(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2023 002 909 T5** 2025.04.24

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/157740**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 002 909.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/047197**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.12.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.08.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **24.04.2025**

(51) Int Cl.: ***H02K 1/14*** (2006.01)
H02K 21/16 (2006.01)
H02K 1/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2023-007813 23.01.2023 JP

(71) Anmelder:
MURATA MANUFACTURING CO., LTD., Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP

(74) Vertreter:
Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538 München, DE

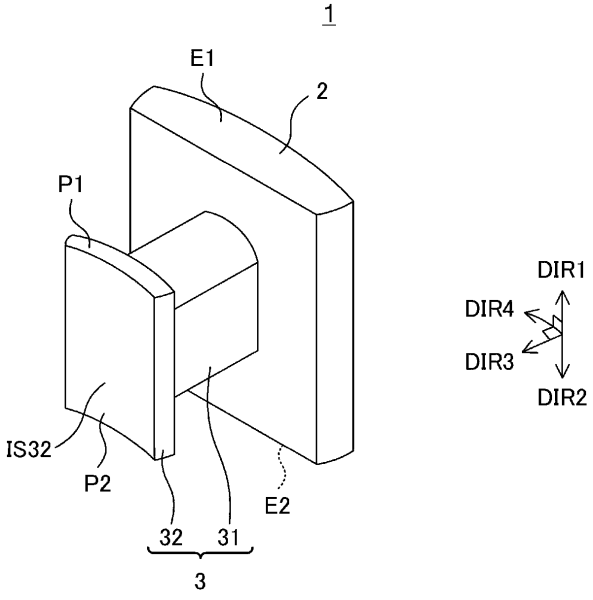
(72) Erfinder:
Iwasaki, Kazuki, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP; Natsumeda, Mitsutoshi, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **DREHENDE ELEKTRISCHE MASCHINE**

(57) Zusammenfassung: Eine drehende elektrische Maschine weist einen Rotor mit einem hartmagnetischen Körper, der magnetisiert ist, und einen Magnetkern mit einem Zahnabschnitt auf. Der Zahnabschnitt weist einen Zahnkörperabschnitt, um den eine Spule gewickelt ist, und einen Zahnspitzenabschnitt auf. Der Zahnkörperabschnitt erstreckt sich nach innen in Richtung einer Rotationsachse des Rotors oder nach außen von der Rotationsachse des Rotors weg. Der Zahnspitzenabschnitt ist an einer Spitze des Zahnkörperabschnitts ausgebildet und weist zum hartmagnetischen Körper hin. Der Zahnspitzenabschnitt weist einen ersten vorstehenden Abschnitt auf, der von dem Zahnkörperabschnitt in axialer Richtung entlang der Rotationsachse vorsteht. Ein Vorsprungsausmaß des ersten vorstehenden Abschnitts von dem Zahnkörperabschnitt ist kleiner als das Dreifache einer Spaltbreite, wenn der hartmagnetische Körper und der Zahnspitzenabschnitt einander zugewandt sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine drehende elektrische Maschine.

Technischer Hintergrund

[0002] Als Erfindung, die eine drehende elektrische Maschine des Stands der Technik betrifft, ist beispielsweise ein in Patentdokument 1 beschriebener Motor bekannt. Der in Patentdokument 1 beschriebene Motor weist eine Welle auf, die als Drehzentrum dient, wenn ein Rotor in Bezug auf einen Stator gedreht wird, einen Magneten, der am Rotor angebracht ist und abwechselnd in Umfangsrichtung um die Welle herum auf verschiedene Pole magnetisiert ist, einen Eisenkern, der am Stator angebracht ist und dem Magneten in radialer Richtung um die Welle herum zugewandt ist, eine Spule, die um den Eisenkern gewickelt ist, und ein magnetisches Abschirmelement. Das magnetische Abschirmelement schirmt die Spule gegen magnetischen Streufluss vom Magneten ab.

Liste der Bezugnahmen

Patentdokument

[0003] Patentdokument 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2008-245427

Darstellung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0004] Bei dem in Patentdokument 1 beschriebenen Motor besteht ein Bedarf, die zwischen beiden Enden der Spule erzeugte elektromotorische Gegenkraft durch Erhöhung einer elektromotorischen Gegenkraftkonstante zu erhöhen, während das magnetische Abschirmelement verkleinert wird.

[0005] Daher liegt eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine drehende elektrische Maschine bereitzustellen, bei der eine elektromotorische Gegenkraftkonstante erhöht werden kann, während das magnetische Abschirmelement verkleinert wird.

Lösung des Problems

[0006] Eine drehende elektrische Maschine gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine drehende elektrische Maschine, die einen Rotor mit einem magnetisierten hartmagnetischen Körper und einen Magnetkern mit einem Zahnabschnitt aufweist, wobei

der Zahnabschnitt

einen Zahnkörperabschnitt, um den eine Spule gewickelt ist, wobei sich der Zahnkörperabschnitt nach innen in Richtung einer Rotationsachse des Rotors oder nach außen von der Rotationsachse des Rotors weg erstreckt, und

einen Zahnspitzenabschnitt, der an einer Spitze des Zahnkörperabschnitts ausgebildet ist und dem hartmagnetischen Körper zugewandt ist,

wobei der Zahnspitzenabschnitt einen ersten vorstehenden Abschnitt aufweist, der von dem Zahnkörperabschnitt in axialer Richtung entlang der Rotationsachse vorsteht, und

ein Vorsprungsausmaß des ersten vorstehenden Abschnitts von dem Zahnkörperabschnitt kleiner als das Dreifache einer Spaltbreite ist, wenn der hartmagnetische Körper und der Zahnspitzenabschnitt einander zugewandt sind.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine drehende elektrische Maschine bereitzustellen, bei der eine Konstante der elektromotorischen Gegenkraft erhöht werden kann, während das magnetische Abschirmelement verkleinert wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine perspektivische Außenansicht eines bürstenlosen Motors 100.

Fig. 2 ist eine schematische, perspektivische Explosionsansicht des bürstenlosen Motors 100.

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines Magnetkerns 1.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht eines hartmagnetischen Körpers 24 und eines Magnetkerns 1, die in einer Richtung senkrecht zu einer ersten Richtung DIR1 und einer dritten Richtung DIR3 betrachtet werden.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht des hartmagnetischen Körpers 24 und eines Magnetkerns 6 gemäß einem Vergleichsbeispiel, gesehen in der zur ersten Richtung DIR1 und zur dritten Richtung DIR3 orthogonalen Richtung.

Fig. 6 ist ein Diagramm, das die Abschnitte veranschaulicht, in denen die magnetische Flussdichte berechnet wird.

Fig. 7 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für Änderungen der magnetischen Flussdichte in einem Fall zeigt, in dem ein erster Vorsprungsausmaß D1 und ein zweiter Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn ein Versatzbetrag DO 0,1 mm und eine Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt.

Fig. 8 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für Änderungen der magnetischen Flussdichte in einem Fall zeigt, in dem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt.

Fig. 9 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Änderung der Konstante der elektromotorischen Gegenkraft KE in einem Fall zeigt, in dem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt.

Fig. 10 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Änderung der Konstante der elektromotorischen Gegenkraft KE in einem Fall zeigt, in dem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm beträgt und die Spaltbreite DA 0,3 mm beträgt.

Beschreibung der Ausführungsformen

[Ausführungsform]

[0008] Nachfolgend wird eine Konfiguration des bürstenlosen Motors 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig.** 1 ist eine perspektivische Außenansicht des bürstenlosen Motors 100. **Fig.** 2 ist eine schematische, perspektivische Explosionsansicht des bürstenlosen Motors 100. **Fig.** 3 ist eine perspektivische Ansicht des Magnetkerns 1.

[0009] Zusätzlich werden in der vorliegenden Schrift Richtungen wie folgt definiert. Von den axialen Richtungen entlang einer Rotationsachse eines Rotors 20 ist eine Richtung, in der eine Welle 21 durch eine Öffnung OP aus einem Gehäuse 12 nach außen vorsteht, als die erste Richtung DIR1 definiert. Eine Richtung, die der ersten Richtung DIR1 entgegengesetzt ist, ist als eine zweite Richtung DIR2 definiert. Eine Richtung, die eine der radialen Richtungen um die Rotationsachse des Rotors 20 bedeutet und die von einem geometrischen Mittelpunkt eines Abschnitts 32 einer Zahnspitze in Richtung der Rotationsachse des Rotors 20 gerichtet ist, wenn sie in der ersten Richtung DIR1 betrachtet wird, wird als die dritte Richtung DIR3 definiert. Von den Umfangsrichtungen um die Rotationsachse des Rotors 20 wird eine Richtung entgegen dem Uhrzeigersinn in Bezug auf die Rotationsachse des Rotors 20 bei Betrachtung in der zweiten Richtung DIR2 als eine vierte Richtung DIR4 definiert. Es wird angemerkt, dass die Definition der Richtungen in der vorliegenden Beschreibung ein Beispiel ist.

[0010] Wie in **Fig.** 2 dargestellt, weist der bürstenlose Motor 100 den Rotor 20 und eine Statorbaugruppe 10 auf. Die Statorbaugruppe 10 ist um den Rotor 20 herum angeordnet, wenn in der ersten Richtung DIR1 betrachtet. Das bedeutet, dass der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Innenläufertyp ist. Es wird angemerkt, dass der bürstenlose Motor 100 ein Beispiel für eine drehende elektrische Maschine nach der vorliegenden Erfindung ist.

[0011] Wie in **Fig.** 2 dargestellt, weist der Rotor 20 die Welle 21 und ein Rotorelement 22 auf. Die Welle 21 hat eine Säulenform, die sich in der ersten Richtung DIR1 erstreckt. Das Rotorelement 22 hat eine zylindrische Form, die sich in der ersten Richtung DIR1 erstreckt. Eine Mittelachsenlinie sowohl der Welle 21 als auch des Rotorelements 22 ist eine Z-Achse. Das bedeutet, dass eine Rotationsachse des bürstenlosen Motors 100 die Z-Achse ist. Somit ist jede der ersten Richtung DIR1 und der zweiten Richtung DIR2 eine Richtung entlang der Z-Achse.

[0012] Wie in **Fig.** 2 dargestellt, weist das Rotorelement 22 einen weichmagnetischen Körper 23 und den hartmagnetischen Körper 24 auf. Das Rotorelement 22 ist an einer äußeren Umfangsfläche der Welle 21 in einer radialen Richtung um die Z-Achse angebracht. Genauer ist der weichmagnetische Körper 23 an der äußeren Umfangsfläche der Welle 21 in der radialen Richtung um die Z-Achse angebracht. Der hartmagnetische Körper 24 ist an einer äußeren Umfangsfläche des weichmagnetischen Körpers 23 in der radialen Richtung um die Z-Achse angebracht.

[0013] Der weichmagnetische Körper 23 ist ein weichmagnetischer Körper. Ferner ist der hartmagnetische Körper 24 ein magnetisierter hartmagnetischer Körper. Der hartmagnetische Körper wird magnetisiert, wenn ein Magnetfeld von außen angelegt wird. Danach verliert der hartmagnetische Körper auch dann nicht seine Magnetisierung, wenn das Magnetfeld nicht mehr angelegt wird.

[0014] Wie in **Fig.** 2 dargestellt, weist die Statorbaugruppe 10 ein Lager 11, das Gehäuse 12, eine Spule 13 und den Magnetkern 1 auf.

[0015] Das Lager 11 trägt die Welle 21, so dass sie in Umfangsrichtung um die Z-Achse drehbar ist. Genauer weist das Lager 11, wie in **Fig.** 2 dargestellt, ein erstes Lager 11a und ein zweites Lager 11b auf. Sowohl das erste Lager 11a als auch das zweite Lager 11b sind beispielsweise Kugellager. Sowohl das erste Lager 11a als auch das zweite Lager 11b weisen eine zylindrische Form auf, die sich in die erste Richtung DIR1 erstreckt. Eine Mittelachsenlinie sowohl des ersten Lagers 11a als auch des zweiten Lagers 11b ist die Z-Achse. Das bedeutet, dass die Mittelachsenlinie sowohl des ersten Lagers 11a als

auch des zweiten Lagers 11b mit der Mittelachsenlinie der Welle 21 zusammenfällt.

[0016] Wie in **Fig.** 2 dargestellt, befindet sich das zweite Lager 11b weiter in der zweiten Richtung DIR2 als das erste Lager 11a. Darüber hinaus befindet sich das erste Lager 11a weiter in der ersten Richtung DIR1 als das Rotorelement 22. Das zweite Lager 11b befindet sich weiter in der zweiten Richtung DIR2 als das Rotorelement 22. Das zweite Lager 11b stützt ein Ende der Welle 21 in der zweiten Richtung DIR2.

[0017] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, weist das Gehäuse 12 ein erstes Gehäuse 12a und ein zweites Gehäuse 12b auf. Das erste Gehäuse 12a weist eine zylindrische Form auf, wie in **Fig.** 1 und **Fig.** 2 dargestellt. Eine Mittelachsenlinie des ersten Gehäuses 12a ist die Z-Achse. Das erste Gehäuse 12a befindet sich weiter in der ersten Richtung DIR1 als das zweite Gehäuse 12b. Ferner weist das erste Gehäuse 12a die Öffnung OP auf. Somit steht die Welle 21 aus der Öffnung OP in der ersten Richtung DIR1 vor. Das bedeutet, dass der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Einwellen-Typ ist.

[0018] Das erste Gehäuse 12a trägt das erste Lager 11a, eine Vielzahl von Magnetkernen 1 und eine Vielzahl von Spulen 13. Das zweite Gehäuse 12b trägt das zweite Lager 11b. Ein Material sowohl des ersten Gehäuses 12a als auch des zweiten Gehäuses 12b ist beispielsweise ein Material mit hoher Steifigkeit, wie etwa SUS.

[0019] Neun Spulen 13 und neun Magnetkerne 1 sind bereitgesellt. Die neun Spulen 13 und die neun Magnetkerne 1 sind in Umfangsrichtung um die Z-Achse herum angeordnet. Die neun Magnetkerne 1 sind um den hartmagnetischen Körper 24 herum mit einem Zwischenraum zwischen dem hartmagnetischen Körper 24 und den Magnetkernen 1 angeordnet.

[0020] Wie in **Fig.** 3 dargestellt, weist der Magnetkern 1 einen Kernrückenabschnitt 2 und einen Zahnabschnitt 3 auf. Der Zahnabschnitt 3 hat eine Form, die sich von dem Kernrückenabschnitt 2 in der dritten Richtung DIR3 erstreckt. Genauer weist der Zahnabschnitt 3 einen Zahnkörperabschnitt 31 auf, der sich von dem Kernrückenabschnitt 2 in der dritten Richtung DIR3 erstreckt, und einen Zahnspitzenabschnitt 32, der an einer Spitze des Zahnkörperabschnitts 31 ausgebildet ist. Wie in **Fig.** 2 dargestellt, ist die Spule 13 um den Zahnkörperabschnitt 31 gewickelt.

[0021] Der Magnetkern 1 ist ein weichmagnetischer Körper. Der weichmagnetische Körper wird magnetisiert, wenn ein Magnetfeld von außen angelegt wird. Danach, wenn das Anlegen des Magnetfelds gestoppt wird, verliert der weichmagnetische Körper seine Magnetisierung. Ein Material eines solchen weichmagnetischen Körpers ist beispielsweise Eisen.

[0022] Der Magnetkern 1 ist ein Formkörper, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist. Das bedeutet, dass sowohl der Kernrückenabschnitt 2 als auch der Zahnabschnitt 3 jeweils ein Formkörper ist, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist. Ein Material des weichmagnetischen Pulvers enthält beispielsweise Eisen und ein Bindematerial. Das Bindematerial ist beispielsweise Harz. Das weichmagnetische Pulver wird beispielsweise durch Vermischen von Eisenpulver und einem Epoxidharz, das ein Beispiel für das Bindematerial ist, erhalten. Ein solcher Magnetkern 1 wird beispielsweise durch Pressformen hergestellt. Ferner wird eine Außenfläche des Magnetkerns 1, die mit einem anderen Element in Kontakt steht, einer Isolationsbehandlung unterzogen.

[0023] Wie in **Fig.** 3 dargestellt, weist der Kernrückenabschnitt 2 eine erste Endfläche E1 und eine zweite Endfläche E2, die in der ersten Richtung DIR1 angeordnet sind, eine innere Hauptfläche und eine äußere Hauptfläche, die in der dritten Richtung DIR3 angeordnet sind, und zwei Seitenflächen, die in der vierten Richtung DIR4 angeordnet sind, auf. Die erste Endfläche E1 befindet sich weiter in der ersten Richtung DIR1 als die zweite Endfläche E2. Die innere Hauptfläche befindet sich weiter in der dritten Richtung DIR3 als die äußere Hauptfläche. In der vorliegenden Ausführungsform ist jede der ersten Endfläche E1, der zweiten Endfläche E2 und der inneren Hauptfläche eine flache Oberfläche. Jede der äußeren Hauptfläche und der beiden Seitenflächen ist eine gekrümmte Oberfläche.

[0024] **Fig.** 4 ist eine Querschnittsansicht des hartmagnetischen Körpers 24 und eines Magnetkerns 1, betrachtet in der Richtung orthogonal zur ersten Richtung DIR1 und zur dritten Richtung DIR3. Wie in **Fig.** 3 und **Fig.** 4 dargestellt, weist der Zahnspitzenabschnitt 32 einen ersten vorstehenden Abschnitt P1 und einen zweiten vorstehenden Abschnitt P2 auf. Der erste vorstehende Abschnitt P1 steht von dem Zahnkörperabschnitt 31 in der ersten Richtung DIR1 vor. Ein Vorsprungsausmaß des ersten vorstehenden Abschnitts P1 von dem Zahnkörperabschnitt 31 in der ersten Richtung DIR1 ist als der erste Vorsprungsausmaß D1 definiert. Der zweite vorstehende Abschnitt P2 steht von dem Zahnkörperabschnitt 31 in der zweiten Richtung DIR2 vor. Ein Vorsprungsausmaß des zweiten vorstehenden Abschnitts P2 von dem Zahnkörperabschnitt 31 in der zweiten Richtung DIR2 ist als der zweite Vorsprungsausmaß D2 definiert. Der erste vorstehende Abschnitt P1 befindet sich weiter in der zweiten Richtung DIR2 als die erste Endfläche E1. Ferner befindet sich der zweite vorstehende

Abschnitt P2 weiter in der ersten Richtung DIR1 als die zweite Endfläche E2. Das bedeutet, dass sich sowohl der erste vorstehende Abschnitt P1 als auch der zweite vorstehende Abschnitt P2 zwischen der ersten Endfläche E1 und der zweiten Endfläche E2 in der ersten Richtung DIR1 befindet.

[0025] Wie in **Fig.** 2 und **Fig.** 4 dargestellt, ist der Zahnspitzenabschnitt 32 dem hartmagnetischen Körper 24 zugewandt. Genauer, wie in **Fig.** 4 dargestellt, ist eine innere Hauptfläche IS32 des Zahnspitzenabschnitts 32 in der dritten Richtung DIR3 einer äußeren Umfangsfläche OS24 des hartmagnetischen Körpers 24 in der dritten Richtung DIR3 zugewandt. Zusätzlich ist, wie in **Fig.** 2 dargestellt, ein Hohlraum (Luftspalt) zwischen dem Magnetkern 1 und dem Rotorelement 22 vorhanden. Genauer befindet sich der Hohlraum (Luftspalt) zwischen der inneren Hauptfläche IS32 des Zahnspitzenabschnitts 32 und der äußeren Umfangsfläche OS24 des hartmagnetischen Körpers 24, wie in **Fig.** 4 dargestellt. Der Abstand zwischen dem Zahnspitzenabschnitt 32 und dem hartmagnetischen Körper 24 wird als Spaltbreite DA definiert. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Spaltbreite DA ein Abstand zwischen der inneren Hauptfläche IS32 und der äußeren Umfangsfläche OS24 in der dritten Richtung DIR3. Außerdem sind in der vorliegenden Ausführungsform ein magnetisches Zentrum C24 des hartmagnetischen Körpers 24 und ein magnetisches Zentrum C1 des Magnetkerns 1 in der ersten Richtung DIR1 gegeneinander versetzt. Genauer befindet sich das magnetische Zentrum C24 des hartmagnetischen Körpers 24 weiter in der ersten Richtung DIR1 als das magnetische Zentrum C1 des Magnetkerns 1. Ein Abstand zwischen dem magnetischen Zentrum C24 des hartmagnetischen Körpers 24 und dem magnetischen Zentrum C1 des Magnetkerns 1 in der ersten Richtung DIR1 wird als Versatzbetrag DO definiert.

[0026] Die Spule 13 ist beispielsweise aus einem leitfähigen Material wie Kupfer hergestellt. Ferner hat die Spule 13 eine Struktur, bei der eine Oberfläche eines Kupferdrahts mit einem Isolierfilm bedeckt ist. Die Spule 13 hat die Struktur, bei der die Oberfläche des Kupferdrahts mit dem Isolierfilm bedeckt ist und somit elektrisch vom Magnetkern 1 isoliert ist.

[0027] Ein Strom von einer Stromquelle (nicht dargestellt) wird an die Spule 13 zugeführt. Wenn ein Strom durch die Spule 13 fließt, erzeugt die Spule 13 ein Magnetfeld. Der Magnetkern 1 wird durch jedes der Magnetfelder magnetisiert, die durch den hartmagnetischen Körper 24 und das Magnetfeld der Spule 13 erzeugt werden. Die Rotation des Rotors 20 wird durch Steuerung eines von einer Stromquelle (nicht dargestellt) zugeführten Stroms gesteuert.

[0028] Der bürstenlose Motor 100 hat eine Struktur, mit der die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft erhöht werden kann, während das magnetische Abschirmelement verkleinert wird. Diese Struktur wird untenstehend beschrieben. **Fig.** 5 ist eine Querschnittsansicht des hartmagnetischen Körpers 24 und eines Magnetkerns 6 gemäß einem Vergleichsbeispiel, betrachtet in der Richtung orthogonal zur ersten Richtung DIR1 und zur dritten Richtung DIR3. **Fig.** 6 ist ein Diagramm, das Abschnitte veranschaulicht, in denen die magnetische Flussdichte berechnet wird. **Fig.** 7 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für Änderungen der magnetischen Flussdichte in einem Fall zeigt, in dem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn der Versatzbetrag DO 0,1 mm und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt. **Fig.** 8 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für Änderungen der magnetischen Flussdichte in einem Fall zeigt, in dem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt. **Fig.** 9 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Änderung der Konstante der elektromotorischen Gegenkraft KE in einem Fall zeigt, in dem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm beträgt und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt. **Fig.** 10 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Änderung der Konstante der elektromotorischen Gegenkraft KE in einem Fall zeigt, in dem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert werden, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm beträgt und die Spaltbreite DA 0,3 mm beträgt. Es wird angemerkt, dass die **Fig.** 7 bis 10 Ergebnisse einer Computersimulation sind. Außerdem werden unter Bezugnahme auf den Magnetkern 6 gemäß des Vergleichsbeispiels nur die Unterschiede zwischen dem Magnetkern 6 und dem Magnetkern 1 beschrieben, und andere Beschreibungen als die Unterschiede entfallen.

[0029] Zunächst wird der Magnetkern 6 gemäß des Vergleichsbeispiels beschrieben. Der Magnetkern 6 gemäß des Vergleichsbeispiels unterscheidet sich vom Magnetkern 1 dadurch, dass der Zahnspitzenabschnitt 32 nicht den ersten vorstehenden Abschnitt P1 und den zweiten vorstehenden Abschnitt P2 aufweist, wie in **Fig.** 5 dargestellt. Das bedeutet, dass der Zahnspitzenabschnitt 32 nicht in der ersten Richtung DIR1 von dem Zahnkörperabschnitt 31 vorsteht. Ferner steht der Zahnspitzenabschnitt 32 nicht in der zweiten Richtung DIR2 von dem Zahnkörperabschnitt 31 vor.

[0030] Wie in **Fig.** 5 dargestellt, befindet sich das magnetische Zentrum C24 des hartmagnetischen Körpers 24 weiter in der ersten Richtung DIR1 als das magnetische Zentrum C1 des Magnetkerns 1.

Daher ist der magnetische Streufluss B1 vom hartmagnetischen Körper 24 zu einem Bereich, der sich weiter in der ersten Richtung DIR1 befindet als der Zahnkörperabschnitt 31, größer als der magnetische Streufluss B2 vom hartmagnetischen Körper 24 zu einem Bereich, der sich weiter in der zweiten Richtung DIR2 befindet als der Zahnkörperabschnitt 31. Aufgrund des Unterschieds zwischen dem magnetischen Streufluss B1 und dem magnetischen Streufluss B2 erfährt der hartmagnetische Körper 24 eine Kraft in axialer Richtung entlang der Z-Achse. Diese Kraft verursacht in einem bürstenlosen Motor, der den Magnetkern 6 aufweist, gemäß des Vergleichsbeispiels Geräusche und Vibrationen.

[0031] Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung haben dann herausgefunden, dass, wenn der Zahnspitzenabschnitt 32 den ersten vorstehenden Abschnitt P1 und den zweiten vorstehenden Abschnitt P2 aufweist, die Differenz zwischen dem magnetischen Streufluss B1 und dem magnetischen Streufluss B2 verringert wird und somit die durch den bürstenlosen Motor 100 erzeugten Geräusche und Vibrationen verringert werden können. Um das Ergebnis der Studie zu bestätigen, führten die Erfinder der vorliegenden Anmeldung die unten beschriebene Computersimulation durch. Es wird angemerkt, dass, wie oben beschrieben, der erste Vorsprungsausmaß D1 der Vorsprungsausmaß des ersten vorstehenden Abschnitts P1 von dem Zahnkörperabschnitt 31 in der ersten Richtung DIR1 ist. Zusätzlich ist, wie oben beschrieben, der zweite Vorsprungsausmaß D2 der Vorsprungsausmaß des zweiten vorstehenden Abschnitts P2 von dem Zahnkörperabschnitt 31 in der zweiten Richtung DIR2. Zusätzlich ist, wie oben beschrieben, die Spaltbreite DA der Abstand zwischen der inneren Hauptfläche IS32 und der äußeren Umfangsfläche OS24 in der dritten Richtung DIR3.

[0032] Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung berechneten eine Änderung der magnetischen Flussdichte, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert wurden. Ein Durchschnittswert der magnetischen Flussdichten in einem ersten Bereich A1 ist als eine seitliche magnetische Flussdichte B1AVE in einer ersten Richtung definiert. Zusätzlich ist ein Durchschnittswert der magnetischen Flussdichten in einem zweiten Bereich A2 als eine seitliche magnetische Flussdichte B2AVE in einer zweiten Richtung definiert. Es wird angemerkt, dass der erste Bereich A1 und der zweite Bereich A2 gedachte Bereiche sind, die in Bezug auf eine Ebene, die orthogonal zur ersten Richtung DIR1 ist und einen Mittelpunkt des Magnetkerns 1 aufweist, zueinander flächensymmetrisch sind. Zusätzlich befindet sich der erste Bereich A1, wie in **Fig.** 6 dargestellt, weiter in der ersten Richtung DIR1 als der Zahnkörperabschnitt 31. Der zweite Bereich A2 befindet sich weiter in der zweiten Richtung DIR2 als der Zahnkörperabschnitt 31.

[0033] Es wird angemerkt, dass in den **Fig.** 7 bis 10, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 0 mm betragen, der Magnetkern der Magnetkern 6 gemäß des Vergleichsbeispiels ist. Ferner ist der Magnetkern der Magnetkern 1, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 größer als 0 mm sind.

[0034] Gemäß **Fig.** 7 wird, wenn der Versatzbetrag DO 0,1 mm und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt, eine Differenz (B1AVE - B2AVE) zwischen der magnetischen Flussdichte B1AVE in der ersten Richtung und der magnetischen Flussdichte B2AVE in der zweiten Richtung kleiner, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 größer werden. Somit können mit größer werdendem ersten Vorsprungsausmaß D1 und größer werdendem zweiten Vorsprungsausmaß D2 die vom bürstenlosen Motor 100 erzeugten Geräusche und Vibrationen verringert werden. Im Ergebnis können gemäß dem bürstenlosen Motor 100 die vom bürstenlosen Motor erzeugten Geräusche und Vibrationen verringert werden.

[0035] Gemäß **Fig.** 8 wird auch dann, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt, die Differenz (B1AVE - B2AVE) zwischen der magnetischen Flussdichte B1AVE in der ersten Richtung und der magnetischen Flussdichte B2AVE in der zweiten Richtung kleiner, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 größer werden. Somit können mit größer werdendem erstem Vorsprungsausmaß D1 und zweitem Vorsprungsausmaß D2 die vom bürstenlosen Motor 100 erzeugten Geräusche und Vibrationen verringert werden. Im Ergebnis können mit dem bürstenlosen Motor 100 die vom bürstenlosen Motor erzeugten Geräusche und Vibrationen verringert werden.

[0036] Wie oben beschrieben, können mit dem bürstenlosen Motor 100 die durch den bürstenlosen Motor erzeugten Geräusche und Vibrationen verkleinert werden, ohne dass ein magnetisches Abschirmelement erforderlich ist, um die Spule 13 gegen den magnetischen Streufluss des hartmagnetischen Körpers 24 abzuschirmen.

[0037] Ferner haben die Erfinder der vorliegenden Anmeldung außerdem festgestellt, dass sich die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft in Übereinstimmung mit Änderungen des ersten Vorsprungsausmaßs D1 und des zweiten Vorsprungsausmaßs D2 ändert, wenn der Zahnspitzenabschnitt 32 den ersten vorstehenden Abschnitt P1 und den zweiten vorstehenden Abschnitt P2 auf-

weist. Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung berechneten eine Änderung der Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 geändert wurden. Es wird angemerkt, dass die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft eine Konstante ist, die durch Dividieren der zwischen beiden Enden der Spule 13 erzeugten elektromotorischen Gegenkraft durch die Winkelgeschwindigkeit des Rotors 20 erhalten wird.

[0038] Gemäß **Fig.** 9 nimmt die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft zu, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm und die Spaltbreite DA 0,5 mm beträgt, mit dem ersten Vorsprungsausmaß D1 und dem zweiten Vorsprungsausmaß D2 in einem Bereich von 0 mm ≤ erster Vorsprungsausmaß D1 und zweiter Vorsprungsausmaß D2 ≤ 0,6 mm. Außerdem nimmt die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft in einem Bereich von 0,6 mm < des ersten Vorsprungsausmaßs D1 und des zweiten Vorsprungsausmaßs D2 ≤ 2 mm mit zunehmendem erstem Vorsprungsausmaß D1 und zweitem Vorsprungsausmaß D2 ab. Außerdem ist die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft in einem Bereich von 0 mm < dem ersten Vorsprungsausmaß D1 und dem zweiten Vorsprungsausmaß D2 < 1,5 mm (= dreifache Spaltbreite DA) größer als die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 0 mm betragen (im Fall des bürstenlosen Motors, der den Magnetkern 6 gemäß des Vergleichsbeispiels aufweist). Solange also der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 kleiner als das Dreifache der Spaltbreite DA sind, kann die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft erhöht werden.

[0039] Gemäß **Fig.** 10 nimmt die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft zu, wenn der Versatzbetrag DO 0,2 mm und die Spaltbreite DA 0,3 mm beträgt, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 in einem Bereich von 0 mm ≤ erster Vorsprungsausmaß D1 und zweiter Vorsprungsausmaß D2 ≤ 0,4 mm zunehmen. Außerdem nimmt die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft in einem Bereich von 0,4 mm < des ersten Vorsprungsausmaßs D1 und des zweiten Vorsprungsausmaßs D2 ≤ 0,8 mm ab, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 zunehmen. Außerdem ist die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft in einem Bereich von 0 mm < des ersten Vorsprungsausmaßs D1 und dem zweiten Vorsprung D2 < 0,9 mm (= dreifache Spaltbreite DA) größer als die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft, wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 0 mm betragen (im Fall des bürstenlosen Motors, der den Magnetkern 6 gemäß des Vergleichsbeispiels aufweist). Solange also der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 kleiner als das Dreifache der Spaltbreite DA sind, kann die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft erhöht werden.

[0040] Es wird der Grund beschrieben, warum sich die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft entsprechend den Änderungen des ersten Vorsprungsausmaßs D1 und des zweiten Vorsprungsausmaßs D2 ändert.

[0041] Wenn der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 von 0 erhöht werden, nimmt der magnetische Fluss, der von der Zahnspitze 32 in den Magnetkern 1 aus dem vom hartmagnetischen Körper 24 erzeugten magnetischen Fluss herausgeführt wird, zu. Wenn 0 mm < der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 ≤ die Spaltbreite DA, fließt der größte Teil des erhöhten magnetischen Flusses durch eine Innenseite des Zahnkörpers 31, und somit wird die elektromotorische Rückstellkraftkonstante KE größer. Wenn hingegen die Spaltbreite DA < dem ersten Vorsprungsausmaß D1 und dem zweiten Vorsprungsausmaß D2 ist, wird ein Teil des erhöhten magnetischen Flusses in Richtung einer Spitze des Zahnspitzenabschnitts 32 in der ersten Richtung DIR1 oder zu einer Spitze des Zahnspitzenabschnitts 32 in der zweiten Richtung DIR2 geleitet und zirkuliert innerhalb und außerhalb des Zahnspitzenabschnitts 32 in der Nähe der Spitze und geht nicht durch das Innere des Zahnkörperabschnitts 31, sodass die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft abnimmt.

[Andere Ausführungsformen]

[0042] Die erfindungsgemäße drehende elektrische Maschine ist nicht auf den bürstenlosen Motor 100 beschränkt und kann innerhalb des Schutzumfangs vorliegenden Erfindung modifiziert werden.

[0043] Es wird angemerkt, dass es ausreichend ist, dass die drehende elektrische Maschine eine Struktur aufweist, in der ein Rotor durch Elektrizität gedreht wird, oder eine Struktur, in der durch die Drehung eines Rotors Elektrizität erzeugt wird. Beispiele für die drehende elektrische Maschine umfassen einen bürstenlosen Motor, einen Permanentmagnet-Synchronmotor und einen Permanentmagnet-Synchrongenerator. In diesem Fall kann die drehende elektrische Maschine eine Bürste aufweisen.

[0044] Es wird angemerkt, dass der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Außenläufertyp sein kann. In diesem Fall erstreckt sich der Zahnkörperabschnitt 31 von dem Kernrückenabschnitt 2 in einer der dritten Richtung DIR3 entgegengesetzten Richtung. Selbst in diesem Fall ist der Zahnspit-

zenabschnitt 32 an der Spitze des Zahnkörperabschnitts 31 ausgebildet. Da die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft durch Dividieren der zwischen den beiden Enden der Spule 13 erzeugten elektromotorischen Gegenkraft durch die Winkelgeschwindigkeit des Rotors 20 erhalten wird, ist es selbst dann, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Außenläufertyp ist, kann man davon ausgehen, dass die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft erhöht werden kann, indem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 auf einen Wert kleiner als das Dreifache der Spaltbreite DA eingestellt werden, wie in der oben beschriebenen Ausführungsform. Somit wird selbst dann, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Außenläufertyp ist, die gleiche Wirkung erzielt wie in dem Fall, in dem der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Innenläufertyp ist.

[0045] Es wird angemerkt, dass, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Außenläufertyp ist, die Spaltbreite DA ein Abstand in der dritten Richtung DIR3 zwischen einer äußeren Hauptfläche des Zahnspitzenabschnitts 32 und der äußeren Umfangsoberfläche OS24 des hartmagnetischen Körpers 24 sein kann.

[0046] Es wird angemerkt, dass, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Innenläufertyp ist, der Zahnkörperabschnitt 31 sich nicht in der dritten Richtung DIR3 vom Kernrückenabschnitt 2 erstrecken muss. In diesem Fall ist es ausreichend, dass sich der Zahnkörperabschnitt 31 nach innen in Richtung der Rotationsachse des Rotors 20 erstreckt. Da die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft durch Dividieren der zwischen den beiden Enden der Spule 13 erzeugten elektromotorischen Gegenkraft durch die Winkelgeschwindigkeit des Rotors 20 erhalten wird, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Innenläufertyp ist, kann man davon ausgehen, dass die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft erhöht werden kann, indem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 kleiner als das Dreifache der Spaltbreite DA eingestellt werden, wie in der oben beschriebenen Ausführungsform, solange sich der Zahnkörperabschnitt 31 nach innen in Richtung der Rotationsachse des Rotors 20 erstreckt. Wenn es sich bei dem bürstenlosen Motor 100 um einen bürstenlosen Motor vom Innenläufertyp handelt, wird daher selbst dann, wenn sich der Zahnkörperabschnitt 31 nach innen in Richtung der Rotationsachse des Rotors 20 erstreckt, die gleiche Wirkung erzielt wie in dem Fall, in dem sich der Zahnkörperabschnitt 31 von dem Kernrückenabschnitt 2 in der dritten Richtung DIR3 erstreckt.

[0047] Es wird angemerkt, dass, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Außenläufertyp ist, der Zahnkörperabschnitt 31 sich nicht von dem Kernrückenabschnitt 2 in der der dritten Richtung DIR3 entgegengesetzten Richtung erstrecken muss. In diesem Fall ist es ausreichend, dass sich der Zahnkörperabschnitt 31 nach außen (von der Rotationsachse des Rotors 20 weg) erstreckt. Da die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft durch Dividieren der zwischen den beiden Enden der Spule 13 erzeugten elektromotorischen Gegenkraft durch die Winkelgeschwindigkeit des Rotors 20 erhalten wird, kann, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Außenläufertyp ist, kann man davon ausgehen, dass die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft erhöht werden kann, indem der erste Vorsprungsausmaß D1 und der zweite Vorsprungsausmaß D2 kleiner als das Dreifache der Spaltbreite DA eingestellt werden, wie in der oben beschriebenen Ausführungsform, solange der Zahnkörperabschnitt 31 nach außen vorsteht. Somit wird in dem Fall, in dem der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Außenläufertyp ist, selbst wenn der Zahnkörperabschnitt 31 nach außen vorsteht, die gleiche Wirkung erzielt wie in dem Fall, in dem der Zahnkörperabschnitt 31 von dem Kernrückenabschnitt 2 in der dritten Richtung DIR3 vorsteht, wenn der bürstenlose Motor 100 ein bürstenloser Motor vom Innenläufertyp ist.

[0048] Es wird angemerkt, dass der bürstenlose Motor 100 nicht auf einen bürstenlosen Motor vom Einwellentyp beschränkt ist. Der bürstenlose Motor 100 kann beispielsweise ein bürstenloser Motor vom Doppelwellentyp sein.

[0049] Es wird angemerkt, dass jedes der ersten Lager 11a und zweiten Lager 11b nicht auf das Kugellager beschränkt ist.

[0050] Es wird angemerkt, dass es ausreicht, dass ein Material von jedem der ersten Gehäuse 12a und der zweiten Gehäuse 12b ein Material mit hoher Steifigkeit ist.

[0051] Es wird angemerkt, dass die Anzahl der Spulen 13 nicht auf neun und die Anzahl der Magnetkerne 1 nicht auf neun beschränkt ist.

[0052] Es wird angemerkt, dass der Magnetkern 1 durch Laminieren von elektromagnetischen Stahlblechen hergestellt werden kann.

[0053] Es wird angemerkt, dass jede der beiden Endflächen und die innere Hauptfläche des Kernrückenabschnitts 2 eine gekrümmte Fläche sein kann. Ferner kann jede der äußeren Hauptflächen und die beiden Seitenflächen des Kernrückenabschnitts 2 eine ebene Fläche sein.

[0054] Das magnetische Zentrum C24 des hartmagnetischen Körpers 24 und das magnetische Zentrum C1 des Magnetkerns 1 können in der ersten Richtung DIR1 miteinander übereinstimmen. In diesem Fall ist der Versatzbetrag DO Null. Selbst in diesem Fall wird die gleiche Wirkung wie bei dem bürstenlosen Motor 100 erzielt.

[0055] Es wird angemerkt, dass es ausreichend ist, dass der Zahnspitzenabschnitt 32 den ersten vorstehenden Abschnitt P1 und/oder den zweiten vorstehenden Abschnitt P2 aufweist.

[0056] Es wird angemerkt, dass die Konstante KE der elektromotorischen Gegenkraft eine induzierte Spannungskonstante, eine Leistungserzeugungskonstante oder eine Drehmomentkonstante sein kann.

[0057] Die vorliegende Erfindung umfasst die folgenden Konfigurationen.

(1) Drehende elektrische Maschine, aufweisend:

einen Rotor mit einem hartmagnetischen Körper, der magnetisiert ist; und

einen Magnetkern mit einem Zahnabschnitt, wobei der Zahnabschnitt

einen Zahnkörperabschnitt, um den eine Spule gewickelt ist, wobei sich der Zahnkörperabschnitt nach innen in Richtung einer Rotationsachse des Rotors oder nach außen von der Rotationsachse des Rotors weg erstreckt, und

einen Zahnspitzenabschnitt aufweist, der an einer Spitze des Zahnkörperabschnitts ausgebildet ist und dem hartmagnetischen Körper zugewandt ist,

der Zahnspitzenabschnitt einen ersten vorstehenden Abschnitt aufweist, der von dem Zahnkörperabschnitt in einer axialen Richtung entlang der Rotationsachse vorsteht, und

ein Vorsprungsausmaß des ersten vorstehenden Abschnitts von dem Zahnkörperabschnitt kleiner als das Dreifache einer Spaltbreite ist, wenn der hartmagnetische Körper und der Zahnspitzenabschnitt einander zugewandt sind.

(2) Drehende elektrische Maschine nach Punkt (1), wobei
der Zahnspitzenabschnitt einen zweiten vorstehenden Abschnitt aufweist, der von dem Zahnkörperabschnitt in einer dem ersten vorstehenden Abschnitt entgegengesetzten Richtung in axialer Richtung entlang der Rotationsachse vorsteht, und
ein Vorsprungsausmaß des zweiten vorstehenden Abschnitts von dem Zahnkörperabschnitt kleiner als das Dreifache der Spaltbreite ist.

(3) Drehende elektrische Maschine nach Punkt (1) oder (2), wobei
eine Position eines ein magnetisches Zentrum des hartmagnetischen Körpers und ein magnetisches Zentrum des Magnetkerns in axialer Richtung entlang der Rotationsachse voneinander versetzt sind.

(4) Drehende elektrische Maschine nach Punkt (1) oder (2), wobei eine Position eines ein magnetisches Zentrum des hartmagnetischen Körpers und ein magnetisches Zentrum des Magnetkerns in axialer Richtung entlang der Rotationsachse miteinander übereinstimmen.

(5) Drehende elektrische Maschine nach einem der Punkte (1) bis (4), wobei
der Magnetkern ein Formkörper ist, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist.

Bezugszeichenliste

1	MAGNETKERN
2	KERNRÜCKENABSCHNITT
3	ZAHNABSCHNITT
6	MAGNETKERN
10	STATORBAUGRUPPE
11	LAGER
11a	ERSTES LAGER
11b	ZWEITES LAGER
12	GEHÄUSE
12a	ERSTES GEHÄUSE
12b	ZWEITES GEHÄUSE
13	SPULE
20	ROTOR
21	WELLE
22	ROTORELEMENT
23	WEICHMAGNETISCHER KÖRPER
24	HARTMAGNETISCHER KÖRPER
31	ZAHNKÖRPERABSCHNITT
32	ZAHNSPITZENABSCHNITT
100	BÜRSTENLOSER MOTOR
A1	ERSTER BEREICH
A2	ZWEITER BEREICH
B1,B2	MAGNETFLUSS

B1AVE	ERSTE RICHTUNGSSEITE MAGNETFLUSS-DICHTE
B2AVE	ZWEITE RICHTUNGSSEITE MAGNETFLUSS-DICHTE
C1, C24	MAGNETISCHES ZENTRUM
D1	ERSTER VORSPRUNG-SAUSMAß
D2	ZWEITER VORSPRUNG-SAUSMAß
DA	SPALTBREITE
DIR1	ERSTE RICHTUNG
DIR2	ZWEITE RICHTUNG
DIR3	DRITTE RICHTUNG
DIR4	VIERTE RICHTUNG
DO	VERSATZBETRAG
E1	ERSTE ENDFLÄCHE
E2	ZWEITE ENDFLÄCHE
IS32	INNERE HAUPTFLÄCHE
KE	HINTERE ELEKTROMOTORI-SCHE KRAFTKONSTANTE

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2008-245427 [0003]

Patentansprüche

1. Drehende elektrische Maschine, aufweisend:
einen Rotor, der einen hartmagnetischen Körper aufweist, der magnetisiert ist; und
einen Magnetkern, der einen Zahnabschnitt aufweist, wobei der Zahnabschnitt aufweist:
einen Zahnkörperabschnitt, um den eine Spule gewickelt ist, wobei sich der Zahnkörperabschnitt nach innen in Richtung einer Rotationsachse des Rotors oder nach außen von der Rotationsachse des Rotors weg erstreckt, und
einen Zahnspitzenabschnitt, der an einer Spitze des Zahnkörperabschnitts ausgebildet ist und dem hartmagnetischen Körper zugewandt ist,
der Zahnspitzenabschnitt einen ersten vorstehenden Abschnitt aufweist, der von dem Zahnkörperabschnitt in einer axialen Richtung entlang der Rotationsachse vorsteht, und
ein Vorsprungsausmaß des ersten vorstehenden Abschnitts von dem Zahnkörperabschnitt kleiner als das Dreifache einer Spaltbreite ist, wenn der hartmagnetische Körper und der Zahnspitzenabschnitt einander zugewandt sind.

2. Drehende elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei
der Zahnspitzenabschnitt einen zweiten vorstehenden Abschnitt aufweist, der von dem Zahnkörperabschnitt in einer dem ersten vorstehenden Abschnitt entgegengesetzten Richtung in axialer Richtung entlang der Rotationsachse vorsteht, und
ein Vorsprungsausmaß des zweiten vorstehenden Abschnitts von dem Zahnkörperabschnitt kleiner als das Dreifache der Spaltbreite ist.

3. Drehende elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Position eines ein magnetisches Zentrum des hartmagnetischen Körpers und ein magnetisches Zentrum des Magnetkerns in axialer Richtung entlang der Rotationsachse voneinander versetzt sind.

4. Drehende elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Position eines ein magnetisches Zentrum des hartmagnetischen Körpers und ein magnetisches Zentrum des Magnetkerns in axialer Richtung entlang der Rotationsachse miteinander übereinstimmen.

5. Drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Magnetkern ein Formkörper ist, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

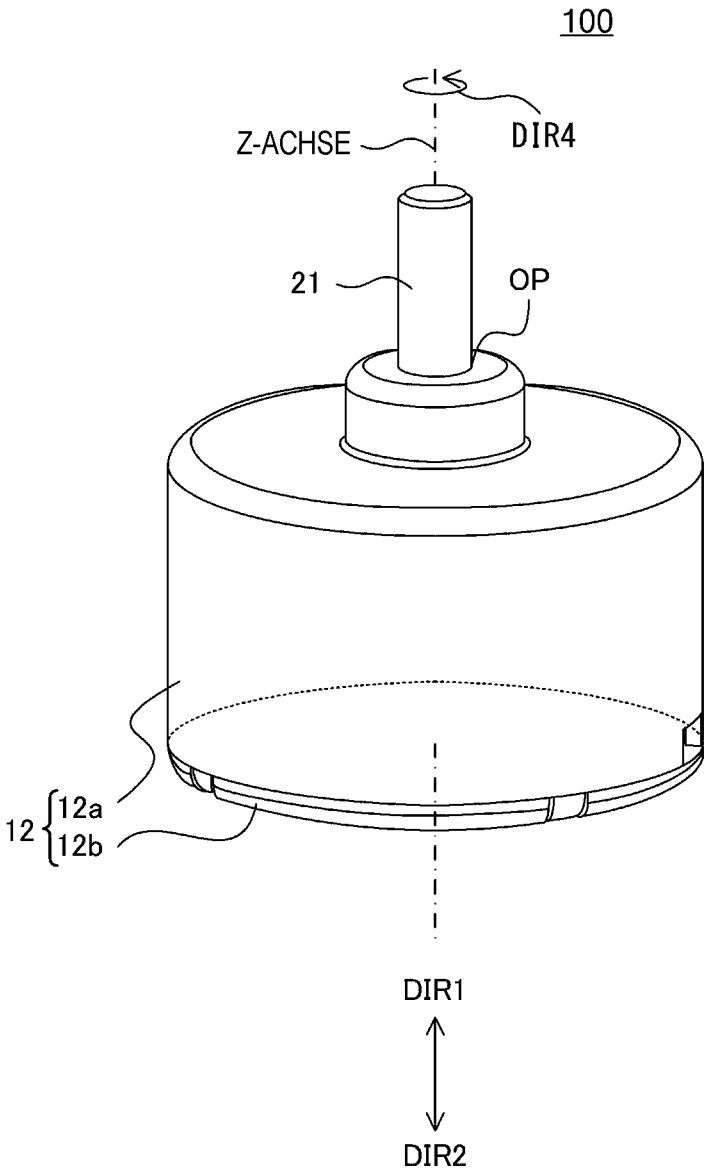


Fig.2

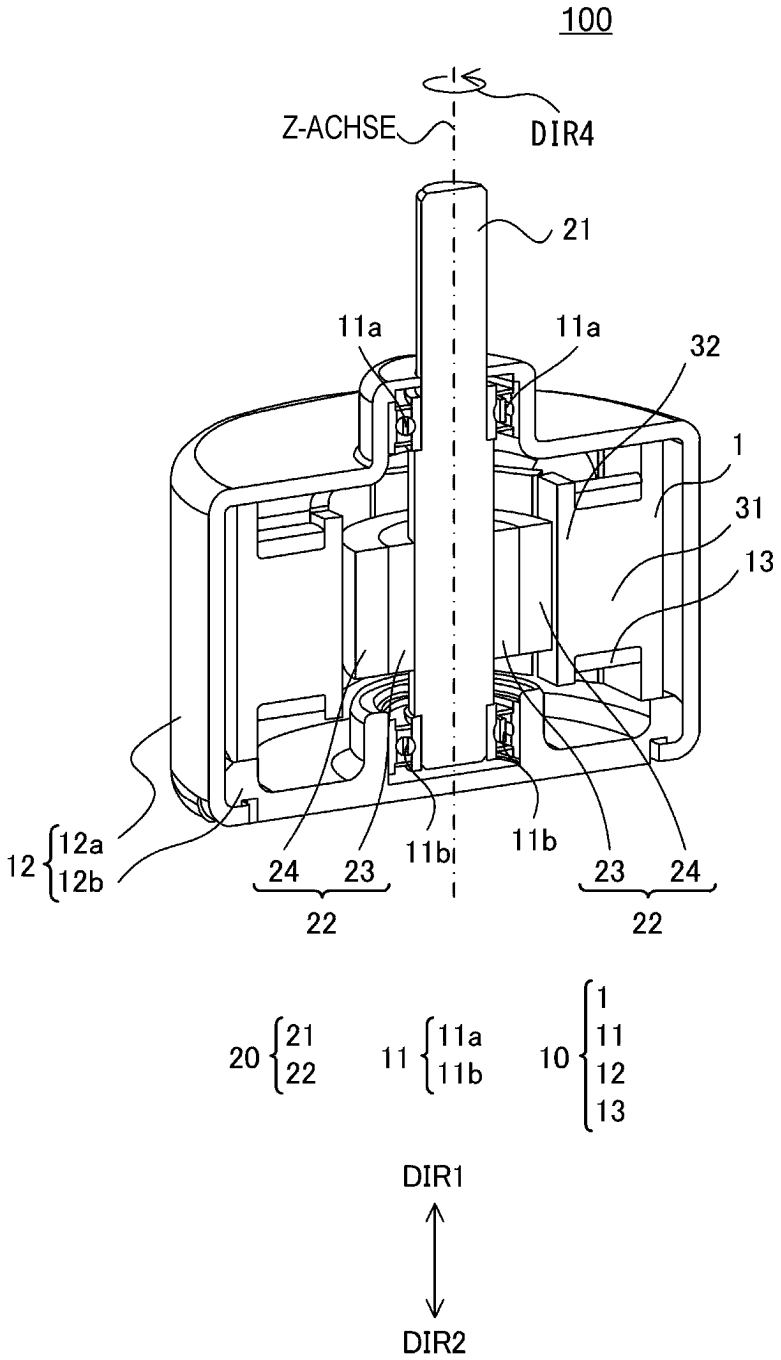

100
Z-ACHSE
DIR4
21
11a
11a
32
1
31
13
12
12a
12b
24
23
11bi
11b
23
24
22
22
20
21
22
11
11a
11b
10
1
11
12
13
DIR1
DIR2

Fig.3

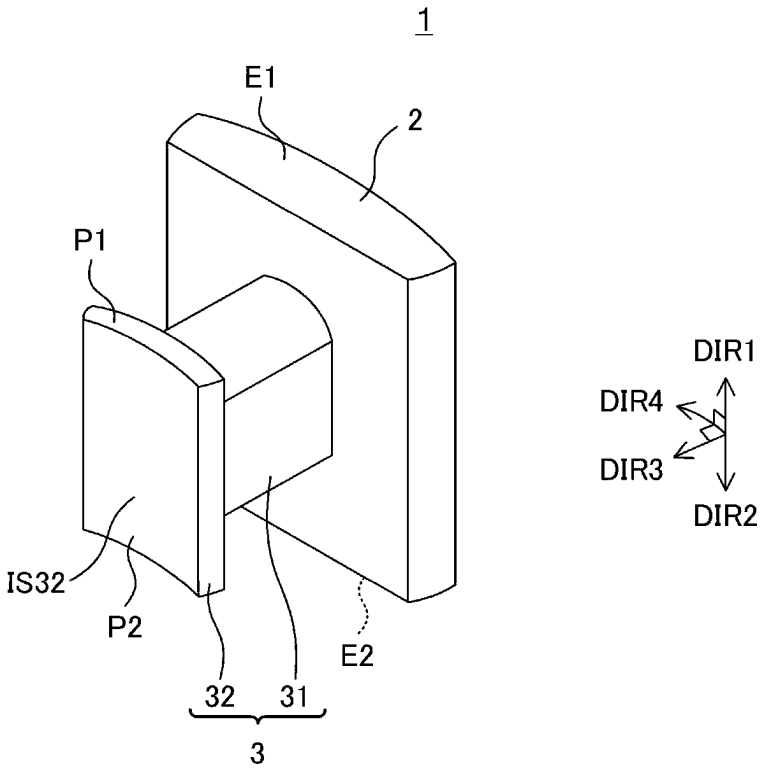


Fig.4

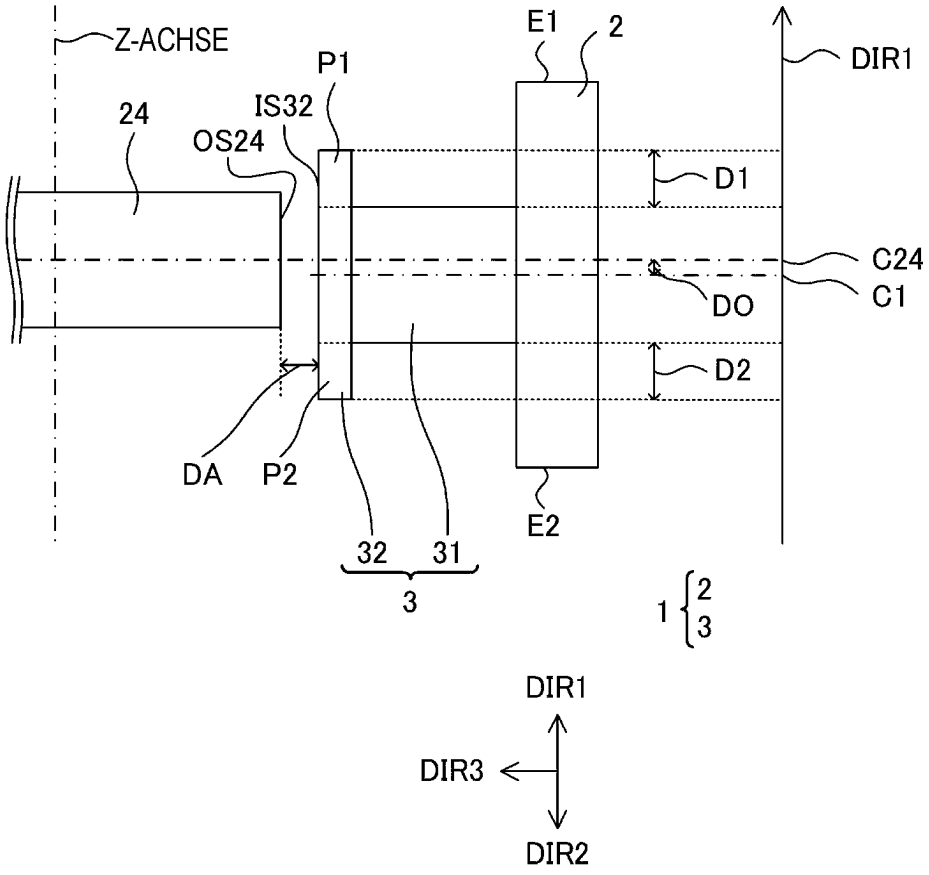

Z-ACHSE
E1
2
DIR1
P1
24
IS32
OS24
D1
C24
C1
DO
D2
DA
P2
E2
32
31
3
1
2
3
DIR1
DIR3
DIR2

Fig.5

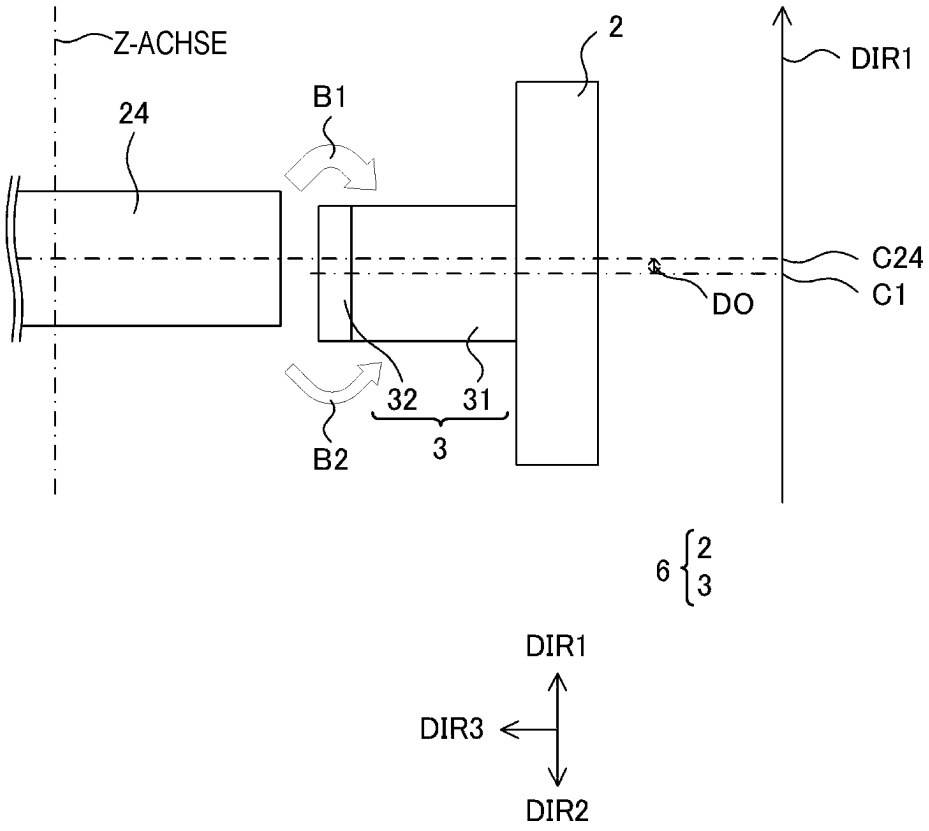


Fig.6

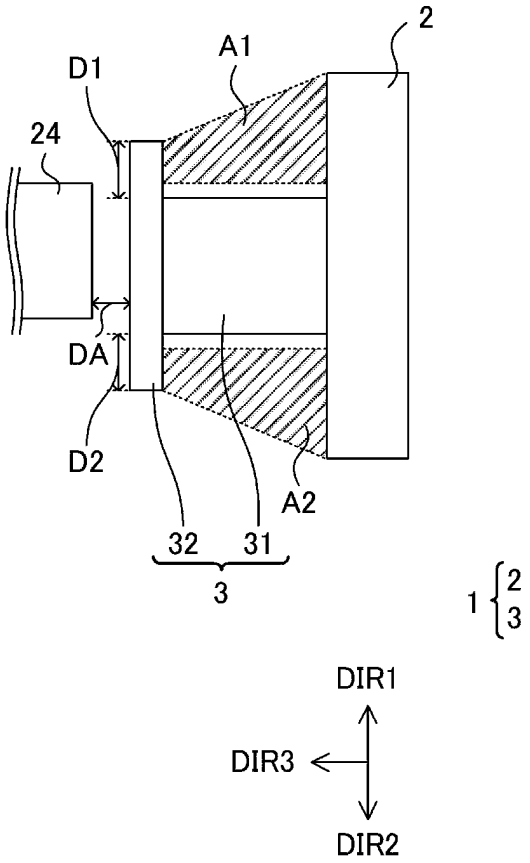


Fig.7

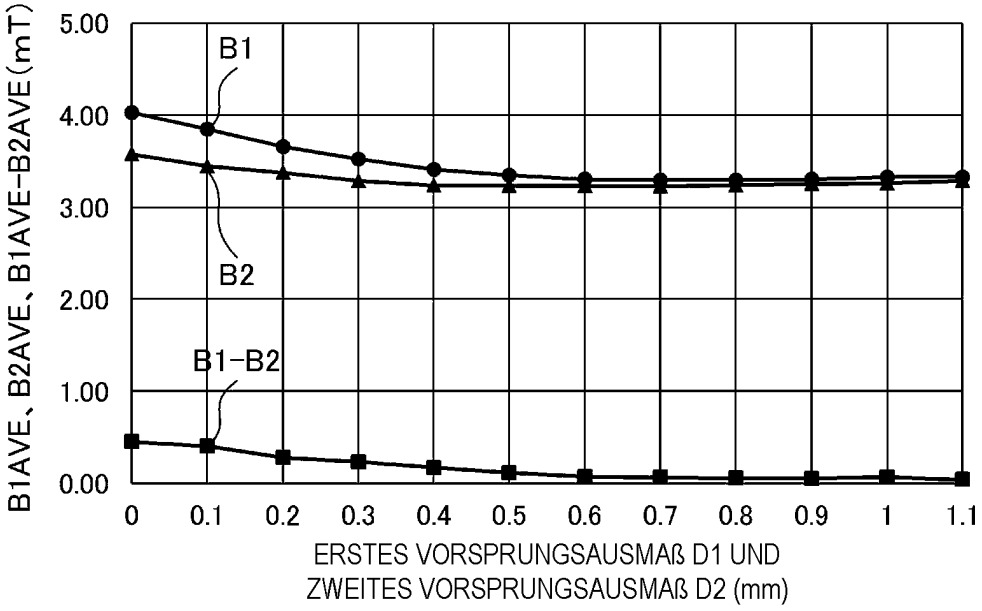

B1AVE、B2AVE、B1AVE−B2AVE(mT)
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
B1
B2
B1−B2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
1.1
ERSTES VORSPRUNGSAUSMAß D1 UND
ZWEITES VORSPRUNGSAUSMAß D2 (mm)

Fig.8

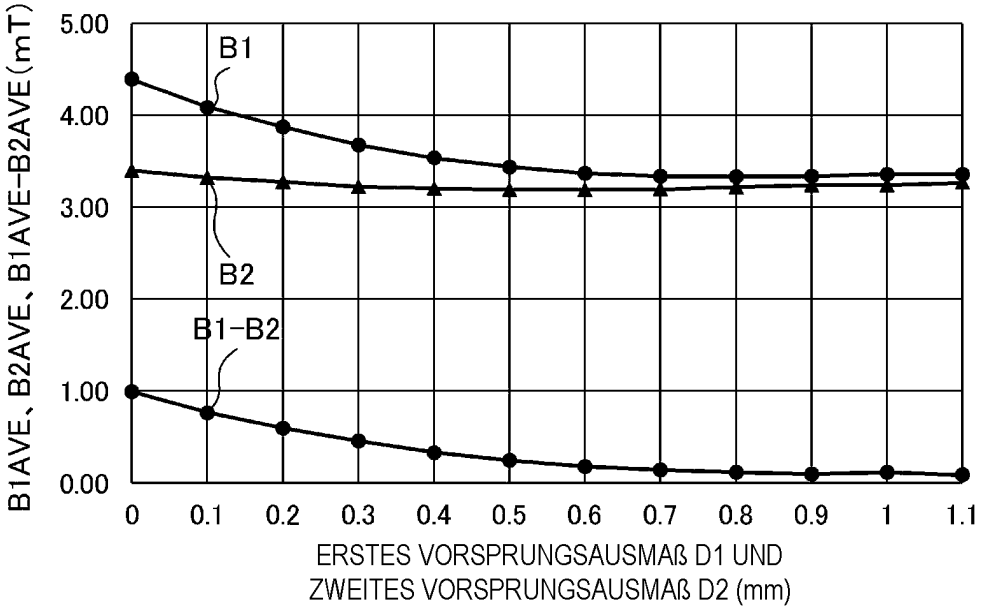

B1AVE、B2AVE、B1AVE−B2AVE(mT)
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
B1
B2
B1−B2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
1.1
ERSTES VORSPRUNGSAUSMAß D1 UND
ZWEITES VORSPRUNGSAUSMAß D2 (mm)

Fig.9

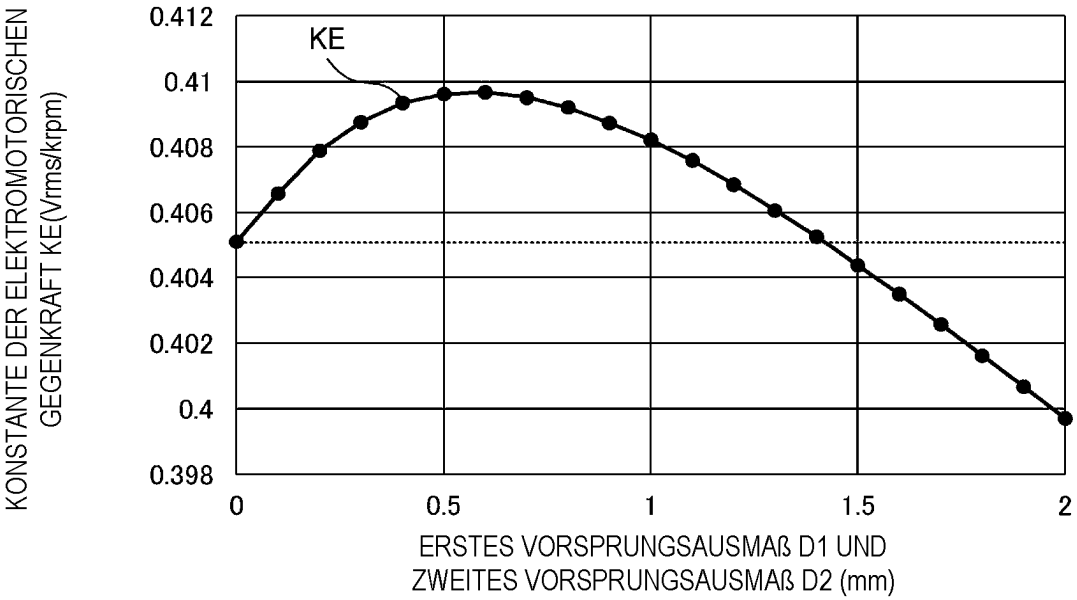
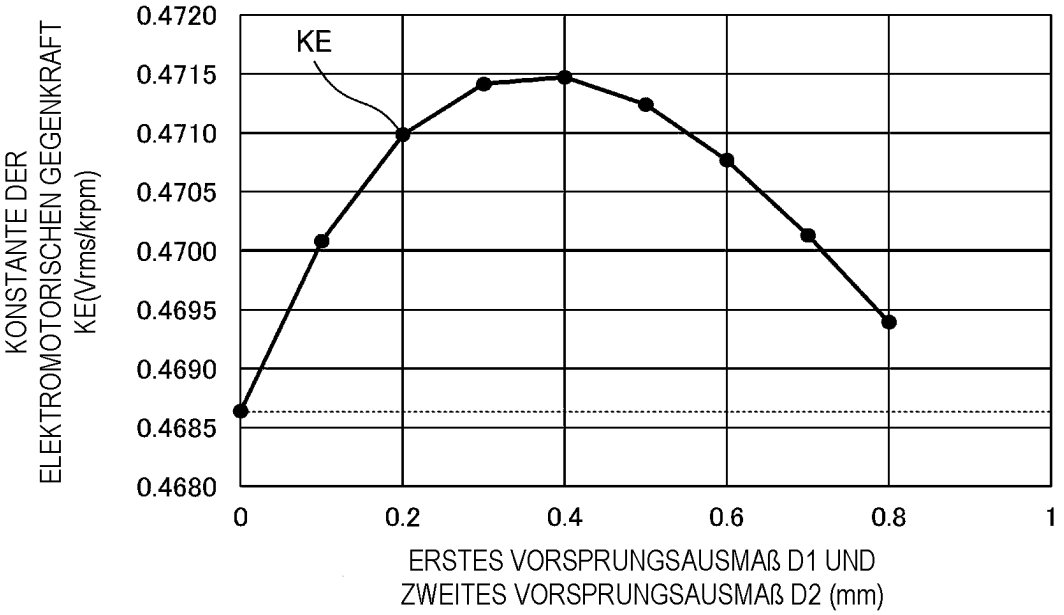


Fig.10



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.