsprechenden Leiterende 6 positioniert sind, mit dem sie zu verbinden sind. Die Verbindung erfolgt z.
5 B. durch einfaches Verschweißen, so dass mit dem Verbinden auch sämtliche Leiter 3 korrekt und phasenspezifisch miteinander verschaltet sind. Auch andere Verbindungsverfahren sind denkbar.

Vorgesehen ist des Weiteren eine Stromversorgung 14, die radial neben der Wicklung 2 im Bereich deren axialen Endes angeordnet ist. Diese Stromversorgung 14, auch HV-Terminal genannt, umfasst ein Gehäuse 10, in dem entsprechende Stromschienen 11 angeordnet sind, die mit ihren Anschluss terminals 12 aus dem Gehäuse ragen.
15

Vorliegend ist wie beschrieben ein 3-Phasen-Stator gezeigt, weshalb im gezeigten Beispiel auch drei solcher Anschluss terminals 12 vorgesehen sind.
20

Jedes Anschluss terminal 12 ist mit einer Phase der Wicklung 2 zu verbinden. Dies ist auf einfache Weise dadurch realisiert, dass pro Phase zwei Leiterenden 6a radial nach außen geführt respektive gebogen sind, wie Figur 1 anschaulich zeigt. Die beiden am Außenumfang der Wicklung 2 angeordneten Leiterenden 6a sind relativ kurz und können direkt nach außen gebogen werden, während die beiden am Innenumfang angeordneten Leiterenden 6a länger sind und den Verschaltungsring 7 übergreifen. Sie verlaufen oberhalb der Anschluss terminals 12, so dass auch dort eine einfache Schweißverbindung zur Kontaktierung möglich ist. Der Anschluss an die Stromversorgung 14 erfolgt erst, wenn die Leiter 3 über den Verschaltungsring 7 miteinander verschaltet sind.
25
30

- 10 -

Figur 2 zeigt eine Teilansicht des Verschaltungsrings 7 aus Figur 1. Gezeigt ist das Gehäuse 9, das entsprechend mehrteilig ist und auch eine radiale Kapselung ermöglicht. Es ist bevorzugt aus Kunststoff. Ersichtlich ragen aus dem Gehäuse 9 durch entsprechende Öffnungen 15 die entsprechenden Anschlussabschnitte 8, die unterschiedlichen Phasen zugeordnet, hervor. Die einzelnen Anschlussabschnitte sind, wie bereits beschrieben, unterschiedlichen Phasen zugeordnet, verbinden also unterschiedliche Leiterenden. Am Verschaltungsring 7 angeordnet respektive integriert sind des Weiteren im gezeigten Beispiel zwei Temperatursensorbauteile 16, die der Erfassung der Wicklungstemperatur dienen. Die Temperatursensorbauteile 16 sind in oder am Gehäuse angeordnet und in entsprechenden Öffnungen 15 des Gehäuses 9 aufgenommen, durch die sie im gezeigten Beispiel axial herausragen, oder durch die die Anschlussleitungen bei außenseitiger Anordnung der Temperatursensorbauteile 16 geführt sind. In der Montagestellung kommen sie, worauf nachfolgend noch eingegangen wird, axial an der Wicklungsstirnfläche zu liegen, so dass sie in thermischem Kontakt zur Wicklung 2 stehen. Dadurch, dass die Temperatursensorbauteile 16 (anstelle der zwei gezeigten Temperatursensorbauteile kann auch nur ein Temperatursensorbauteil 16 oder mehr als zwei Temperatursensorbauteile 16 vorgesehen sein) am Gehäuse 9 zusammen mit den Leitungsbrücken 13 angeordnet sind, ergibt sich demzufolge eine kombinierte Baueinheit, die einerseits der Leiterverschaltung, andererseits der Temperaturerfassung dient. Durch Ansetzen nur dieses einen, kompakten Verschaltungsrings 7 sind demzufolge sämtliche Leitungsverbindungen schließbar, wie aber auch gleichzeitig die thermische Kontaktierung und damit die Montage der Temperaturerfassungseinrichtung möglich ist.

Figur 3 zeigt in Form einer Prinzipdarstellung verschiedene separate Leitungsbrücken 13, wobei im gezeigten Beispiel sechs Leitungsbrücken 13 gezeigt sind, die axial und radial versetzt zueinander angeordnet sind. Am jeweiligen Innen- oder Außenumfang der Leitungsbrücken 13 sind die entsprechenden Anschlussabschnitte 8 ausgebildet, die in ihrer Gesamtheit einen entsprechenden Sternverteiler bilden. Über die sich in Umfangsrichtung erstreckenden Leitungsbrücken 13 können demzufolge entsprechende in Umfangsrichtung versetzt angeordnete Leiterenden am Innen- und Außenumfang entsprechend verbunden werden, so dass die entsprechenden Mäanderstrukturen der einzelnen Phasenleiter hierüber gebildet werden oder dergleichen versehen.

Gezeigt sind ferner die beiden Temperatursensorbauteile 16, die an geeigneten Positionen, wo entsprechender Freiraum für die Integration zwischen den Leitungsbrücken 13 gegeben ist, angeordnet werden. Die gezeigte Anordnung der Leitungsbrücken 13 entspricht derjenigen, wie sie im Gehäuse 9 gemäß Figur 2 aufgenommen sind.

Figur 4 zeigt in Form einer perspektivischen Prinzipdarstellung ein Temperatursensorbauteil 16. Dieses umfasst einen in Figur 5 gezeigten Temperatursensor 17 mit dem eigentlichen NTC- oder PTC-Sensor 18, oft auch Sensorperle genannt, sowie zwei Signalleitungen 19, über die das Temperatursensorbauteil 16 mit der zum Verschaltungsring 7 externen Leistungselektronik verbunden wird. Die entsprechenden Signalleitungen 19 werden durch den Verschaltungsring 7 respektive das Gehäuse 9 zu den entsprechenden Anschlüssen der Leistungselektronik geführt.

Der Temperatursensor 17 ist zur Bildung des Temperatursensorbauteils 16 in ein elastisches Element 20, vorzugsweise ein elastisches Kunststoffbauteil aus Silikon oder einem Elastomer, eingebettet, wie Figur 4 zeigt. In dieses elastisches Element 20 kann auch ein hier nur gestrichelt gezeigtes Metallelement 21 respektive ein Metallkern eingebettet werden, der in thermischem Kontakt mit dem Sensorelement 17 steht, und über welches Metallelement 21 die Kontaktfläche zur eigentlichen Wicklung 2 noch vergrößert werden kann. Das Metallelement würde an der flächigen Unterseite 22 freiliegen, so dass es unmittelbar beim Montieren des Verschaltungsrings 7 in thermischen Kontakt mit der Wicklung 2 kommen würde. Ein solches Metallelement 21 ist jedoch optional.

Das elastische Element 20 stellt ein Vorspannmittel dar, über das der Temperatursensor 17 gegen die Wicklungsoberfläche angefedert wird, mithin also gegen diese gepresst wird, wobei das elastische Element 20 am Gehäuse 9 gegengelagert sein kann. Hierüber wird sichergestellt, dass, selbst wenn der Abstand zwischen Gehäuseunterseite und Wicklungsoberseite leicht variiert, der Temperatursensor 17 stets im thermischen Kontakt mit der Wicklungsoberfläche steht. Das elastische Element 20 stellt demzufolge ein Ausgleichselement dar.

- 12 -

Figur 6 zeigt schließlich eine Teilansicht des erfindungsgemäßen Stators 1 und der Wicklung 2 sowie des Verschaltungsrings 7. Ersichtlich ist das Temperatursensorbauteil 16 an der Unterseite 23 des Gehäuses 9 angeordnet respektive dort abgestützt. Die Signalleitungen 19 sind durch die Öffnung 15 in das Gehäuseinnere geführt. Der

5 Temperatursensorbauteil 16 ist mit seiner Unterseite 22 gegen die Wicklung 2 ange-
drückt, so dass der Temperatursensor 17 in thermischem Kontakt mit der Wicklung 2
steht und demzufolge deren Temperatur erfassen kann.

Bezugszeichenliste

1	Stator
2	Wicklung
3	Leiter
4	Ausnehmung
5	Statorzahn
6	Leiterende
7	Verschaltungsring
8	Anschlusselement
9	Gehäuse
10	Gehäuse
11	Stromschiene
12	Anschlussterminal
13	Leitungsbrücke
14	Stromversorgung
15	Öffnung
16	Temperatursensorbauteil
17	Temperatursensor
18	NTC- oder PTC-Sensor
19	Signalleitung
20	Element
21	Metallelement
22	Unterseite
23	Unterseite

Patentansprüche

1. Stator für eine elektrische Maschine, mit einer Wicklung (2) umfassend eine
5 Mehrzahl an einer oder mehreren Phasen zugeordneten Leitern (3), die unter-
einander verschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Enden (6) zumin-
dest eines Teils der Leiter (3) am Innenumfang und/oder am Außenumfang der
Wicklung (2) axial oder radial über die Wicklung (2) hervorstehen, wobei ein
Verschaltungsring (7) axial oder radial auf die Wicklung (2) aufgesetzt ist, an
10 welchem die Leiter (3) angeschlossen sind, und wobei am Verschaltungsring
(7) wenigstens ein in thermischem Kontakt mit der Wicklung (2) stehender
Temperatursensor (16) angeordnet ist.
2. Stator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschaltungsring
15 (7) ein Gehäuse (9) aufweist, in dem mehrere Leitungsbrücken (13) angeordnet
sind, wobei der Temperatursensor (17) im oder am Gehäuse (9), zur Wicklung
(2) hin vorspringend, angeordnet ist.
3. Stator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Tempera-
20 tursensor (17) über ein elastisches Element (20) gegen die Wicklung (2) ange-
federt ist.
4. Stator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Element
25 (20) ein Kunststoffbauteil, insbesondere ein Silikon- oder Elastomerbauteil, o-
der ein Federelement ist.
5. Stator nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische
Element (20) ein Metallelement (21), insbesondere einen Kupferkern aufweist,
der mit dem Temperatursensor (17) thermisch gekoppelt ist.
- 30 6. Stator nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Tempera-
tursensor (17) und/oder das Metallelement (21) in das Kunststoffbauteil einge-
bettet.

- 15 -

7. Stator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor (17) axial, radial oder tangential an der Wicklung (2) anliegt.
- 5 8. Stator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor (17) ein Thermoelement ist.
9. Stator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Temperatursensoren (17) am Verschaltungsring (7) verteilt angeordnet sind.
- 10 10. Elektrische Maschine, umfassend einen Stator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

15

FIG. 1

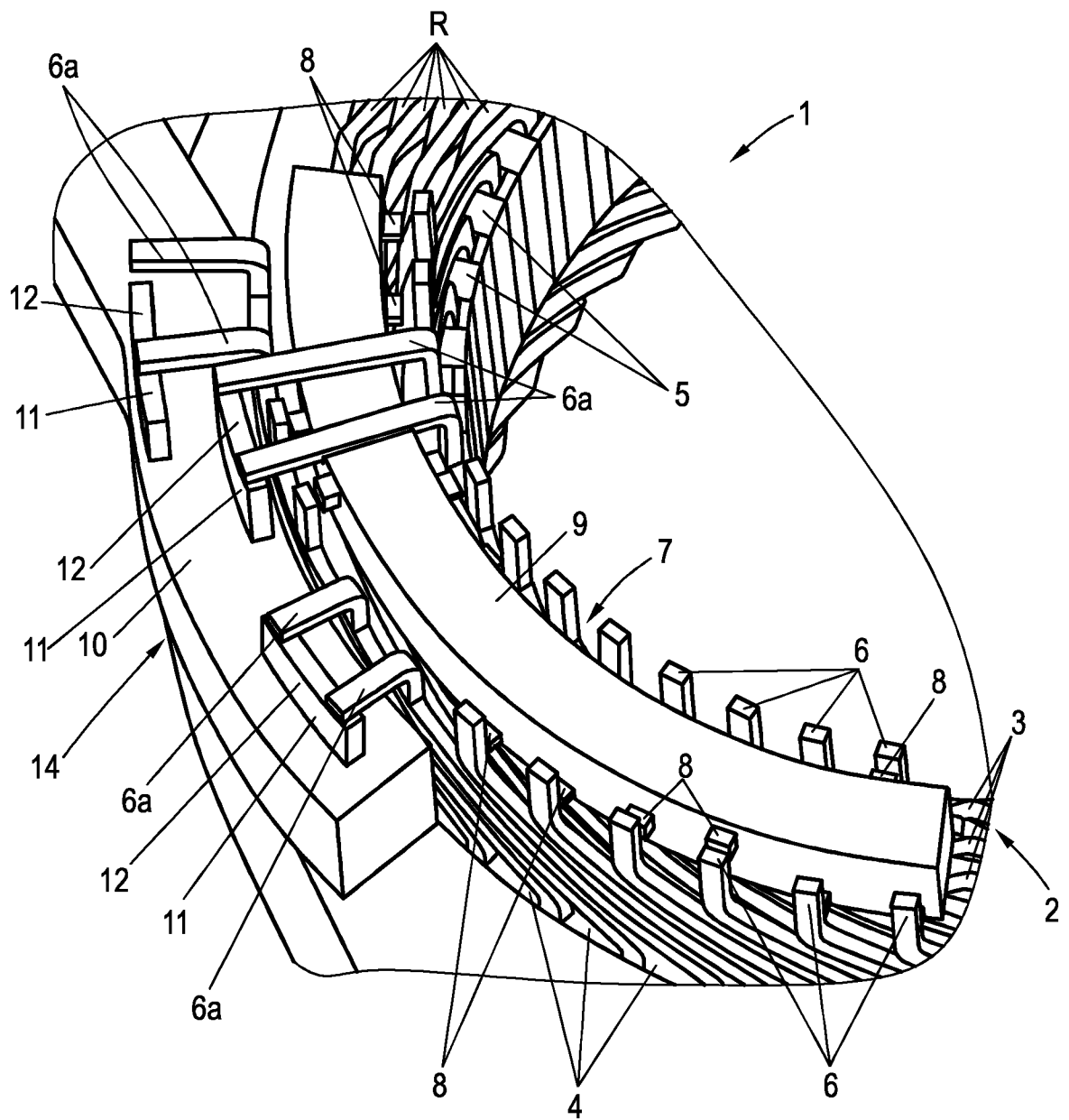


FIG. 2

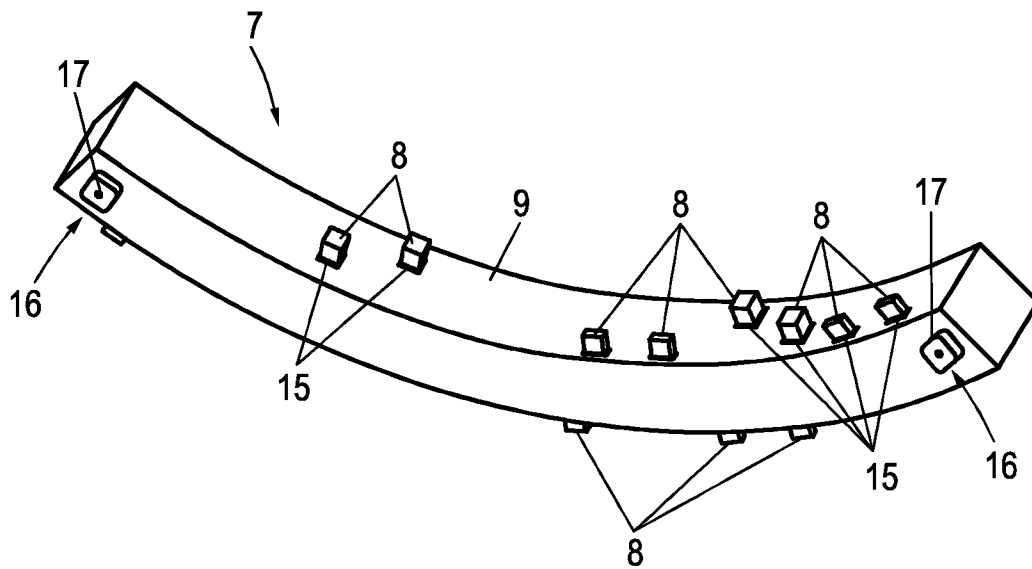


FIG. 3

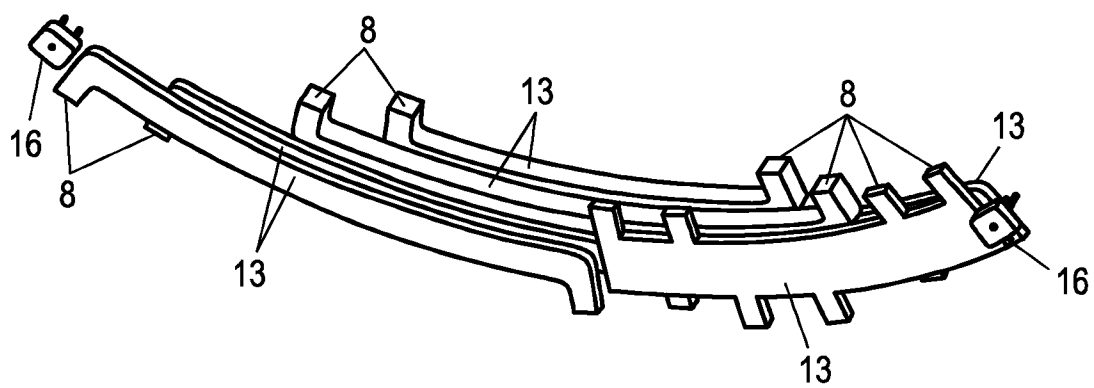


FIG. 4

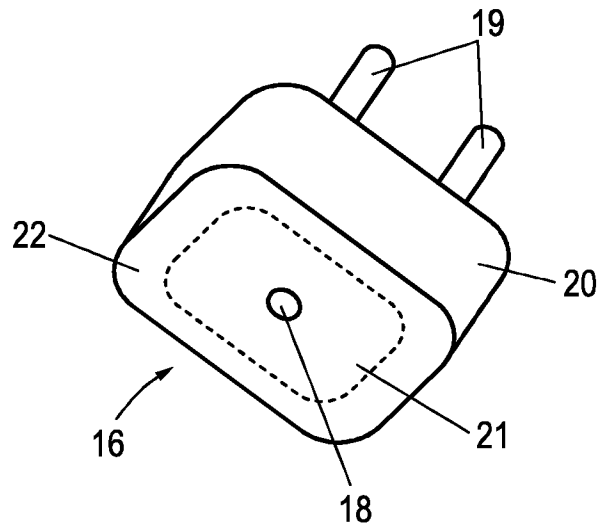


FIG. 5

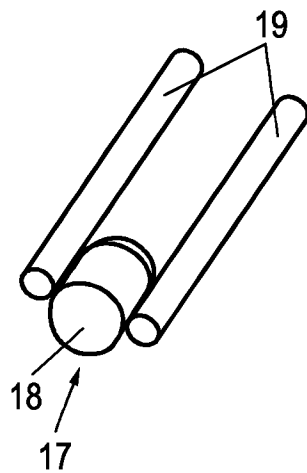
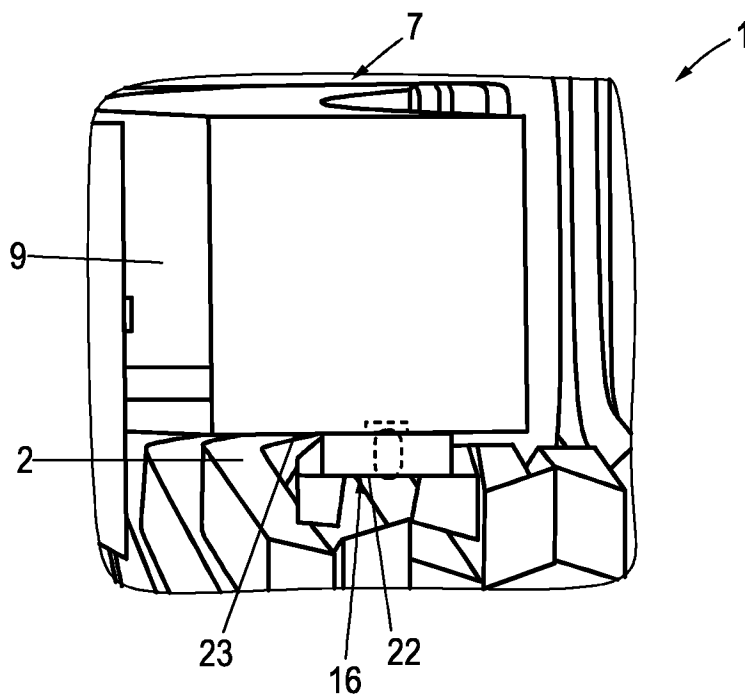


FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2020/100310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 11/25**(2016.01)i; **G01K 1/16**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K; G01W; G01K

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 112015000996 T5 (KYB CORP [JP]) 01 December 2016 (2016-12-01) paragraphs [0013], [0016] paragraphs [0019], [0020] paragraphs [0022], [0024] paragraph [0030] figures 1, 2	1-10
A	EP 1278291 A2 (FANUC LTD [JP]) 22 January 2003 (2003-01-22) claims 1, 2, 4, 8 figures 1-7	1-10

☐ 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

16 June 2020

Date of mailing of the international search report

23 June 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

Maas, Erik

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2020/100310

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	112015000996	T5	01 December 2016	CA	2941874	A1	03 December 2015
				CN	106104987	A	09 November 2016
				DE	112015000996	T5	01 December 2016
				JP	6259715	B2	10 January 2018
				JP	2015226447	A	14 December 2015
				KR	20160117547	A	10 October 2016
				US	2017019000	A1	19 January 2017
				WO	2015182311	A1	03 December 2015
EP	1278291	A2	22 January 2003	EP	1278291	A2	22 January 2003
				JP	2003032964	A	31 January 2003
				US	2003016476	A1	23 January 2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02K11/25 G01K1/16
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02K G01W G01K

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 11 2015 000996 T5 (KYB CORP [JP]) 1. Dezember 2016 (2016-12-01) Absätze [0013], [0016] Absätze [0019], [0020] Absätze [0022], [0024] Absatz [0030] Abbildungen 1, 2	1-10
A	EP 1 278 291 A2 (FANUC LTD [JP]) 22. Januar 2003 (2003-01-22) Ansprüche 1, 2, 4, 8 Abbildungen 1-7	1-10



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

16. Juni 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/06/2020

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

Maas, Erik

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2020/100310

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 112015000996 T5	01-12-2016	CA 2941874 A1	03-12-2015
		CN 106104987 A	09-11-2016
		DE 112015000996 T5	01-12-2016
		JP 6259715 B2	10-01-2018
		JP 2015226447 A	14-12-2015
		KR 20160117547 A	10-10-2016
		US 2017019000 A1	19-01-2017
		WO 2015182311 A1	03-12-2015

EP 1278291 A2	22-01-2003	EP 1278291 A2	22-01-2003
		JP 2003032964 A	31-01-2003
		US 2003016476 A1	23-01-2003
