

(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
07. März 2024 (07.03.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/046591 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 1/32 (2006.01) H02K 9/19 (2006.01)
H02K 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/081331

(22) Internationales Anmeldedatum:

09. November 2022 (09.11.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

22192651.2 29. August 2022 (29.08.2022) EP

(71) Anmelder: **WALTER HENRICH GMBH** [DE/DE];
Betzdorfer Str. 170, 57567 Daaden (DE).

(72) Erfinder: **ELLERSIEK, Thorsten**; Neuenkirchener Str.
6, 33824 Werther (DE). **STEINMETZ, Uwe**; Heldenwiese
46, 57520 Steinebach/Sieg (DE).

(74) Anwalt: **BARDEHLE PAGENBERG PART-
NERSCHAFT MBB PATENTANWÄLTE, RECHTS-
ANWÄLTE**; Prinzregentenplatz 7, 81675 Munich (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

(54) Title: ROTOR SHAFT WITH INTEGRATED COOLING CHANNELS

(54) Bezeichnung: ROTORWELLE MIT INTEGRIERTEN KÜHLKANÄLEN

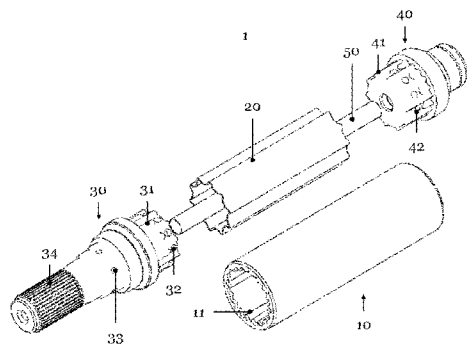


Figure 1A

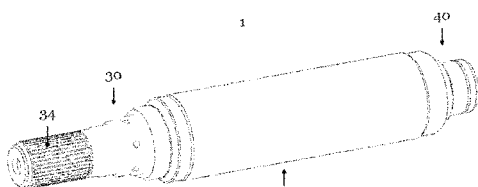


Figure 1B

(57) Abstract: The present disclosure relates to a rotor shaft for a rotor of an electric machine. The rotor shaft comprises an outer sleeve, an inner sleeve arranged inside the outer sleeve and two coolant distribution elements each arranged on one end of the rotor shaft. The outer sleeve has an internal profile with a multiplicity of longitudinal grooves. As an alternative or in addition, the inner sleeve has an external profile with a multiplicity of longitudinal grooves. The internal profile of the outer sleeve and/or the external profile of the inner sleeve define a multiplicity of cooling channels through which a coolant is able to flow along the rotor shaft from one coolant distribution element to the other coolant distribution element. The present disclosure furthermore relates to a rotor of an electric machine comprising the disclosed rotor shaft and to an associated electric machine.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Rotorwelle für einen Rotor einer elektrischen Maschine. Die Rotorwelle umfasst ein Mantelrohr, ein Innenrohr, das im Inneren des Mantelrohrs angeordnet ist und zwei Kühlmediumverteilerelemente die jeweils an einem Ende der Rotorwelle angeordnet sind. Das Mantelrohr weist ein Innenprofil mit einer Vielzahl an Längsrillen auf. Alternativ oder zusätzlich weist das Innenrohr ein Außenprofil mit einer Vielzahl an Längsrillen auf. Das Innenprofil des Mantelrohrs und/oder das Außenprofil des Innenrohrs definieren eine Vielzahl von Kühlkanälen, durch die ein Kühlmedium entlang der Rotorwelle von einem Kühlmediumverteilerelement zum anderen Kühlmediumverteilerelement strömen kann. Die vorliegende Offenbarung betrifft ferner einen Rotor einer elektrischen Maschine mit der offenbarten Rotorwelle und eine zugehörige elektrische Maschine.



WO 2024/046591 A1

CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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)*
- *in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.*

Rotorwelle mit integrierten Kühlkanälen

1. Technisches Gebiet

5

Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Rotorwelle für elektrische Maschinen wie Elektromotoren oder Generatoren mit integrierten Kühlkanälen.

2. Stand der Technik

10

Rotorwellen rotierender elektrischer Maschinen, beispielsweise eines Elektromotors oder eines Generators, erwärmen sich während ihrer Nutzung. Die entstehende Wärme kann beispielsweise auf die Stator- und / oder Rotorwicklungen übertragen werden. Dies kann zu unerwünschter Materialverformung führen und den Wirkungsgrad der elektrischen Maschine verringern. Um dies zu verhindern, kann der Erwärmung durch passive oder aktive Kühlung entgegengewirkt werden. Ein Beispiel dafür ist eine Luftkühlung, bei der Luft über und / oder durch die elektrische Maschine geleitet wird. Ein anderer Ansatz ist die aktive Kühlung des Rotors über ein flüssiges Kühlmedium.

15

20 Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Rotorwellen mit aktiver Kühlung bekannt.

25

Beispielsweise beschreibt DE 10 2019 207 325 A1 eine Kühlanordnung für ein wärmeerzeugendes rotierendes Bauteil einer elektrischen Maschine: Eine drehbar gelagerte Hohlwelle, die drehfest mit der Rotorwelle verbunden ist, weist mindestens einen Kühlkanal für Kühlschmiermittel auf, wobei der mindestens eine Kühlkanal einen Hohlwellenkanal, einen Zufuhrkanal und einen Auslasskanal umfasst.

30

US 2020/0251963 A1 beschreibt eine elektrische Maschine, die eine einteilige hohle Rotorwelle umfasst, durch die ein flüssiges Kühlmittel strömen kann und in deren Inneren sich eine Vielzahl von Wärmeableitungsrippen befindet.

DE 10 2016 202 416 B4 offenbart eine Rotorwellenanordnung für einen Rotor eines Elektromotors, welche eine Hohlwelle zur Aufnahme eines Rotorkörpers und einen in der Hohlwelle angeordneten Kühlkörper aufweist, welcher sich radial erstreckende Kühlrippen aufweist und radial mit der Hohlwelle in thermischem Kontakt steht. Der Kühlkörper weist eine axial durchgehend offene Struktur auf, so dass ein Kühlmedium in der Hohlwelle axial durch den Kühlkörper hindurch strömen kann, wobei die offene Struktur durch definierte Kanäle gebildet ist.

DE 10 2017 112 348 A1 betrifft eine elektrische Maschine, die einen gegenüber einem Stator drehbaren Rotor mit wenigstens einer Rotorwelle und ein mit einem Kühlmittel durchströmbares Kanalsystem zur Kühlung der Maschine umfasst. Das Kanalsystem verläuft wenigstens abschnittsweise innerhalb der Rotorwelle. Dabei umfasst das Kanalsystem einen Kühlkanal, der in Längsrichtung der Rotorwelle wenigstens abschnittsweise konisch verlaufend ausgebildet, sodass das Kühlmittel durch eine Rotationsbewegung der Rotorwelle in Richtung eines zunehmenden Kanaldurchmessers förderbar ist.

Weiterer aus dem Stand der Technik bekannte Rotorwellen sind beschrieben in DE 11 2010 004 773 T5, US 9,148,041 B2, EP 3 384 581 B1, DE 10 2017 112 348 A1, DE 10 2020 207 431 A1, EP 3 507 889 B1, DE 10 2019 108 943 A1, EP 3 555 992 B1, EP 3 598 611 A1, EP 3 961 875 A1, US 7,579,725 B2, EP 1 953 896 B1, DE 10 2017 202 356 A1, US 9,331,552 B2, EP 3 303 039 B1, EP 3 673 568 B1, EP 3 501 085 B1, DE 10 2016 209 173 A1, EP 3 152 819 B1, DE 10 2016 208 770 B4 und EP 3 433 919 B1.

25

3. Zusammenfassung der Offenbarung

Die aus dem Stand der Technik bekannten Rotorwellen haben jedoch einige Nachteile. Insbesondere lassen sich einige der aus dem Stand der Technik bekannten Rotorwellen nur mit hohem Arbeitsaufwand, Materialverschleiß und folglich hohen Kosten fertigen. Ferner sind die aus dem Stand der Technik bekannten Kühlungsansätze oft unzureichend, insbesondere für den Einsatz in kompakten Elektromotoren mit hoher Leistungsdichte.

30

Auch sind einige der bekannten Rotorwellenkühlstrukturen komplex, filigran und / oder vierteilig konstruiert, was einen erhöhten Ausschuss in der Fertigung und eine geringere Produktlebensdauern zur Folge haben kann.

5 Der vorliegenden Anmeldung liegt daher das Problem zugrunde, einige der beschriebenen Nachteile des Stands der Technik zumindest teilweise zu verringern. Dieses Problem wird zumindest teilweise durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Beispielhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Wo nicht anders angegeben sind Materialeigenschaften nach
10 den einschlägigen Normen zu bestimmen.

In einer Ausführungsform stellt die vorliegende Offenbarung eine Rotorwelle für einen Rotor einer elektrischen Maschine bereit. Die Rotorwelle umfasst ein Mantelrohr, ein
15 Innenrohr, das im Inneren des Mantelrohrs angeordnet ist, und zwei Kühlmediumverteilerelemente. Die Kühlmediumverteilerelemente sind jeweils an einem Ende der Rotorwelle angeordnet. Dabei weist das Mantelrohr ein Innenprofil mit einer Vielzahl an Längsrillen auf und/oder das Innenrohr weist ein Außenprofil mit einer Vielzahl an Längsrillen auf. Ferner definiert das Innenprofil des Mantelrohrs und/oder
20 das Außenprofil des Innenrohrs eine Vielzahl von Kühlkanälen, durch die ein Kühlmedium von einem der Kühlmediumverteilerelemente entlang der Rotorwelle zum anderen Kühlmediumverteilerelement strömen kann.

Die Kühlmediumverteilerelemente können, wie nachfolgend beschrieben ist, in einigen Ausführungsformen als Endstopfen ausgeführt sein.

25 In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform umfasst die Rotorwelle ein Mantelrohr, das ein Innenprofil mit einer Vielzahl von Längsrillen aufweist, ein Innenrohr, das im Inneren des Mantelrohrs angeordnet ist sowie ein erstes und ein zweites Kühlmediumverteilerelement bzw. einen ersten und zweiten Endstopfen, die
30 jeweils mit einem Ende des Mantelrohrs formschlüssig und kraftschlüssig oder formschlüssig und stoffschlüssig verbunden sind, indem sie in einen Teil der Vielzahl von Längsrillen eingreifen; wobei das Innenprofil des Mantelrohrs und die Außenseite des Innenrohrs eine Vielzahl von Kühlkanälen definieren, durch die ein Kühlmedium entlang des Mantelrohrs strömen kann.

Eine formschlüssige und kraftschlüssige bzw. eine formschlüssige und stoffschlüssige Verbindung umfasst im Zusammenhang dieser Anmeldung auch eine kombinierte form-, kraft- und stoffschlüssige Verbindung.

5

Durch die vorstehend beschriebene Rohr-in-Rohr Konstruktion lässt sich der Aufbau und die Herstellung einer aktiv gekühlten Rotorwelle signifikant vereinfachen und gleichzeitig die Kühlung verbessern. Ferner können über den Formschluss und Kraftschluss zwischen dem profilierten Mantelrohr und den

10 Kühlmediumverteilerelementen / Endstopfen hohe Drehmomente übertragen werden und gleichzeitig die Kühlkanäle entlang der Längsrillen des Mantelrohrinnenprofils und / oder des Außenprofils des Innenrohrs definiert werden.

Diese Vereinfachung der Konstruktion der Rotorwelle bringt mehrere Vorteile mit sich:

15 Es wird kein zusätzliches Element zum Drehmomentübertrag benötigt, wodurch Material und Gewicht eingespart werden kann. Die Doppelfunktion des Innenprofils des Mantelrohrs, einerseits in der Definition der axial verlaufenden Kühlkanäle und andererseits im Form- und Kraftschluss durch Verzahnung mit den Kühlmediumverteilerelementen ermöglicht es, das Mantelrohr mit geringem

20 Arbeitsaufwand und separat von den anderen Bauteilen der Rotorwelle herzustellen.

Bei Innenrohr und Mantelrohr kann es sich um kaltumgeformte, z.B. gezogene, Metallrohre handeln, die beispielsweise aus gängigen Werkstoffen wie E355 und 42CrMo4, Baustählen, Vergütungsstählen und / oder Einsatzstählen gefertigt sind.

25 Die Kühlmediumverteilerelemente können beispielsweise geschmiedet oder additiv oder zerspannend gefertigt werden. Dadurch lässt sich das Herstellungsverfahren des Mantelrohrs auf einfache und günstige Weise ändern, um Mantelrohre in abgeänderten Ausführungsformen für neue Rotorwellen herzustellen, beispielsweise mit unterschiedlicher Länge, unterschiedlichem Durchmesser, Dicke und / oder Art und

30 Tiefe der Profilierung. Insbesondere kann einer oder beide Kühlmediumverteilerelemente durch die form- bzw. kraftschlüssige Verbindung zum Mantelrohr bzw. dem Innenprofil des Mantelrohrs direkt zur Drehmomentübertragung verwendet werden, was den Aufbau der Rotorwelle signifikant vereinfacht.

Zur weiteren Einsparung von Gewicht Fertigungsaufwand kann das Mantelrohr an einem Ende (oder beiden) eine Verjüngung aufweisen, die eingerichtet ist, eines der Kühlmediumverteilelemente (oder beide) im Inneren des Mantelrohrs aufzunehmen und als eine Passung bzw. Lagersitz für ein Rotationlager der elektrischen Maschine zu fungieren bzw. eine solche Passung bzw. Lagersitz zu umfassen (vgl. Fig. 11 bis Fig. 13B). In solchen Ausführungsformen kann das Kühlmediumverteilelement, das im Inneren der Verjüngung angeordnet ist aus einem Material mit niedrigem Gewicht wie etwa einem Kunststoff (z.B. PEEK) gefertigt sein. Auch das Innenrohr kann aus einem solchen Material gefertigt sein.

10

Ferner kann mindestens eines der beiden Kühlmediumverteilelemente der Rotorwelle ein Drehmomentübertragungselement aufweisen. Durch diese Anordnung bleibt die Fertigung der anderen Komponenten der Rotorwelle, d.h. des Mantelrohrs, des Innenrohrs, des anderen Kühlmediumverteilelements und gegebenenfalls eines Kühlmediumführungsrohrs, von der konkreten Ausführung des Drehmomentübertragungselements unbeeinflusst.

15

Um die Fertigung des Mantelrohrs – beispielsweise über axiales Kaltumformen oder Kaltziehen von Rohren – sowie die Verbindung mit den Kühlmediumverteilelementen zu vereinfachen, kann das Innenprofil des Mantelrohrs entlang des Umfangs des Mantelrohrs sich periodisch wiederholende – beispielsweise sinusförmige – Erhöhungen und Vertiefungen aufweisen. Zudem kann dadurch das Kühlmedium gleichmäßig zur Kühlung in der Rotorwelle verteilt werden.

20

Um formschlüssige Verbindung von Innenrohr und Mantelrohr zur Definition der Kühlkanäle in einfacher Weise zu realisieren, kann das Innenrohr in einen Teil der Vielzahl an Längsrillen eingreifen. Durch diese Anordnung ist keine ungewollte Positionierung und / oder Rotation des Innenrohrs und des Mantelrohrs relativ zueinander möglich. Des Weiteren können Innenrohr und Außenrohr in dieser Anordnung auf material- und arbeitssparende Weise verbunden werden. Zudem wird das Kühlmedium somit gleichmäßig zur Kühlung der Rotorwelle über die Rotorwelle verteilt.

25

30

In anderen Ausführungsformen kann eines oder beide der Kühlmediumverteilerelemente mit dem Mantelrohr drehfest verschweißt sein, ohne in die Längsrillen einzugreifen.

5 Ferner kann das Innenrohr einen Querschnitt mit sich entlang seines Umfangs periodisch wiederholende Erhöhungen und Vertiefungen aufweisen, wobei die Erhöhungen des Innenrohrs in einen Teil der Längsrillen des Innenprofils des Mantelrohrs eingreifen (siehe auch Fig. 1A und 3B). Die sich periodisch wiederholenden Erhöhungen des Innenrohrs ermöglichen wie die mögliche periodische Profilierung des Mantelrohrs eine gleichmäßige Verteilung des Kühlmediums zur
10 Kühlung der Rotorwelle. Ferner kann eine solche periodische Profilierung des Innenrohrs und des Mantelrohrs den Zusammenbau erleichtern, da es wegen der Symmetrie mehrere Relativpositionen gibt in der die beiden Profile ineinandergreifen.

15 In einer möglichen Ausführungsform weist das Mantelrohr eine maximale Wanddicke im Bereich von 2,00 mm bis 10,00 mm auf und / oder weist das Innenrohr eine Wanddicke im Bereich von 0,5 mm bis 5,00 mm auf. Diese Dickenbereiche erlauben es, einerseits hohe strukturelle Stabilität zum Übertrag hoher Drehmomente zu gewährleisten und andererseits materialsparende Bauteile zu fertigen. In diesem
20 Dickenbereich kann für verschiedene Ausführungsformen, beispielsweise aber nicht ausschließlich für Rohre verschiedener Dicke, Profilierung oder Länge, das gleiche Herstellungsverfahren unter der Vornahme geringfügiger und günstiger Anpassungen verwendet werden.

25 Ferner kann in einer möglichen Ausführungsform das Innenprofil des Mantelrohrs eine Profiltiefe im Bereich von 1,00 mm bis 6,00 mm, bevorzugt im Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweisen und / oder das Innenrohr eine Profiltiefe im Bereich von 0,5 mm bis 4,00 mm, bevorzugt im Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweisen. Profiltiefen in diesen Bereichen zeichnen sich dadurch aus, dass das Strömungsverhalten des Kühlmediums hinsichtlich laminarer beziehungsweise turbulenter Dynamiken
30 vorteilhaft und gemäß den Anforderungen an das jeweilige System eingestellt werden kann. Zudem können solche Profiltiefen ausreichende Drehfestigkeit für die Kühlmediumverteilerelemente gewährleisten, um hohe Drehmomente übertragen zu können. Insbesondere können solche Profiltiefen gewährleisten, dass sich trotz eines

hohen Massestrom des Kühlmediums Turbulenzen ausbilden können, was die Effizienz der Kühlung optimiert.

Um die Verbindung der Kühlmediumverteilelemente mit dem Mantelrohr zu
5 verbessern, kann in einer möglichen Ausführungsform einer oder beide der
Kühlmediumverteilelemente ein Außenprofil aufweisen, das in das Innenprofil des
Mantelrohrs eingreift und / oder die Kühlmediumverteilelemente mit dem Mantelrohr
verpresst sein. Die Verzahnung des Außenprofils der Kühlmediumverteilelemente mit
10 dem Innenprofil des Mantelrohrs nutzt eine vorteilhafte Ausführung des
Formschlusses in Verwendung der vorhandenen Profilierung des Mantelrohrs zur
Definierung der Kühlkanäle. Diese Art des Formschlusses ist materialsparend, da keine
weiteren Befestigungsmittel nötig sind, und in der Herstellung arbeitssparend.
Alternativ oder zusätzlich können die Kühlmediumverteilelemente mit dem Mantelrohr
auch verschweißt sein.

15 Um das Kühlmedium zu den durch Innenrohr und Mantelrohr definierten Kühlkanäle
zu leiten, können in einigen Ausführungsformen die Kühlmediumverteilelemente
jeweils eine Kühlmediumverteilstuktur aufweisen, die mit einem der über das
Innenprofil des Mantelrohrs und die Außenseite des Innenrohrs definierten
20 Kühlkanälen verbunden ist. Dadurch ist keine zusätzliche Kühlmediumzuführung
notwendig, die den Aufbau der Rotorwelle verkomplizieren würde und die Fertigung
des Mantelrohrs und des Innenrohrs bleibt von der konkreten Ausführung der
Kühlmediumzuführung weitestgehend unbeeinflusst. Zudem ermöglicht die
Positionierung der Kühlmediumverteilstuktur in den Kühlmediumverteilelementen
25 verschiedene Architekturen der Kühlmediumleitung durch die Rotorwelle (siehe Fig.
4A, Fig. 4B und Fig. 4C sowie Fig. 12A, Fig. 12B und Fig. 12C) und gegebenenfalls durch
weitere an die Rotorwelle angebrachte Elemente (siehe Fig. 5A und Fig. 5B sowie Fig.
13 A und Fig. 13B), wie Elemente zur elektromagnetischen Kraftübertragung, wie z.B.
durch ein Rotorblechpaket mit Permanentmagneten oder mit Rotorwicklungen.

30 Für die Kühlmediumleitung kann es aus Gründen der Zugänglichkeit für Zulauf- und
Ablaufvorrichtungen in Abhängigkeit von der Anordnung der Rotorwelle von Vorteil
sein, wenn in manchen Ausführungsformen eines der Kühlmediumverteilelemente
einen Zulauf für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur

verbunden ist und das andere Kühlmediumverteilelement einen Ablauf für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur verbunden ist (siehe Fig. 4B und Fig. 5B sowie Fig. 12A und Fig. 12B)

5 Alternativ kann es in anderen möglichen Einsatzgebieten auch von Vorteil sein, wenn in anderen Ausführungsformen ein Kühlmediumführungsrohr innerhalb des Innenrohres angeordnet ist und die beiden Kühlmediumverteilelemente derart miteinander verbindet, dass das Kühlmedium von einem Kühlmediumverteilelement zum anderen durch das Kühlmediumführungsrohr strömen kann und eines der
10 Kühlmediumverteilelemente einen Zulauf und einen Ablauf für das Kühlmedium aufweist, wobei der Ablauf mit der Kühlmediumverteilstuktur verbunden ist und der Zulauf mit dem Kühlmediumführungsrohr (siehe Fig. 4A, Fig. 4C und Fig. 5A sowie Fig. 12A, Fig. 12C und Fig. 13A) oder umgekehrt.

15 In einer möglichen Ausführungsform der Rotorwelle weist das Kühlmediumverteilelement, das den Zulauf für das Kühlmedium aufweist, ebenfalls das Drehmomentübertragungselement auf (siehe Fig. 4A, Fig. 5A, Fig. 12A und Fig. 13A). Diese Anordnung lässt sich vorteilhaft kombinieren, beispielsweise wenn sich der Zulauf für das Kühlmedium koaxial im Inneren des Drehmomentübertragungselements
20 befindet. Generell können die einzelnen Bauteile so platz- und materialsparend angeordnet werden.

In einer weiteren Ausführungsform der Rotorwelle weist das Kühlmediumverteilelement, das das Drehmomentübertragungselement aufweist, keine
25 externen Zu- oder Abläufe für das Kühlmedium auf (siehe Fig. 4C und Fig. 12C), was kompaktere Antriebssysteme ermöglicht.

Die vorliegende Anmeldung betrifft ferner einen Rotor für eine elektrische Maschine, der eine Rotorwelle wie vorstehend beschrieben und ein Element zur
30 elektromagnetischen Kraftübertragung umfasst, das drehfest, bevorzugt kraftschlüssig, mit einem Teil der Außenfläche des Mantelrohrs verbunden ist. Somit befindet sich das Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung in der Nähe der Kühlkanäle im Mantelrohr, was sich vorteilhaft auf die Temperatur im Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung auswirken kann. Zudem wird so kein weiteres

Trägerelement zur Befestigung des Elements zur elektromagnetischen Kraftübertragung benötigt. Das Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung lässt sich somit über die Rotorkühlung mitkühlen, was insbesondere bei nicht-permanenterregten Maschinen, wie Asynchronmaschinen, den Wirkungsgrad der Maschine verbessert.

Um die Kühlung des Elements zur elektromagnetischen Kraftübertragung zu verbessern, kann es von Vorteil sein, wenn das Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung ebenfalls mindestens einen Kühlkanal aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur beider Kühlmediumverteilelemente verbunden ist (siehe Fig. 5A und Fig. 5B sowie Fig. 13A und 13B). So kann der Erwärmung des gesamten Rotors entgegengewirkt und ein noch höherer Wirkungsgrad erreicht werden.

Die vorliegende Anmeldung betrifft ferner eine Elektrische Maschine, die einen Stator und einen Rotor wie vorstehend beschrieben umfasst.

4. Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1A eine Seitenansicht der Bestandteile einer Rotorwelle gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 1B eine Seitenansicht der zusammengefügteten Rotorwelle von Fig. 1A;

Fig. 2A eine Seitenansicht eines ersten Endstopfens gemäß einer möglichen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 2B eine Seitenansicht des ersten Endstopfens von Fig. 2A;

Fig. 2C eine Seitenansicht eines zweiten Endstopfens gemäß einer möglichen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

- Fig. 2D** eine Seitenansicht des zweiten Endstopfens von Fig. 2C;
- Fig. 3A** eine Querschnittsansicht einer Rotorwelle gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem runden Innenrohr ohne Profilierung;
- 5 **Fig. 3B** eine Querschnittsansicht einer Rotorwelle gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem profilierten Innenrohr, wobei die Erhöhungen der Profilierung des Innenrohrs in einige der Vertiefungen des Innenprofils des Mantelrohrs eingreifen;
- 10 **Fig. 4A** einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle gemäß einer Ausführungsform mit zusätzlichem Kühlmittelführungsrohr;
- Fig. 4B** einen Längsschnitt durch die Rotorwelle gemäß einer Ausführungsform, ohne zusätzliches Kühlmittelführungsrohr;
- 15 **Fig. 4C** einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle gemäß einer weiteren Ausführungsform mit zusätzlichem Kühlmittelführungsrohr;
- 20 **Fig. 5A** einen Längsschnitt einer Rotorwelle mit Kühlmittelführungsrohr und zusätzlichen Kühlkanälen in einem Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung;
- Fig. 5B** einen Längsschnitt einer Rotorwelle ohne zusätzliches Kühlmittelführungsrohr und zusätzlichen Kühlkanälen in einem Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung;
- 25 **Fig. 6** eine elektrische Maschine gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem Rotor wie hierin beschrieben und einem Stator;
- 30 **Fig. 7A** eine Seitenansicht der Bestandteile einer Rotorwelle gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung mit einem eingepressten Kühlmittelverteilelement / Endstopfen, einem sich

verjüngendem Mantelrohr und einem innerhalb der Verjüngung angeordnetem Kühlmittelverteilelement;

- 5 **Fig. 7B** eine Seitenansicht der Bestandteile einer Rotorwelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung mit einem verschweißten Kühlmittelverteilelement / Endstopfen, einem sich verjüngendem Mantelrohr und einem innerhalb der Verjüngung angeordnetem Kühlmittelverteilelement;
- 10 **Fig. 7C** eine Seitenansicht der zusammengefügteten Rotorwelle von Fig. 7A oder 7B;
- Fig. 8** eine Seitenansicht des ersten Endstopfens von Fig. 7B;
- 15 **Fig. 9A** eine Seitenansicht eines sich verjüngenden Mantelrohrs gemäß einer Ausführungsform mit einem Innenprofil mit schraubenförmig verlaufenden Längsrillen;
- Fig. 9B** eine Innenansicht des sich verjüngenden Mantelrohrs von Fig. 9A;
- 20 **Fig. 9C** eine Draufsicht eines Mantelrohrs gemäß einer Ausführungsform mit einem Innenprofil mit schraubenförmig verlaufenden Längsrillen;
- Fig. 10A** eine Querschnittsansicht einer Rotorwelle gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem profilierten Innenrohr mit einem Querschnitt mit dreizähliger Rotationssymmetrie, wobei die Erhöhungen der Profilierung des Innenrohrs in einige der Vertiefungen des Innenprofils des Mantelrohrs, mit einem Querschnitt mit dreizähliger Rotationssymmetrie, eingreifen;
- 25 **Fig. 10B** eine Querschnittsansicht einer Rotorwelle gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem sechseckigen Innenrohr und einem Außenrohr, dessen Innenprofil eingerichtet ist, mit seinen Erhebungen an der Außenseite des Innenrohrs anzuliegen;
- 30

- 5 **Fig. 11** eine Seitenansicht der Bestandteile einer Rotorwelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung mit einem eingepressten Endstopfen, einem Innenrohr mit Außenprofil und einem sich verjüngenden Außenrohr ohne Innenprofil;
- 10 **Fig. 12A** einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle gemäß einer Ausführungsform mit sich verjüngendem Mantelrohr und zusätzlichem Kühlmittelführungsrohr;
- Fig. 12B** einen Längsschnitt durch die Rotorwelle gemäß einer Ausführungsform mit sich verjüngendem Mantelrohr und ohne zusätzliches Kühlmittelführungsrohr;
- 15 **Fig. 12C** einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle gemäß einer weiteren Ausführungsform mit sich verjüngendem Mantelrohr und zusätzlichem Kühlmittelführungsrohr;
- 20 **Fig. 13A** einen Längsschnitt einer Rotorwelle mit sich verjüngendem Mantelrohr, einem Kühlmittelführungsrohr und zusätzlichen Kühlkanälen in einem Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung;
- 25 **Fig. 13B** einen Längsschnitt einer Rotorwelle mit sich verjüngendem Mantelrohr, ohne zusätzliches Kühlmittelführungsrohr und zusätzlichen Kühlkanälen in einem Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung.

5. Detaillierte Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele

30 Im Folgenden werden einige exemplarische Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung am Beispiel einiger exemplarischer Rotorwellen für elektrische Maschinen beschrieben. Hierbei sind verschiedenen Merkmalskombinationen mit Bezugnahme auf die dargestellten Ausführungsformen beschrieben. Naturgemäß müssen nicht alle Merkmale der beschriebenen Ausführungsformen vorhanden sein, um die vorliegende

Erfindung zu realisieren. Ferner können die Ausführungsformen durch Kombinieren gewisser Merkmale einer Ausführungsform mit einem oder mehreren Merkmalen einer anderen Ausführungsform modifiziert werden – falls dies technisch kompatibel und sinnvoll ist – ohne von der Offenbarung und dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen, der durch die Patentansprüche definiert ist.

Fig. 1A zeigt eine Seitenansicht der Bestandteile einer Rotorwelle 1 nach einer möglichen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Diese umfasst ein Mantelrohr 10, beispielsweise mit einer Wanddicke im Bereich von 2,00 mm bis 10,00 mm, mit einem periodischen Innenprofil 11, welches in der dargestellten Ausführungsform eine Vielzahl an axial verlaufenden Längsrillen aufweist. Die dargestellte Ausführungsform umfasst zudem ein Innenrohr 20, beispielsweise mit einer Wanddicke von 0,5 mm bis 5,00 mm, einen ersten Endstopfen bzw. Kühlmediumverteilerelement 30, einen zweiten Endstopfen bzw. Kühlmediumverteilerelement 40 und ein Kühlmediumführungsrohr 50. Der erste Endstopfen 30 kann ein Außenprofil 31 aufweisen und der zweite Endstopfen 40 kann ein Außenprofil 41 aufweisen. In der abgebildeten Ausführungsform weist der zweite Endstopfen 40 eine Kühlmediumverteilstruktur 42 für den Zulauf des Kühlmediums auf und der erste Endstopfen 30 weist die Kühlmediumverteilstruktur 32, 33 für den Ablauf des Kühlmediums auf. In der abgebildeten Ausführungsform weist der erste Endstopfen 30 ferner ein Drehmomentübertragungselement 34 auf, über das die Rotorwelle 1 beispielsweise mit einem anzutreibenden Rad, Propeller, Getriebe, oder Ähnlichem verbunden werden kann. Andere entsprechende Ausführungsformen können beispielsweise andere Innenprofile 11 des Mantelrohrs 10 und Außenprofile 31, 41 der Endstopfen 30, 40, andere Kühlmediumverteilstrukturen 32, 33, 42 und / oder andere Drehmomentübertragungselemente 34 umfassen und / oder können auf die Verwendung eines Kühlmediumführungsrohrs 50 verzichten.

Fig. 1B zeigt eine Seitenansicht der Rotorwelle 1 gemäß einer möglichen Ausführungsform, zusammengesetzt aus den in Fig. 1A beschriebenen Bauteilen, in der das Mantelrohr 10 formschlüssig und kraftschlüssig mit dem ersten Endstopfen 30 und dem zweiten Endstopfen 40 verbunden ist, wobei der erste Endstopfen 30 ein Drehmomentübertragungselement 34 aufweisen kann. Die Verbindung zwischen Mantelrohr 10 und Endstopfen 30, 40 kann beispielsweise durch Verpressen der

Endstopfen 30, 40 mit dem Mantelrohr 10 erfolgen, wobei der erste Endstopfen 30 und der zweite Endstopfen 40 jeweils in einen Teil der Vielzahl von Längsrillen des Innenprofils 11 des Mantelrohrs 10 eingreifen, beispielsweise sodass die Erhebungen der Außenprofile 31, 41 in die das Innenprofil 11 eingreifen. Das Innenrohr 20 und das
5 Kühlmediumführungsrohr 50 befinden sich, in dieser Ansicht nicht sichtbar, koaxial mit dem Mantelrohr 10 im Inneren des Mantelrohrs 10 und zumindest teilweise zwischen dem ersten Endstopfen 30 und dem zweiten Endstopfen 40.

Figur 2A zeigt eine Seitenansicht des ersten Endstopfens bzw.
10 Kühlmediumverteilelement 30 gemäß einer möglichen Ausführungsform, in welcher der erste Endstopfen 30 ein Außenprofil 31, eine Kühlmediumverteilstuktur 32, 33 und ein Drehmomentübertragungselement 34 aufweist. In dieser beispielhaften Ausführungsform weist das Außenprofil 31 des ersten Endstopfens 30
15 Längserhebungen auf, welche in Axialrichtung verlaufen und verschiedene Längen in axialer Richtung aufweisen, so dass das Kühlmedium von den Kühlkanälen, die durch das Innenrohr 20 und die Längsrillen gebildet werden, in die
Kühlmediumverteilstuktur 32, 33 eingeleitet werden kann. Der Endstopfen 30 weist ferner eine Passung 36 für ein Rotationslager (z.B. ein Wälzlager) der elektrischen
20 Maschine auf.

Figur 2B zeigt eine weitere Ansicht des ersten Endstopfens 30 gemäß einer möglichen Ausführungsform mit Blickrichtung entlang der Axial- bzw. Längsrichtung der Rotorwelle. Die beispielhafte Ausführungsform weist ein Außenprofil 31 aus sich
25 periodisch um den Umfang des ersten Endstopfens 30 wiederholende Erhebungen auf, wobei jeweils jede zweite Erhebung kürzer ist, um eine Fluidverbindung zwischen Kühlkanälen und Kühlmediumverteilstuktur 32, 33 zu ermöglichen.

Figur 2C zeigt eine Seitenansicht des zweiten Endstopfens 40 gemäß einer möglichen Ausführungsform, in welcher der zweite Endstopfen 40 ebenfalls ein Außenprofil 41
30 und eine Kühlmediumverteilstuktur 42 aufweist. In dieser beispielhaften Ausführungsform weist das Außenprofil 41 des zweiten Endstopfens 40, ähnlich wie vorstehend für den ersten Endstopfen 30 beschrieben, Längserhebungen in Axialrichtung auf, welche verschiedene Längen in axialer Richtung aufweisen. Der

Endstopfen 40 umfasst ferner eine Passung 46 für ein Rotationslager (z.B. ein Wälzlager) der elektrischen Maschine auf.

5 Figur 2D zeigt eine weitere Ansicht des zweiten Endstopfens 40 gemäß einer möglichen Ausführungsform mit Blickrichtung entlang der Axialrichtung. Die beispielhafte Ausführungsform weist ein Außenprofil 41 aus sich periodisch um den Umfang des zweiten Endstopfens 40 wiederholende Erhebungen auf, wobei jeweils jede zweite Erhebung kürzer ist, um eine Fluidverbindung zwischen Kühlkanälen und
10 Kühlmediumverteilstuktur 42 zu ermöglichen.

Figur 3A zeigt einen Querschnitt durch eine Rotorwelle 1 gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem runden Innenrohr 20 ohne Profilierung im zusammengebauten Zustand. In dieser beispielhaften Ausführungsform weist das
15 Mantelrohr 10 eine sich periodisch um den Umfang des Mantelrohrs 10 wiederholende Abfolge von axial verlaufenden Erhebungen und Vertiefungen auf, welche das Innenprofil 11 des Mantelrohrs 10 bilden. Die Erhebungen des Innenprofils 11 stehen im Kontakt mit der Außenfläche des Innenrohrs 20. Die Freiräume in den Längsrillen bzw. Vertiefungen des Innenprofils 11, begrenzt durch das Mantelrohr 10 und das
20 Innenrohr 20, definieren axial verlaufende Kühlkanäle zur Aufnahme eines Kühlmediums, wie Kühlwasser, Öl oder gar einem gekühlten Treibstoff, der danach einer Anlage zur Energieumwandlung zugeführt werden kann.

In einer anderen beispielhaften Ausführungsform zeigt Fig. 3B einen Querschnitt durch
25 eine Rotorwelle 1 gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem profilierten Innenrohr 20, wobei die Erhöhungen der Profilierung des Innenrohrs 20 in einige der Vertiefungen bzw. Rillen des Innenprofils 11 des Mantelrohrs 10 greifen. In der gezeigten beispielhaften Ausführungsform sind die Erhebungen des Profils des Innenrohrs 20 so ausgeprägt, dass sie formschlüssig in jede zweite Vertiefung des
30 Innenprofils 11 des Mantelrohrs 10 eingreifen und damit die Kühlkanäle in jeder anderen zweiten Längsrille des Innenprofils 11 des Mantelrohrs 10 verlaufen.

In einer möglichen Ausführungsform der Rotorwelle 1 kann das Innenprofil 11 des Mantelrohrs 10 eine Profiltiefe im Bereich von 1,00 mm bis 6,00 mm, bevorzugt im

Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweisen und das Innenrohr 20 kann entweder gar kein Profil (siehe beispielsweise Fig. 3A) oder eine Profiltiefe im Bereich von 0,5 mm bis 4,00 mm, bevorzugt im Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweisen.

5 Figur 4A zeigt einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle 1 gemäß einer Ausführungsform, in der der erste Endstopfen bzw. das Kühlmediumverteilerelement 30 einen Zulauf 35 und einen Ablauf 33 für das Kühlmedium aufweist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 ist schematisch durch Pfeile dargestellt. In der beispielhaften Ausführungsform dargestellt in Fig. 4A weist der erste Endstopfen 30
10 einen Zulauf 35, über den das Kühlmedium in Pfeilrichtung im Inneren des ersten Endstopfens 30 geleitet wird. Durch das Kühlmediumführungsrohr 50, welches sich in der dargestellten möglichen Ausführungsform den Zulauf 35 des ersten Endstopfens 30 mit der Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 40 verbindet, gelangt das Kühlmedium entlang der dargestellten Pfeile in die Kühlmediumverteilstruktur 42.
15 Diese leitet das Kühlmedium in zumindest teilweise radial verlaufenden Kanälen in die axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20. In der beispielhaft dargestellten Ausführungsform leiten die Kühlkanäle das Kühlmedium vom zweiten Endstopfen 40 zurück in Richtung des ersten Endstopfens 30. Die Kühlmediumverteilstruktur 32 des ersten Endstopfens 30
20 ist mit den Kühlkanälen verbunden und kann das Kühlmedium in das Innere des ersten Endstopfens 30 leiten. Der zweite Teil der Kühlmediumverteilstruktur 33 des ersten Endstopfens 30 stellt den Ablauf für das Kühlmedium dar. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums am gleichen Endstopfen 30, der in einigen Ausführungsformen auch ein
25 Drehmomentübertragungselement aufweist.

Figur 4B zeigt einen Längsschnitt durch die Rotorwelle 1 gemäß einer anderen möglichen Ausführungsform, bei der der erste Endstopfen 30 einen Zulauf 35 für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstruktur 32 verbunden ist und
30 der zweite Endstopfen 40 einen Ablauf 45 für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 40 verbunden ist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 ist wiederum schematisch durch Pfeile dargestellt. In der dargestellten Ausführungsform gelangt das Kühlmedium in Pfeilrichtung durch den Zulauf 35 in das Innere des ersten Endstopfens 30. Der Zulauf

35 ist mit der Kühlmediumverteilstruktur 32 des ersten Endstopfens 30 verbunden, welche das Kühlmedium in zumindest teilweise radial verlaufenden Kanälen in die axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20, leitet. Die Kühlkanäle leiten das Kühlmedium vom ersten
5 Endstopfen 30 zum zweiten Endstopfen 40, wo es von der Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 40 zum Ablauf 45 geleitet werden kann. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums an unterschiedlichen Endstopfen.

10 Figur 4C zeigt einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle 1 gemäß einer Ausführungsform, bei der der zweite Endstopfen 40 einen Zulauf 46 und einen Ablauf 43 für das Kühlmedium aufweist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 ist wiederum schematisch durch Pfeile dargestellt. In der dargestellten Ausführungsform wird das Kühlmedium in Pfeilrichtung über den Zulauf 46 in das Innere des zweiten
15 Endstopfens 40 geleitet. Durch das Kühlmediumführungsrohr 50, welches in der dargestellten Ausführungsform den Zulauf 46 des zweiten Endstopfens 40 mit der Kühlmediumverteilstruktur 32 des ersten Endstopfens 30 verbindet, gelangt das Kühlmedium entlang der dargestellten Pfeile in die Kühlmediumverteilstruktur 32 des ersten Endstopfens 30. Diese Kühlmediumverteilstruktur 32 leitet das Kühlmedium in
20 zumindest teilweise radial verlaufenden Kanälen in die axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20. In der dargestellten Ausführungsform leiten die Kühlkanäle das Kühlmedium vom ersten Endstopfen 30 zurück in Richtung des zweiten Endstopfens 40. Die Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 40 ist ebenfalls mit den
25 axialen Kühlkanälen verbunden und kann das Kühlmedium in das Innere des zweiten Endstopfens 40 leiten. Die Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 40 leitet das Kühlmedium zu einen Ablauf 43, über den das Kühlmedium aus dem zweiten Endstopfen 40 austritt. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums am zweite Endstopfen 40. Dies hat u.a. den
30 Vorteil, dass der erste Endstopfen 30, der das Drehmomentübertragungselement 34 aufweist, keine Anschlüsse für das Kühlmedium benötigt, was u.a. zu verbesserten mechanischen Eigenschaften des ersten Endstopfens 30 und Platzersparnis für ein elektrisches Antriebssystem führen kann – z.B. einen Direktantrieb für KFZ-Räder oder

einen Antrieb für einen Flugzeugpropeller – in dem eine solche aktiv gekühlte Rotorwelle 1 verwendet wird.

Figur 5A zeigt einen Längsschnitt durch die Ausführungsform einer Rotorwelle 1, bei
5 der der erste Endstopfen 30 den Zulauf 35 und den Ablauf 33 für das Kühlmedium
aufweist und ein Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60 (wie z.B. ein
Rotorblechpaket mit Permanentmagneten oder mit Rotorwicklungen), das drehfest,
bevorzugt kraftschlüssig, mit einem Teil der Außenfläche des Mantelrohrs 10
verbunden ist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 und im Element zur
10 elektromagnetischen Kraftübertragung 60 ist wiederum schematisch durch Pfeile
dargestellt ist. Die Rotorwelle 1 samt Element zur elektromagnetischen
Kraftübertragung 60, welches eigene Kühlkanäle 61 aufweisen kann, stellt einen Rotor
2 einer rotierenden elektrischen Maschine 3 dar. In der in Figur 5A dargestellten
möglichen Ausführungsform kann das Kühlmedium über den Zulauf 35 in den ersten
15 Endstopfen 30 gelangen. Durch ein Kühlmediumführungsrohr 50, welches in der
dargestellten möglichen Ausführungsform den Zulauf 35 des ersten Endstopfens 30 mit
der Kühlmediumverteilstuktur 42 des zweiten Endstopfens 40 verbindet, gelangt das
Kühlmedium entlang der dargestellten Pfeile in die Kühlmediumverteilstuktur 42 des
zweiten Endstopfens 40. Diese leitet das Kühlmedium in zumindest teilweise radial
20 verlaufenden Kanälen in die axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den
Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20 und in die Kühlkanäle
61 des Elements zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60. Über die Kühlkanäle
kann das Kühlmedium vom zweiten Endstopfen 40 zum ersten Endstopfen 30
gelangen, wo es von der Kühlmediumverteilstuktur 32 des ersten Endstopfens 30
25 aufgenommen und zum Ablauf 33 geleitet werden kann. Damit befinden sich in dieser
möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums am gleichen
Endstopfen.

Figur 5B zeigt einen Längsschnitt durch die Ausführungsform der Rotorwelle 1, in der
30 der erste Endstopfen 30 einen Zulauf 35 für das Kühlmedium aufweist, der mit der
Kühlmediumverteilstuktur 32 des ersten Endstopfens 30 verbunden ist und der zweite
Endstopfen 40 einen Ablauf 45 für das Kühlmedium aufweist, der mit der
Kühlmediumverteilstuktur 42 verbunden ist und ein Element zur
elektromagnetischen Kraftübertragung 60, das drehfest, bevorzugt kraftschlüssig, mit

einem Teil der Außenfläche des Mantelrohrs 10 verbunden ist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle und im Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung ist schematisch durch Pfeile dargestellt. Die Rotorwelle 1 samt Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60, welches eigene Kühlkanäle 61 aufweisen kann, stellt den Rotor 2 dar. Über die Kühlkanäle kann das Kühlmedium vom ersten Endstopfen 30 zum zweiten Endstopfen 40 gelangen, wo es von der Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 30 aufgenommen und zum Ablauf 45 geleitet werden kann. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums an unterschiedlichen Endstopfen. Ein Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60 mit eigenen Kühlkanälen 61 lässt sich auch mit der Ausführungsform von Fig. 4C kombinieren.

Die in Fig. 4A, Fig. 4B, Fig. 4C, Fig. 5A und Fig. 5B dargestellten Ausführungsformen sind mögliche Beispiele der vorliegenden Offenbarung. Weitere mögliche Ausführungsformen können beispielsweise einen Zulauf und einen Ablauf für das Kühlmedium am zweiten Endstopfen 40 aufweisen oder einen Zulauf am zweiten Endstopfen 40 und einen Ablauf am ersten Endstopfen 30 aufweisen. Ausführungen mit mehreren Zuläufen und / oder mehreren Abläufen und / oder Ausführungen mit einer Leitung des Kühlmediums entgegen der dargestellten Pfeilrichtung sowie andere nicht genannte Ausführungsformen sind ebenfalls möglich.

Figur 6 zeigt eine elektrische Maschine 3 gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem Rotor 2 und einem Stator 4. Der Rotor 2, umfassend eine Rotorwelle 1 und ein Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60, das drehfest, bevorzugt kraftschlüssig, mit der Rotorwelle 1 verbunden ist, gemäß eines der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele oder gemäß einer anderen Ausführung, ist gegen den Stator 4 rotierbar (z.B. unter Verwendung zweier Wälzlager) und weist ein Drehmomentübertragungselement 34 auf. Einer der Endstopfen kann in einer möglichen Ausführungsform durch die form- oder kraftschlüssige Verbindung zum Mantelrohr 10 oder zum Innenprofil 11 des Mantelrohrs 10 zur Drehmomentübertragung verwendet werden.

5 Figur 7A zeigt eine Seitenansicht der Bestandteile einer möglichen Ausführungsform einer Rotorwelle 1 mit einem sich verjüngendem Mantelrohr 10 mit Innenprofil 11, einem profilierten Innenrohr 20 und einem Kühlmediumführungsrohr 50. In der gezeigten möglichen Ausführungsform verjüngt sich das Mantelrohr 10 an einem Ende, sodass es an dem einen Ende einen kleineren Radius aufweist als auf der sonstigen
10 Länge des Mantelrohrs 10. Endstopfen Zudem weist die Rotorwelle 1 einen ersten Endstopfen 30 (d.h. ein erstes Kühlmediumverteilelement) und einen zweites Kühlmediumverteilelement 40 auf. Der erste Endstopfen 30 kann ein Außenprofil 31 aufweisen und das zweite Kühlmediumverteilelement 40 kann ein Außenprofil 41 aufweisen. In der abgebildeten beispielhaften Ausführungsform weist das zweite
15 Kühlmediumverteilelement 40 eine Kühlmediumverteilstruktur 42 für das Kühlmediums auf und der erste Endstopfen 30 weist die Kühlmediumverteilstruktur 32, 33 für den Zu- und Ablauf des Kühlmediums auf (vgl. Fig. 12A).

In der abgebildeten Ausführungsform weist der erste Endstopfen 30 ferner ein
20 Drehmomentübertragungselement 34 auf, über das die Rotorwelle 1 beispielsweise mit einem anzutreibenden Rad, Propeller, Getriebe, oder Ähnlichem verbunden werden kann. Die Verjüngung 12 kann derart ausgestaltet sein, dass das zweite Kühlmediumverteilelement 40 zumindest teilweise in der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10 aufgenommen werden kann. Der erste Endstopfen 30 in der
25 dargestellten Ausführungsform ist dazu eingerichtet, in das Mantelrohr 10 eingepresst zu werden. Genau wie andere hierin beschriebene Ausführungsformen können die einzelnen Bauteile beispielsweise jeweils aus Metall, NE-Metall, Stahl, Keramik, Kunststoff, Naturstoff und/oder Kombinationen daraus bestehen. Verschiedene Bauteile können aus verschiedenen und/oder den gleichen Materialien bestehen, um die
30 jeweilige Beschaffenheit beispielsweise hinsichtlich der Bauteilanforderungen, Arbeitsaufwand und/oder Materialkosten zu optimieren. Das umgeformte Ende, in dieser beispielhaften eine Verjüngung 12, des Mantelrohrs kann nicht nur, wie in Fig. 7A gezeigt, im Vergleich zu Fig. 1A einen Teil des zweiten Endstopfens 40 ersetzen.

Andere mögliche Ausführungsformen des Mantelrohrs 10 können ein oder zwei umgeformte Enden aufweisen, die gewisse Funktionen mindestens eines der Endstopfens 30, 40 übernehmen, sodass der jeweilige Endstopfen 30, 40 integraler Teil des Mantelrohrs 10 ist und der entsprechende Endstopfen 30, 40 nicht als separates Bauteil vorliegt. Die beiden Enden des Mantelrohrs 10 können verschieden oder gleich sein.

Figur 7B zeigt eine Seitenansicht der Bestandteile einer möglichen Ausführungsform einer Rotorwelle 1 mit einem sich verjüngendem Mantelrohr 10 mit Innenprofil 11, einem profilierten Innenrohr 20 und ein Kühlmediumführungsrohr 50. Im Vergleich zur Ausführungsform der Fig. 7A ist das Außenprofil des Endstopfens 30 signifikant verkürzt, so dass die drehfeste Verbindung zwischen Endstopfen 30 und Mantelrohr 10 nicht über Verpressen erfolgt, sondern durch Verschweißen oder eine andere geeignete stoffschlüssige Verbindungstechnik.

Figur 7C zeigt eine Seitenansicht der Rotorwelle 1 gemäß einer möglichen Ausführungsform, zusammengesetzt aus den in Fig. 7A und Fig. 7B beschriebenen Bauteilen, in der das sich verjüngende Mantelrohr 10 drehfest mit dem ersten Endstopfen bzw. Kühlmediumverteilelement 30 verbunden ist, wobei der erste Endstopfen 30 ein Drehmomentübertragungselement 34 aufweisen kann. Das zweite Kühlmediumverteilelement 40 ist im Innern des sich verjüngenden Teils 12 des Mantelrohrs angeordnet und daher in Figur 7C nicht sichtbar. Die Verbindung zwischen Mantelrohr 10 und Endstopfen 30 kann beispielsweise durch Verpressen und/oder Verschweißen erfolgen, wobei der erste Endstopfen 30 in einen Teil der Vielzahl von Längsrillen des Innenprofils 11 des Mantelrohrs 10 eingreifen, beispielsweise sodass die Erhebungen des Außenprofils 31, in die des Innenprofils 11 eingreifen. Das Innenrohr 20 und das Kühlmediumführungsrohr 50 befinden sich, in dieser Ansicht nicht sichtbar, koaxial mit dem Mantelrohr 10 im Inneren des Mantelrohrs 10 und zumindest teilweise zwischen dem ersten Endstopfen 30 und dem zweiten Kühlmediumverteilelement 40 (ebenfalls nicht sichtbar). Da die Rotorwelle am sich verjüngenden Ende 12 des Mantelrohrs in ein Rotationslager der elektrischen Maschine eingreift, muss das zweite Kühlmediumverteilelement 40 – anders als der erste Endstopfen 30 keine starken mechanischen Lasten aushalten und kann daher – wie auch das Innenrohr und das Kühlmittelführungsrohr aus einem günstigen und

leichten Material wie einem geeigneten Kunststoff (z.B. PEEK) oder Aluminium gefertigt sein.

Figur 8 zeigt eine Seitenansicht des ersten Endstopfens 30 gemäß der beispielhaften, in
5 Fig. 7B dargestellten Ausführungsform dar. Der dargestellte beispielhafte erste
Endstopfen 30 weist im Vergleich zur Ausführungsform von Fig. 2A ein stark
verkürztes Außenprofil auf, da die Verbindung der ersten Endstopfens 30 mit dem
Mantelrohr 10 durch Verschweißen hergestellt wird. Zudem weist der erste Endstopfen
30 eine Kühlmediumverteilstruktur 32, 33, eine Passung 36 für ein Rotationslager des
10 elektrischen Maschine und ein Drehmomentübertragungselement 34 auf.

Figur 9A zeigt eine mögliche Ausführung eines Mantelrohrs 10 mit Innenprofil 11 und
einer Verjüngung 12 an einem Ende des Mantelrohrs 10. Dabei ist das Innenprofil so
gestaltet, dass die durch das Innenprofil definierten Längsrillen schraubenförmig
15 entlang der Längsachse des Mantelrohrs 10 verlaufen. Der Winkel, in dem die
Längsrillen zur Axialrichtung des Mantelrohrs 10 ausgerichtet sind, kann jeder
beliebige Winkel sein, bei dem effektiv Längstransport des Kühlmediums stattfindet.

Figur 9B zeigt eine Seitenansicht des aufgeschnittenen Mantelrohrs 10 mit Verjüngung
20 12 von Fig. 9A in dem der schraubenförmige Verlauf der Längsrillen des Innenprofils 11
sichtbar ist.

Figur 9C zeigt eine mögliche Ausführung eines Mantelrohrs 10 mit Innenprofil 11.
Dabei ist das Innenprofil so gestaltet, dass die durch das Innenprofil definierten
25 Längsrillen schraubenförmig entlang der Längsachse des Mantelrohrs 10 verlaufen und
somit einen alternativen effektiven Längstransport des Kühlmediums realisieren. Der
Winkel, in dem die Längsrillen zur Axialrichtung des Mantelrohrs 10 ausgerichtet sind,
kann jeder andere beliebige Winkel sein, bei dem effektiv Längstransport des
Kühlmediums stattfindet.

30 Figur 10A zeigt eine Querschnittsansicht durch das Mantelrohr 10 und Innenrohr 20
einer Rotorwelle 1 gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem profilierten
Innenrohr 20 mit einem Querschnitt mit dreizähliger Rotationssymmetrie. Die
Erhöhungen der Profilierung des Innenrohrs 20 sind derart ausgestaltet, dass sie in

einige der Vertiefungen des Innenprofils 11 des Mantelrohrs 10 eingreifen. Das Mantelrohr 10 ist derart gestaltet, dass es ebenso einen Querschnitt mit dreizähliger Rotationssymmetrie aufweist. Die Abweichung von einem kreisförmigen Querschnitt verhindert die relative Rotation von Innenrohr 20 und Mantelrohr 10.

5

Figur 10B zeigt eine Querschnittsansicht durch das Mantelrohr 10 und Innenrohr 20 einer Rotorwelle 1 gemäß einer möglichen Ausführungsform mit einem sechseckigen Innenrohr 20 und einem Außenrohr, dessen Innenprofil eingerichtet ist, mit seinen Erhebungen an der Außenseite des Innenrohrs anzuliegen. Das exemplarische

10

Innenprofil 11 des Mantelrohrs weist einen einem Sinus ähnelnden Verlauf entlang einer in etwa sechseckigen Form der Innenseite des Mantelrohrs 10 auf. In der dargestellten Ausführungsform ist jede dritte Erhebung des Innenprofils 11 des Mantelrohrs 10 dazu eingerichtet, an jeweils einer Ecke des sechseckigen Innenrohrs 20 anzuliegen. Zudem weist jede der Erhebungen, die an jeweils einer Ecke des

15

Innenrohrs 20 anliegen, eine zentrale Mulde auf, um die Ecke aufzunehmen und so relative Rotation von Innenrohr 20 und Mantelrohr 10 zu verhindern.

Fig. 11 zeigt eine Seitenansicht der Bestandteile einer Rotorwelle 1 nach einer möglichen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Diese umfasst ein nicht

20

profiliertes Mantelrohr 10 mit einer Verjüngung 12 an einem Ende des Mantelrohrs 10, beispielsweise mit einer Wanddicke im Bereich von 2,00 mm bis 10,00 mm, mit einer glatten Innen- und Außenseite. Die dargestellte Ausführungsform umfasst zudem ein profiliertes Innenrohr 20, beispielsweise mit einer Wanddicke von 0,5 mm bis 5,00 mm, einen ersten Endstopfen 30, ein zweites Kühlmediumverteilelement 40 und ein

25

Kühlmediumführungsrohr 50. Der erste Endstopfen 30 kann ein Außenprofil 31 aufweisen und das zweite Kühlmediumverteilelement 40 kann ein Außenprofil 41 aufweisen.

In der abgebildeten Ausführungsform weist das zweite Kühlmediumverteilelement 40

30

eine Kühlmediumverteilstuktur 42 für das Kühlmediums auf und der erste Endstopfen 30 weist die Kühlmediumverteilstuktur 32, 33 auf. In der abgebildeten Ausführungsform weist der erste Endstopfen 30 ferner ein Drehmomentübertragungselement 34 auf, über das die Rotorwelle 1 beispielsweise mit einem anzutreibenden Rad, Propeller, Getriebe, oder Ähnlichem verbunden werden

kann. Andere entsprechende Ausführungsformen können beispielsweise andere Außenprofile 31, 41 der Endstopfen 30, 40, andere Kühlmediumverteilstrukturen 32, 33, 42 und / oder andere Drehmomentübertragungselemente 34 umfassen und / oder können auf die Verwendung des Kühlmediumführungsrohrs 50 verzichten. Mindestens
5 einer der Endstopfen 30, 40 kann beispielsweise durch Verschweißen mit dem Mantelrohr 10, dem Innenrohr 20 und/oder dem Kühlmediumführungsrohrs 50 verbunden werden. Die Verjüngung 12 kann derart ausgestaltet sein, dass das zweite Kühlmediumverteillement 40 zumindest teilweise in der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10 aufgenommen werden kann. Der erste Endstopfen 30 in der
10 dargestellten Ausführungsform ist dazu eingerichtet mit dem Mantelrohr 10 verschweißt und / oder verpresst zu werden, um eine drehfeste Verbindung herzustellen.

Figur 12A zeigt einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle 1 gemäß einer
15 Ausführungsform, in der der erste Endstopfen bzw. das Kühlmediumverteillement 30 einen Zulauf 35 und einen Ablauf 33 für das Kühlmedium aufweist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 ist schematisch durch Pfeile dargestellt. Der erste Endstopfen 30 liegt in der gezeigten Ausführungsform vor, wie in Figur 4A. In der beispielhaften Ausführungsform dargestellt in Fig. 12A weist der erste Endstopfen 30
20 einen Zulauf 35, über den das Kühlmedium in Pfeilrichtung im Inneren des ersten Endstopfens 30 geleitet wird. Durch das Kühlmediumführungsrohr 50, welches in der dargestellten möglichen Ausführungsform den Zulauf 35 des ersten Endstopfens 30 mit der Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 40 (hierin auch als Kühlmediumverteillement beschrieben) verbindet, gelangt das Kühlmedium entlang
25 der dargestellten Pfeile in die Kühlmediumverteilstruktur 42. Das zweite Kühlmediumverteillement 40 befindet sich im Inneren der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10, welche eine Passung für ein Rotationslager der elektrischen Maschine aufweist.

30 Die Kühlmediumverteilstruktur 42 leitet das Kühlmedium in zumindest teilweise radial verlaufenden Kanälen in die axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20. In der beispielhaft dargestellten Ausführungsform leiten die Kühlkanäle das Kühlmedium vom zweiten Endstopfen 40 zurück in Richtung des ersten Endstopfens 30. Die

Kühlmediumverteilstuktur 32 des ersten Endstopfens 30 ist mit den Kühlkanälen verbunden und kann das Kühlmedium in das Innere des ersten Endstopfens 30 leiten. Der zweite Teil der Kühlmediumverteilstuktur 33 des ersten Endstopfens 30 stellt den Ablauf für das Kühlmedium dar. Damit befinden sich in dieser möglichen

5 Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums am gleichen Endstopfen 30, der in einigen Ausführungsformen auch ein Drehmomentübertragungselement 34 aufweist.

Figur 12B zeigt einen Längsschnitt durch die Rotorwelle 1 gemäß einer anderen

10 möglichen Ausführungsform, bei der der erste Endstopfen 30 einen Zulauf 35 für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur 32 verbunden ist und der zweite Endstopfen 40 einen Ablauf 45 für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur 42 des zweiten Endstopfens 40 verbunden ist. Der erste Endstopfen 30 liegt in der gezeigten Ausführungsform vor, wie in Figur 4B. Der Verlauf

15 des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 ist wiederum schematisch durch Pfeile dargestellt. In der dargestellten Ausführungsform gelangt das Kühlmedium in Pfeilrichtung durch den Zulauf 35 in das Innere des ersten Endstopfens 30. Der Zulauf 35 ist mit der Kühlmediumverteilstuktur 32 des ersten Endstopfens 30 verbunden, welche das Kühlmedium in zumindest teilweise radial verlaufenden Kanälen in die

20 axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20, leitet. Die Kühlkanäle leiten das Kühlmedium vom ersten Endstopfen 30 zum zweiten Endstopfen 40, wo es von der Kühlmediumverteilstuktur 42 des zweiten Endstopfens 40 zum Ablauf 45 geleitet werden kann. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums an

25 unterschiedlichen Endstopfen. Das zweite Kühlmediumverteilelement 40 befindet sich im Inneren der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10, welche eine Passung für ein Rotationslager der elektrischen Maschine aufweist.

Figur 12C zeigt einen Längsschnitt durch eine Rotorwelle 1 gemäß einer

30 Ausführungsform, bei der der zweite Endstopfen 40 einen Zulauf 46 und einen Ablauf 43 für das Kühlmedium aufweist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 ist wiederum schematisch durch Pfeile dargestellt. In der dargestellten Ausführungsform wird das Kühlmedium in Pfeilrichtung über den Zulauf 46 in das Innere des zweiten Endstopfens 40 geleitet. Durch das Kühlmediumführungsrohr 50, welches in der

dargestellten Ausführungsform den Zulauf 46 des zweiten Endstopfens 40 mit der Kühlmediumverteilstruktur 32 des ersten Endstopfens 30 verbindet, gelangt das Kühlmedium entlang der dargestellten Pfeile in die Kühlmediumverteilstruktur 32 des ersten Endstopfens 30. Diese Kühlmediumverteilstruktur 32 leitet das Kühlmedium in
5 zumindest teilweise radial verlaufenden Kanälen in die axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20. In der dargestellten Ausführungsform leiten die Kühlkanäle das Kühlmedium vom ersten Endstopfen 30 zurück in Richtung des zweiten Endstopfens 40 (hierin auch als Kühlmediumverteil-element beschrieben). Die Kühlmediumverteilstruktur 42 des
10 zweiten Endstopfens 40 ist ebenfalls mit den axialen Kühlkanälen verbunden und kann das Kühlmedium in das Innere des zweiten Endstopfens 40 leiten. Das zweite Kühlmediumverteil-element 40 befindet sich im Inneren der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10, welche eine Passung für ein Rotationslager der elektrischen Maschine aufweist. Die Kühlmediumverteilstruktur 42 des zweiten Endstopfens 40 leitet das
15 Kühlmedium zu einem Ablauf 43, über den das Kühlmedium aus dem zweiten Endstopfen 40 austritt. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums am zweiten Endstopfen 40. Dies hat u.a. den Vorteil, dass der erste Endstopfen 30, der das Drehmomentübertragungselement 34 aufweist, keine Anschlüsse für das Kühlmedium benötigt, was u.a. zu verbesserten
20 mechanischen Eigenschaften des ersten Endstopfens 30 und Platzersparnis für ein elektrisches Antriebssystem führen kann – z.B. einen Direktantrieb für KFZ-Räder oder einen Antrieb für einen Flugzeugpropeller – in dem eine solche aktiv gekühlte Rotorwelle 1 verwendet wird.

25 Fig. 13A zeigt einen Längsschnitt durch die Ausführungsform einer Rotorwelle 1, bei der der erste Endstopfen 30 den Zulauf 35 und den Ablauf 33 für das Kühlmedium aufweist und ein Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60, das drehfest, bevorzugt kraftschlüssig, mit einem Teil der Außenfläche des Mantelrohrs 10 verbunden ist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle 1 und im Element zur
30 elektromagnetischen Kraftübertragung 60 ist wiederum schematisch durch Pfeile dargestellt. Die Rotorwelle 1 samt Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60, welches eigene Kühlkanäle 61 aufweisen kann, stellt einen Rotor 2 einer rotierenden elektrischen Maschine 3 dar. In der in Figur 13A dargestellten möglichen Ausführungsform kann das Kühlmedium über den Zulauf 35 in den ersten Endstopfen

30 gelangen. Durch ein Kühlmediumführungsrohr 50, welches in der dargestellten möglichen Ausführungsform den Zulauf 35 des ersten Endstopfens 30 mit der Kühlmediumverteilstuktur 42 des zweiten Endstopfens 40 verbindet, gelangt das Kühlmedium entlang der dargestellten Pfeile in die Kühlmediumverteilstuktur 42 des zweiten Endstopfens 40. Das zweite Kühlmediumverteilelement 40 befindet sich im Inneren der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10, welche eine Passung für ein Rotationslager der elektrischen Maschine aufweist. Die Kühlmediumverteilstuktur 42 leitet das Kühlmedium in zumindest teilweise radial verlaufenden Kanälen in die axial verlaufenden Kühlkanäle, definiert in den Freiräumen zwischen dem Mantelrohr 10 und dem Innenrohr 20 und in die Kühlkanäle 61 des Elements zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60. Über die Kühlkanäle kann das Kühlmedium vom zweiten Endstopfen 40 zum ersten Endstopfen 30 gelangen, wo es von der Kühlmediumverteilstuktur 32 des ersten Endstopfens 30 aufgenommen und zum Ablauf 33 geleitet werden kann. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums am gleichen Endstopfen.

Figur 13B zeigt einen Längsschnitt durch die Ausführungsform der Rotorwelle 1, in der der erste Endstopfen 30 einen Zulauf 35 für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur 32 des ersten Endstopfens 30 verbunden ist und der zweite Endstopfen 40 einen Ablauf 45 für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur 42 verbunden ist und ein Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60, das drehfest, bevorzugt kraftschlüssig, mit einem Teil der Außenfläche des Mantelrohrs 10 verbunden ist. Der Verlauf des Kühlmediums in der Rotorwelle und im Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung ist schematisch durch Pfeile dargestellt. Die Rotorwelle 1 samt Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung 60, welches eigene Kühlkanäle 61 aufweisen kann, stellt den Rotor 2 dar. Über alle Kühlkanäle kann das Kühlmedium vom ersten Endstopfen 30 zum zweiten Endstopfen 40 gelangen, wo es von der Kühlmediumverteilstuktur 42 des zweiten Endstopfens 30 aufgenommen und zum Ablauf 45 geleitet werden kann. Damit befinden sich in dieser möglichen Ausführungsform Zulauf und Ablauf des Kühlmediums an unterschiedlichen Endstopfen. Das zweite Kühlmediumverteilelement 40 befindet sich im Inneren der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10, welche eine Passung für ein Rotationslager der elektrischen Maschine aufweist.

In den beispielhaften Ausführungsformen von Figuren 12A bis 13B ist der erste Endstopfen 30 in Analogie zu Figuren 4A – 5C baugleich und durch Verpressen mit dem Mantelrohr 10 verbunden während sich die Ausführungsformen in der Gestaltung
5 des Kühlmediumverteillements 40 unterscheiden. Dieses kann entweder als Endstopfen 40 (Figuren 4A – 5C) oder als Kühlmediumverteillement 40, welches zumindest teilweise von der Verjüngung 12 des Mantelrohrs 10 aufgenommen wird, realisiert sein.

10

Weitere beispielhafte Ausführungsformen

Im Folgenden werden weitere mögliche Ausführungsformen beschrieben:

15

1. Rotorwelle für einen Rotor einer elektrischen Maschine, aufweisend:
ein Mantelrohr, das ein Innenprofil mit einer Vielzahl von Längsrillen aufweist;
ein Innenrohr, das im Inneren des Mantelrohrs angeordnet ist; und
ein erster und ein zweiter Endstopfen, die jeweils mit einem Ende des
Mantelrohrs formschlüssig und kraftschlüssig oder formschlüssig und stoffschlüssig
20 verbunden sind, indem sie in einen Teil der Vielzahl von Längsrillen eingreifen;
wobei das Innenprofil des Mantelrohrs und die Außenseite des Innenrohrs eine
Vielzahl von Kühlkanälen definieren, durch die ein Kühlmedium entlang des
Mantelrohrs strömen kann.

25

2. Rotorwelle gemäß Ausführungsform 1, wobei mindestens einer der beiden Endstopfen ein Drehmomentübertragungselement aufweist.

30

3. Rotorwelle gemäß einer der Ausführungsformen 1 oder 2,
wobei das Innenprofil des Mantelrohrs entlang des Umfangs des Mantelrohrs
sich periodisch wiederholende Erhöhungen und Vertiefungen aufweist.

4. Rotorwelle gemäß einer der Ausführungsformen 1 bis 3,
wobei das Innenrohr in einen Teil der Vielzahl an Längsrillen eingreift.

5. Rotorwelle gemäß Ausführungsform 4, wobei das Innenrohr einen Querschnitt mit sich entlang seines Umfangs periodisch wiederholende Erhöhungen und Vertiefungen aufweist und die Erhöhungen in den Teil der Längsrillen des Innenprofils des Mantelrohrs eingreifen.
- 5
6. Rotorwelle gemäß einer der vorherigen Ausführungsformen 1 bis 5, wobei das Mantelrohr eine Wanddicke im Bereich von 2,00 mm bis 10,00 mm aufweist; und / oder wobei das Innenrohr eine Wanddicke im Bereich von 0,5 mm bis 5,00 mm
- 10 aufweist.
7. Rotorwelle gemäß einer der vorherigen Ausführungsformen 1 bis 6, wobei das Innenprofil des Mantelrohrs eine Profiltiefe im Bereich von 1,00 mm bis 6,00 mm, bevorzugt im Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweist und / oder
- 15 wobei das Innenrohr eine Profiltiefe im Bereich von 0,5 mm bis 4,00 mm, bevorzugt im Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweist.
8. Rotorwelle gemäß einer der vorherigen Ausführungsformen 1 bis 7, wobei einer oder beide der Endstopfen ein Außenprofil aufweist, das in das
- 20 Innenprofil des Mantelrohrs eingreift; und / oder wobei die Endstopfen mit dem Mantelrohr verpresst sind; und / oder wobei die Endstopfen mit dem Mantelrohr verschweißt sind.
9. Rotorwelle gemäß einer der vorherigen Ausführungsformen 1 bis 8,
- 25 wobei die Endstopfen jeweils eine Kühlmediumverteilstruktur aufweisen, die mit einem der der über das Innenprofil des Mantelrohrs und die Außenseite des Innenrohrs definierten Kühlkanälen verbunden ist.
10. Rotorwelle gemäß Ausführungsform 9,
- 30 wobei einer der Endstopfen einen Zulauf für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstruktur verbunden ist und der andere Endstopfen einen Ablauf für das Kühlmedium aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstruktur verbunden ist.
11. Rotorwelle gemäß Ausführungsform 9, ferner aufweisend

ein Kühlmediumführungsrohr, das innerhalb des Innenrohres angeordnet ist und die beiden Endstopfen derart miteinander verbindet, dass das Kühlmedium von einem Endstopfen zum anderen durch das Kühlmediumführungsrohr strömen kann; und

5 wobei einer der Endstopfen einen Zulauf und einen Ablauf für das Kühlmedium aufweist, wobei der Ablauf mit der Kühlmediumverteilstuktur verbunden ist und der Zulauf mit dem Kühlmediumführungsrohr.

12. Rotorwelle gemäß Ausführungsform 2 und Ausführungsform 10 oder
10 Ausführungsform 11, wobei der Endstopfen, der den Zulauf für das Kühlmedium aufweist, ebenfalls das Drehmomentübertragungselement aufweist.

13. Rotor für eine elektrische Maschine aufweisend:
eine Rotorwelle gemäß einer der vorherigen Ausführungsformen 1 bis 12; und
15 ein Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung, das drehfest, bevorzugt kraftschlüssig, mit einem Teil der Außenfläche des Mantelrohrs verbunden ist.

14. Rotor nach Ausführungsform 13 aufweisend eine Rotorwelle gemäß einer der
Ausführungsformen 9 bis 12, wobei das Element zur elektromagnetischen
20 Kraftübertragung mindestens einen Kühlkanal aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur beider Endstopfen verbunden ist.

15. Elektrische Maschine, aufweisend:
einen Stator; und
25 einen Rotor gemäß einer der vorherigen Ausführungsformen 13 oder 14.

Patentansprüche

1. Rotorwelle (1) für einen Rotor einer elektrischen Maschine (3), aufweisend:
5 ein Mantelrohr (10);
ein Innenrohr (20), das im Inneren des Mantelrohrs angeordnet ist; und
zwei Kühlmediumverteilerelemente (30, 40), die jeweils an einem Ende der
Rotorwelle angeordnet sind;
wobei das Mantelrohr ein Innenprofil (11) mit einer Vielzahl an Längsrillen
10 aufweist und/oder das Innenrohr ein Außenprofil mit einer Vielzahl an Längsrillen
aufweist; und
wobei das Innenprofil des Mantelrohrs und/oder das Außenprofil des
Innenrohrs eine Vielzahl von Kühlkanälen definieren, durch die ein Kühlmedium
entlang der Rotorwelle von einem Kühlmediumverteilerelement zum anderen
15 Kühlmediumverteilerelement strömen kann.
2. Rotorwelle nach Anspruch 1, wobei mindestens eines der beiden
Kühlmediumverteilerelemente ein Drehmomentübertragungselement (34) aufweist.
- 20 3. Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei das Innenprofil des Mantelrohrs entlang des Umfangs des Mantelrohrs
und/oder das Außenprofil des Innenrohrs entlang des Umfangs des Innenrohrs sich
periodisch wiederholende Erhöhungen und Vertiefungen aufweist.
- 25 4. Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei das Innenrohr in einen Teil der Vielzahl an Längsrillen des Innenprofils
des Mantelrohrs eingreift.
- 30 5. Rotorwelle nach dem vorherigen Anspruch 4, wobei das Innenrohr einen
Querschnitt mit sich entlang seines Umfangs periodisch wiederholenden Erhöhungen
und Vertiefungen aufweist und die Erhöhungen in den Teil der Längsrillen des
Innenprofils des Mantelrohrs eingreifen.

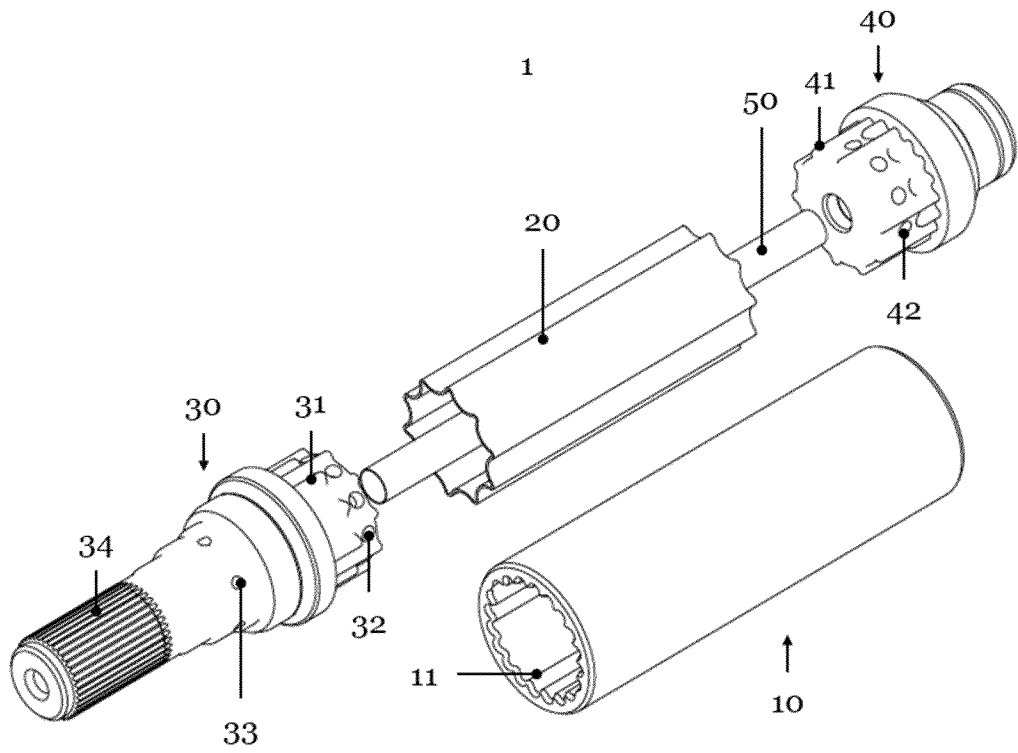
6. Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei das Mantelrohr eine Wanddicke im Bereich von 2,00 mm bis 10,00 mm
aufweist; und / oder
wobei das Innenrohr eine Wanddicke im Bereich von 0,5 mm bis 5,00 mm
5 aufweist.
7. Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Innenprofil des
Mantelrohrs eine Profiltiefe im Bereich von 1,00 mm bis 6,00 mm, bevorzugt im
Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweist und / oder
10 wobei das Innenrohr eine Profiltiefe im Bereich von 0,5 mm bis 4,00 mm,
bevorzugt im Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, aufweist.
8. Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die
Kühlmediumverteilerelemente jeweils mit einem Ende des Mantelrohrs formschlüssig
15 und kraftschlüssig oder formschlüssig und stoffschlüssig verbunden sind, indem sie in
einen Teil der Vielzahl von Längsrillen eingreifen.
9. Rotorwelle nach Anspruch 8,
wobei eines oder beide der Kühlmediumverteilerelemente ein Außenprofil (31, 41)
20 aufweisen, das in das Innenprofil des Mantelrohrs eingreift; und / oder
wobei eines oder beide der Kühlmediumverteilerelemente mit dem Mantelrohr
verpresst sind; und / oder
wobei eines oder beide der Kühlmediumverteilerelemente mit dem Mantelrohr
verschweißt sind.
25
10. Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die Kühlmediumverteilerelemente jeweils eine Kühlmediumverteilstruktur
(32, 33, 42) aufweisen, die mit einem oder mit mehreren der über das Innenprofil des
Mantelrohrs und/oder über das Außenprofil des Innenrohrs definierten Kühlkanäle
30 verbunden ist.
11. Rotorwelle nach Anspruch 10,
wobei eines der Kühlmediumverteilerelemente einen Zulauf (35) für das
Kühlmedium aufweist, der mit der zugehörigen Kühlmediumverteilstruktur verbunden

ist und das andere Kühlmediumverteilelement einen Ablauf (45) für das Kühlmedium aufweist, der mit der zugehörigen Kühlmediumverteilstuktur verbunden ist.

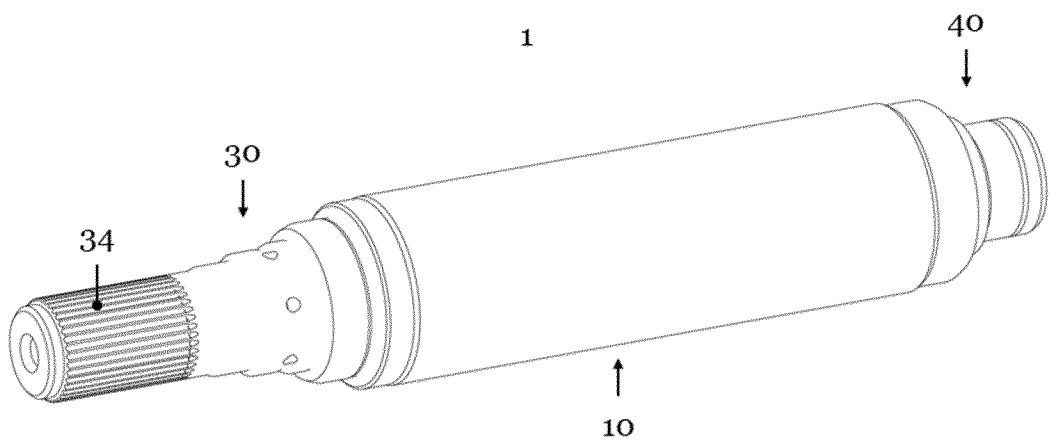
12. Rotorwelle nach Anspruch 10, ferner aufweisend
5 ein Kühlmediumführungsrohr (50), das innerhalb des Innenrohres angeordnet ist und die beiden Kühlmediumverteilelemente derart miteinander verbindet, dass das Kühlmedium von einem Kühlmediumverteilelement zum anderen durch das Kühlmediumführungsrohr strömen kann; und
wobei eines der Kühlmediumverteilelemente einen Zulauf (35) und einen Ablauf
10 für das Kühlmedium aufweist, wobei der Ablauf mit der zugehörigen Kühlmediumverteilstuktur verbunden ist und der Zulauf mit dem Kühlmediumführungsrohr.
13. Rotorwelle nach Anspruch 2 und Anspruch 11 oder 12, wobei das
15 Kühlmediumverteilelement, das den Zulauf für das Kühlmedium aufweist, ebenfalls das Drehmomentübertragungselement aufweist.
14. Rotorwelle nach Anspruch 2 und Anspruch 12, wobei das
Kühlmediumverteilelement, das das Drehmomentübertragungselement aufweist,
20 weder Zulauf noch Ablauf für das Kühlmedium aufweist.
15. Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Mantelrohr an
mindestens einem Ende eine Passung für ein Rotationslager der elektrischen Maschine
aufweist.
25
16. Rotorwelle nach Anspruch 15, wobei das Mantelrohr an mindestens einem Ende
eine Verjüngung aufweist, die eingerichtet ist, das Kühlmediumverteilelement im
Inneren des Mantelrohrs aufzunehmen und als die Lauffläche für das Rotationlager der
elektrischen Maschine zu fungieren.
30
17. Rotor für eine elektrische Maschine aufweisend:
eine Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 16; und
ein Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung, das drehfest, bevorzugt
kraftschlüssig, mit einem Teil der Außenfläche des Mantelrohrs verbunden ist.

18. Rotor nach Anspruch 17, aufweisend eine Rotorwelle nach einem der vorherigen Ansprüche 10 bis 16, wobei das Element zur elektromagnetischen Kraftübertragung mindestens einen Kühlkanal aufweist, der mit der Kühlmediumverteilstuktur beider
- 5 Kühlmediumverteilelemente verbunden ist.
19. Elektrische Maschine, aufweisend:
einen Stator; und
einen Rotor nach einem der Ansprüche 17 oder 18.

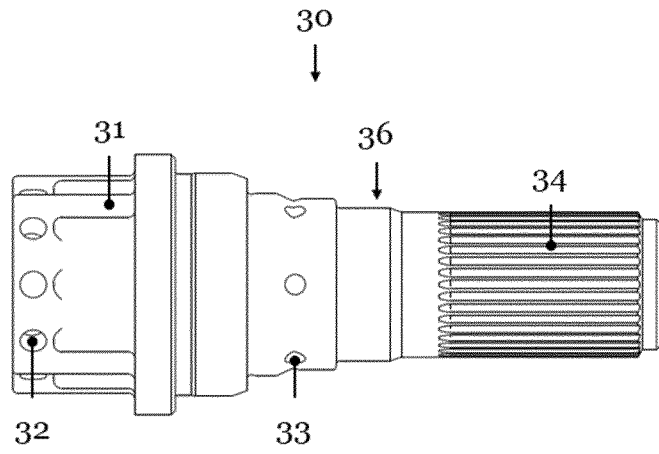
Zeichnungen



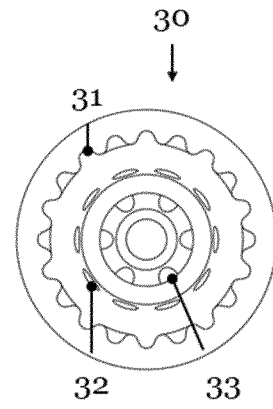
Figur 1A



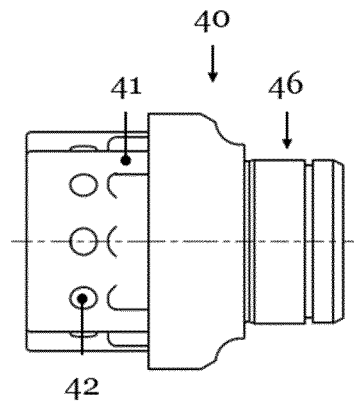
Figur 1B



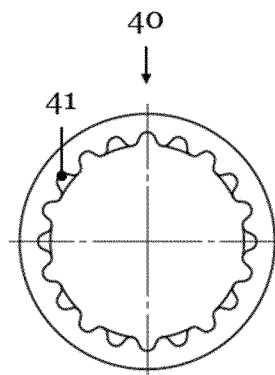
Figur 2A



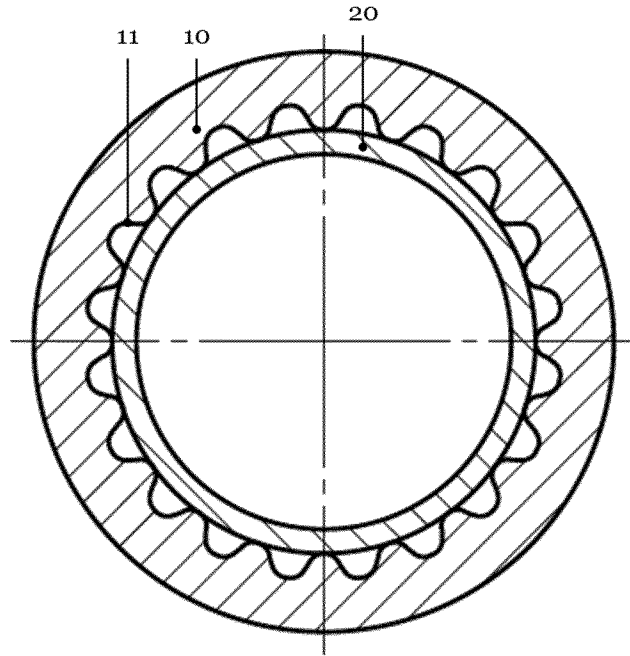
Figur 2B



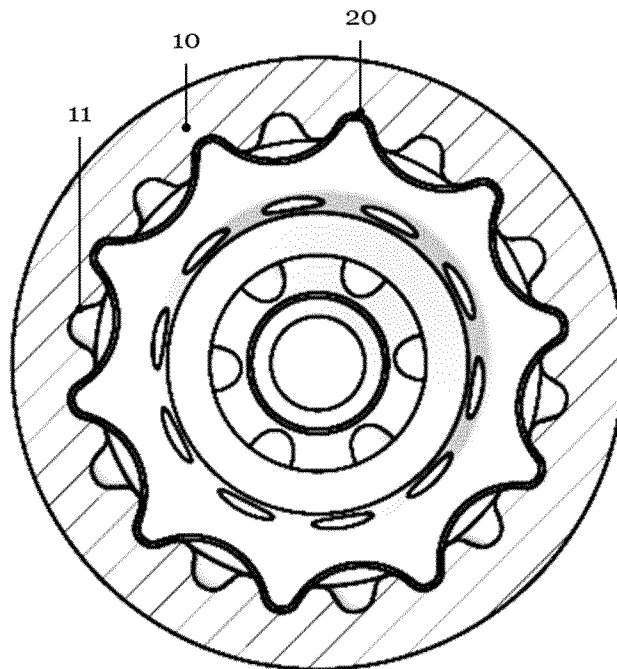
Figur 2C



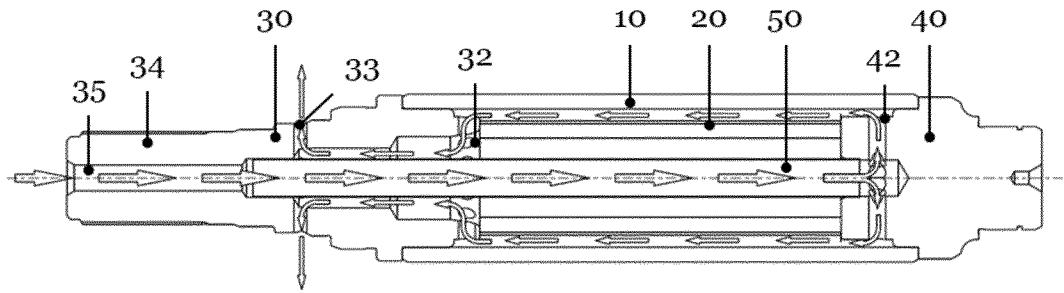
Figur 2D



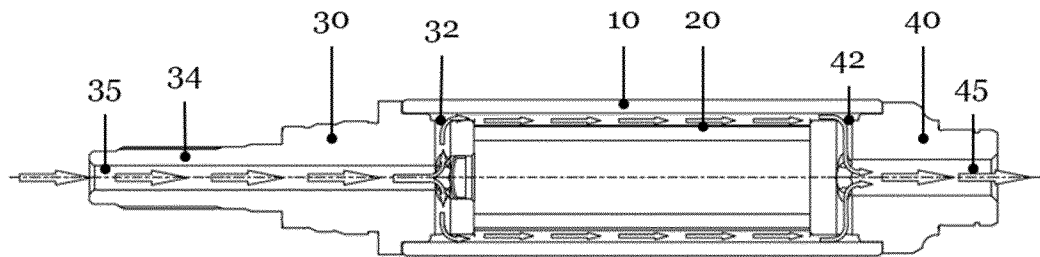
Figur 3A



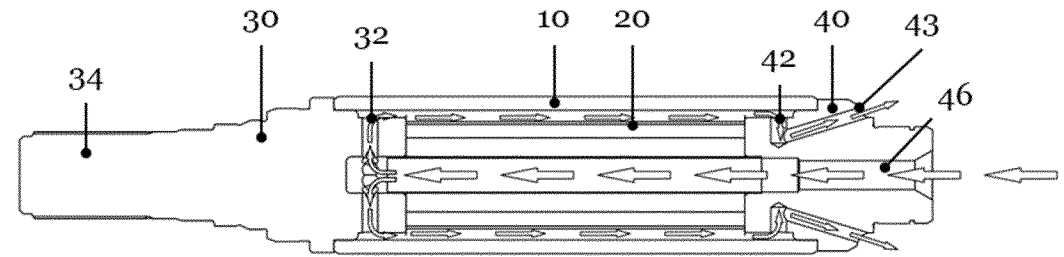
Figur 3B



Figur 4A



Figur 4B



Figur 4C

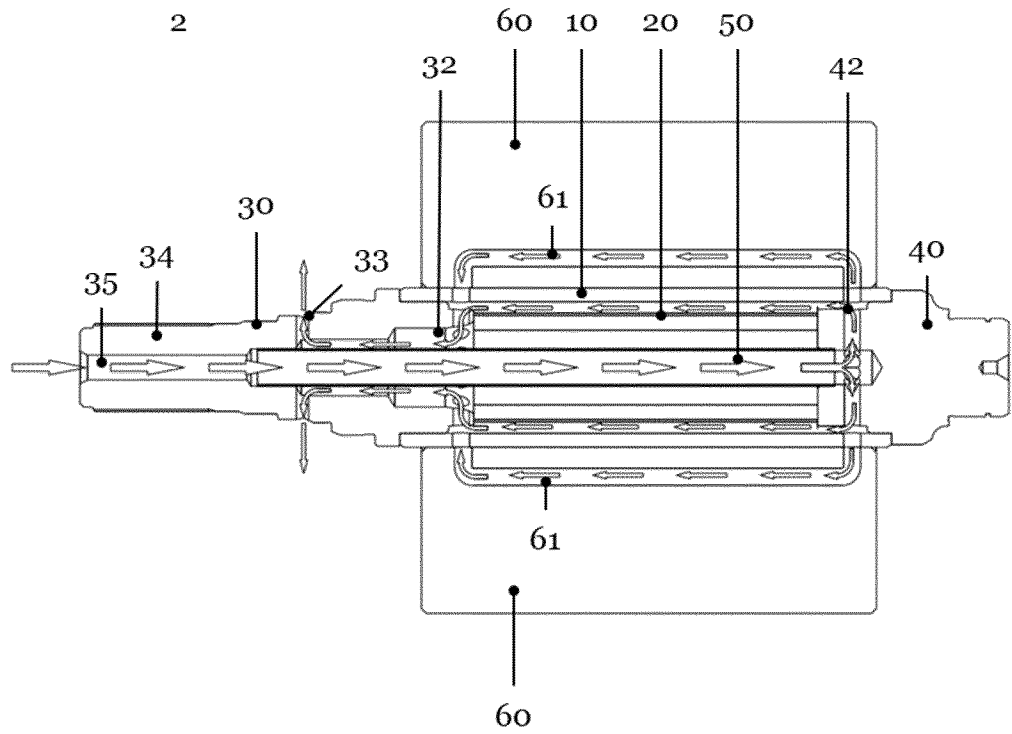


Figure 5A

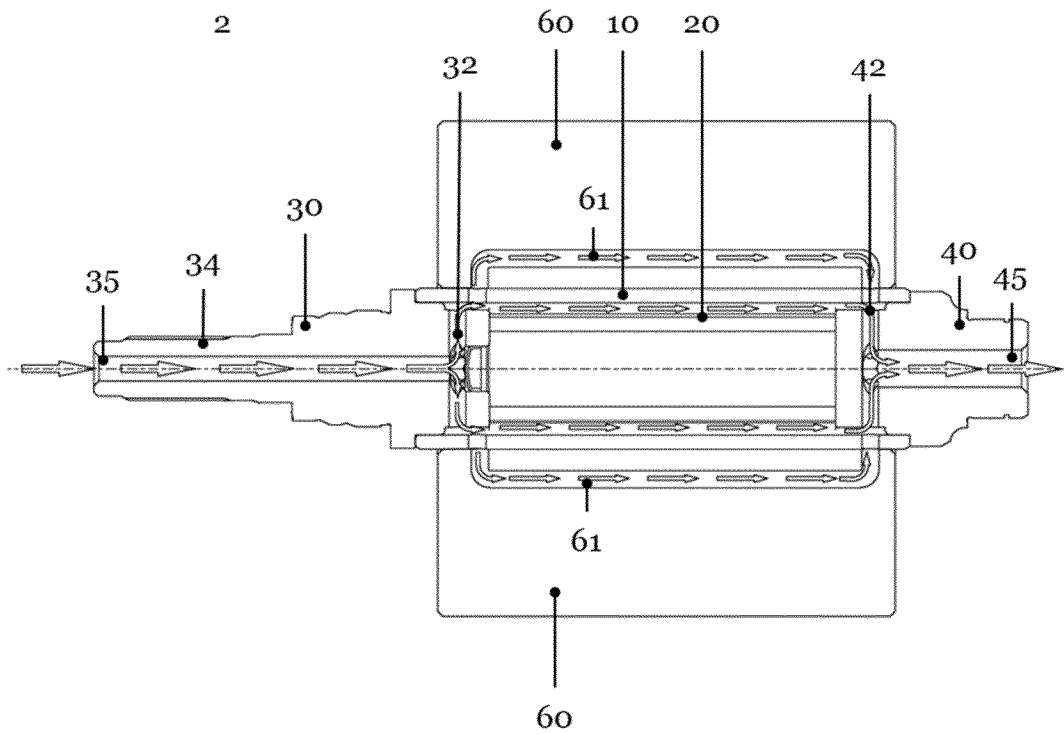
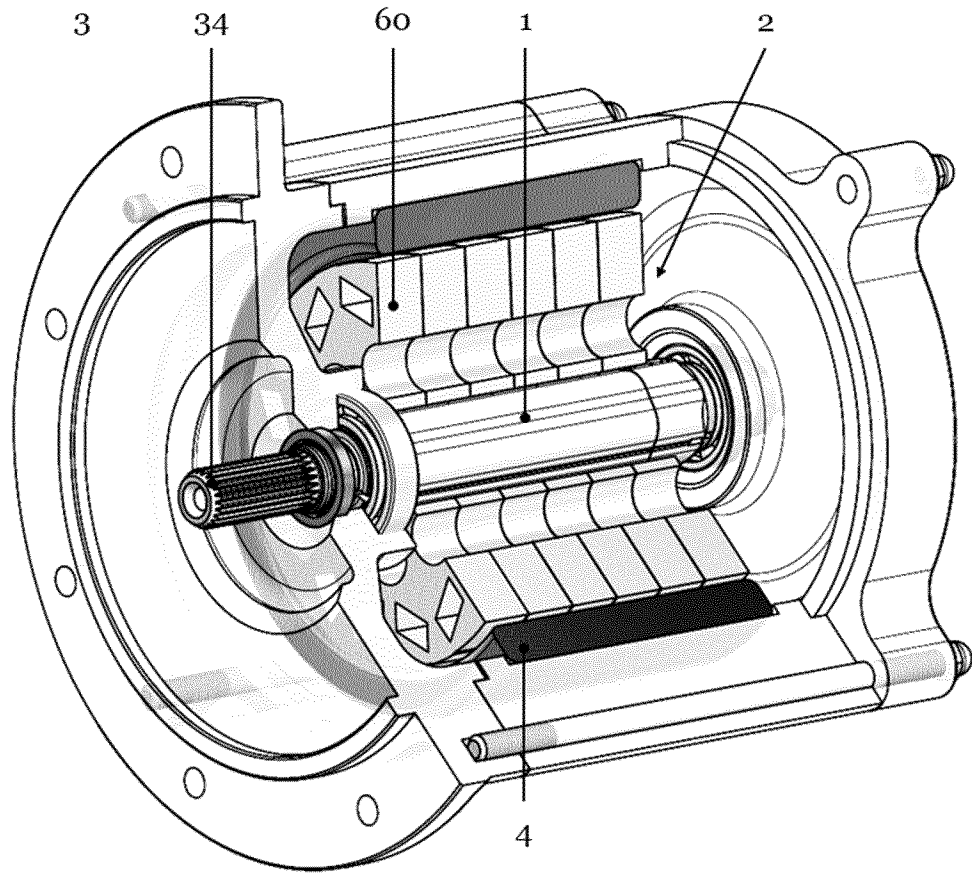
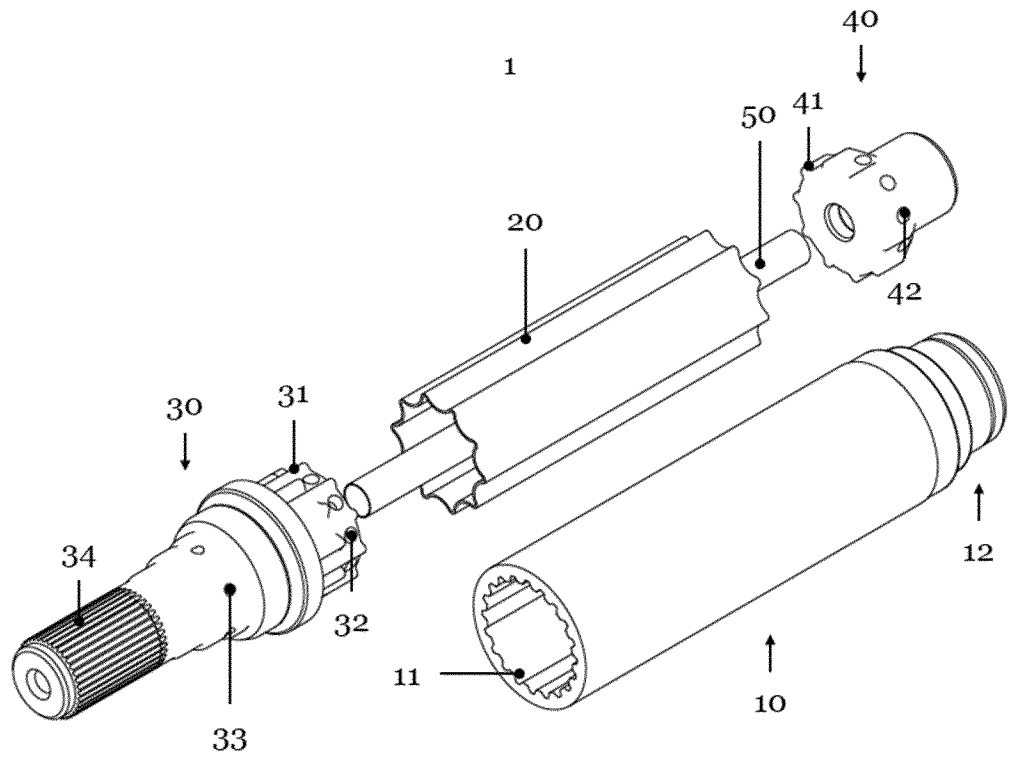


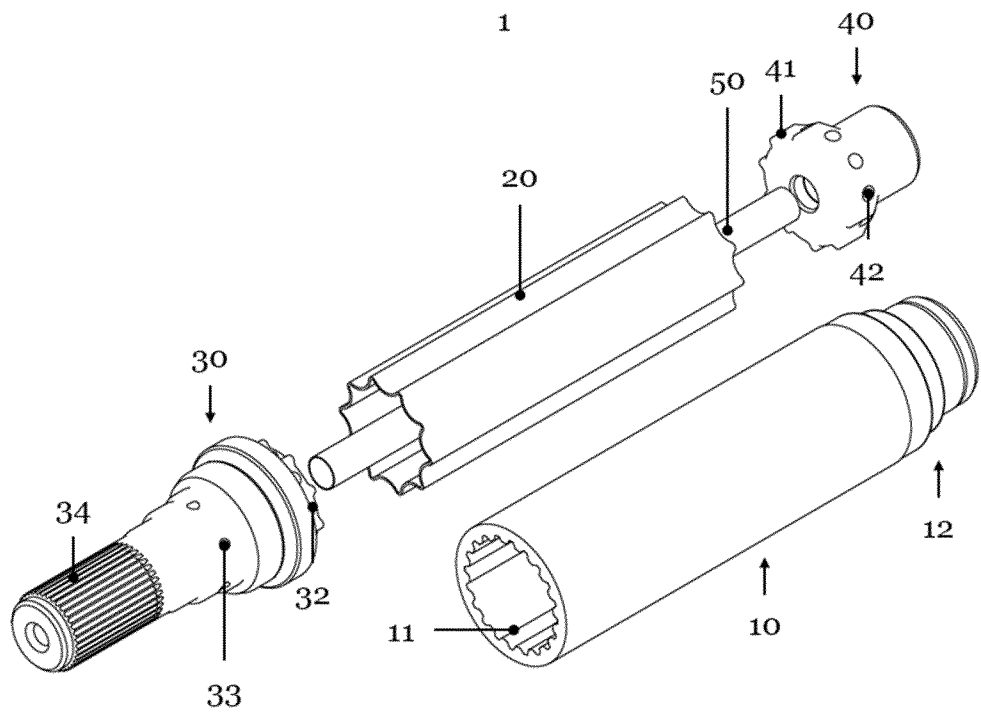
Figure 5B



Figur 6



Figur 7A



Figur 7B

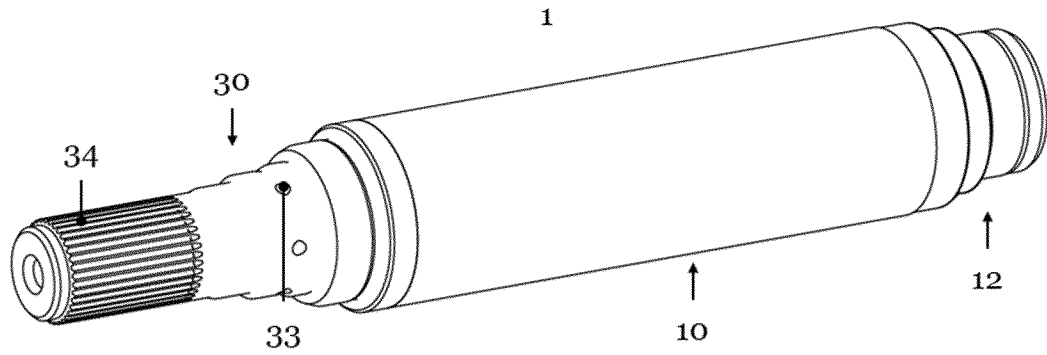


Figure 7C

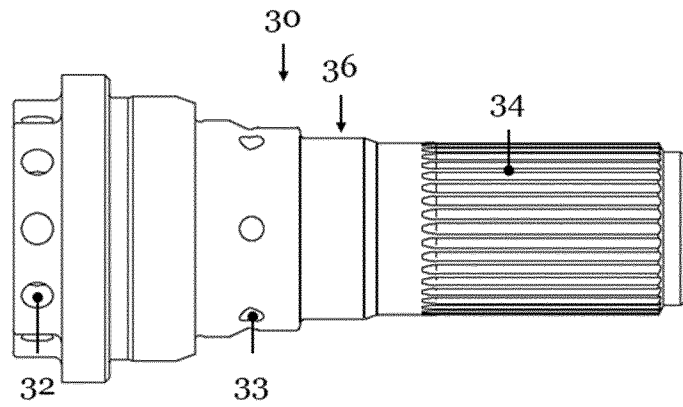
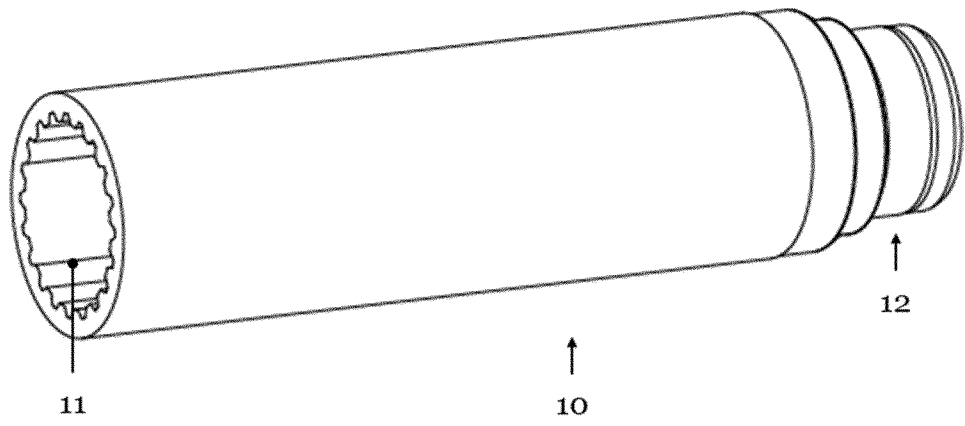
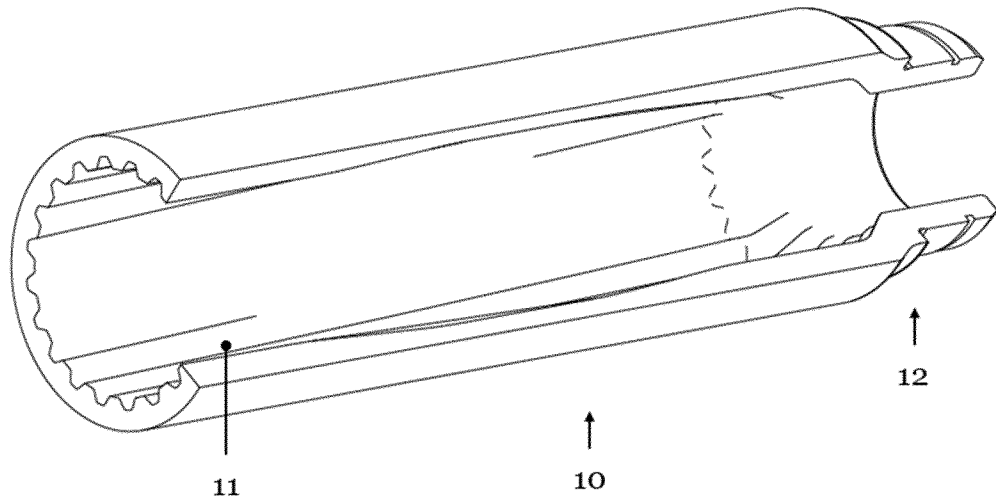


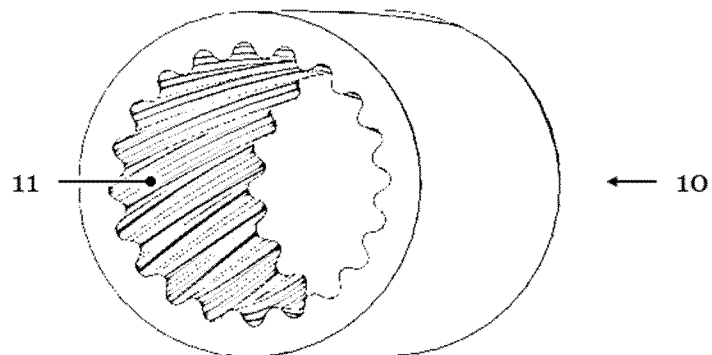
Figure 8



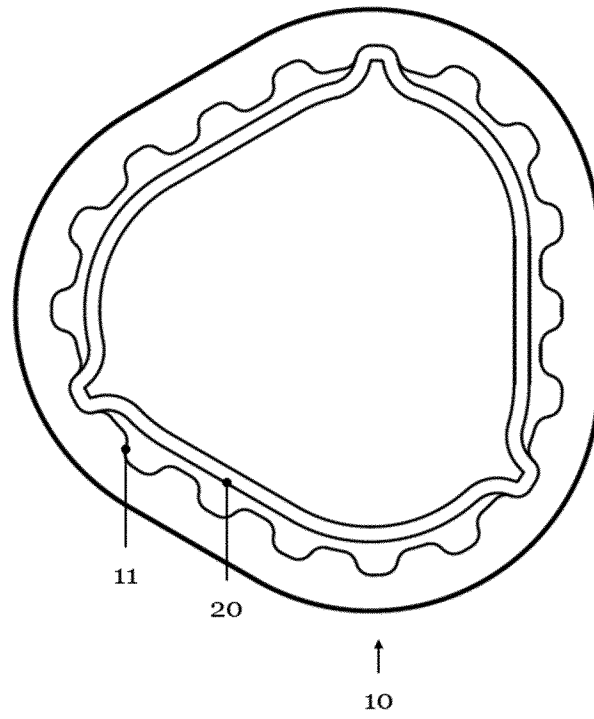
Figur 9A



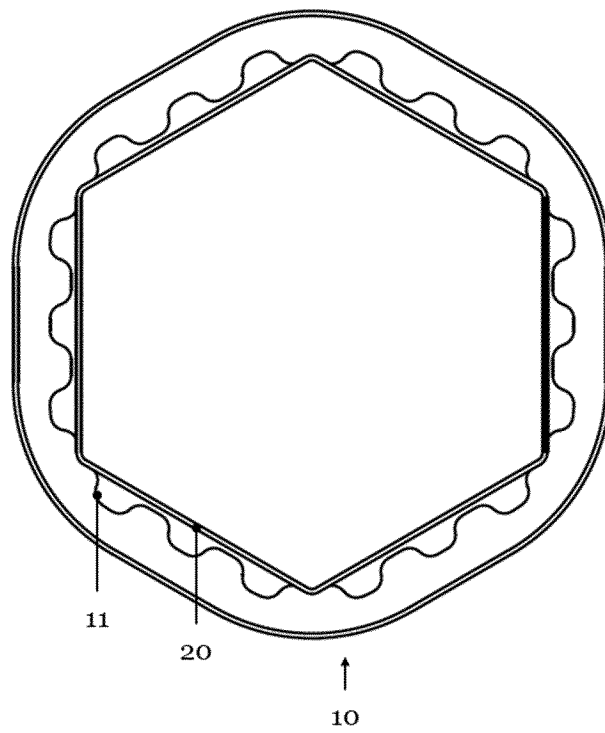
Figur 9B



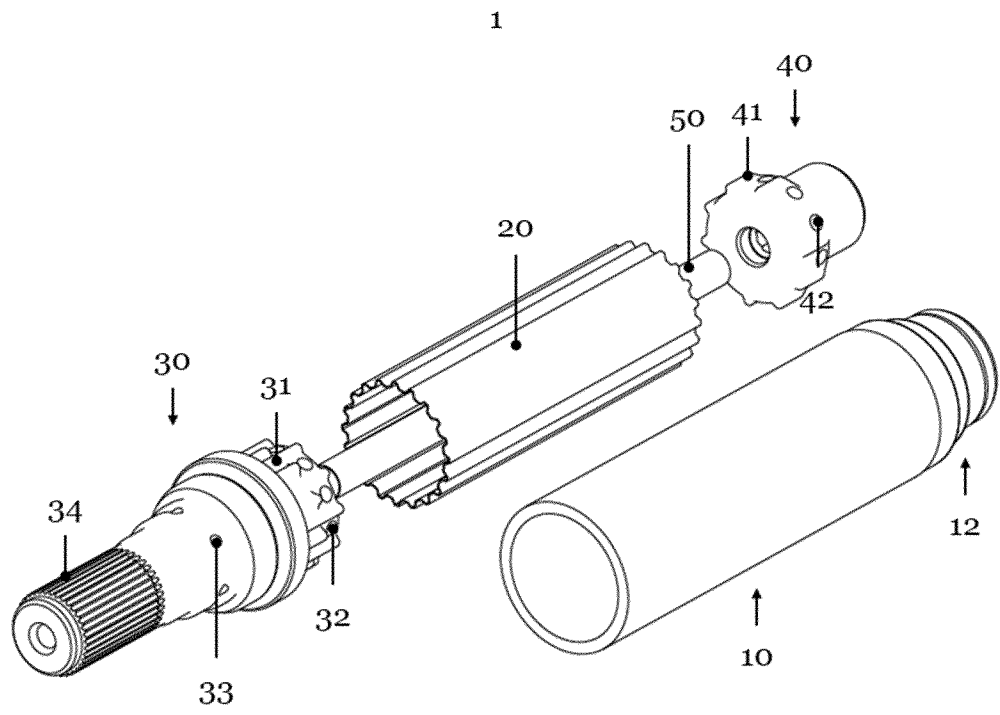
Figur 9C



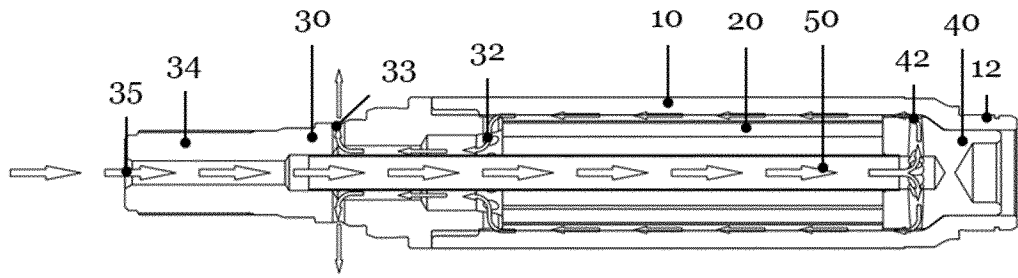
Figur 10A



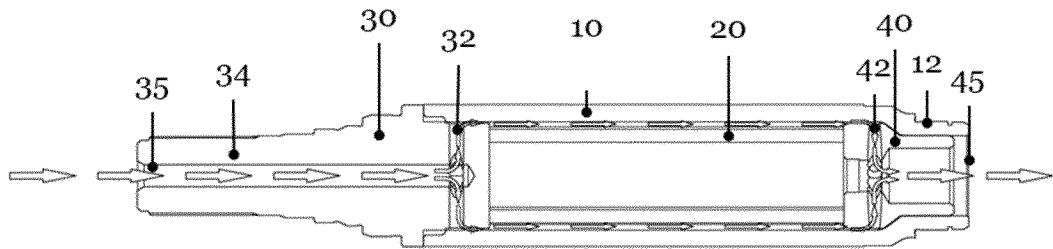
Figur 10B



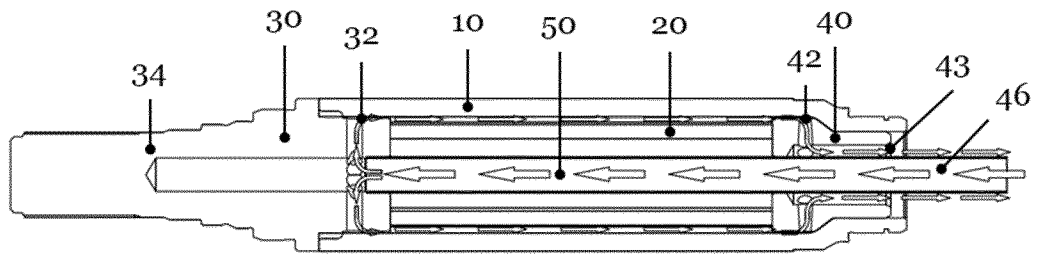
Figur 11



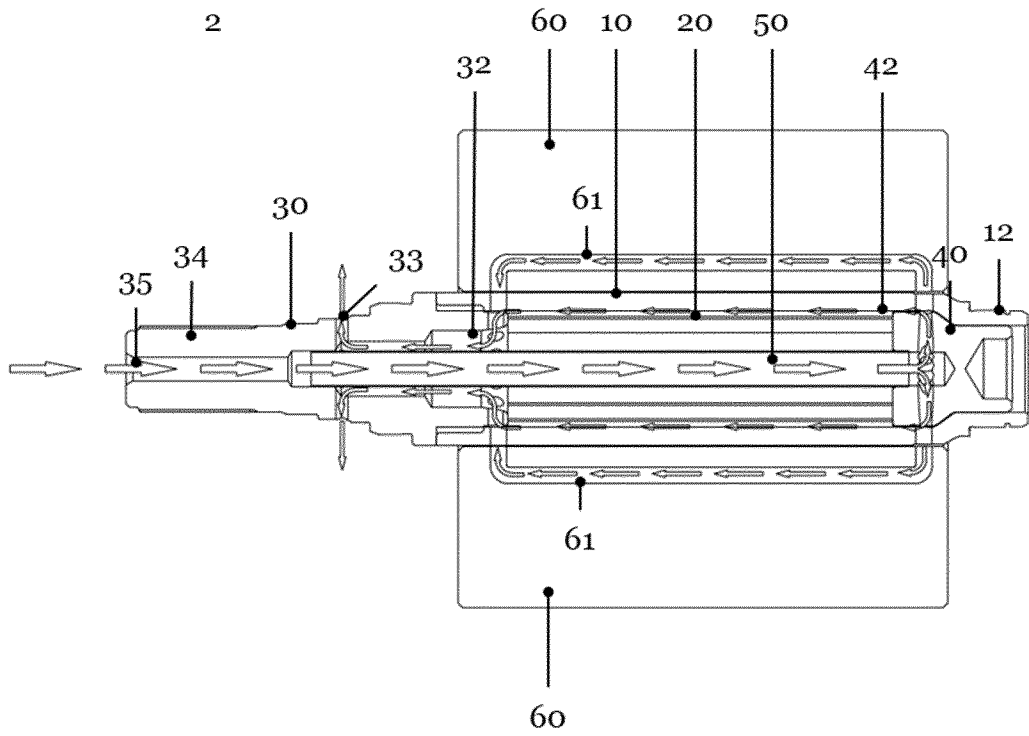
Figur 12A



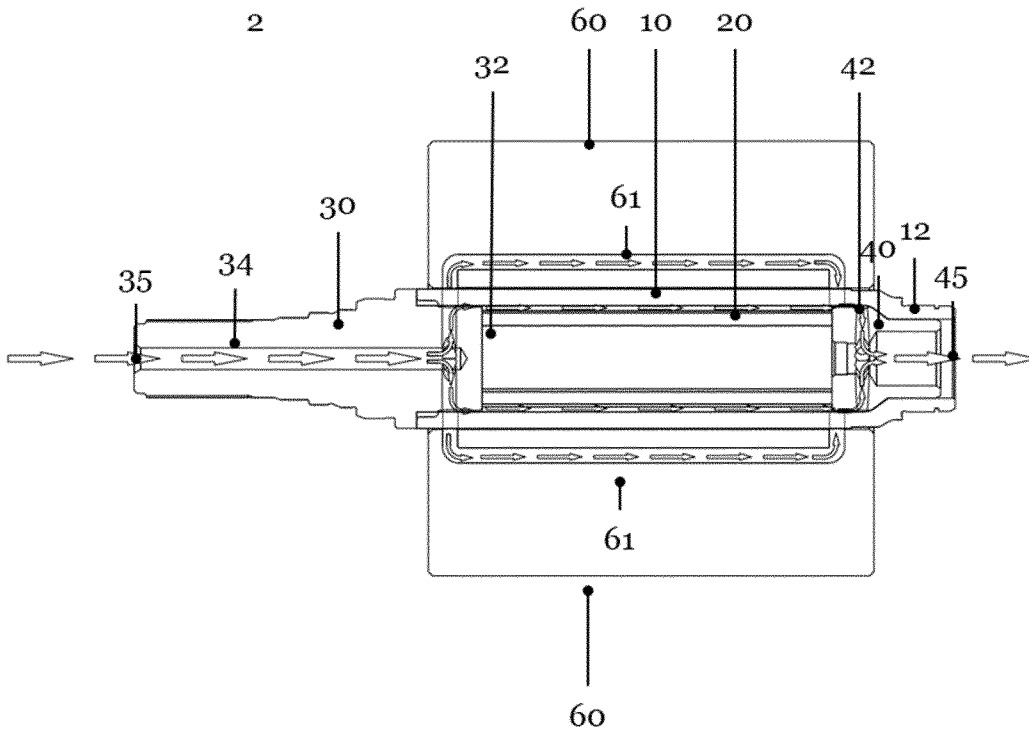
Figur 12B



Figur 12C



Figur 13A



Figur 13B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/081331

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H02K 1/32</i> (2006.01)i; <i>H02K 7/00</i> (2006.01)i; <i>H02K 9/19</i> (2006.01)n 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.
Y	US 2022034367 A1 (DÖNGES BENJAMIN [DE] ET AL) 03 February 2022 (2022-02-03) sections 58, 74;figures 1A, 1D, 1E, 4B, 7	4,5,8-10
Y	CN 214850697 U (EVERGRANDE NEW ENERGY AUTOMOBILE INVEST HOLDINGS GROUP CO LTD) 23 November 2021 (2021-11-23) figure 7	12-14
Y	DE 102015205724 A1 (THYSSENKRUPP PRESTA TECCT AG [LI]) 02 June 2016 (2016-06-02) figure 4	12-14
Y	CN 113572289 A (HEFEI JEE POWER SYS CO LTD) 29 October 2021 (2021-10-29) figure 5	18
Y	EP 1278290 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 22 January 2003 (2003-01-22) figures 1-5	11
X	DE 102018130516 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 04 June 2020 (2020-06-04)	1-3,6,7,17,19
Y	section 17;figures 1-4	4,5,8-16,18
<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>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 16 May 2023		Date of mailing of the international search report 26 May 2023
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 Jabri, Tarak Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/081331

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 3965266 A1 (NINGBO GEELY AUTOMOBILE RES & DEVELOPMENT CO LTD [CN]) 09 March 2022 (2022-03-09) figure 2	15,16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/081331

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2022034367	A1	03 February 2022	CN 112789422 A	11 May 2021
				DE 102018122977 A1	19 March 2020
				EP 3853490 A1	28 July 2021
				US 2022034367 A1	03 February 2022
				WO 2020058122 A1	26 March 2020

CN	214850697	U	23 November 2021	NONE	

DE	102015205724	A1	02 June 2016	DE 102015205724 A1	02 June 2016
				DE 102015218412 A1	02 June 2016

CN	113572289	A	29 October 2021	CN 113572289 A	29 October 2021
				WO 2023279591 A1	12 January 2023

EP	1278290	A1	22 January 2003	EP 1278290 A1	22 January 2003
				JP 2003079101 A	14 March 2003
				US 2002195887 A1	26 December 2002

DE	102018130516	A1	04 June 2020	NONE	

EP	3965266	A1	09 March 2022	CN 116034530 A	28 April 2023
				EP 3965266 A1	09 March 2022
				WO 2022049009 A1	10 March 2022

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. H02K1/32 H02K7/00		
ADD. H02K9/19		
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.
Y	US 2022/034367 A1 (DÖNGES BENJAMIN [DE] ET AL) 3. Februar 2022 (2022-02-03) Abschnitte 58, 74; Abbildungen 1A, 1D, 1E, 4B, 7 -----	4, 5, 8-10
Y	CN 214 850 697 U (EVERGRANDE NEW ENERGY AUTOMOBILE INVEST HOLDINGS GROUP CO LTD) 23. November 2021 (2021-11-23) Abbildung 7 -----	12-14
Y	DE 10 2015 205724 A1 (THYSSENKRUPP PRESTA TECCT AG [LI]) 2. Juni 2016 (2016-06-02) Abbildung 4 -----	12-14
Y	CN 113 572 289 A (HEFEI JEE POWER SYS CO LTD) 29. Oktober 2021 (2021-10-29) Abbildung 5 -----	18
	-/--	
<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 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		Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts
16. Mai 2023		26/05/2023
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 Jabri, Tarak

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 278 290 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 22. Januar 2003 (2003-01-22) Abbildungen 1-5 -----	11
X	DE 10 2018 130516 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 4. Juni 2020 (2020-06-04) Abschnitt 17; Abbildungen 1-4 -----	1-3, 6, 7, 17, 19
Y	EP 3 965 266 A1 (NINGBO GEELY AUTOMOBILE RES & DEVELOPMENT CO LTD [CN]) 9. März 2022 (2022-03-09) Abbildung 2 -----	4, 5, 8-16, 18
Y		15, 16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/081331

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2022034367 A1	03-02-2022	CN 112789422 A	11-05-2021
		DE 102018122977 A1	19-03-2020
		EP 3853490 A1	28-07-2021
		US 2022034367 A1	03-02-2022
		WO 2020058122 A1	26-03-2020

CN 214850697 U	23-11-2021	KEINE	

DE 102015205724 A1	02-06-2016	DE 102015205724 A1	02-06-2016
		DE 102015218412 A1	02-06-2016

CN 113572289 A	29-10-2021	CN 113572289 A	29-10-2021
		WO 2023279591 A1	12-01-2023

EP 1278290 A1	22-01-2003	EP 1278290 A1	22-01-2003
		JP 2003079101 A	14-03-2003
		US 2002195887 A1	26-12-2002

DE 102018130516 A1	04-06-2020	KEINE	

EP 3965266 A1	09-03-2022	CN 116034530 A	28-04-2023
		EP 3965266 A1	09-03-2022
		WO 2022049009 A1	10-03-2022
