

(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
24. Oktober 2019 (24.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/201541 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 1/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/057019

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. März 2019 (21.03.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 205 785.0
17. April 2018 (17.04.2018) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München
(DE).

(72) Erfinder: **LATWESEN, Frank**; Hochstr. 52, 90522
Obrasbach (DE). **GORAJ, Robert**; Paul-Gossen-Str. 99,
91052 Erlangen (DE).

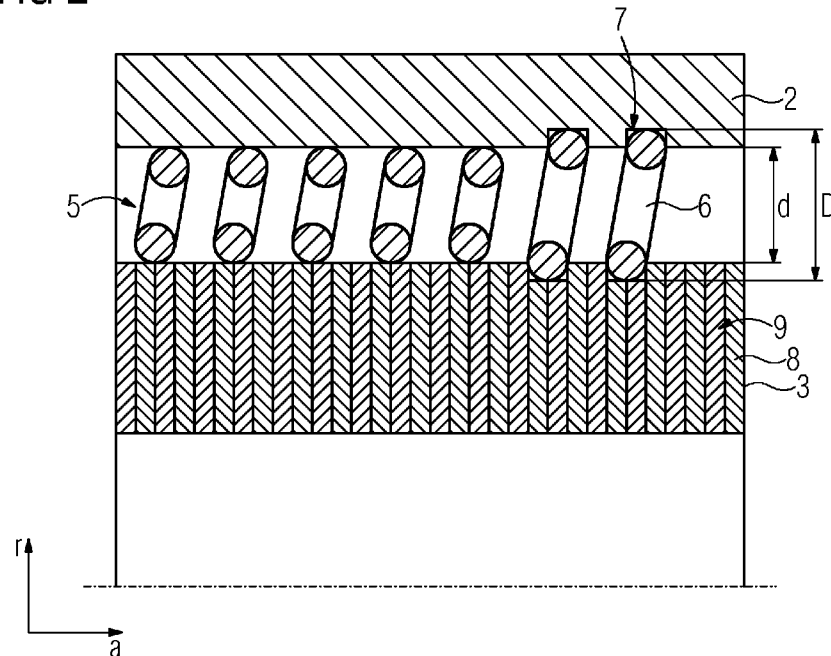
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: ELECTRICAL MACHINE WITH A SPRING ELEMENT FOR HOLDING A STATOR IN A HOUSING

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE MIT EINEM FEDERELEMENT ZUM HALTEN EINES STATORS IN EINEM
GEHÄUSE

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to an electrical machine (1) comprising: a housing (2) and a stator (3) which is arranged at least in some regions in the housing (2) and which is held on the housing (2), the electrical machine (1) having an opening (5) which extends in an axial direction (a) of the electrical machine (1), the opening (5) being formed in the housing (2) and in the stator (3), and the electrical machine (1) having a spring element (6), which is arranged within the opening (5) in order to hold the stator (3) on the housing (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine (1) umfassend: ein Gehäuse (2) und einen Stator (3), welcher zumindest bereichsweise in dem Gehäuse (2) angeordnet ist und welcher an dem Gehäuse (2) gehalten ist, wobei die elektrische Maschine (1) eine Öffnung (5) aufweist, welche sich in einer axialen Richtung (a) der elektrischen Maschine (1) erstreckt, wobei die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2019/201541 A1

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)

Öffnung (5) in das Gehäuse (2) und in den Stator (3) eingebracht ist und die elektrische Maschine (1) ein Federelement (6) aufweist, welches zum Halten des Stators (3) an dem Gehäuse (2) innerhalb der Öffnung (5) angeordnet ist.

ELEKTRISCHE MASCHINE MIT EINEM FEDERELEMENT ZUM HALTEN EINES STATORS IN EINEM GEHÄUSE

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine umfassend ein Gehäuse und einen Stator, welcher zumindest be-
reichsweise in dem Gehäuse angeordnet ist und welcher an dem
10 Gehäuse gehalten ist. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer solchen elektrischen Maschine.

Das Interesse richtet sich vorliegend auf elektrische Maschinen, welche beispielsweise als Antrieb in einem Fahrzeug dienen können. Bevorzugt können derartige elektrische Maschinen als Antrieb für ein Elektroflugzeug verwendet werden. Bei elektrischen Maschinen gibt es immer eine Fügeverbindung zwischen dem äußeren Gehäuse beziehungsweise dem Mantelgehäuse
20 und dem Stator beziehungsweise dem Statorblechpaket. Der Stator besteht üblicherweise aus einem ferromagnetischen Material, beispielsweise einem sogenannten Trafoblech, und das Gehäuse wird oft aus Aluminium oder Stahl gefertigt.

25 Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Verbindung zwischen dem Stator und dem Gehäuse kraftschlüssig auszubilden. Bei der kraftschlüssigen Verbindung wird oft ein Schrumpfsitz verwendet. Die kraftschlüssige Verbindung ist bei einer elektrischen Maschine, die entweder ein hohes Drehmoment auf-
weist oder eine geringe Reibschlussfläche besitzt, vor allem
30 im Fall verschiedener Materialpaarungen von Stator und Gehäuse oft problematisch. Der Stator und das Mantelgehäuse haben im Arbeitspunkt eine nahezu gleiche Fugentemperatur, welche beispielsweise bei etwa 110° C liegen kann. Bei diesem Tempera-
35 turanstieg reicht aufgrund unvermeidlicher Wärmeausdehnung der gewählten Materialien die vorhandene Flächenpressung zwischen Stator und Gehäuse oft nicht aus, um das Drehmoment der elektrischen Maschine an das Gehäuse zu übertragen. Während

des Transports der elektrischen Maschine ist die Fugentemperatur gleich der Umgebungstemperatur und kann bis zu -40°C fallen. In diesem Fall schrumpft beispielsweise das Aluminiumgehäuse stärker als der Stator, was eine Erhöhung der mechanischen Spannung in diesem Bauteil hervorruft und zum
5 Bruch des Gehäuses führen kann.

Ferner ist es aus dem Stand der Technik bekannt, die Verbindung zwischen dem Stator und dem Gehäuse formschlüssig auszubilden. Bei einer solchen formschlüssigen Verbindung wird das
10 Blechpaket mit entsprechenden Nasen in der Stanzung versehen und beispielsweise axial mittels Schraubverbindungen gesichert. Die formschlüssige Verbindung ist somit bei elektrischen Maschinen mit hohem Drehmoment beziehungsweise geringer
15 Fugenfläche vor allem im Fall verschiedener Materialpaarungen zwischen Stator und Gehäuse oft bevorzugt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung aufzuzeigen, wie die Verbindung zwischen dem Stator und dem Gehäuse
20 bei einer elektrischen Maschine auf einfache Weise zuverlässiger ausgebildet werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine elektrische Maschine sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß den
25 unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Eine erfindungsgemäße elektrische Maschine umfasst ein Gehäuse.
30 Darüber hinaus umfasst die elektrische Maschine einen Stator, welcher zumindest bereichsweise in dem Gehäuse angeordnet ist. Zudem ist der Stator an dem Gehäuse gehalten. Des Weiteren weist die elektrische Maschine eine Öffnung auf, welche sich in axialer Richtung der elektrischen Maschine erstreckt. Dabei ist die Öffnung in das Gehäuse und in den Stator
35 eingebracht. Des Weiteren umfasst die elektrische Maschine ein Federelement, welches zum Halten des Stators an dem Gehäuse innerhalb der Öffnung angeordnet ist.

Die elektrische Maschine kann bevorzugt als Antrieb für ein Fahrzeug, insbesondere ein elektrisch angetriebenes Flugzeug, verwendet werden. Die elektrische Maschine umfasst das Gehäuse, welches auch als Mantelgehäuse bezeichnet werden kann. Dieses Gehäuse kann beispielsweise aus einem Metall, insbesondere Stahl oder Aluminium, gefertigt sein. Darüber hinaus umfasst die elektrische Maschine den Stator, welcher zumindest bereichsweise innerhalb des Gehäuses angeordnet ist.

Dieser Stator kann ein Blechpaket umfassen, welches aus mehreren Einzelblechen gebildet ist. Ferner kann der Stator mehrere Zähne mit dazwischenliegenden Nuten aufweisen. In diese Nuten können entsprechende Wicklungen beziehungsweise Spulen der elektrischen Maschine eingebracht sein. Des Weiteren kann die elektrische Maschine einen Rotor umfassen, welcher konzentrisch innerhalb des Stators angeordnet ist und welcher drehbar zu dem Stator gelagert ist.

Gemäß einem wesentlichen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, dass die elektrische Maschine zumindest eine Öffnung aufweist, welche sich entlang der axialen Richtung der elektrischen Maschine erstreckt. Dabei ist diese Öffnung sowohl in den Stator als auch in das Gehäuse eingebracht. Mit anderen Worten kann der Stator eine erste Teilöffnung aufweisen und das Gehäuse kann eine zweite Teilöffnung aufweisen, wobei die erste Teilöffnung und die zweite Teilöffnung zusammen die Öffnung bilden. Diese Öffnung kann nach Art einer Bohrung ausgebildet sein. Die Öffnung kann sich entlang der kompletten axialen Länge des Gehäuses und des Stators erstrecken. Die Öffnung kann auch nach Art einer Sacklochbohrung ausgebildet sein. In diese Öffnung ist das Federelement zumindest bereichsweise eingebracht. Bei der bestimmungsgemäßen Anordnung des Federelements in der Öffnung verläuft eine Haupterstreckungsrichtung des Federelements entlang der axialen Richtung der elektrischen Maschine. Dadurch, dass sich die Öffnung sowohl über das Gehäuse als auch über den Stator beziehungsweise das Blechpaket erstreckt und dadurch, dass das Federelement in die Öffnung eingebracht

ist, kann verhindert werden, dass sich der Stator im Betrieb der elektrischen Maschine relativ zu dem Gehäuse dreht beziehungsweise bewegt. Bevorzugt umfasst die elektrische Maschine mehrere Öffnungen, in welche jeweils ein Federelement eingebracht ist. Dadurch kann auf einfache und zuverlässige Weise erreicht werden, dass der Stator im Betrieb der elektrischen Maschine an dem Gehäuse gehalten ist.

Bevorzugt ist durch das in die Öffnung eingebrachte Federelement ein Formschluss gegen eine Drehung des Stators relativ zu dem Gehäuse bewirkt. Mit anderen Worten kann der wird durch die formschlüssige Verbindung eine Drehung des Stators relativ zu dem Gehäuse in Umfangsrichtung der elektrischen Maschine gehindert. Somit kann auch bei unterschiedlichen Materialpaarungen zwischen dem Stator und dem Gehäuse das auf den Stator der elektrischen Maschine wirkende Drehmoment mechanisch kompensiert werden. Mit unterschiedlichen Materialpaarungen sind hier Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten gemeint. Dies gilt insbesondere für die Paarung, bei welcher der Stator aus einem Elektroblech beziehungsweise Eisen und das Gehäuse aus Aluminium oder Stahl gefertigt ist.

In einer Ausführungsform ist das Federelement in axialer Richtung der elektrischen Maschine unter Verringerung eines Außendurchmessers in die Öffnung eingebracht und in einer bestimmungsgemäßen Einbaulage in der Öffnung drückt das Federelement senkrecht zur axialen Richtung gegen die Öffnung. Das Federelement ist in dem nicht eingebauten Zustand entspannt und weist eine erste Länge auf. Zum Einbauen beziehungsweise zum Einbringen des Federelements in die Öffnung wird das Federelement gedehnt. Die Länge des Federelements wird also vergrößert. Hierbei verringert sich der Außendurchmesser des Federelements. Das Federelement wird elastisch verformt. Im eingebauten Zustand des Federelements in der Öffnung drückt das Federelement gegen die Öffnung beziehungsweise die Innenseite der Öffnung. Nach dem Einbringen zieht sich das Federelement bezüglich der Längenausdehnung zusammen. Hierbei er-

hört sich insbesondere auch der Außendurchmesser des Feder-
elements. Dadurch kann erreicht werden, dass das Federelement
in mechanischen Kontakt mit dem Stator und dem Gehäuse ist
und somit den Formschluss für die Übertragung des Drehmoments
5 von der elektrischen Maschine bildet.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Öffnung einen run-
den Querschnitt auf, wobei ein Durchmesser der Öffnung gerin-
ger ist als der Außendurchmesser des Federelements in einem
10 entspannten Zustand. Die Öffnung kann insbesondere einen
kreisrunden Querschnitt aufweisen. Das Federelement kann an
seiner Außenseite, welche dem Außendurchmesser zugeordnet
ist, ebenfalls rund ausgebildet sein. Beispielsweise kann das
Federelement an seiner Außenseite im Wesentlichen zylinder-
15 förmig ausgebildet sein. Somit kann auf einfache und zuver-
lässige Weise der Formschluss bereitgestellt werden.

Bevorzugt ist das Federelement als Schraubenzugfeder ausge-
bildet. Mit anderen Worten handelt es sich bei dem Federele-
20 ment um eine Schraubenzugfeder. Diese Schraubenzugfeder kann
aus einem Metall, beispielsweise Stahl, gefertigt. Insbeson-
dere ist das Federelement aus einem nicht magnetischen Mate-
rial gefertigt. Diese Schraubenzugfeder kann aus einem ent-
sprechenden Federdraht beziehungsweise Runddraht gewickelt
25 sein. Die Schraubenzugfeder ist schraubenförmig gewunden und
kann auf Zug beansprucht werden. Dabei ist insbesondere vor-
gesehen, dass der Außendurchmesser der Schraubenzugfeder über
die Länge konstant ist. Das Federelement beziehungsweise die
Schraubenzugfeder kann durch das Auseinanderziehen an den
30 beiden Enden belastet beziehungsweise elastisch verformt wer-
den. In diesem Zustand kann dann die Schraubenfeder in die
Öffnung eingebracht werden und anschließend losgelassen wer-
den. In der Öffnung zieht sich das Federelement wieder zusam-
men. Hierbei verringert sich die Länge und der Außendurchmes-
35 ser vergrößert sich. Der jeweilige Federdraht beziehungsweise
die Windungen der Schraubenzugfeder liegen somit gleichmäßig
verteilt an der Innenseite der Öffnung an. Damit wird die von
der Feder ausgeübte Kraft gleichmäßig an die Öffnung bezie-

5 hungsweise die Innenseite der Öffnung verteilt. Insbesondere kann erreicht werden, dass das Federelement mit seiner Außenseite möglichst vollständig an der Innenseite der Öffnung anliegt. Somit kann eine zuverlässige formschlüssige Verbindung erreicht werden.

Weiterhin ist vorteilhaft, wenn die elektrische Maschine innerhalb der Öffnung zumindest eine Ausnehmung zur Aufnahme eines Abschnitts eines Federrads des Federelements aufweist, 10 wobei sich die Ausnehmung in einer radialen Richtung der elektrischen Maschine erstreckt. Innerhalb der Öffnung kann die zumindest eine Ausnehmung oder Aussparung vorhanden sein. Diese Ausnehmung kann in die Wandung der Öffnung eingebracht sein. Dabei kann die Ausnehmung in den Stator und/oder das 15 Gehäuse eingebracht sein. Die Breite beziehungsweise Erstreckung der Ausnehmung entlang der axialen Richtung kann zumindest dem Durchmesser des Federdrahts entsprechen. Insbesondere ist vorgesehen, dass innerhalb der Öffnung eine Mehrzahl von Ausnehmungen vorgesehen ist. Diese Ausnehmungen können 20 entlang der Öffnung beziehungsweise der Wandung der Öffnung umlaufend oder schraublinienförmig ausgebildet sein. Die Ausnehmungen können auch beabstandet zueinander und/oder parallel zueinander angeordnet sein.

25 Wenn das Federelement beziehungsweise die Schraubenzugfeder in die Öffnung eingebracht wird, können die einzelnen Windungen des Federelements in die korrespondierenden Ausnehmungen eingebracht werden. Dabei ist es insbesondere vorgesehen, dass durch den in die zumindest eine Ausnehmung aufgenommenen 30 Abschnitt des Federdrahts ein Formschluss gegen eine Bewegung des Stators relativ zu dem Gehäuse in axialer Richtung bewirkt ist. Somit kann durch das Federelement, das sich in der Öffnung befindet, der Formschluss bezüglich der Umfangsrichtung beziehungsweise Drehrichtung ermöglicht werden und durch 35 die jeweiligen Ausnehmungen kann der Formschluss in axialer Richtung erreicht werden.

In einer Ausführungsform weist der Stator ein Blechpaket mit Einzelblechen auf und zumindest eines der Einzelbleche weist in einem Bereich der zumindest einen Ausnehmung im Vergleich zu den übrigen Einzelblechen in der radialen Richtung eine geringere Länge auf. Um die Ausnehmung beziehungsweise Ausparung in der Öffnung bereitzustellen, kann eine Paketierung der Elektrobleche beziehungsweise Einzelbleche mit unterschiedlicher radialer Höhe durchgeführt werden. Im Bereich des Gehäuses kann die Ausnehmung beziehungsweise der Teil der Ausnehmung, der zu dem Gehäuse gehört, durch ein entsprechendes Fräsverfahren bereitgestellt werden. Dies ermöglicht eine einfache Herstellung der zumindest einen Ausnehmung.

Weiterhin ist vorteilhaft, wenn die Öffnung in einem Bereich der elektrischen Maschine angeordnet ist, welcher für einen magnetischen Fluss neutral ist. Insbesondere kann die Öffnung in einen Bereich der elektrischen Maschine angeordnet sein, welchem der magnetische Fluss oder eine magnetische Feldstärke einen vorbestimmten Grenzwert unterschreitet. In dem Bereich, in dem die Öffnung in dem Stator und das Gehäuse eingebracht ist, kann der magnetische Fluss beziehungsweise das Magnetfeld, das im Betrieb der elektrischen Maschine erzeugt wird, neutral sein. Die Öffnung kann auch in einem Bereich der elektrischen Maschine angeordnet sein, in dem sich kein Streufluss oder ein Streufluss unterhalb eines vorbestimmten Schwellwerts ergibt. Beispielsweise kann die Öffnung in radialer Richtung über einem der Zähne des Stators angeordnet sein. Somit wird der magnetische Fluss innerhalb des Stators durch das Einbringen der Öffnung nicht beeinflusst.

Bevorzugt weist die elektrische Maschine eine Mehrzahl von Öffnungen und eine Mehrzahl von Federelementen auf, wobei in jeder der Öffnungen eines der Federelemente angeordnet ist. Insbesondere können die Öffnungen in Umfangsrichtung der elektrischen Maschine gleichmäßig verteilt angeordnet sein. Somit kann der Formschluss zwischen dem Stator und dem Gehäuse auf zuverlässige Weise bereitgestellt werden. Darüber hinaus ergibt sich der Vorteil, dass durch diese Lösung ein

Selbstzentrierungsmechanismus aller Federelemente gewährleistet wird. Dies ermöglicht eine einfache und zuverlässige Montage der elektrischen Maschine.

5 Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Herstellen einer elektrischen Maschine. Das Verfahren beinhaltet das Bereitstellen eines Gehäuses. Darüber hinaus umfasst das Verfahren das zumindest bereichsweise Anordnen eines Stators in dem Gehäuse, wobei der Stator in dem Gehäuse gehalten wird. Hierbei
10 ist es vorgesehen, dass die elektrische Maschine eine Öffnung aufweist, welche sich in einer axialen Richtung der elektrischen Maschine erstreckt, wobei die Öffnung in das Gehäuse und in den Stator eingebracht wird. Im Weiteren wird ein Federelement der elektrischen Maschine zum Halten des Stators
15 an dem Gehäuse innerhalb der Öffnung angeordnet.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine. Dabei dient die elektrische Maschine zum Antrieb des Fahrzeugs. Bei dem
20 Fahrzeug kann es sich insbesondere um ein Luftfahrzeug handeln. Insbesondere ist das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Flugzeug.

Die mit Bezug auf die erfindungsgemäße elektrische Maschine
25 vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für das erfindungsgemäße Verfahren sowie für das erfindungsgemäße Fahrzeug.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend
30 in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen
35 Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung wird nun anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen sowie unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

- 5 FIG 1 eine ausschnittsweise Darstellung eines Stators und eines Gehäuses der elektrischen Maschine, wobei in den Stator und das Gehäuse eine Öffnung eingebracht ist, in der sich ein Federelement befindet; und
- 10 FIG 2 eine Schnittdarstellung der elektrischen Maschine gemäß FIG 1, bei welcher das Federelement in der Öffnung angeordnet ist.

15 In den Figuren werden gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt eine ausschnittsweise Darstellung einer elektrischen Maschine 1. Die elektrische Maschine 1 umfasst ein Gehäuse 2, welches aus einem Metall, beispielsweise Aluminium oder Stahl, gefertigt sein kann. Dieses Gehäuse 2 kann im Wesentlichen hohlzylinderförmig ausgebildet sein. Innerhalb des Gehäuses 2 befindet sich ein Stator 3, welcher aus einem Elektrolech gefertigt sein kann. Der Stator 3 weist Zähne 4 auf, von denen vorliegend einer gezeigt ist.

25 Im Betrieb der elektrischen Maschine 1 soll das auf den Stator 3 wirkende Drehmoment mechanisch kompensiert werden.

Hierzu soll der Stator 3 an dem Gehäuse 2 befestigt werden, sodass dieser in seiner Position beziehungsweise ursprünglichen Einbaulage bleibt beziehungsweise nicht entlang einer Umfangsrichtung U der elektrischen Maschine 1 bewegt wird.

30 Hierzu weist die elektrische Maschine 1 eine Öffnung 5 auf, die sich entlang einer axialen Richtung a der elektrischen Maschine 1 erstreckt. Die Öffnung 5 weist vorliegend einen kreisrunden Querschnitt auf. Dabei ist die Öffnung 5 sowohl in das Gehäuse 2 als auch in den Stator 3 eingebracht. In dem vorliegenden Beispiel weist das Gehäuse 2 eine erste Teilöffnung mit einem halbkreisförmigen Querschnitt auf und der Sta-

tor 3 weist eine zweite Teilöffnung mit einem halbkreisförmigen Querschnitt auf. Die erste und die zweite Teilöffnung bilden zusammen die Öffnung 5. Innerhalb dieser Öffnung 5 befindet sich ein nachfolgend näher erläutertes Federelement 6.

5 Die Öffnung 5 befindet sich in einem Bereich der elektrischen Maschine 1 beziehungsweise des Stators 3, welcher bezüglich eines magnetischen Flusses neutral ist.

FIG 2 zeigt die elektrische Maschine 1 gemäß FIG 1 entlang des Schnitts II-II. Hierbei ist zu erkennen, dass das Federelement 6 als Schraubenfeder ausgebildet ist. Vorliegend ist das Federelement 6 als Schraubenzugfeder ausgebildet. Das Federelement 6 weist einen Außendurchmesser auf, der größer oder gleich einem in FIG 2 dargestellten zweiten Durchmesser D ist. Des Weiteren weist das Federelement 6 im nicht eingebauten Zustand eine erste Länge auf. Das Federelement 6 beziehungsweise die Zugfeder wird in axialer Richtung a der elektrischen Maschine 1 gedehnt beziehungsweise gezogen. Durch das Ziehen vergrößert sich die Länge des Federelements 6, wodurch der Außendurchmesser des Federelements 6 kleiner als ein erster Durchmesser d der Öffnung 5 wird. Im Anschluss daran wird das Federelement 6 in die Öffnung 5 beziehungsweise die Nut eingebracht. Nach dem Einbringen zieht sich das Federelement 6 zusammen. Im eingebauten Zustand ist der Außendurchmesser des Federelements 6 gleich dem ersten Durchmesser d der in dem Stator 3 und dem Gehäuse 2 eingebrachten Öffnung 5. Das Federelement 6 bleibt im mechanischen Kontakt mit dem Stator 3 und dem Gehäuse 2 und bildet einen Formschluss für die Übertragung des Drehmoments der elektrischen Maschine 1 aus.

Entlang der Umfangsrichtung U der elektrischen Maschine 1 ist bevorzugt eine Mehrzahl von Öffnungen 5 vorgesehen, in die jeweils ein Federelement 6 eingebracht ist. Durch diese Lösung wird ein Selbstzentrierungsmechanismus aller Zugfedern beziehungsweise Federelemente 6 gewährleistet. Diese Lösung kann bei unterschiedlichen Materialpaarungen zwischen dem Stator 3 und dem Gehäuse 2 angewendet werden. Mit Material-

paarungen sind hier Materiale mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten gemeint. Beispielsweise kann sich folgende Paarung ergeben: Der Stator 3 kann aus einem Elektroblech beziehungsweise Eisen gebildet sein und das Gehäuse 2
5 kann aus Aluminium gebildet sein. Bei der Betriebstemperatur der elektrischen Maschine 1, welche beispielsweise zwischen 110°C und 120°C betragen kann, ist die Ausdehnung des Aluminiumgehäuses größer als die Ausdehnung des Elektroblechs. Diese Ausdehnung ist ungewünscht, dennoch unvermeidlich und
10 resultiert unter Umständen in einem radialen Spalt zwischen dem Stator 3 und dem Gehäuse 2. Bei der Erwärmung der elektrischen Maschine 1 ziehen sich die Federelemente 6 beziehungsweise die Zugfedern weiter zusammen und bleiben im mechanischen Kontakt mit dem Stator 3 und dem Gehäuse 2.

15 In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die elektrische Maschine 1 zudem Ausnehmungen 7 auf. Diese Ausnehmungen 7 beziehungsweise Aussparungen in dem Stator 3 und dem Gehäuse 2 können dadurch erreicht werden, dass Einzelbleche 8 des
20 Blechpakets 9 des Stators 3 in radialer Richtung r unterschiedliche Höhen aufweisen. Im Bereich des Gehäuses 2 kann ein entsprechendes Fräsverfahren genutzt werden, um die Aussparungen 7 bereitzustellen. An den Stellen der zusätzlichen Ausnehmungen 7 entspricht der Außendurchmesser der Zugfeder
25 beziehungsweise des Federelements 6 im eingebauten Zustand dem zweiten Durchmesser D . Die Ausnehmungen 7 sind durch mehrere axiale Absätze voneinander getrennt. Durch das Einbringen des Drahts des Federelements 6 in die Ausnehmungen 7 wird der Stator 3 gegen axiale Kräfte durch einen weiteren Form-
30 schluss zusätzlich gesichert.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine (1) umfassend:

– ein Gehäuse (2) und

– einen Stator (3), welcher zumindest bereichsweise in dem Gehäuse (2) angeordnet ist und welcher an dem Gehäuse (2) gehalten ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

– die elektrische Maschine (1) eine Öffnung (5) aufweist, welche sich in einer axialen Richtung (a) der elektrischen Maschine (1) erstreckt, wobei die Öffnung (5) in das Gehäuse (2) und in den Stator (3) eingebracht ist und

– die elektrische Maschine (1) ein Federelement (6) aufweist, welches zum Halten des Stators (3) an dem Gehäuse (2) innerhalb der Öffnung (5) angeordnet ist.

2. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch das in die Öffnung (5) eingebrachte Federelement (6) ein Formschluss gegen eine Drehung des Stators (3) relativ zum dem Gehäuse (2) bewirkt ist.

3. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (6) in axialer Richtung (a) der elektrischen Maschine (1) unter Verringerung eines Außendurchmessers gedehnt in die Öffnung (5) eingebracht ist und das Federelement (6) in einer bestimmungsgemäßen Einbaulage in der Öffnung (5) senkrecht zur axialen Richtung (a) gegen die Öffnung (5) drückt.

4. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (5) einen runden Querschnitt aufweist, wobei ein Durchmesser (d) der Öffnung (5) geringer ist als der Außendurchmesser des Federelements (6) in einem entspannten Zustand.

5. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (6) als Schraubenzugfeder ausgebildet.

5 6. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (1) innerhalb der Öffnung (5) zumindest eine Ausnehmung (7) zur Aufnahme eines Abschnitts eines Federdrahts des Federelements (6) aufweist, wobei sich die Ausnehmung (7) in einer radialen Richtung (r)
10 der elektrischen Maschine (1) erstreckt.

7. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch den in die zumindest eine Ausnehmung (7) aufgenommenen Abschnitt des Federdrahts ein Formschluss gegen
15 eine Bewegung des Stators (3) relativ zum dem Gehäuse (2) in der axialen Richtung (a) bewirkt ist.

8. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (3) ein Blechpaket (9) mit
20 Einzelblechen (8) aufweist und zumindest eines der Einzelbleche (8) in einem Bereich der zumindest einen Ausnehmung (7) im Vergleich zu den übrigen Einzelblechen (8) in der radialen Richtung (r) eine geringere Länge aufweist.

25 9. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (5) in einem Bereich der elektrischen Maschine (1) angeordnet ist, welcher für einen magnetischen Fluss neutral ist.

30 10. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (1) eine Mehrzahl von Öffnungen (5) und eine Mehrzahl von Federelementen (6) aufweist, wobei in jeder der Öffnungen (5) eines der Federelemente (6) angeordnet ist.

35

11. Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Maschine (1) mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Gehäuses (2) und

- zumindest bereichsweises Anordnen eines Stators (3) in dem Gehäuse (2), wobei der Stator (3) in dem Gehäuse (2) gehalten wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 – die elektrische Maschine (1) eine Öffnung (5) aufweist, welche sich in einer axialen Richtung (a) der elektrischen Maschine (1) erstreckt, wobei die Öffnung (5) in das Gehäuse (2) und in den Stator (3) eingebracht wird und
- 10 – ein Federelement (6) der elektrischen Maschine (1) zum Halten des Stators (3) an dem Gehäuse (2) innerhalb der Öffnung (5) angeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 das Federelement (6) in der axialen Richtung (a) der elektrischen Maschine (1) gedehnt wird und anschließen in die Öffnung (5) eingebracht wird.

1/1

FIG 1

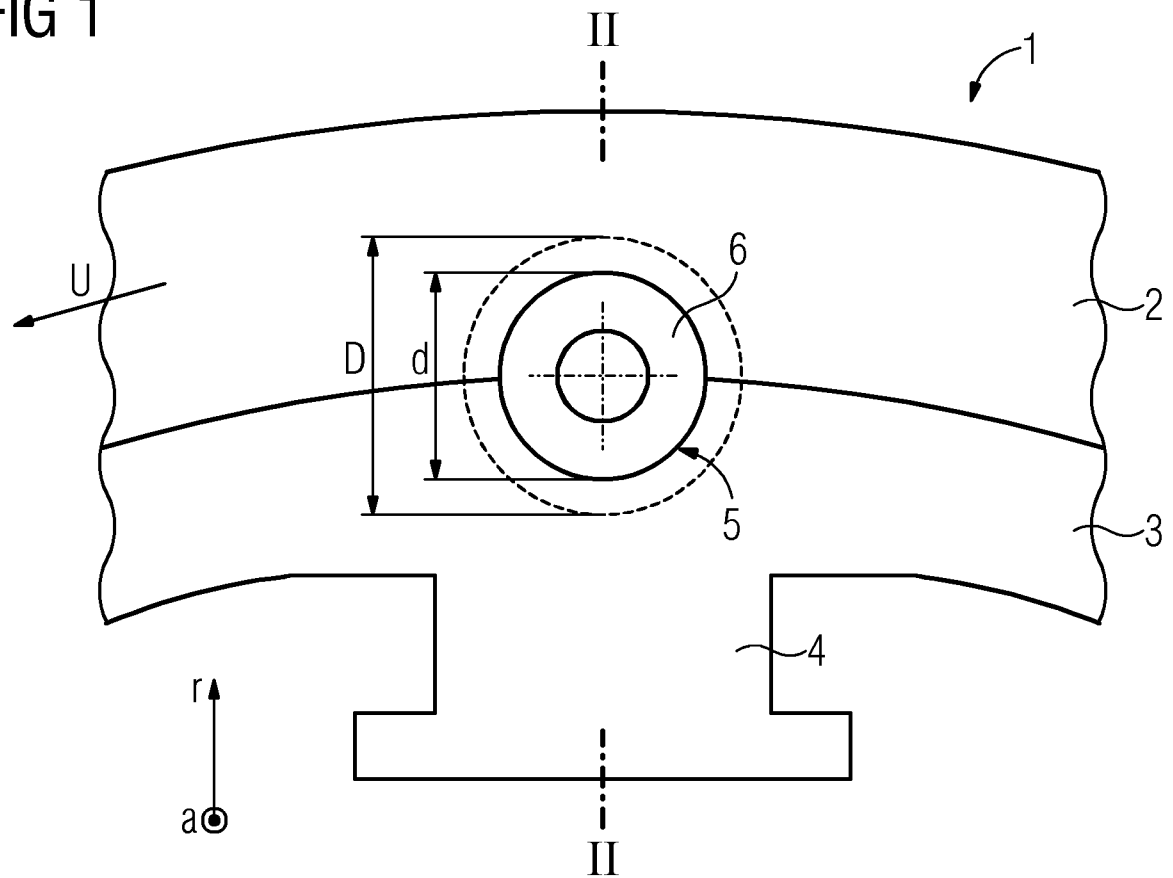
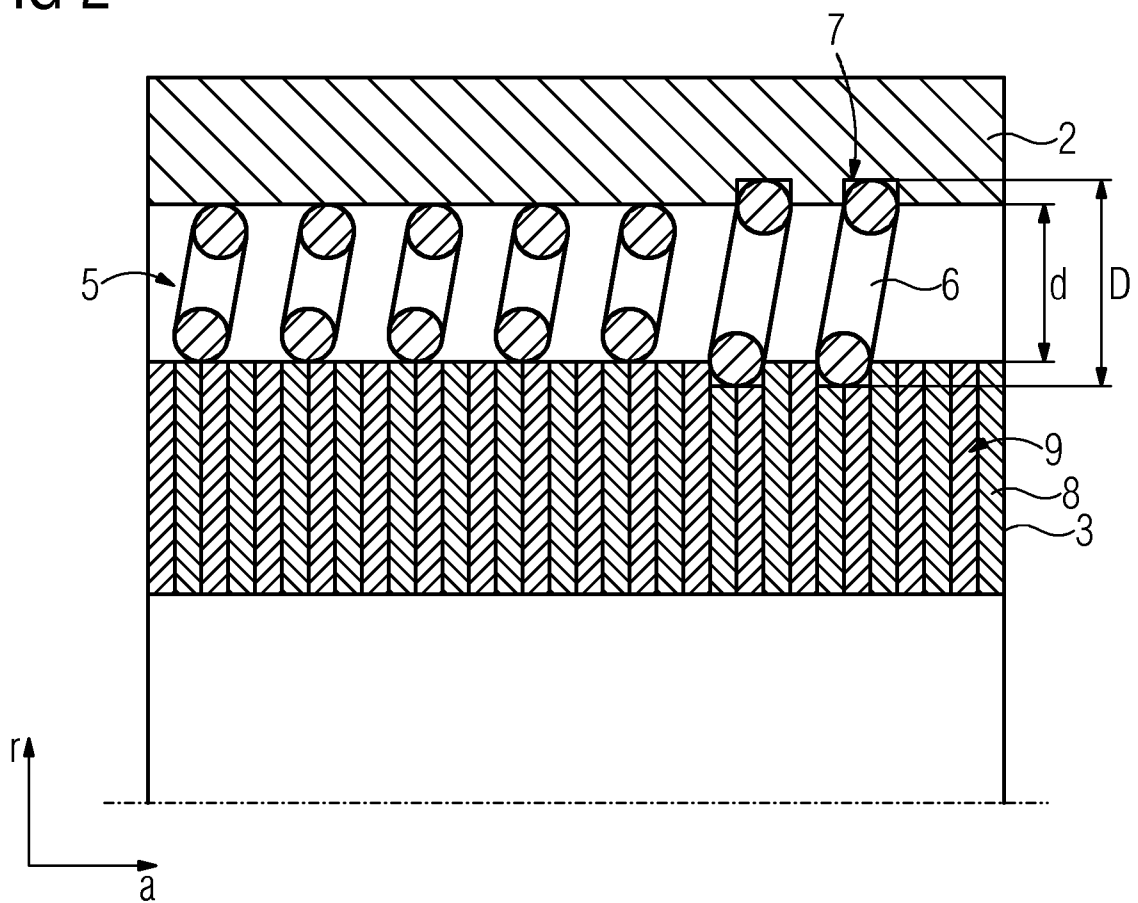


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/057019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/18**(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 10261617 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 July 2004 (2004-07-22)	1-3,10,11
Y	the whole document	4,9
X	DE 102006036836 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14 February 2008 (2008-02-14)	1-3,5,10,11
Y	paragraphs [0004], [0006], [0007] - [0009], [0017], [0019], [0020], [0024], [0026], [0027], [0029]; figures 1-4	4,9
Y	CN 106787493 A (HARBIN INSTITUTE TECHNOLOGY) 31 May 2017 (2017-05-31)	4,9
	figures 1-4	



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 July 2019

Date of mailing of the international search report

22 July 2019

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

Strasser, Thorsten

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/057019

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	10261617	A1	22 July 2004	DE	10261617	A1	22 July 2004
				WO	2004062067	A1	22 July 2004
DE	102006036836	A1	14 February 2008	DE	102006036836	A1	14 February 2008
				WO	2008017616	A1	14 February 2008
CN	106787493	A	31 May 2017	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K1/18
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 102 61 617 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Juli 2004 (2004-07-22)	1-3,10, 11
Y	das ganze Dokument	4,9
X	DE 10 2006 036836 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14. Februar 2008 (2008-02-14)	1-3,5, 10,11
Y	Absätze [0004], [0006], [0007] - [0009], [0017], [0019], [0020], [0024], [0026], [0027], [0029]; Abbildungen 1-4	4,9
Y	CN 106 787 493 A (HARBIN INSTITUTE TECHNOLOGY) 31. Mai 2017 (2017-05-31) Abbildungen 1-4	4,9



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 er-
scheinen 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. Juli 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/07/2019

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

Strasser, Thorsten

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/057019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10261617 A1	22-07-2004	DE 10261617 A1	22-07-2004
		WO 2004062067 A1	22-07-2004

DE 102006036836 A1	14-02-2008	DE 102006036836 A1	14-02-2008
		WO 2008017616 A1	14-02-2008

CN 106787493 A	31-05-2017	KEINE	
