(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
29. Dezember 2016 (29.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/206682 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 21/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2016/200285

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juni 2016 (22.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 211 531.3 23. Juni 2015 (23.06.2015) DE

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

(72) Erfinder: **GEHRKE, Lars**; Hans-Thoma-Weg 24, 77815 Bühl (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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)*

(54) Title: ELECTRIC MACHINE WITH VARIABLE MOTOR CONSTANTS, ACTUATOR COMPRISING THE ELECTRIC MACHINE, AND METHOD FOR VARYING THE MOTOR CONSTANTS OF THE ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE MASCHINE MIT VARIABLER MOTORKONSTANTE, AKTOR MIT DER ELEKTRISCHEN MASCHINE UND VERFAHREN ZUR VARIATION DER MOTORKONSTANTE DER ELEKTRISCHEN MASCHINE

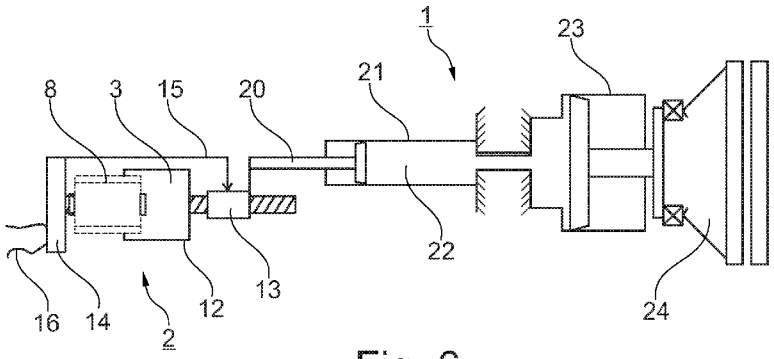


Fig. 6

(57) Abstract: The invention relates to an electric machine (2) comprising a stator (3) and a rotor (4) rotatably mounted in the stator (3). A spindle (12) is guided through the electric machine (2), and at least one magnetic flux-conductive assembly (8) which can be introduced into the electric machine (2) is provided. The magnetic flux-conductive assembly (8) is arranged on the spindle (12) in a linearly movable manner in order to vary a motor constant of the electric machine (1) as a result of a movement into the electric machine (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eineelektrische Maschine (2) mit einem Stator (3) und einen im Stator (3) drehbar gelagerten Rotor (4), wobei eine Spindel (12) durch die elektrische Maschine (2) geführt ist, und mindestens

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/206682 A1

eine in die elektrische Maschine (2) einbringbare magnetflussleitende Baugruppe (8) vorgesehen ist, wobei die magnetflussleitende Baugruppe (8) linear verlagerbar auf der Spindel (12) angeordnet ist, um infolge einer Verlagerung in die elektrische Maschine (2) eine Motorkonstante der elektrischen Maschine (1) zu variieren.

Elektrische Maschine mit variabler Motorkonstante, Aktor mit der elektrischen Maschine und Verfahren zur Variation der Motorkonstante der elektrischen Maschine

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit variabler Motorkonstante. Ferner betrifft die Erfindung einen Aktor aufweisend die elektrische Maschine. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Variation der Motorkonstante der elektrischen Maschine.

Eine Vielzahl von elektro-mechanischen Wirkmechanismen rund um und in Automobilen wird mit Elektromotoren angesteuert. Darüber hinaus sind Elektromotoren auch in einer Vielzahl anderer elektrischer Maschinen und technischen Bereichen einsetzbar.

Eine Motorkonstante, auch Spannungskonstante oder Drehmomentkonstante genannt, ist maßgeblich für das elektromechanische Verhalten von elektrischen Maschinen verantwortlich. Für gewöhnlich ist die Motorkonstante eine feste maschinenbezogene Größe, die nur im Rahmen mit einem sogenannten Feldschwächebetrieb verändert werden kann. Allerdings ist mit dem Feldschwächebetrieb lediglich eine Verringerung der Motorkonstante möglich.

Je nach Größe der Motorkonstante ist die elektrische Maschine in der Lage eine höhere maximale Drehzahl oder ein größeres maximales Drehmoment zu erzeugen.

Das Drehmoment einer elektrischen Maschine ist grundsätzlich von seinem eingestellten Arbeitspunkt abhängig, d.h. das Drehmoment ist eine Funktion von der Drehzahl. Der Zusammenhang zwischen Drehzahl und Drehmoment wird bei der elektrischen Maschine über die sogenannte Motorkonstante (Drehmomentkonstante) wiedergegeben und ist in der Regel eine steigungsbehaftete Gerade.

Eine große Motorkonstante führt zu einem hohen Drehmoment bei einer gleichzeitig geringen maximalen Drehzahl. Bei einem elektrischen Zentralausrücker kann die Motorkonstante beispielsweise 0,065 Nm/A betragen. Eine kleine Motorkonstante

führt zu einem kleineren maximalen Drehmoment aber zu einer größeren maximalen Drehzahl. Bei einem hydrostatischen Kupplungsaktor kann die Motorkonstante beispielsweise 0,027 Nm/A betragen.

Es existieren bereits Ansätze, die Motorkonstante über mechanische Verstellmechanismen zu verändern: „Classification of field-weakening solutions and novel PM machine with adjustable excitation" by H. Woehl-Bruhn, IEEE Paper, XIX International Conference on Electrical Machines - ICEM 2010, Rom". Je nach Stellung der vorhandenen drehbeweglichen Magnete der elektrischen Maschine lässt sich die Motorkonstante verstärken oder schwächen. Nachteilig bei dieser vorgestellten Methode ist, dass die Motorkonstante nicht während des Betriebs verändert werden kann.

Durch die vorgegebene Maschinentopologie sind die Motorkonstanten in der Regel fest vorgegeben und können nur mit Hilfe von regelungstechnischen Methoden verändert werden. In vielen Fällen ist es vorteilhaft, die Motorkonstante an die unterschiedlichen Belastungszustände anzupassen. Das bedeutet, dass es Betriebspunkte innerhalb eines Zyklus gibt, in denen eine hohe Drehzahl benötigt wird und es gibt ebenso Betriebspunkt in denen ein hohes Drehmoment notwendig ist.

Typischerweise wird ein Kompromiss zwischen zwei Betriebspunkten für die Motorauslegung eingegangen, um die beiden Arbeitspunkte bedienen zu können. Dabei muss der Widerspruch zwischen zu geringem Drehmoment und zu geringer Dynamik gelöst werden.

Es besteht somit die technische Aufgabe in der Optimierung bei der Auslegung von elektrischen Maschinen, die einerseits eine hohe Drehzahl und andererseits eine hohes Drehmoment aufweisen müssen, ohne die vorgegebenen Rahmenbedingungen, wie Spannungsversorgung, Strombegrenzung oder einfache Regelungsverfahren, verändert werden müssen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere gelöst durch eine elektrische Maschine mit einem Stator und einen im Stator drehbar gelagerten Rotor, wobei eine

Spindel durch die elektrische Maschine geführt ist, und mindestens eine in die elektrische Maschine einbringbare magnetflussleitende Baugruppe vorgesehen ist, wobei die magnetflussleitende Baugruppe linear verlagerbar auf der Spindel angeordnet ist, um infolge einer Verlagerung in die elektrische Maschine eine Motorkonstante der elektrischen Maschine zu variieren.

Durch ein Vorsehen der elektrischen Maschine ist eine Veränderung der Motorkonstante der elektrischen Maschine erreichbar. Hierzu wird die magnetflussleitende Baugruppe in die elektrische Maschine verlagert. Über eine Drehbewegung der elektrischen Maschine wird eine Veränderung der Motorkonstante bewirkt, die in Abhängigkeit der zu treibendenden Last ein optimales Maschinenverhalten hervorruft.

Bevorzugt lässt sich die magnetflussleitende Baugruppe wieder aus der elektrischen Maschine heraus verlagern. Dabei lässt sich wieder eine Veränderung der Motorkonstante der elektrischen Maschine erzielen.

Vorzugsweise ist eine elektrische Maschine eine in der elektrischen Energietechnik eingesetzte Maschine und stellt eine Form von Energiewandlern dar. Bevorzugt ist die elektrische Maschine ein elektro-mechanischer Energiewandler oder eine permanentmagneterregte Synchronmaschine.

Vorzugsweise ist unter einer Verlagerung eine Verschiebung zu verstehen. Bevorzugt erfolgt die Verlagerung linear, d.h. in einer axialen Längsrichtung der Spindel. Besonders bevorzugt ist die magnetflussleitende Baugruppe in die elektrische Maschine verlagerbar, einschiebbar, einbringbar oder einführbar.

Bevorzugt bewirkt eine Drehbewegung der elektrischen Maschine eine Veränderung der Motorkonstante. In Abhängigkeit der zu treibendenden Last wird ein optimales Maschinenverhalten hervorgerufen.

Je weiter die magnetflussleitende Baugruppe in die elektrische Maschine eingeschoben wird, desto größer ist die Motorkonstante. Bei einer vollständig in die

elektrische Maschine eingeschobenen magnetflussleitenden Baugruppe ist ein großes maximales Drehmoment bei einer kleinen maximalen Drehzahl erzielbar.

Ist die magnetflussleitende Baugruppe nicht in die elektrische Maschine eingeschobenen, ist die Motorkonstante kleiner. Hier ist ein kleineres maximales Drehmoment bei einer hohen maximalen Drehzahl zu erwarten.

In einer erfindungsgemäßen Ausführungsform ist die magnetflussleitende Baugruppe eingerichtet, infolge einer Drehung der Spindel relativ zur elektrischen Maschine verlagert zu werden.

Damit lässt sich die magnetflussleitende Baugruppe auf diese Weise lässt sich in Richtung zur elektrischen Maschine verlagern.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist die magnetflussleitende Baugruppe mittels mindestens einer mechanischen Koppelung verlagerbar auf der Spindel angeordnet.

Infolge einer Drehbewegung der Spindel ist die magnetflussleitende Baugruppe auf einfache Weise linear auf der Spindel verlagern.

In einer erfindungsgemäßen Ausführungsform ist eine Spindelmutter linear verlagerbar auf der Spindel angeordnet.

Vorzugsweise ist die Spindelmutter eingerichtet, eine Drehung der Spindel infolge einer linearen Verlagerung der Spindel, zu erzeugen. Infolge der linearen Verlagerung der Spindelmutter ist die magnetflussleitende Baugruppe in Richtung der elektrischen Maschine verschiebbar. Bevorzugt ist die Spindelmutter als ein Planetenwälzgetriebe ausgebildet.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weist die magnetflussleitende Baugruppe einen zylinderförmigen Körper auf, der

- entlang einer inneren Mantelfläche des Rotors verschiebbar ist und/oder

- entlang einer äußeren Mantelfläche des Stators verschiebbar ist.

Damit ist eine Veränderung der Motorkonstante der elektrischen Maschine auf einfache Weise erzielbar. Die magnetflussleitende Baugruppe ist derart in die elektrische Maschine verschiebbar, wobei eine Drehbewegung der elektrischen Maschine eine Veränderung der Motorkonstante bewirkt, die in Abhängigkeit der zu treibendenden Last ein optimales Maschinenverhalten hervorruft.

Vorzugsweise ist die magnetflussleitende Baugruppe zwischen dem Rotor und der Spindel einbringbar. Bevorzugt ist die magnetflussleitende Baugruppe über die äußere Mantelfläche des Stators schiebbar. Besonders bevorzugt ist die magnetflussleitende Baugruppe zwischen einer Gehäusewandung der elektrischen Maschine und dem Stator einbringbar.

Bevorzugt ist die magnetflussleitende Baugruppe eine Hülse oder ein Flussrückschlussblech.
In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weist die elektrische Maschine einen Freilauf auf, um bei einer Drehung der Spindel ihre Position beizubehalten.

Damit ist die elektrische Maschine unabhängig von Relativbewegungen der magnetflussleitenden Baugruppe positionierbar.

Ferner wird die Aufgabe erfindungsgemäß insbesondere gelöst durch einen Aktor aufweisend eine elektrische Maschine, wie zuvor beschrieben.

In einer erfindungsgemäßen Ausführungsform ist der Aktor ein Kupplungsaktor ein hydrostatischer Kupplungsaktor oder ein elektrischer Zentralausrücker.

Auf diese Weise lässt sich eine Vielzahl verschiedener Aktoren verwirklichen, um eine Veränderung der Motorkonstante zu erzielen.

Ferner wird die Aufgabe erfindungsgemäß insbesondere gelöst durch ein Verfahren zur Variation der Motorkonstant einer elektrischen Maschine, wobei die elektrische

Maschine einen Stator, einen im Stator drehbar gelagerten Rotor aufweist, wobei eine Spindel durch die elektrische Maschine geführt ist, und mindestens eine in die elektrische Maschine einbringbare magnetflussleitende Baugruppe vorgesehen ist, wobei die magnetflussleitende Baugruppe linear verlagerbar auf der Spindel angeordnet ist, den folgenden Schritt aufweisend:

- lineares Verlagern der magnetflussleitenden Baugruppe in die elektrische Maschine infolge einer Drehung der Spindel während eines Betriebs der elektrischen Maschine.

Bevorzugt weist das Verfahren ferner den folgenden Schritt auf:

- lineares Verlagern der magnetflussleitenden Baugruppe aus der elektrischen Maschine heraus infolge einer Drehung der Spindel während des Betriebs der elektrischen Maschine.

Bevorzugt weist das Verfahren ferner folgende Schritte auf, um eine Drehung der Spindel zu erzielen:

- lineares Verlagern einer Spindelmutter, die verlagerbar auf der Spindel angeordnet ist und
- Verdrehung der Spindel infolge einer Verlagerung der Spindelmutter.

Die Erfindung wird nun beispielhaft durch Figuren veranschaulicht. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine elektrische Maschine,
Fig. 2 eine schematische Ansicht einer ersten erfindungsgemäßen elektrischen Maschine,
Fig. 3 einen Schnitt A-A aus Fig. 2,
Fig. 4 eine schematische Ansicht einer zweiten erfindungsgemäßen elektrischen Maschine,
Fig. 5 einen Schnitt B-B aus Fig. 4,
Fig. 6 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Aktors mit einer elektrischen Maschine aus Fig. 2,
Fig. 7a eine schematische Ansicht aus Fig. 2 mit einem Flussleitblech in einer ersten Position,
Fig. 7b eine Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie zur Fig. 7a,

Fig. 7c eine Betätigungsweg-Betätigungskraft-Kennlinie zur Fig. 7a,
Fig. 8a eine weitere schematische Ansicht mit einem Flussleitblech in einer zweiten Position,
Fig. 8b eine Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie zur Fig. 8a,
Fig. 8c eine Betätigungsweg-Betätigungskraft-Kennlinie zur Fig. 8a
Fig. 9a eine weitere schematische Ansicht mit einem Flussleitblech in einer dritten Position,
Fig. 9b eine Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie zur Fig. 9a und
Fig. 9c eine Betätigungsweg-Betätigungskraft-Kennlinie zur Fig. 9a.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine elektrische Maschine.

Die elektrische Maschine 2 ist als ein radial aufgebauter permanentmagneterregter Elektromotor ausgebildet. Die elektrische Maschine 2 weist einen Stator 3 und einen im Stator 3 drehbar gelagerten Rotor 4 auf, der in einer Richtung D drehbar ausgeführt ist. Spulen 5 sind radial am Stator 3 vorgesehen. Permanentmagneten 6 sind radial am Rotor 4 vorgesehen.

Bei der elektrischen Maschine 2 ist ein einfaches Rückschlussblech 7 am Rotor 4 vorgesehen. Das Rückschlussblech 7 ist schmal ausgelegt, was zu einem hohen Streufluss innerhalb der elektrischen Maschine 2 führt. Damit ist eine Motorkonstante herabgesetzt.

Die geringe Motorkonstante sorgt für ein kleines maximales Drehmoment und eine hohe maximale Drehzahl.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer ersten erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

Die elektrische Maschine 2 weist eine Spindel 12 auf, die durch die elektrische Maschine 2 geführt ist. Ferner ist eine in die elektrische Maschine 2 einbringbare magnetflussleitende Baugruppe 8 vorgesehen. Die magnetflussleitende Baugruppe 8 ist mittels mechanischer Koppelungen 11 in einer axialen Richtung linear auf der

Spindel 12 verlagerbar angeordnet. Die magnetflussleitende Baugruppe 8 weist einen zylinderförmigen Körper auf und ist als ein zusätzliches Rückschlussblech in Form einer Hülse ausgebildet. Ferner ist eine Spindelmutter 13 vorgesehen, die ebenfalls in einer axialen Richtung linear auf der Spindel 12 verlagerbar angeordnet ist. Vorzugsweise ist die Spindelmutter als ein Planetenwälzgetriebe ausgebildet.

Infolge der linearen Verlagerung der Spindelmutter 13 ist die magnetflussleitende Baugruppe 8 in Richtung der elektrischen Maschine 2 verschiebbar. Die magnetflussleitende Baugruppe 8 ist teilweise in die elektrische Maschine 2 eingeführt. Dabei ist die magnetflussleitende Baugruppe 8 entlang einer inneren Mantelfläche 9 des Rotors 4 in die elektrische Maschine 2 eingeführt. Hierzu hat sich die Spindelmutter 13 auf der Spindel 12 in der Blattebene nach rechts verlagert.

Damit lässt sich eine Motorkonstante der elektrischen Maschine 2 auf einfache Weise variieren.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt A-A aus Fig. 2.

Die elektrische Maschine 2 ist als ein radial aufgebauter permanentmagneterregter Elektromotor ausgebildet. Die elektrische Maschine 2 weist einen Stator 3 und einen im Stator 3 drehbar gelagerten Rotor 4 auf, der in einer Richtung D drehbar ausgeführt ist. Spulen 5 sind radial am Stator 3 vorgesehen. Magneten 6 sind radial am Rotor 4 vorgesehen. Bei der elektrischen Maschine 2 ist ein einfaches Rückschlussblech 7 am Rotor 4 vorgesehen.

Im Unterschied zur Fig. 1 ist die in die elektrische Maschine 2 einbringbare magnetflussleitende Baugruppe 8 vorgesehen, wobei die magnetflussleitende Baugruppe 8 linear verlagerbar auf der Spindel 12 angeordnet ist, um infolge einer Verlagerung eine Motorkonstante der elektrischen Maschine 1 zu variieren.

Die magnetflussleitende Baugruppe 8 ist dabei entlang der inneren Mantelfläche 9 des Rotors 4 verschiebbar angeordnet.

Durch ein Vorsehen der elektrischen Maschine mit der magnetflussleitenden Baugruppe wird eine erste Möglichkeit bereitgestellt, eine Veränderung der Motorkonstante der elektrischen Maschine zu erreichen.

Dabei wird die magnetflussleitende Baugruppe in die elektrische Maschine verlagert, wobei eine Drehbewegung der elektrischen Maschine eine Veränderung der Motorkonstante bewirkt, die in Abhängigkeit der zu treibendenden Last ein optimales Maschinenverhalten hervorruft.

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer zweiten erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

Die elektrische Maschine 2 weist eine Spindel 12 auf, die durch die elektrische Maschine 2 geführt ist. Ferner ist eine in die elektrische Maschine 2 einbringbare magnetflussleitende Baugruppe 8 vorgesehen. Die magnetflussleitende Baugruppe 8 ist mittels mechanischer Koppelungen 11 in einer axialen Richtung linear auf der Spindel 12 verlagerbar angeordnet. Die magnetflussleitende Baugruppe 8 weist einen zylinderförmiger Körper auf und ist als ein zusätzliches Rückschlussblech in Form einer Hülse ausgebildet. Ferner ist eine Spindelmutter 13 vorgesehen, die ebenfalls in einer axialen Richtung linear auf der Spindel 12 verlagerbar angeordnet ist. Vorzugsweise ist die Spindelmutter als ein Planetenwälzgetriebe ausgebildet.

Infolge der linearen Verlagerung der Spindelmutter 13 ist die magnetflussleitende Baugruppe 8 in Richtung der elektrischen Maschine 2 verschiebbar. Die magnetflussleitende Baugruppe 8 ist teilweise in die elektrische Maschine 2 eingeführt. Im Unterschied zur Fig. 2 ist die magnetflussleitende Baugruppe 8 entlang einer äußeren Mantelfläche des Stators 3 in die elektrische Maschine 2 eingeführt. Hierzu hat sich die Spindelmutter 13 auf der Spindel 12 in der Blattebene nach rechts verlagert.

Damit wird eine Variante zur Fig. 2 vorgeschlagen, eine Motorkonstante der elektrischen Maschine auf einfache Weise zu variieren.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt B-B aus Fig. 4.

Im Unterschied zur Fig. 3 ist die magnetflussleitende Baugruppe 8 nicht entlang der inneren Mantelfläche 9 des Stators 3 eingeführt, sondern entlang der äußeren Mantelfläche 10 des Rotors 4.

Durch ein Vorsehen der elektrischen Maschine mit der magnetflussleitenden Baugruppe wird eine zweite Möglichkeit bereitgestellt, eine Veränderung der Motorkonstante der elektrischen Maschine zu erreichen. Der Effekte kann dadurch verstärkt werden, indem im Rotor und um den Stator gleichzeitig jeweils ein flussleitendes Element eingebracht wird.

Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Aktors mit einer elektrischen Maschine aus Fig. 2.

Der Aktor 1 ist als ein hydrostatischer Kupplungsaktor ausgebildet. Der Aktor 1 weist die elektrische Maschine 2 aus Fig. 2 auf. Die elektrische Maschine 2 weist eine Elektronik 14 und einen Linearsensor 15 auf.

Infolge einer Betätigung der Elektronik 14 wird der Linearsensor 15 angesteuert. Hierzu wird eine Stromversorgung über ein Bordnetz 16 bereitgestellt. Der Linearsensor 15 ist eingerichtet eine lineare Verlagerung der Spindelmutter 13 zu detektieren. Die lineare Verlagerung der Spindelmutter 13 führt dazu, dass die magnetflussleitende Baugruppe 8 in Richtung der elektrischen Maschine 2 in der Blattebene nach rechts verlagert wird.

Ferner weist der Aktor 1 einen Geberzylinder 21 mit einem Primärkolben 20, einen Nehmerzylinder 23 und ein Ausrücklager 24 auf. Der Primärkolben 20 ist mit der Spindelmutter 13 verbunden. Der Geberzylinder 21 ist über eine Hydraulik 22 mit dem Nehmerzylinder 23 verbunden, der wiederum mit dem Ausrücklager mit Kupplung 24 in Kontakt gebracht ist.

Die lineare Verlagerung der Spindelmutter 13 führt zum einen dazu, dass die magnetflussleitende Baugruppe 8 in Richtung der elektrischen Maschine 2 in der Blattebene nach rechts verlagert wird. Damit lässt sich eine Motorkonstante der elektrischen Maschine 2 auf einfache Weise variieren.

Zum anderen erfährt der Primärkolben 20 ebenfalls eine lineare Verlagerung im Geberzylinder 21. Hierdurch wird eine Betätigung des Nehmerzylinders 23 ausgelöst, der das Ausrücklager mit Kupplung 24 betätigt.

Fig. 7a zeigt eine schematische Ansicht aus Fig. 2 mit einem Flussleitblech in einer ersten Position, Fig. 7b zeigt eine Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie des Elektromotors zur Fig. 7a und Fig. 7c zeigt eine Betätigungsweg-Betätigungskraft-Kennlinie der Spindel zur Fig. 7a.

Der Aktor 1 benötigt eine hohe maximale Drehzahl, da im Arbeitspunkt 30 auf der Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie lediglich eine geringe Last auftritt und sich deshalb der Arbeitspunkt 30 der elektrischen Maschine 2 nahe an der maximalen Drehzahl 31 befindet.

Fig. 8a zeigt eine weitere schematische Ansicht mit einem Flussleitblech in einer zweiten Position, Fig. 8b zeigt eine Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie des Elektromotors zur Fig. 8a und Fig. 8c zeigt eine Betätigungsweg-Betätigungskraft-Kennlinie der Spindel zur Fig. 8a.

Infolge des Verfahrens der Spindelmutter 13 auf der Spindel 12 wird das zusätzliche Flussleitblech 8 in Richtung der elektrischen Maschine 2 verschoben und diese teilweise einbracht. Hierdurch erfolgt eine Erhöhung der Motorkonstante der elektrischen Maschine 2.

Fig. 9a zeigt eine weitere schematische Ansicht mit einem Flussleitblech in einer dritten Position, Fig. 9b zeigt eine Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie des Elektromotors zur Fig. 9a und Fig. 9c zeigt eine Betätigungsweg-Betätigungskraft-Kennlinie der Spindel zur Fig. 9a.

Das Flussleitblech 8 ist in die elektrische Maschine 2 ganz eingeführt. Hieraus resultiert ein hohes Lastdrehmoment mit der größten Kraft. Der Arbeitspunkt 30 ist in einen Bereich der kleineren Drehzahlen und in den Bereich seines maximalen Drehmoments verschoben.

Zusammenfassend lässt sich zu den Fig. 7a bis 9c sagen, dass je weiter die magnetflussleitende Baugruppe 8 in die elektrische Maschine 2 eingeschoben wird, desto größer ist die Motorkonstante.

Bei einer vollständig in die elektrische Maschine 2 eingeschobenen magnetflussleitenden Baugruppe 8 ist ein großes maximales Drehmoment bei einer kleinen maximalen Drehzahl erzielbar.

Ist die magnetflussleitende Baugruppe 8 nicht in die elektrische Maschine 2 eingeschobenen, ist die Motorkonstante klein. Hier ist ein kleines maximales Drehmoment bei einer hohen maximalen Drehzahl erzielbar.

Bezugszeichenliste

1	Aktor
2	elektrische Maschine
3	Stator
4	Rotor
5	Spule
6	Magnet
7	einfaches Rückschlussblech
8	magnetflussleitende Baugruppe
9	innere Mantelfläche
10	äußere Mantelfläche
11	Koppelung
12	Spindel
13	Planetenwälzgetriebe
14	Elektronik
15	Linearsensor
16	Bordnetz
20	Primärkolben
21	Geberzylinder
22	Nehmerzylinder
23	Hydraulik
24	Ausrücklager mit Kupplung
30	Arbeitspunkt
31	maximales Drehmoment durch Strombegrenzung
D	Drehrichtung

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine (2) mit einem Stator (3) und einen im Stator (3) drehbar gelagerten Rotor (4), wobei eine Spindel (12) durch die elektrische Maschine (2) geführt ist, und mindestens eine in die elektrische Maschine (2) einbringbare magnetflussleitende Baugruppe (8) vorgesehen ist, wobei die magnetflussleitende Baugruppe (8) linear verlagerbar auf der Spindel (12) angeordnet ist, um infolge einer Verlagerung in die elektrische Maschine (2) eine Motorkonstante der elektrischen Maschine (1) zu variieren.

2. Elektrische Maschine (2) gemäß Anspruch 1, wobei die magnetflussleitende Baugruppe (8) eingerichtet ist, infolge einer Drehung der Spindel (12) relativ zur elektrischen Maschine (2) verlagert zu werden.

3. Elektrische Maschine (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die magnetflussleitende Baugruppe (8) mittels mindestens einer mechanischen Koppelung (11) verlagerbar auf der Spindel (12) angeordnet ist.

4. Elektrische Maschine (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Spindelmutter (13) linear verlagerbar auf der Spindel (12) angeordnet ist.

5. Elektrische Maschine (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die magnetflussleitende Baugruppe (8) einen zylinderförmigen Körper aufweist, der
   - entlang einer inneren Mantelfläche (9) des Rotors (4) verschiebbar ist und/oder
   - entlang einer äußeren Mantelfläche (10) des Stators (3) verschiebbar ist.

6. Elektrische Maschine (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrische Maschine (2) einen Freilauf aufweist, um bei einer Drehung der Spindel (12) ihre Position beizubehalten.

7. Aktor (1) aufweisend eine elektrische Maschine (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

8. Aktor (1) gemäß Anspruch 7, wobei der Aktor (1) ein Kupplungsaktor ein hydrostatischer Kupplungsaktor oder ein elektrischer Zentralausrücker ist.

9. Verfahren zur Variation einer Motorkonstanten einer elektrischen Maschine (2), wobei die elektrische Maschine (2) einen Stator (3), einen im Stator (3) drehbar gelagerten Rotor (4) aufweist, wobei eine Spindel (12) durch die elektrische Maschine (2) geführt ist, und mindestens eine in die elektrische Maschine (2) einbringbare magnetflussleitende Baugruppe (8) vorgesehen ist, wobei die magnetflussleitende Baugruppe (8) linear verlagerbar auf der Spindel (12) angeordnet ist,
den folgenden Schritt aufweisend:
- lineares Verlagern der magnetflussleitenden Baugruppe (7) in die elektrische Maschine (2) infolge einer Drehung der Spindel (9) während eines Betriebs der elektrischen Maschine (2).

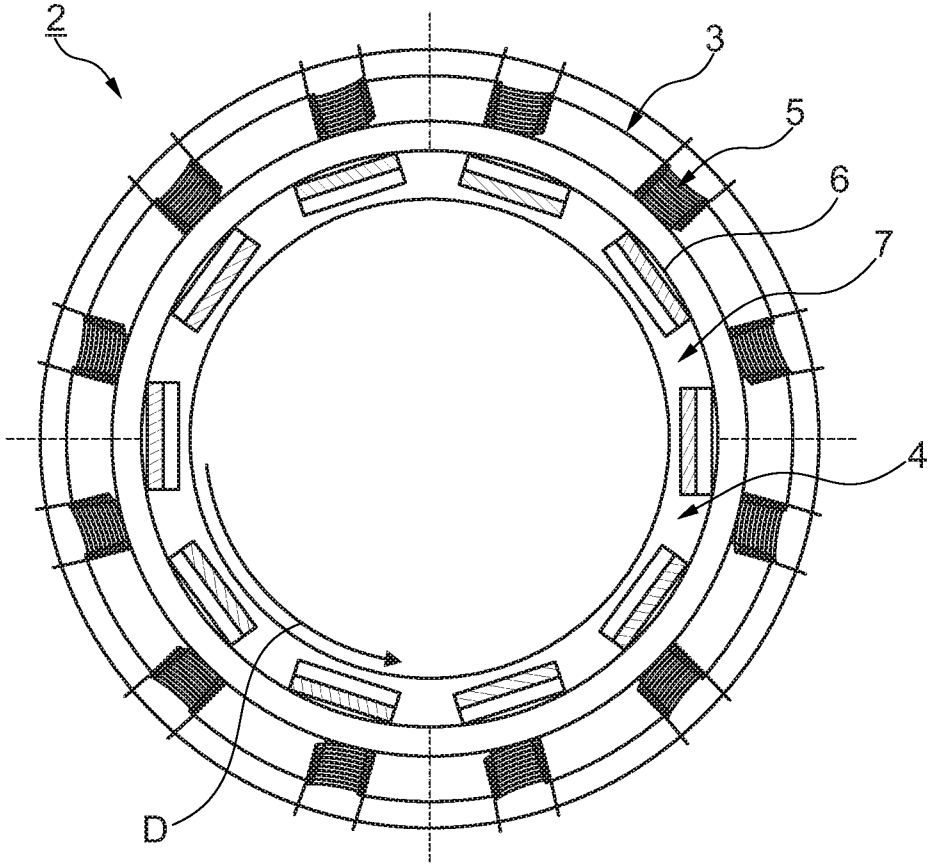


Fig. 1

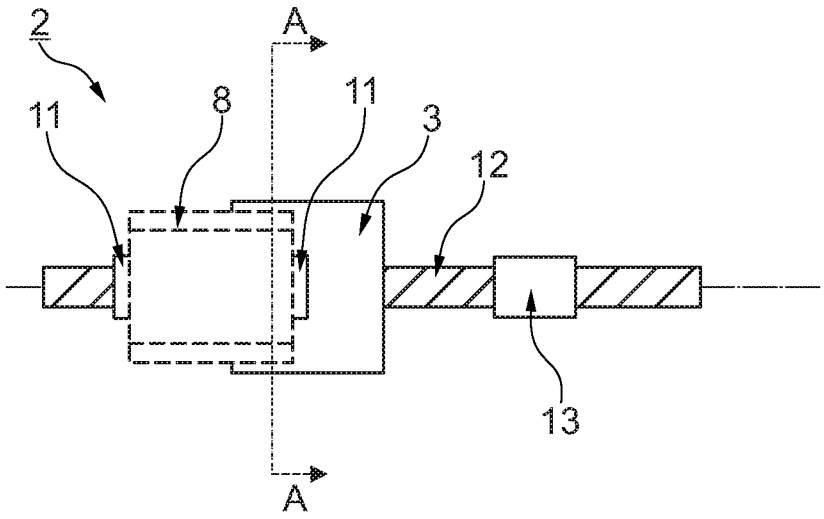


Fig. 2

Schnitt A-A

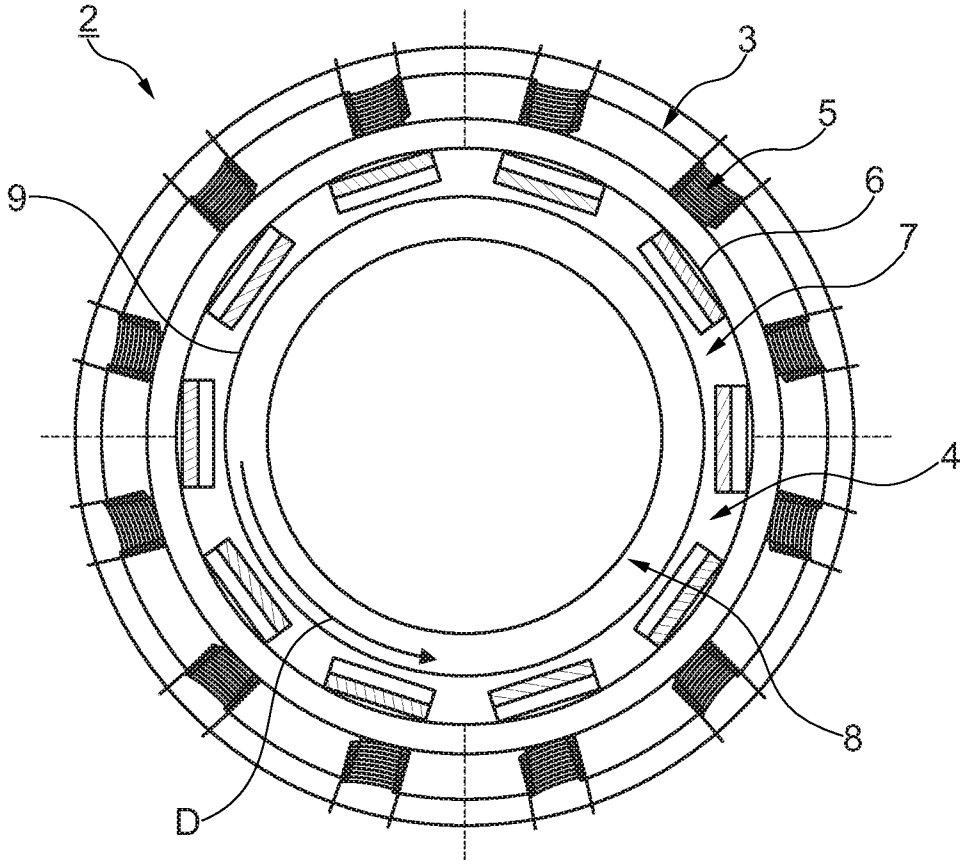


Fig. 3

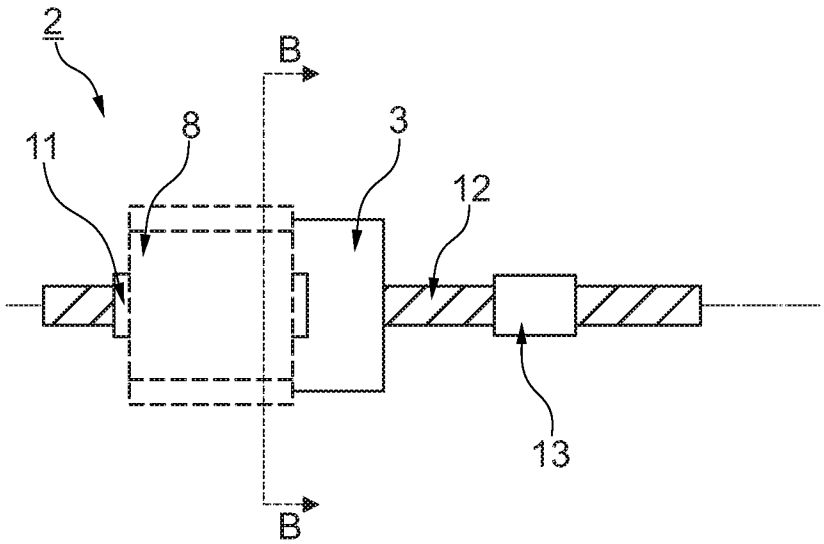


Fig. 4

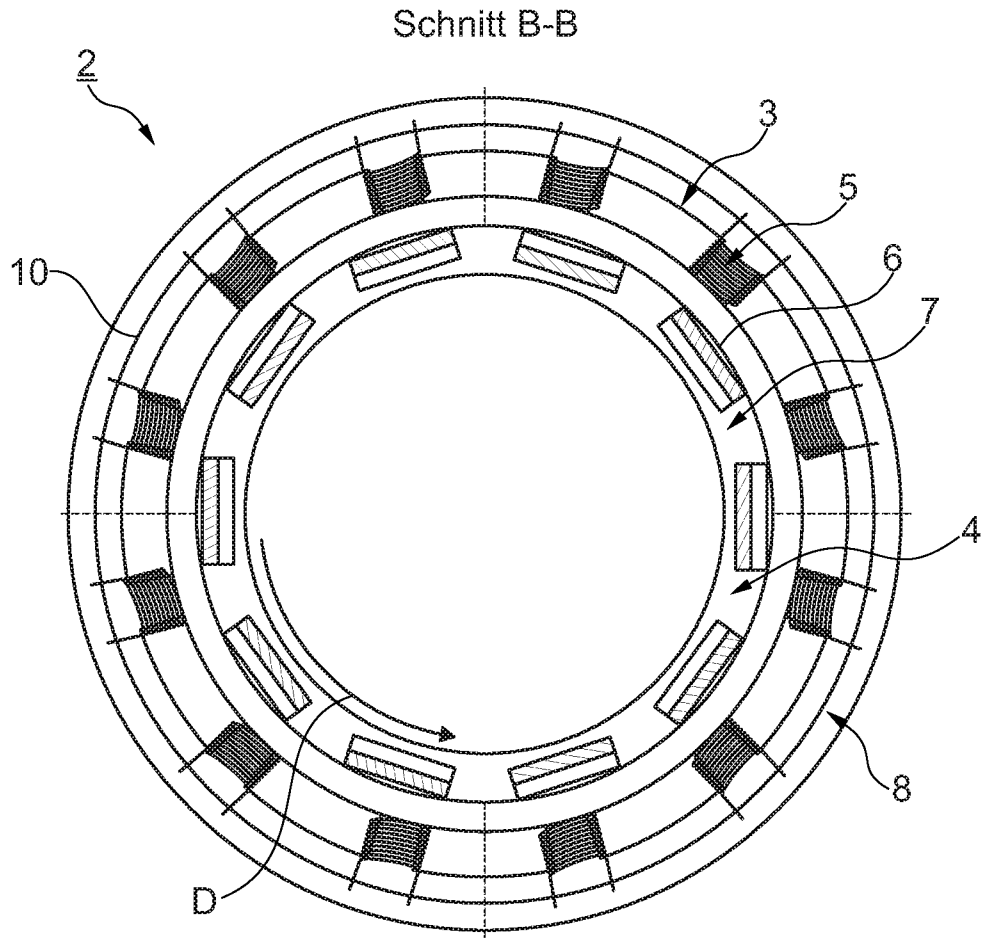


Fig. 5

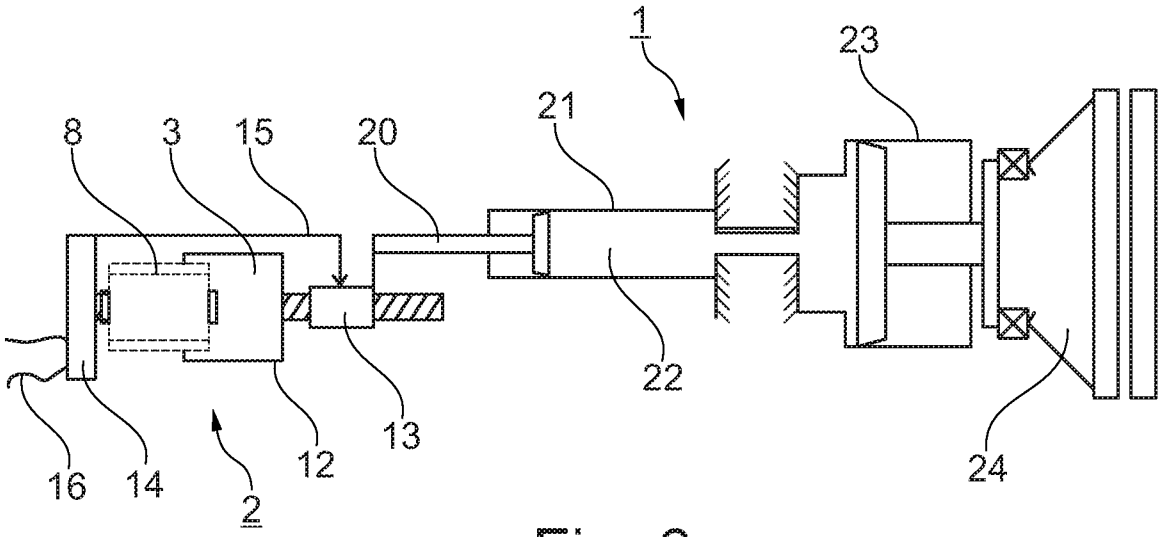


Fig. 6

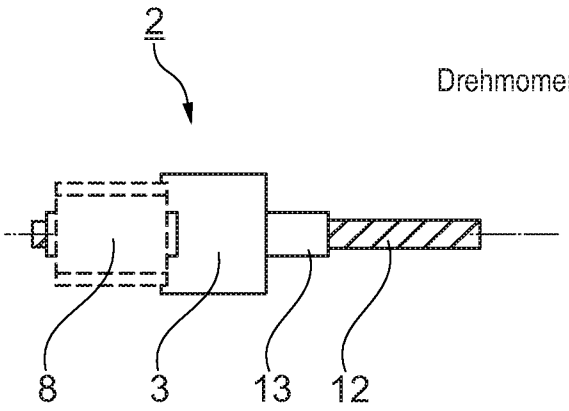


Fig. 7a

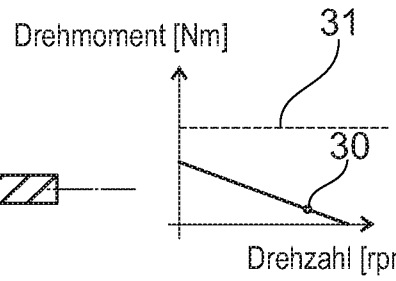


Fig. 7b

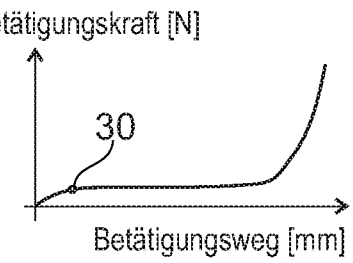


Fig. 7c

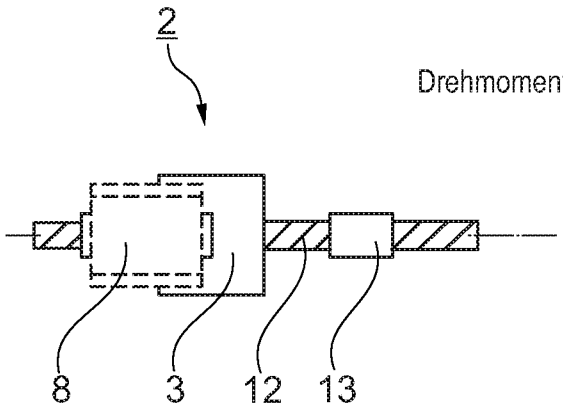


Fig. 8a

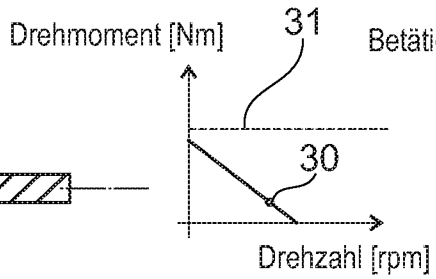


Fig. 8b

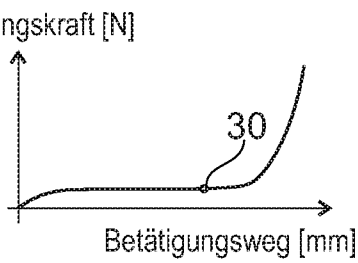


Fig. 8c

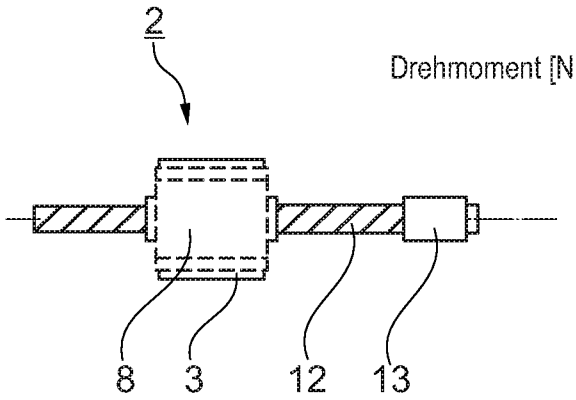


Fig. 9a

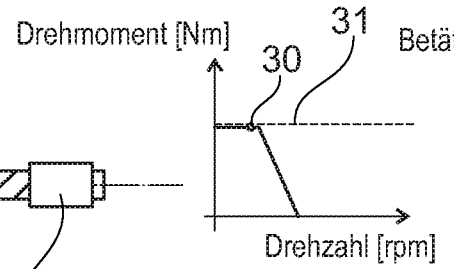


Fig. 9b

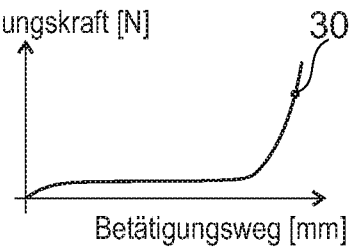


Fig. 9c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2016/200285

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K21/02
ADD.

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	WO 2014/109220 A1 (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO KK [JP]) 17 July 2014 (2014-07-17) abstract; figures 1-15	1-9
X	US 2013/187504 A1 (TANAKA DAIKI [JP]) 25 July 2013 (2013-07-25) abstract; figures 1-7	1-3
A	JP 2009 171687 A (NISSAN MOTOR) 30 July 2009 (2009-07-30) abstract; figures 1-11	1-9

☐ 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	Date of mailing of the international search report
8 September 2016	19/09/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ganchev, Martin

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2016/200285

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2014109220 A1	17-07-2014	CN 204810094 U	25-11-2015
		US 2015326101 A1	12-11-2015
		WO 2014109006 A1	17-07-2014
		WO 2014109220 A1	17-07-2014
US 2013187504 A1	25-07-2013	CN 103119838 A	22-05-2013
		EP 2622721 A1	07-08-2013
		GB 2484098 A	04-04-2012
		GB 2484161 A	04-04-2012
		GB 2484162 A	04-04-2012
		GB 2484163 A	04-04-2012
		GB 2484164 A	04-04-2012
		JP 2013544483 A	12-12-2013
		US 2013187504 A1	25-07-2013
		WO 2012042844 A1	05-04-2012
JP 2009171687 A	30-07-2009	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2016/200285

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K21/02
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	WO 2014/109220 A1 (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO KK [JP]) 17. Juli 2014 (2014-07-17) Zusammenfassung; Abbildungen 1-15	1-9
X	US 2013/187504 A1 (TANAKA DAIKI [JP]) 25. Juli 2013 (2013-07-25) Zusammenfassung; Abbildungen 1-7	1-3
A	JP 2009 171687 A (NISSAN MOTOR) 30. Juli 2009 (2009-07-30) Zusammenfassung; Abbildungen 1-11	1-9

☐ 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 erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. September 2016	19/09/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ganchev, Martin

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2016/200285

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014109220 A1	17-07-2014	CN 204810094 U	25-11-2015
		US 2015326101 A1	12-11-2015
		WO 2014109006 A1	17-07-2014
		WO 2014109220 A1	17-07-2014
US 2013187504 A1	25-07-2013	CN 103119838 A	22-05-2013
		EP 2622721 A1	07-08-2013
		GB 2484098 A	04-04-2012
		GB 2484161 A	04-04-2012
		GB 2484162 A	04-04-2012
		GB 2484163 A	04-04-2012
		GB 2484164 A	04-04-2012
		JP 2013544483 A	12-12-2013
		US 2013187504 A1	25-07-2013
		WO 2012042844 A1	05-04-2012
JP 2009171687 A	30-07-2009	KEINE	