



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/122406**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 002 731.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/042584**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.11.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.06.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **03.04.2025**

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

(30) Unionspriorität:
2022-194080 05.12.2022 JP
(71) Anmelder:
MURATA MANUFACTURING CO., LTD.,
Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP
(74) Vertreter:
Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538
München, DE

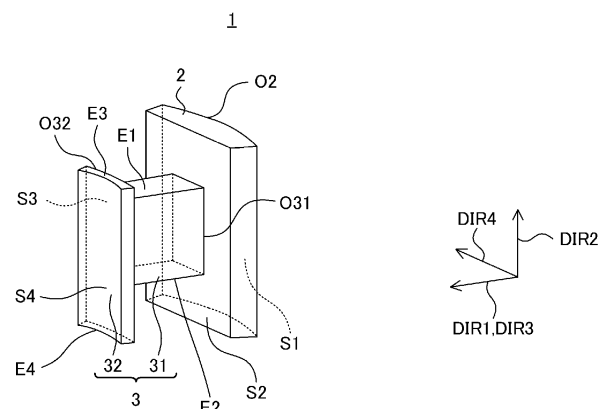
(72) Erfinder:
Amano, Hisato, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP;
Ishizuka, Kazuyoshi, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu,
JP; Yamamoto, Ryosuke, Nagaokakyo-shi, Kyoto-
fu, JP; Nansaka, Takuya, Nagaokakyo-shi, Kyoto-
fu, JP; Natsumeda, Mitsutoshi, Nagaokakyo-shi,
Kyoto-fu, JP; Mochida, Takashi, Nagaokakyo-shi,
Kyoto-fu, JP; Sakurada, Takashi, Nagaokakyo-shi,
Kyoto-fu, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **MAGNETKERN, DREHENDE ELEKTRISCHE MASCHINE UND BÜRSTENLOSER MOTOR**

(57) Zusammenfassung: Magnetkern für eine drehende elektrische Maschine, aufweisend: einen Kernrückabschnitt; und einen Zahnabschnitt, der einen Zahnhauptkörperabschnitt, der sich von dem Kernrückabschnitt in einer ersten Richtung erstreckt, und einen distalen Zahnendabschnitt aufweist, der an einem distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts in der ersten Richtung angeordnet ist, und in einem Zustand, in dem der Magnetkern in der drehenden elektrischen Maschine montiert ist, die Position des geometrischen Zentrums des Zahnabschnitts sich von der Position des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in einer zweiten Richtung unterscheidet, die parallel zu einer Drehachse der drehenden elektrischen Maschine verläuft.



Beschreibung**Lösung des Problems****Technisches Gebiet**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Magnetkern für eine drehende elektrische Maschine, eine drehende elektrische Maschine mit einem Magnetkern und einen bürstenlosen Motor mit einem Magnetkern.

Technischer Hintergrund

[0002] Beispiele bekannter Erfindungen, die Magnetkerne aus dem Stand der Technik betreffen, umfassen den in Patentdokument 1 beschriebenen Magnetkern. Der in Patentdokument 1 beschriebene Magnetkern umfasst Zähne, die sich von der inneren Umfangsfläche eines zylindrischen Jochs in der Richtung parallel zu der Drehachse erstrecken, in Richtungen entgegengesetzt zu den radialen Richtungen des Jochs, oder Zähne, die sich von der äußeren Umfangsfläche eines zylindrischen Jochs in der Richtung parallel zu der Drehachse erstrecken, in den radialen Richtungen des Jochs. Die oben erwähnte Drehachse bezieht sich auf die Drehachse der drehenden elektrischen Maschine in dem Zustand, in dem der Magnetkern in der drehenden elektrischen Maschine montiert ist. Jeder Zahn weist einen Zahnhauptkörperabschnitt, um den eine Spule gewickelt ist, und einen distalen Zahnendabschnitt auf, der von dem Zahnhauptkörperabschnitt in der Richtung parallel zu der Drehachse und in der Umfangsrichtung des Jochs vorsteht.

Liste der Bezugnahmen**Patentdokument**

[0003] Patentdokument 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2017-060395

Darstellung der Erfindung**Technische Aufgabe**

[0004] Was den in Patentdokument 1 offenbarten Magnetkern betrifft, besteht ein Bedarf dahingehend, eine Schubkraft in Richtung parallel zu der Drehachse zu erzeugen.

[0005] Um diesen Bedarf zu decken, liegt eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen Magnetkern, der die Erzeugung einer Schubkraft in der Richtung parallel zu der Drehachse ermöglicht, sowie eine drehende elektrische Maschine und einen bürstenlosen Motor bereitzustellen.

[0006] Ein Magnetkern gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Magnetkern für eine drehende elektrische Maschine, aufweisend:

einen Kernrückabschnitt; und

einen Zahnabschnitt, der einen Zahnhauptkörperabschnitt, der sich von dem Kernrückabschnitt in einer ersten Richtung erstreckt, und einen distalen Zahnendabschnitt aufweist, der an einem distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts in der ersten Richtung angeordnet ist, wobei

in einem Zustand, in dem der Magnetkern in der drehenden elektrischen Maschine montiert ist, die Position des geometrischen Zentrums des Zahnabschnitts sich von der Position des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in einer zweiten Richtung unterscheidet, die parallel zu einer Drehachse der drehenden elektrischen Maschine ist.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0007] Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, einen Magnetkern, der die Erzeugung einer Schubkraft in der Richtung parallel zu der Drehachse ermöglicht, eine drehende elektrische Maschine und einen bürstenlosen Motor bereitzustellen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Magnetkerns 1.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1, der in einer vierten Richtung DIR4 betrachtet wird.

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht des äußeren Erscheinungsbildes eines bürstenlosen Motors 100, in dem der Magnetkern 1 verwendet wird.

Fig. 4 ist eine schematische perspektivische Ansicht eines zerlegten bürstenlosen Motors 100, in dem der Magnetkern 1 verwendet wird.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht eines Magnetkerns 6 gemäß einem Vergleichsbeispiel, betrachtet in einer vierten Richtung DIR4.

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht in der vierten Richtung DIR4, die ein Beispiel für magnetische Kräfte F1 und F2 zeigt, die zwischen dem Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel und einem Rotorelement 22 erzeugt werden, wenn sich ein Rotor 20 dreht.

Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht in der vierten Richtung DIR4, die ein Beispiel für magnetische Kräfte F1 und F2 zeigt, die zwischen dem Mag-

netkern 1 und dem Rotorelement 22 erzeugt werden, wenn sich der Rotor 20 dreht.

Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht eines Magnetkerns 1a, der in der vierten Richtung DIR4 betrachtet wird.

Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht eines Magnetkerns 1b.

Fig. 10 ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1b, betrachtet in der vierten Richtung DIR4.

Fig. 11 ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1b und einer Sammelschiene 40, die in der vierten Richtung DIR4 betrachtet wird.

Fig. 12 ist eine perspektivische Ansicht eines Magnetkerns 1c.

Fig. 13 ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1c, betrachtet in der vierten Richtung DIR4.

Beschreibung der Ausführungsformen

[Erste Ausführungsform]

(Konfiguration des Magnetkerns 1)

[0008] Nachfolgend wird die Konfiguration eines Magnetkerns 1 gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben. **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht des Magnetkerns 1. **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1, betrachtet in der vierten Richtung DIR4.

[0009] In dieser Beschreibung sind Richtungen wie folgt definiert: Die Richtung, in der sich ein Zahnhauptkörperabschnitt 31 erstreckt, ist als die erste Richtung DIR1 definiert. In dem Zustand, in dem der Magnetkern 1 in einem bürstenlosen Motor 100 montiert ist, ist die Richtung parallel zu der Drehachse des bürstenlosen Motors 100 als zweite Richtung DIR2 definiert. Die orthogonale Projektion der ersten Richtung DIR1 auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 ist als dritte Richtung DIR3 definiert. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die dritte Richtung DIR3 gleich der ersten Richtung DIR1. Die Richtung, die orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 und zur dritten Richtung DIR3 ist, wird als vierte Richtung DIR4 definiert. Da bei der vorliegenden Ausführungsform die dritte Richtungen DIR3 die gleiche wie die erste Richtung DIR1, ist auch die vierte Richtung DIR4 orthogonal zu der ersten Richtung DIR1. Die erste Richtung DIR1, die zweite Richtung DIR2, die dritte Richtung DIR3 und die vierte Richtung DIR4 sind Richtungen, die zur Erläuterung definiert wurden. Daher müssen die erste Richtung DIR1, die zweite Richtung DIR2, die dritte Richtung DIR3 und die vierte Richtung DIR4

zum Zeitpunkt der tatsächlichen Verwendung des Magnetkerns 1 nicht unbedingt der ersten Richtung DIR1, der zweiten Richtung DIR2, der dritten Richtung DIR3 und der vierten Richtung DIR4 in der vorliegenden Ausführungsform entsprechen.

[0010] Der Magnetkern 1 wird in dem bürstenlosen Motor 100 verwendet. Der bürstenlose Motor 100 ist ein Beispiel für eine „drehende elektrische Maschine“ der vorliegenden Erfindung.

[0011] Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist der Magnetkern 1 einen Kernrückabschnitt 2 und einen Zahnabschnitt 3 auf. Der Magnetkern 1 ist aus einem weichmagnetischen Material gebildet. Ein weichmagnetisches Material wird magnetisiert, wenn ein externes Magnetfeld daran angelegt wird. Wenn danach das Anlegen des Magnetfelds beendet wird, verliert das weichmagnetische Material die Magnetisierung. Beispiele für solche weichmagnetischen Materialien umfassen Eisen.

[0012] Der Magnetkern 1 ist ein Formkörper, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist. Insbesondere ist sowohl der Kernrückabschnitt 2 als auch der Zahnabschnitt 3 des Kerns ein Formkörper, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist. Das Material des weichmagnetischen Pulvers enthält beispielsweise Eisen und ein Bindemittel. Das Bindemittel ist beispielsweise ein Harz. Das weichmagnetische Pulver ist beispielsweise eine Mischung aus Eisenpulver und Epoxidharz, das ein Beispiel für ein Bindemittel ist. Der oben beschriebene Magnetkern 1 wird beispielsweise durch Pressformen hergestellt. Die Außenoberfläche des Magnetkerns 1 wird einer Isolierbehandlung unterzogen.

[0013] Wie in den **Fig. 1** und **2** dargestellt, weist der Kernrückabschnitt 2 eine erste Hauptoberfläche S1 und eine zweite Hauptoberfläche S2 auf, die in der dritten Richtung DIR3 ausgerichtet sind. Die zweite Hauptoberfläche S2 ist in der dritten Richtung DIR3 relativ zur ersten Hauptoberfläche S1 positioniert. Wie in **Fig. 1** dargestellt, hat jede der ersten Hauptoberfläche S1 und der zweiten Hauptoberfläche S2 eine rechteckige Form, wenn sie in der dritten Richtung DIR3 betrachtet wird. Wie in **Fig. 2** dargestellt, hat der Kernrückabschnitt 2 ein geometrisches Zentrum GC2. Das geometrische Zentrum GC2 ist die Position, die als arithmetisches Mittel aller zum Kernrückabschnitt 2 gehörenden Punkte berechnet wird. Der Kernrückabschnitt 2 hat eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene, die orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 ist.

[0014] Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist der Zahnabschnitt 3 den Zahnhauptkörperabschnitt 31 und einen distalen Zahnendabschnitt 32 auf. Wie in **Fig. 2** dargestellt, weist der Zahnabschnitt 3 ein geometrisches Zentrum GC3 auf. Das geometrische

Zentrum GC3 ist die Position, die als arithmetisches Mittel aller zu dem Zahnabschnitt 3 gehörenden Punkte berechnet wird. Der Zahnhauptkörperabschnitt 31 erstreckt sich vom Kernrückabschnitt 2 in der ersten Richtung DIR1. Genauer erstreckt sich der Zahnhauptkörperabschnitt 31 von der zweiten Hauptoberfläche S2 in der ersten Richtung DIR1. In der vorliegenden Ausführungsform ist die erste Richtung DIR1 orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2. Daher ist die dritte Richtung DIR3 gleich der ersten Richtung DIR1. Der Zahnhauptkörperabschnitt 31 hat eine rechteckige Quaderform. Der Zahnhauptkörperabschnitt 31 hat ein geometrisches Zentrum GC31. Das geometrische Zentrum GC31 ist die Position, die als arithmetisches Mittel aller Punkte berechnet wird, die zum Zahnhauptkörperabschnitt 31 gehören. Der Zahnhauptkörperabschnitt 31 hat in Bezug auf eine Ebene, die orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 ist, eine ebenensymmetrische Form.

[0015] Wie in **Fig. 1** dargestellt, hat der Zahnhauptkörperabschnitt 31 ein erstes Ende E1 und ein zweites Ende E2, welche die beiden Enden in der zweiten Richtung DIR2 sind. Das erste Ende E1 ist in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum zweiten Ende E2 positioniert. Wie in den **Fig. 3** und **4** dargestellt, ist in dem Zustand, in dem der Magnetkern 1 in dem bürstenlosen Motor 100 montiert ist, die zweite Richtung DIR2 die Richtung parallel zu der Drehachse des bürstenlosen Motors 100.

[0016] Wie in den **Fig. 1** und **2** dargestellt, weist der distale Zahnendabschnitt 32 eine dritte Hauptoberfläche S3 und eine vierte Hauptoberfläche S4 auf, die in der dritten Richtung DIR3 ausgerichtet sind. Die vierte Hauptoberfläche S4 ist in der dritten Richtung DIR3 relativ zur dritten Hauptoberfläche S3 positioniert. Jede der dritten Hauptoberfläche S3 und der vierten Hauptoberfläche S4 hat eine rechteckige Form, wenn sie in der dritten Richtung DIR3 betrachtet wird, wie in **Fig. 1** dargestellt. Wie in **Fig. 2** dargestellt, hat der distale Zahnendabschnitt 32 ein geometrisches Zentrum GC32. Das geometrische Zentrum GC32 ist die Position, die als arithmetisches Mittel aller Punkte berechnet wird, die zum distalen Zahnendabschnitt 32 gehören. Der distale Zahnendabschnitt 32 hat eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene, die orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 ist.

[0017] Wie in **Fig. 1** dargestellt, hat der distale Zahnendabschnitt 32 ein drittes Ende E3 und ein viertes Ende E4, die die beiden Enden in der zweiten Richtung DIR2 sind. Das dritte Ende E3 ist in Bezug auf das vierte Ende E4 in der zweiten Richtung DIR2 positioniert. Wie in **Fig. 1** dargestellt, befindet sich der distale Zahnendabschnitt 32, wie oben beschrieben, am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1.

[0018] Wie in **Fig. 1** dargestellt, umgibt der äußere Rand O2 des Kernrückabschnitts 2, betrachtet in der dritten Richtung DIR3, den äußeren Rand O31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31, betrachtet in der dritten Richtung DIR3. Der äußere Rand O32 des distalen Zahnendabschnitts 32, betrachtet in der dritten Richtung DIR3, umgibt den äußeren Rand O31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31, betrachtet in der dritten Richtung DIR3. Wie in **Fig. 2** dargestellt, hat der Zahnhauptkörperabschnitt 31 in der zweiten Richtung DIR2 quer zur dritten Richtung DIR3 eine einheitliche Länge.

[0019] In der vorliegenden Ausführungsform ist wie in **Fig. 2** dargestellt, der Abstand D1 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem ersten Ende E1 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 gleich dem Abstand D2 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem zweiten Ende E2 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2. Daher ist die Position PGC31 des geometrischen Zentrums GC31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der zweiten Richtung DIR2 dieselbe wie die Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2.

[0020] Wie jedoch in **Fig. 2** dargestellt, ist der Abstand D3 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem dritten Ende E3 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 kleiner als der Abstand D4 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem vierten Ende E4 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2. Daher ist das geometrische Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum geometrischen Zentrum GC32 des distalen Zahnendabschnitts 32 positioniert. Mit anderen Worten unterscheidet sich die Position PGC32 des geometrischen Zentrums GC32 des distalen Zahnendabschnitts 32 in der zweiten Richtung DIR2 von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2. Daher ist das geometrische Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum geometrischen Zentrum GC3 des Zahnabschnitts 3 positioniert. Mit anderen Worten unterscheidet sich die Position PGC3 des geometrischen Zentrums GC3 des Zahnabschnitts 3 in der zweiten Richtung DIR2 von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2. Genauer ist das geometrische Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum geometrischen Zentrum GC3 des Zahnabschnitts 3 positioniert. Daher hat der Magnetkern 1 keine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene, die orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 ist. Es wird angemerkt, dass der Mag-

netkern 1 eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene hat, die orthogonal zu der vierten Richtung DIR4 ist.

[0021] Hier wird die Linie, die die geometrischen Zentren der Querschnitte des Zahnhauptkörperabschnitts 31 senkrecht zu der dritten Richtung DIR3 verbindet, als die erste Linie L1 definiert. Das geometrische Zentrum eines Querschnitts des Zahnhauptkörperabschnitts 31 senkrecht zu der dritten Richtung DIR3 ist die Position, die als arithmetisches Mittel aller Punkte berechnet wird, die zum Querschnitt des Zahnhauptkörperabschnitts 31 senkrecht zu der dritten Richtung DIR3 gehören. In der vorliegenden Ausführungsform ist die erste Linie L1 eine gerade Linie, wie in **Fig. 2** dargestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Richtung, in der sich die erste Linie L1 erstreckt, parallel zu der dritten Richtung DIR3 und orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2. Insbesondere ist in der zweiten Richtung DIR2 die Position der ersten Linie L1 am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 dieselbe wie die Position der ersten Linie L1 am gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 vom distalen Ende.

(Konfiguration des bürstenlosen Motors 100)

[0022] Nachfolgend wird die Konfiguration des bürstenlosen Motors 100 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben. **Fig. 3** ist eine perspektivische Ansicht des äußeren Erscheinungsbildes des bürstenlosen Motors 100, in dem der Magnetkern 1 verwendet wird. **Fig. 4** ist eine schematische perspektivische Ansicht eines auseinandergebauten bürstenlosen Motors 100, in dem der Magnetkern 1 verwendet wird. In **Fig. 4** ist von einer Vielzahl von Magnetkernen 1, einer Vielzahl von Spulen 13 und einer Vielzahl von Isolierelementen 14 jeweils nur ein Vertreter durch ein Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0023] Wie in **Fig. 4** dargestellt, weist der bürstenlose Motor 100 einen Rotor 20 und eine Statoranordnung 10 auf. Wie in **Fig. 4** dargestellt, ist die Statoranordnung 10 um den Rotor 20 herum angeordnet, wenn in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet. Mit anderen Worten ist der bürstenlose Motor 100 ein Innenläufermotor.

[0024] Wie in **Fig. 4** dargestellt, weist der Rotor 20 eine Welle 21 und ein Rotorelement 22 auf. Die Welle 21 hat eine Form, die sich in die zweite Richtung DIR2 erstreckt. Konkret hat die Welle 21 eine Säulenform. Das Rotorelement 22 hat eine zylindrische Form. Die Mittelachse sowohl der Welle 21 als auch des Rotorelements 22 entspricht der Z-Achse. Mit anderen Worten entspricht die Drehachse des bür-

stenlosen Motors 100 der Z-Achse. Daher ist die zweite Richtung DIR2 parallel zu der Z-Achse.

[0025] Wie in **Fig. 4** dargestellt, weist das Rotorelement 22 ein weichmagnetisches Material 23 und ein hartmagnetisches Material 24 auf. Das Rotorelement 22 ist an der äußeren Umfangsfläche der Welle 21 in radialer Richtung zentriert auf der Z-Achse angebracht. Konkret ist das weichmagnetische Material 23 an der äußeren Umfangsfläche der Welle 21 in radialer Richtung zentriert auf der Z-Achse angebracht. Das hartmagnetische Material 24 ist an der äußeren Umfangsfläche des weichmagnetischen Materials 23 in radialer Richtung zentriert auf der Z-Achse angebracht. Das Rotorelement 22 ist so angeordnet, dass die Position PGC22 des geometrischen Zentrums GC22 des Rotorelements 22 in der zweiten Richtung DIR2 dieselbe ist wie die Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2. Es wird angemerkt, dass das geometrische Zentrum GC22 die Position ist, die als arithmetisches Mittel aller zum Rotorelement 22 gehörenden Punkte berechnet wird.

[0026] Das weichmagnetische Material 23 setzt sich aus einem weichmagnetischen Material zusammen. Das hartmagnetische Material 24 setzt sich aus einem hartmagnetischen Material zusammen. Ein hartmagnetisches Material wird magnetisiert, wenn ein externes Magnetfeld angelegt wird. Danach verliert das hartmagnetische Material die Magnetisierung nicht, auch wenn das Magnetfeld nicht mehr angelegt wird. Beispiele für solche hartmagnetischen Materialien umfassen Magnete.

[0027] Wie in **Fig. 4** dargestellt, weist die Statoranordnung 10 Lager 11, ein Gehäuse 12, die Vielzahl von Magnetkernen 1, die Vielzahl von Spulen 13, die Vielzahl von Isolierelementen 14 auf. Daher weist der bürstenlose Motor 100 den Magnetkern 1 auf.

[0028] Die Lager 11 stützen die Welle 21, so dass sich die Welle 21 in Umfangsrichtung zentriert auf der Z-Achse drehen kann. Genauer setzen sich die Lager 11 aus einem ersten Lager 11a und einem zweiten Lager 11b, wie in **Fig. 4** zusammen. Sowohl das erste Lager 11a als auch das zweite Lager 11b sind beispielsweise Kugellager. Das erste Lager 11a und das zweite Lager 11b weisen jeweils eine zylindrische Form auf. Die Mittelachse jedes der ersten Lager 11a und der zweiten Lager 11b entspricht der Z-Achse. Mit anderen Worten fällt die Mittelachse jedes der ersten Lager 11a und der zweiten Lager 11b mit der Mittelachse der Welle 21 zusammen.

[0029] Wie in **Fig. 4** dargestellt, ist das erste Lager 11a in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum zweiten Lager 11b positioniert. Das erste Lager 11a ist in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum Rotorelement 22

positioniert. Das zweite Lager 11b ist in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 relativ zum Rotorelement 22 positioniert. Das zweite Lager 11b stützt das Ende der Welle 21 in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2.

[0030] Wie in **Fig. 3** dargestellt, weist das Gehäuse 12 ein erstes Gehäuse 12a und ein zweites Gehäuse 12b auf. Wie in den **Fig. 3** und **4** dargestellt, weist das erste Gehäuse 12a eine zylindrische Form auf. Die Mittelachse des ersten Gehäuses 12a entspricht der Z-Achse. Das erste Gehäuse 12a ist in der zweiten Richtung DIR2 in Bezug auf das zweite Gehäuse 12b positioniert. Das erste Gehäuse 12a weist eine Öffnung OP auf. Bei dieser Konfiguration ragt das Ende der Welle 21 in der zweiten Richtung DIR2 durch die Öffnung OP in der zweiten Richtung DIR2. Mit anderen Worten ist der bürstenlose Motor 100 ein Einwellenmotor.

[0031] Das erste Gehäuse 12a lagert das erste Lager 11a, die Vielzahl von Magnetkernen 1, die Vielzahl von Spulen 13 und die Vielzahl von Isolierelementen 14. Das zweite Gehäuse 12b lagert das zweite Lager 11b. Sowohl das erste Gehäuse 12a als auch das zweite Gehäuse 12b sind beispielsweise aus einem Material mit hoher Steifigkeit zusammengesetzt, wie beispielsweise Edelstahl.

[0032] Die Vielzahl von Magnetkernen 1, die Vielzahl von Spulen 13 und die Vielzahl von Isolierelementen 14 umfassen jeweils neun. Jede der neun Spulen 13 und jedes der neun Isolierelemente 14 sind so angeordnet, dass sie mit dem entsprechenden der neun Magnetkerne 1 verknüpft sind. Genauer fluchten, wenn eine Kombination aus einem Magnetkern 1, einer Spule 13 und einem Isolierelement 14 als ein Satz betrachtet wird, die neun Sätze in Umfangsrichtung zentriert auf der Z-Achse. Jeder Satz ist in einem Abstand von dem hartmagnetischen Material 24 angeordnet, so dass er dieses umschließt. Es wird angemerkt, dass jeder Satz dieselbe Struktur aufweist. Daher wird ein Satz beschrieben, der einen Magnetkern 1, eine Spule 13 und ein Isolierelement 14 aufweist.

[0033] Der Magnetkern 1 wird durch jedes der Magnetfelder magnetisiert, die durch das hartmagnetische Material 24 und das Magnetfeld der Spule 13 erzeugt werden. Somit erzeugt der Magnetkern 1 eine Magnetkraft, die den Rotor in Rotation versetzt. Es wird angemerkt, dass zwischen dem Magnetkern 1 und dem Rotorelement 22 ein Luftspalt vorhanden ist, wie in **Fig. 4** dargestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist in dem Zustand, in dem der Magnetkern 1 in dem bürstenlosen Motor 100 montiert ist, die erste Richtung DIR1 eine Richtung in Richtung der Drehachse des bürstenlosen Motors 100.

[0034] Wie in **Fig. 4** dargestellt, ist die Spule 13 um den Zahnhauptkörperabschnitt 31 gewickelt, um in radialer Richtung zentriert auf der Z-Achse um den Magnetkern 1 positioniert zu werden. Die Spule 13 ist beispielsweise aus einem leitfähigen Material wie Kupfer. Die Spule 13 weist eine Struktur auf, bei der die Oberfläche eines Kupferdrahts mit einem Isolierfilm bedeckt ist. Wenn ein Strom in der Spule 13 fließt, erzeugt die Spule 13 ein Magnetfeld.

[0035] Das Isolierelement 14 setzt sich aus einem Isoliermaterial zusammen. Wie in **Fig. 4** dargestellt, befindet sich das Isolierelement 14 zwischen dem Magnetkern 1 und der Spule 13. Daher sind der Magnetkern 1 und die Spule 13 elektrisch voneinander isoliert. Das Isolierelement 14 liegt in der vorliegenden Ausführungsform in Filmform vor, kann aber auch in Plattenform vorliegen. Alternativ kann das Isolierelement 14 so bereitgestellt sein, dass ein Teil des Isolierelements 14 zwischen dem Magnetkern 1 und der Spule 13 angeordnet ist. Daher kann sich das Isolierelement 14 auf der gesamten Oberfläche der Spule 13 befinden.

[0036] Die Spule 13 wird von einer Stromversorgungseinrichtung (nicht dargestellt) mit Strom versorgt. Die Rotation des Rotors 20 wird durch Steuerung dieses Stroms gesteuert.

[Vorteilhafte Wirkungen]

[0037] Der Magnetkern 1 ermöglicht die Erzeugung einer Schubkraft in Richtung parallel zu der Drehachse. Das Prinzip, wie die Schubkraft in Richtung parallel zu der Drehachse erzeugt werden kann, wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht eines Magnetkerns 6 gemäß einem Vergleichsbeispiel, betrachtet in der vierten Richtung DIR4. **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht in der vierten Richtung DIR4, die ein Beispiel für magnetische Kräfte F1 und F2 zeigt, die zwischen dem Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel und dem Rotorelement 22 erzeugt werden, wenn sich der Rotor 20 dreht. **Fig. 7** ist eine Querschnittsansicht in der vierten Richtung DIR4, die ein Beispiel für magnetische Kräfte F1 und F2 zeigt, die zwischen dem Magnetkern 1 und dem Rotorelement 22 erzeugt werden, wenn sich der Rotor 20 dreht.

[0038] Zunächst wird der Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel beschrieben. Was den Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel anbelangt, werden nur die Teile beschrieben, die sich von denen des Magnetkerns 1 unterscheiden, und die Beschreibung der anderen Teile entfällt. In dem Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel ist wie in **Fig. 5** dargestellt, der Abstand D3 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem dritten Ende E3 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometri-

schen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 gleich dem Abstand D4 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem vierten Ende E4 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2. Daher ist die Position PGC32 des geometrischen Zentrums GC32 des distalen Zahnendabschnitts 32 in der zweiten Richtung DIR2 dieselbe wie die Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2. Da sowohl die Position PGC31 des geometrischen Zentrums GC31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der zweiten Richtung DIR2 als auch die Position PGC32 des geometrischen Zentrums GC32 des Zahnendabschnitts 32 in der zweiten Richtung DIR2 mit der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 übereinstimmt, stimmt auch die Position PGC3 des geometrischen Zentrums GC3 des Zahnabschnitts 3 in der zweiten Richtung DIR2 ist dieselbe wie die Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2. Daher die Position PGC6 des geometrischen Zentrums GC6 des Magnetkerns 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel in der zweiten Richtung DIR2 dieselbe ist wie die Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2. Der Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel hat in Bezug auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 eine ebensymmetrische Form.

[0039] Wenn sich der Rotor 20 dreht, werden die magnetischen Kräfte F1 und F2 zwischen dem Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel und dem Rotorelement 22 erzeugt, wie in **Fig. 6** dargestellt. Die magnetischen Kräfte F1 und F2 sind Coulomb-Kräfte, die zwischen zwei magnetischen Ladungen wirken. Wenn der Magnetpol des Magnetkerns 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel und der Magnetpol der Oberfläche des Rotorelements 22, der in die zur dritten Richtung DIR3 entgegengesetzte Richtung weist, verschieden sind, ist die Richtung der Magnetkraft F1 die dritte Richtung DIR3. Wenn dagegen der Magnetpol des Magnetkerns 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel und der Magnetpol der Oberfläche des Rotorelements 22, der in die zur dritten Richtung DIR3 entgegengesetzte Richtung weist, gleich sind, ist die Richtung der Magnetkraft F1 die zur dritten Richtung DIR3 entgegengesetzte Richtung. In beiden Fällen ist die Richtung der Magnetkraft F1 parallel zu der dritten Richtung DIR3. Mit anderen Worten ist die Richtung der Magnetkraft F1 orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2. Daher erzeugt der Magnetkern 6 gemäß dem Vergleichsbeispiel keine Schubkraft in der Richtung parallel zu der Drehachse.

[0040] Was den Magnetkern 1 anbelangt, so unterscheidet sich in der zweiten Richtung DIR2 die Position PGC3 des geometrischen Zentrums GC3 des

Zahnabschnitts 3 von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2. Daher unterscheidet sich die Position PGC22 des geometrischen Zentrums GC22 des Rotorelements 22 in der zweiten Richtung DIR2 von der Position PGC1 des geometrischen Zentrums GC1 des Magnetkerns 1 in der zweiten Richtung DIR2. Daher ist jede der Richtungen der Magnetkraft F1 und der Richtung der Magnetkraft F2 nicht parallel zu der dritten Richtung DIR3. Genauer ist, wie in **Fig. 7** dargestellt, die Richtung der magnetischen Kraft F1 parallel zu der geraden Linie, die das geometrische Zentrum GC22 des Rotorelements 22 und das geometrische Zentrum GC1 des Magnetkerns 1 verbindet. In der vorliegenden Ausführungsform ist das geometrische Zentrum GC22 des Rotorelements 22 in der zweiten Richtung DIR2 relativ zu dem geometrischen Zentrum GC1 des Magnetkerns 1 positioniert. Wenn also der Magnetpol des Magnetkerns 1 und der Magnetpol der Oberfläche des Rotorelements 22, die in die entgegengesetzte Richtung zur dritten Richtung DIR3 weisen, verschieden sind, weist die Magnetkraft F1 eine Komponente in der zweiten Richtung DIR2 auf. Wenn dagegen der Magnetpol des Magnetkerns 1 und der Magnetpol der Oberfläche des Rotorelements 22, die in die zur dritten Richtung DIR3 entgegengesetzte Richtung weisen, gleich sind, weist die Magnetkraft F1 eine Komponente in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 auf. In beiden Fällen weist die Magnetkraft F1 eine Komponente in der Richtung parallel zu der Drehachse auf (die zweite Richtung DIR2 oder die zur zweiten Richtung DIR2 entgegengesetzte Richtung). Somit ermöglicht der Magnetkern 1 die Erzeugung einer Schubkraft in der Richtung parallel zu der Drehachse.

[0041] Der Magnetkern 1 erhöht die Schubkraft in der Richtung parallel zu der Drehachse. Genauer ist die Coulomb-Kraft umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands zwischen zwei magnetischen Ladungen. Jede der magnetischen Kräfte F1 und F2 ist die Zusammensetzung der Coulomb-Kraft, die zwischen dem Rotorelement 22 und dem distalen Zahnendabschnitt 32 wirkt, der Coulomb-Kraft, die zwischen dem Rotorelement 22 und dem Zahnhauptkörperabschnitt 31 wirkt, und der Coulomb-Kraft, die zwischen dem Rotorelement 22 und dem Kernrückabschnitt 2 wirkt. In dem Zustand, in dem der Magnetkern 1 in dem bürstenlosen Motor 100 montiert ist, befindet sich der distale Zahnendabschnitt 32 am nächsten zu dem Rotorelement 22 von dem Kernrückabschnitt 2, dem Zahnhauptkörperabschnitt 31 und dem distalen Zahnendabschnitt 32. Im Magnetkern 1 ist die Position PGC32 des geometrischen Zentrums GC32 des distalen Zahnendabschnitts 32 in der zweiten Richtung DIR2 so verortet, dass sie sich von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 unterschei-

det. Diese Konfiguration des Magnetkerns 1 erhöht die Schubkraft in der Richtung parallel zu der Drehachse.

[0042] Im Magnetkern 1 kann ein Bereich reserviert werden, der den distalen Zahnendabschnitt 32 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und das bedeutet, dass er relativ zu dem distalen Zahnendabschnitt 32 in der zweiten Richtung DIR2 positioniert ist. Genauer ist der Abstand D3 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem dritten Ende E3 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 kleiner als der Abstand D4 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem vierten Ende E4 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2. Daher der Bereich, der den distalen Zahnendabschnitt 32 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und der in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum distalen Zahnendabschnitt 32 positioniert ist, größer sein kann als der Bereich, der den distalen Zahnendabschnitt 32 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und der in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 relativ zum distalen Zahnendabschnitt 32 positioniert ist. Daher ist es im Magnetkern 1 möglich, einen Bereich zu reservieren, der den distalen Zahnendabschnitt 32 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und der in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum distalen Zahnendabschnitt 32 positioniert ist.

[0043] Der Magnetkern 1 erleichtert das Wickeln der Spule 13 um den Zahnhauptkörperabschnitt 31. Genauer ist in der zweiten Richtung DIR2 die Position der ersten Linie L1 am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 die gleiche wie die Position der ersten Linie L1 am gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 vom distalen Ende. Mit anderen Worten ist die Richtung, in der sich die erste Linie L1 erstreckt, orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2, die parallel zu der Drehachse des bürstenlosen Motors 100 ist. Daher ist es einfach, die Spule 13 um den Zahnhauptkörperabschnitt 31 im Magnetkern 1 zu wickeln.

[0044] Die Konfiguration des Magnetkerns 1 erleichtert das Bilden des Magnetkerns 1. Genauer weist jeder der Kernrückabschnitte 2, der Zahnhauptkörperabschnitte 31 und der distalen Zahnendabschnitte 32 in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der zweiten Richtung DIR2 eine ebenensymmetrische Form auf. Wenn der Magnetkern 1 beispielsweise durch Pressformen hergestellt wird, kann der Magnetkern 1 unter Verwendung einer Matrize und eines Stempels hergestellt werden, die in Bezug auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 plansymmetrische Formen aufweisen. Somit erleich-

tert die Konfiguration des Magnetkerns 1 die Formung des Magnetkerns 1.

[Zweite Ausführungsform]

[0045] Nachfolgend wird ein Magnetkern 1a gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Figuren beschrieben. **Fig. 8** ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1a, betrachtet in der vierten Richtung DIR4. Was den Magnetkern 1a gemäß der zweiten Ausführungsform anbelangt, so werden nur die Abschnitte beschrieben, die sich von denen des Magnetkerns 1 gemäß der ersten Ausführungsform unterscheiden, und die Beschreibung der anderen Abschnitte entfällt.

[0046] Wie in **Fig. 8** dargestellt, unterscheidet sich der Magnetkern 1a von dem Magnetkern 1 dadurch, dass die Position PGC32 des geometrischen Zentrums GC32 des Distalen Zahnendabschnitts 32 in der zweiten Richtung DIR2 dieselbe ist wie die Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2, und dadurch, dass die Position PGC31 des geometrischen Zentrums GC31 des Zahnhauptkörperabschnitts in der zweiten Richtung DIR2 von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 unterscheidet.

[0047] Genauer ist in der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 8** dargestellt, 8 dargestellt, der Abstand D3 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem dritten Ende E3 des Distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 gleich dem Abstand D4 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem vierten Ende E4 des Distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 ist. Daher ist die Position PGC32 des geometrischen Zentrums GC32 des distalen Endabschnitts 32 des Zahns in der zweiten Richtung DIR2 dieselbe wie die Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2.

[0048] Wie jedoch in **Fig. 8** dargestellt, ist der Abstand D1 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem ersten Ende E1 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 kleiner als der Abstand D2 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem zweiten Ende E2 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2. Daher ist das geometrische Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum geometrischen Zentrum GC31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 positioniert. Daher ist das geometrische Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2

in der zweiten Richtung DIR2 relativ zum geometrischen Zentrum GC3 des Zahnabschnitts 3 positioniert. Mit anderen Worten, in der zweiten Richtung DIR2 unterscheidet sich die Position PGC3 des geometrischen Zentrums GC3 des Zahnabschnitts 3 von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2.

[0049] Der oben beschriebene Magnetkern 1a stellt außerdem dieselben vorteilhaften Wirkungen bereit wie der Magnetkern 1. Darüber hinaus ist es möglich, im Magnetkern 1a einen Bereich vorzusehen, der den Zahnhauptkörperabschnitt 31 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und der in Bezug auf den Zahnhauptkörperabschnitt in der zweiten Richtung DIR2 31 positioniert ist. Genauer ist der Abstand D1 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem ersten Ende E1 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 kleiner als der Abstand D2 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem zweiten Ende E2 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2. Daher der Bereich, der den Zahnhauptkörperabschnitt 31 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und der in Bezug auf den Zahnhauptkörperabschnitt 31 in der zweiten Richtung DIR2 positioniert ist, größer sein kann als der Bereich, der den Zahnhauptkörperabschnitt 31 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und der in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 in Bezug auf den Zahnhauptkörperabschnitt 31 positioniert ist. Daher ist es im Magnetkern 1a möglich, einen Bereich zu reservieren, der den Zahnhauptkörperabschnitt 31 bei Betrachtung in der zweiten Richtung DIR2 überlappt und der in der zweiten Richtung DIR2 in Bezug auf den Zahnhauptkörperabschnitt 31 positioniert ist.

[Dritte Ausführungsform]

[0050] Nachfolgend wird ein Magnetkern 1b gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. **Fig. 9** ist eine perspektivische Ansicht des Magnetkerns 1b. **Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1b, gesehen in der vierten Richtung DIR4. **Fig. 11** ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1b und einer Sammelschiene 40, die in der vierten Richtung DIR4 betrachtet wird. Was den Magnetkern 1b gemäß der dritten Ausführungsform anbelangt, so werden nur die Teile beschrieben, die sich von denen des Magnetkerns 1 gemäß der ersten Ausführungsform unterscheiden, und die Beschreibung der anderen Teile entfällt.

[0051] Wie in den **Fig. 9** und **10** dargestellt, unterscheidet sich der Magnetkern 1b vom Magnetkern 1 dadurch, dass die erste Richtung DIR1 nicht orthogo-

nal zu der zweiten Richtung DIR2 ist. Mit anderen Worten unterscheidet sich in der vorliegenden Ausführungsform die dritte Richtung DIR3 von der ersten Richtung DIR1.

[0052] Wie in **Fig. 10** dargestellt, unterscheidet sich die Position der ersten Linie L1 am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 in der zweiten Richtung DIR2 von der Position der ersten Linie L1 am gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 vom distalen Ende. Daher hat der Zahnhauptkörperabschnitt 31 eine viereckige Prismenform. Genauer ist in der vorliegenden Ausführungsform die erste Linie L1 am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 positioniert, und zwar in Bezug auf die erste Linie L1 am gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 vom distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1. Daher hat der Zahnhauptkörperabschnitt 31 in der vorliegenden Ausführungsform in Bezug auf eine Ebene, die orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 ist, keine ebenensymmetrische Form.

[0053] Der oben beschriebene Magnetkern 1b stellt ferner die gleichen vorteilhaften Wirkungen bereit wie der Magnetkern 1. Zusätzlich ist es im Magnetkern 1b möglich, einen Bereich zu reservieren, der einen distalen Endabschnitt des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und das bedeutet, dass er in der zweiten Richtung DIR2 oder der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 relativ zum distalen Endabschnitt des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 positioniert ist. Genauer unterscheidet sich die Position der ersten Linie L1 am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 in der zweiten Richtung DIR2 von der Position der ersten Linie L1 am gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 vom distalen Ende. In der vorliegenden Ausführungsform ist die erste Linie L1 am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 positioniert, was die erste Linie L1 am gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 vom distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 anbelangt. Daher ist es im Magnetkern 1b möglich, einen Bereich vorzusehen, der einen distalen Endabschnitt des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und das bedeutet, dass er in der zweiten Richtung DIR2 in Bezug auf den Zahnhauptkörperabschnitt 31 in der ersten Richtung DIR1 positioniert ist. Wie beispielsweise in **Fig. 11** dargestellt, ermög-

licht diese Konfiguration, dass ein Verdrahtungselement, wie beispielsweise eine Sammelschiene 40, in einem Bereich angeordnet werden kann, der einen distalen Endabschnitt des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 überlappt, wenn in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet, und das in der zweiten Richtung DIR2 relativ zu dem distalen Endabschnitt des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 positioniert ist. Dies verkürzt den bürstenlosen Motor 100 in der zweiten Richtung DIR2, wodurch seine Höhe und Größe reduziert werden können.

[Erstes Modifizierungsbeispiel]

[0054] Nachfolgend wird ein Magnetkern 1c gemäß einem ersten Modifizierungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. **Fig. 12** ist eine perspektivische Ansicht des Magnetkerns 1c. **Fig. 13** ist eine Querschnittsansicht des Magnetkerns 1c, gesehen in der vierten Richtung DIR4. Was den Magnetkern 1c gemäß dem ersten Modifizierungsbeispiel anbelangt, werden nur die Teile beschrieben, die sich von denen des Magnetkerns 1b gemäß der dritten Ausführungsform unterscheiden, und die Beschreibung der anderen Teile entfällt.

[0055] Wie in den **Fig. 12** und **13** dargestellt, unterscheidet sich der Magnetkern 1c von dem Magnetkern 1b dadurch, dass die erste Linie L1 eine Linie ist, die eine Vielzahl von Liniensegmenten aufweist.

[0056] Der oben erwähnte Magnetkern 1c stellt ferner die gleichen vorteilhaften Wirkungen bereit wie der Magnetkern 1b.

[Andere Ausführungsformen]

[0057] Der Magnetkern gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die Magnetkerne 1 und 1a bis 1c beschränkt und kann innerhalb des Schutzbereichs und Geistes der Erfindung geändert werden. Die Strukturen der Magnetkerne 1 und 1a bis 1c können zweckmäßig kombiniert werden.

[0058] Es wird angemerkt, dass die erste Richtung DIR1 orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 sein kann, aber nicht darauf beschränkt ist, orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 zu sein.

[0059] Es wird angemerkt, dass die drehende elektrische Maschine lediglich eine Struktur, in der Elektrizität den Rotor dreht, oder eine Struktur, in der die Rotation des Rotors Elektrizität erzeugt, aufweisen muss. In diesem Fall muss die drehende elektrische Maschine lediglich zumindest einen der Magnetkerne 1 und 1a bis 1c aufweisen und kann ebenfalls Bürsten aufweisen.

[0060] Die Magnetkerne 1 und 1a bis 1c können durch Laminieren von elektromagnetischen Stahlplatten hergestellt werden. Die Magnetkerne 1 und 1a bis 1c müssen lediglich aus einem weichmagnetischen Material gebildet sein.

[0061] Es wird angemerkt, dass die Außenoberflächen der Magnetkerne 1 und 1a bis 1c nicht auf solche beschränkt sind, die einer Isolierbehandlung unterzogen wurden.

[0062] Es wird angemerkt, dass jede der ersten Hauptoberfläche S1 und der zweiten Hauptoberfläche S2 des Kernrückabschnitts 2 nicht auf solche beschränkt ist, die in der dritten Richtung DIR3 betrachtet eine rechteckige Form aufweisen.

[0063] Es wird angemerkt, dass der Kernrückabschnitt 2 nicht auf solche beschränkt ist, die in Bezug auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 eine ebenensymmetrische Form aufweisen.

[0064] Es wird angemerkt, dass der Zahnhauptkörperabschnitt 31 nicht auf solche beschränkt ist, die eine rechteckige Quaderform oder eine viereckige Prismenform aufweisen.

[0065] Es wird angemerkt, dass die dritte Hauptoberfläche S3 und die vierte Hauptoberfläche S4 des distalen Zahnendabschnitts 32 jeweils nicht auf solche beschränkt sind, die, wenn sie in der dritten Richtung DIR3 betrachtet werden, eine Rechteckform aufweisen.

[0066] Es wird angemerkt, dass der distale Zahnendabschnitt 32 nicht auf solche beschränkt ist, die eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene aufweisen, die orthogonal zu der zweiten Richtung DIR2 ist.

[0067] Es wird angemerkt, dass der äußere Rand O2 des Kernrückabschnitts 2, betrachtet in der dritten Richtung DIR3, nicht auf diejenigen beschränkt ist, die den äußeren Rand O31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 umgeben, betrachtet in der dritten Richtung DIR3. Der äußere Rand O32 des distalen Zahnendabschnitts 32, betrachtet in der dritten Richtung DIR3, ist nicht auf diejenigen beschränkt, die den äußeren Rand O31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 umgeben, betrachtet in der dritten Richtung DIR3.

[0068] Es wird angemerkt, dass die Länge des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der zweiten Richtung DIR2 bei Betrachtung in der vierten Richtung DIR4 nicht notwendigerweise über die dritte Richtung DIR3 gleichmäßig sein muss.

[0069] Es wird angemerkt, dass im Magnetkern 1 der Abstand D1 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem ersten Ende E1 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 von dem Abstand D2 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem zweiten Ende E2 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 verschieden sein kann. Im Magnetkern 1 kann die Position PGC31 des geometrischen Zentrums GC31 des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der zweiten Richtung DIR2 von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 verschieden sein.

[0070] Es wird angemerkt, dass in dem Magnetkern 1a der Abstand D3 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem dritten Ende E3 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 von dem Abstand D4 in der zweiten Richtung DIR2 zwischen dem vierten Ende E4 des distalen Zahnendabschnitts 32 und dem geometrischen Zentrum GC2 des Kernrückabschnitts 2 verschieden sein kann. Im Magnetkern 1a kann die Position PGC32 des geometrischen Zentrums GC32 des distalen Zahnendabschnitts 32 in der zweiten Richtung DIR2 von der Position PGC2 des geometrischen Zentrums GC2 des Kernrückabschnitts 2 in der zweiten Richtung DIR2 verschieden sein.

[0071] Es wird angemerkt, dass der Magnetkern 1 nicht auf solche beschränkt ist, die eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene aufweisen, die orthogonal zu der vierten Richtung DIR4 ist.

[0072] Es wird angemerkt, dass die erste Linie L1 nicht auf eine gerade Linie oder eine Linie, die eine Vielzahl von Liniensegmenten aufweist, beschränkt ist, sondern auch eine gekrümmte Linie sein kann. Die erste Linie L1 muss lediglich eine gerade Linie oder eine gekrümmte Linie aufweisen.

[0073] Es wird angemerkt, dass im Magnetkern 1b die erste Linie L1 am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 in der zweiten Richtung DIR2 relativ zur ersten Linie L1 am gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 vom distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 positioniert werden kann. In diesem Fall ist es möglich, einen Bereich zu reservieren, der einen distalen Endabschnitt des Zahnhauptkörperabschnitts 31 in der ersten Richtung DIR1 überlappt, wenn er in der zweiten Richtung DIR2 betrachtet wird, und der in der entgegengesetzten Richtung zur zweiten Richtung DIR2 in Bezug auf den Zahnhauptkörperabschnitt 31 in der ersten Richtung DIR1 positioniert ist.

[0074] Es wird angemerkt, dass der bürstenlose Motor 100 ein Außenläufermotor sein kann. In diesem Fall ist in dem Zustand, in dem der Magnetkern 1 in dem bürstenlosen Motor 100 montiert ist, die erste Richtung DIR1 die entgegengesetzte Richtung zu der Richtung in Richtung der Drehachse des bürstenlosen Motors 100.

[0075] Es wird angemerkt, dass der bürstenlose Motor 100 nicht auf Einwellenmotoren beschränkt ist. Der bürstenlose Motor 100 kann beispielsweise ein Doppelwellenmotor sein.

[0076] Es wird angemerkt, dass in dem bürstenlosen Motor 100 die erzeugte Schubkraft in der Richtung parallel zu der Drehachse verwendet werden kann, um jedes der ersten Lager 11a und der zweiten Lager 11b vorzuspannen.

[0077] Es wird angemerkt, dass das erste Lager 11a und das zweite Lager 11b nicht auf Kugellager beschränkt sind.

[0078] Es wird angemerkt, dass das Material des ersten Gehäuses 12a und des zweiten Gehäuses 12b jeweils lediglich eine hohe Steifigkeit aufweisen müssen.

[0079] Die Anzahl der Magnetkerne 1, die Anzahl der Spulen 13 und die Anzahl der Isolierelemente 14 sind nicht auf neun beschränkt. Jede der Spulen 13 und jedes der Isolierelemente 14 muss lediglich so angeordnet sein, dass sie dem entsprechenden der Magnetkerne 1 zugeordnet sind.

[0080] Die vorliegende Erfindung umfasst die folgenden Konfigurationen.

[0081] (1) Magnetkern für eine drehende elektrische Maschine, der aufweist:

einen Kernrückabschnitt; und

einen Zahnabschnitt, der einen Zahnhauptkörperabschnitt, der sich von dem Kernrückabschnitt in einer ersten Richtung erstreckt, und einen distalen Zahnendabschnitt aufweist, der an einem distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts in der ersten Richtung angeordnet ist, wobei

sich die Position des geometrischen Zentrums des Zahnabschnitts von der des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in einer zweiten Richtung unterscheidet, die parallel zu einer Drehachse der drehenden elektrischen Maschine in einem Zustand ist, in dem der Magnetkern in der drehenden elektrischen Maschine montiert ist.

[0082] (2) Der Magnetkern nach Punkt(1), wobei sich die Position des geometrischen Zentrums des

Zahnhauptkörperabschnitts in der zweiten Richtung von der Position des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in der zweiten Richtung unterscheidet.

[0083] (3) Magnetkern nach Punkt (1) oder (2), wobei

die Position des geometrischen Zentrums des distalen Zahnendabschnitts sich in der zweiten Richtung von der Position des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in der zweiten Richtung unterscheidet.

[0084] (4) Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (3), wobei

der Zahnhauptkörperabschnitt ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweist, die zwei Enden in der zweiten Richtung sind, und
der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem ersten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts kleiner ist als der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem zweiten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts.

[0085] (5) Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (4), wobei

der distale Zahnendabschnitt ein drittes Ende und ein viertes Ende aufweist, die zwei Enden in der zweiten Richtung sind, und
der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem dritten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts kleiner ist als der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem vierten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts.

[0086] (6) Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (5), wobei

wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist und
die Linie, die die geometrischen Zentren der Querschnitte des Zahnhauptkörperabschnitts senkrecht zu der dritten Richtung verbindet, als eine erste Linie definiert ist,
die erste Linie eine gerade Linie ist und die Position der ersten Linie am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts in der zweiten Richtung dieselbe ist wie die Position der ersten Linie an einem dem distalen Ende gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts.

[0087] (7) Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (5), wobei

wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist und
die Linie, die die geometrischen Zentren der Querschnitte des Zahnhauptkörperabschnitts senkrecht

zu der dritten Richtung verbindet, als eine erste Linie definiert ist,

die erste Linie eine gerade Linie ist, und
die Position der ersten Linie am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts sich in der zweiten Richtung von der Position der ersten Linie an einem dem distalen Ende gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts unterscheidet.

[0088] (8) Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (5), wobei

wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist und
die Linie, die die geometrischen Zentren der Querschnitte des Zahnhauptkörperabschnitts senkrecht zu der dritten Richtung verbindet, als eine erste Linie definiert ist,
die erste Linie eine Linie ist, die eine Vielzahl von Liniensegmenten aufweist, und
sich die Position der ersten Linie am distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts in der zweiten Richtung von der Position der ersten Linie an einem dem distalen Ende gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts unterscheidet.

[0089] (9) Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (6), wobei

wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist,
der Kernrückabschnitt eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der zweiten Richtung aufweist,
der Zahnhauptkörperabschnitt eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der zweiten Richtung aufweist und
der Zahnendabschnitt in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der zweiten Richtung eine ebenensymmetrische Form aufweist.

[0090] (10) Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (9), wobei,

wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist,
der Zahnhauptkörperabschnitt in der zweiten Richtung über die dritte Richtung hinweg eine gleichmäßige Länge aufweist.

[0091] (11) Der Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (10), wobei

sowohl der Kernrückabschnitt als auch der Zahnabschnitt ein Formkörper sind, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist.

[0092] (12) Magnetkern nach Punkt (11), wobei das Material des weichmagnetischen Pulvers Eisen und Harz enthält.

[0093] (13) Drehende elektrische Maschine, aufweisend
den Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (12).

E4

GC1, GC2, GC3, GC6,
GC22, GC31, GC32

VIERTES ENDE

GEOMETRISCHES
ZENTRUM

[0094] (14) Bürstenloser Motor, aufweisend
den Magnetkern nach einem der Punkte (1) bis (12).

L1

O2, O31, O32

ERSTE LINIE

ÄUßERER RAND

BEZUGSZEICHENLISTE

OP

ÖFFNUNG

1, 1a, 1b, 1c, 6

MAGNETKERN

S1

ERSTE HAUPT-
OBERFLÄCHE

2

KERNRÜCKAB-
SCHNITT

S2

ZWEITE HAUPT-
OBERFLÄCHE

3

ZAHNABSCHNITT

S3

DRITTE HAUPT-
OBERFLÄCHE

10

STATORANORD-
NUNG

S4

VIERTE HAUPT-
OBERFLÄCHE

11

LAGER

11a

ERSTES LAGER

11b

ZWEITES LAGER

12

GEHÄUSE

12a

ERSTES GEHÄUSE

12b

ZWEITES GEHÄ-
USE

13

SPULE

14

ISOLIERELEMENT

20

ROTOR

21

WELLE

22

ROTORELEMENT

23

WEICHMAGNETI-
SCHES MATERIAL

24

HARTMAGNETI-
SCHES MATERIAL

31

ZAHNHAUPTKÖR-
PERABSCHNITT

32

DISTALER ZAH-
NENDABSCHNITT

40

SCHIENE

100

BÜRSTENLOSER
MOTOR

D1, D2, D3, D4

ABSTAND

DIR1

ERSTE RICHTUNG

DIR2

ZWEITE RICHTUNG

DIR3

DRITTE RICHTUNG

DIR4

VIERTE RICHTUNG

E1

ERSTES ENDE

E2

ZWEITES ENDE

E3

DRITTES ENDE

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 2017-060395 [0003]

Patentansprüche

1. Magnetkern für eine drehende elektrische Maschine, aufweisend:
einen Kernrückabschnitt; und
einen Zahnabschnitt, der einen Zahnhauptkörperabschnitt, der sich von dem Kernrückabschnitt in einer ersten Richtung erstreckt, und einen distalen Zahnendabschnitt aufweist, der in der ersten Richtung an einem distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts angeordnet ist, wobei
in einem Zustand, in dem der Magnetkern in der drehenden elektrischen Maschine montiert ist, die Position des geometrischen Zentrums des Zahnabschnitts sich von der Position des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in einer zweiten Richtung unterscheidet, die parallel zu einer Drehachse der drehenden elektrischen Maschine ist.
2. Magnetkern nach Anspruch 1, wobei sich die Position des geometrischen Zentrums des Zahnhauptkörperabschnitts in der zweiten Richtung von der Position des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in der zweiten Richtung unterscheidet.
3. Magnetkern nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Position des geometrischen Zentrums des distalen Zahnendabschnitts sich in der zweiten Richtung von der Position des geometrischen Zentrums des Kernrückabschnitts in der zweiten Richtung unterscheidet.
4. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
der Zahnhauptkörperabschnitt ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweist, die zwei Enden in der zweiten Richtung sind, und
der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem ersten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts kleiner ist als der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem zweiten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts.
5. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei
der distale Zahnendabschnitt ein drittes Ende und ein viertes Ende aufweist, die zwei Enden in der zweiten Richtung sind, und
der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem dritten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts kleiner ist als der Abstand in der zweiten Richtung zwischen dem vierten Ende und dem geometrischen Zentrum des Kernrückabschnitts ist.
6. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
wenn die orthogonale Projektion der ersten Rich-

tung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist, und die Linie, die die geometrischen Zentren der Querschnitte des Zahnhauptkörperabschnitts senkrecht zu der dritten Richtung verbindet, als eine erste Linie definiert ist,
die erste Linie eine gerade Linie ist, und
die Position der ersten Linie an dem distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts in der zweiten Richtung dieselbe ist wie die Position der ersten Linie an einem dem distalen Ende gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts.

7. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist, und die Linie, die die geometrischen Zentren der Querschnitte des Zahnhauptkörperabschnitts senkrecht zu der dritten Richtung verbindet, als eine erste Linie definiert ist,
die erste Linie eine gerade Linie ist, und
die Position der ersten Linie an dem distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts sich in der zweiten Richtung von der Position der ersten Linie an einem dem distalen Ende gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts unterscheidet.

8. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist, und die Linie, die die geometrischen Zentren der Querschnitte des Zahnhauptkörperabschnitts senkrecht zu der dritten Richtung verbindet, als eine erste Linie definiert ist,
die erste Linie eine Linie ist, die eine Vielzahl von Liniensegmenten aufweist, und
die Position der ersten Linie an dem distalen Ende des Zahnhauptkörperabschnitts sich in der zweiten Richtung von der Position der ersten Linie an einem dem distalen Ende gegenüberliegenden Ende des Zahnhauptkörperabschnitts unterscheidet.

9. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist,
der Kernrückabschnitt eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der zweiten Richtung hat,
der Zahnhauptkörperabschnitt eine ebenensymmetrische Form in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der zweiten Richtung hat, und
der Zahnendabschnitt in Bezug auf eine Ebene senkrecht zu der zweiten Richtung eine ebenensymmetrische Form hat.

10. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei
wenn die orthogonale Projektion der ersten Richtung auf eine Ebene orthogonal zu der zweiten Richtung als eine dritte Richtung definiert ist,
der Zahnhauptkörperabschnitt in der zweiten Richtung über die dritte Richtung hinweg eine gleichmäßige Länge aufweist.

11. Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Kernrückabschnitt und der Zahnabschnitt jeweils ein Formkörper sind, der aus weichmagnetischem Pulver gebildet ist.

12. Magnetkern nach Anspruch 11, wobei das Material des weichmagnetischen Pulvers Eisen und Harz enthält.

13. Drehende elektrische Maschine, aufweisend den Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

14. Bürstenloser Motor, aufweisend den Magnetkern nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

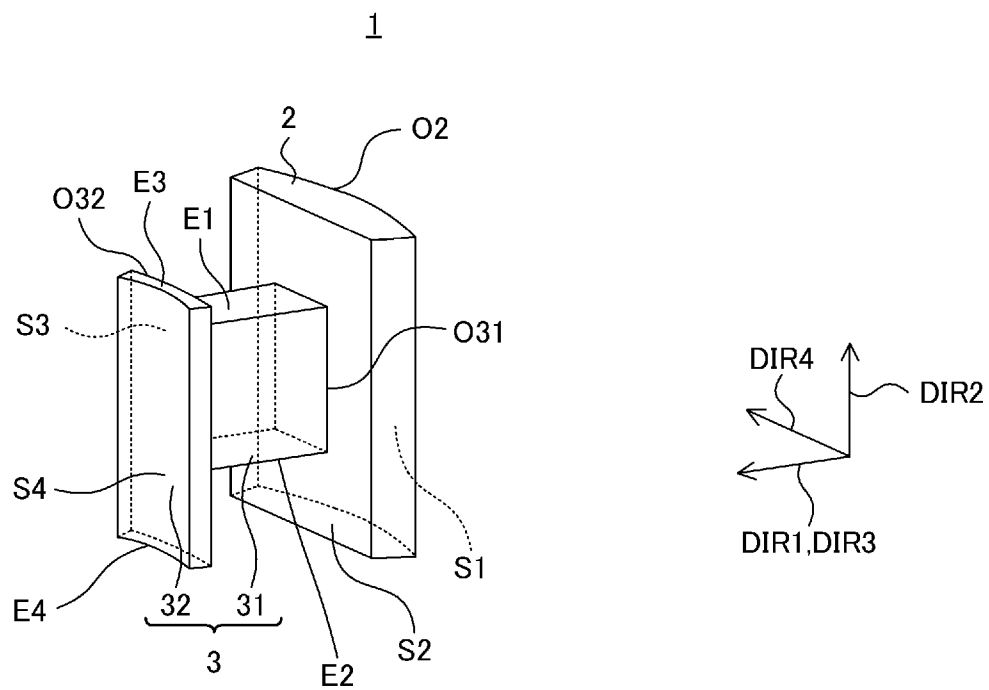


Fig.2

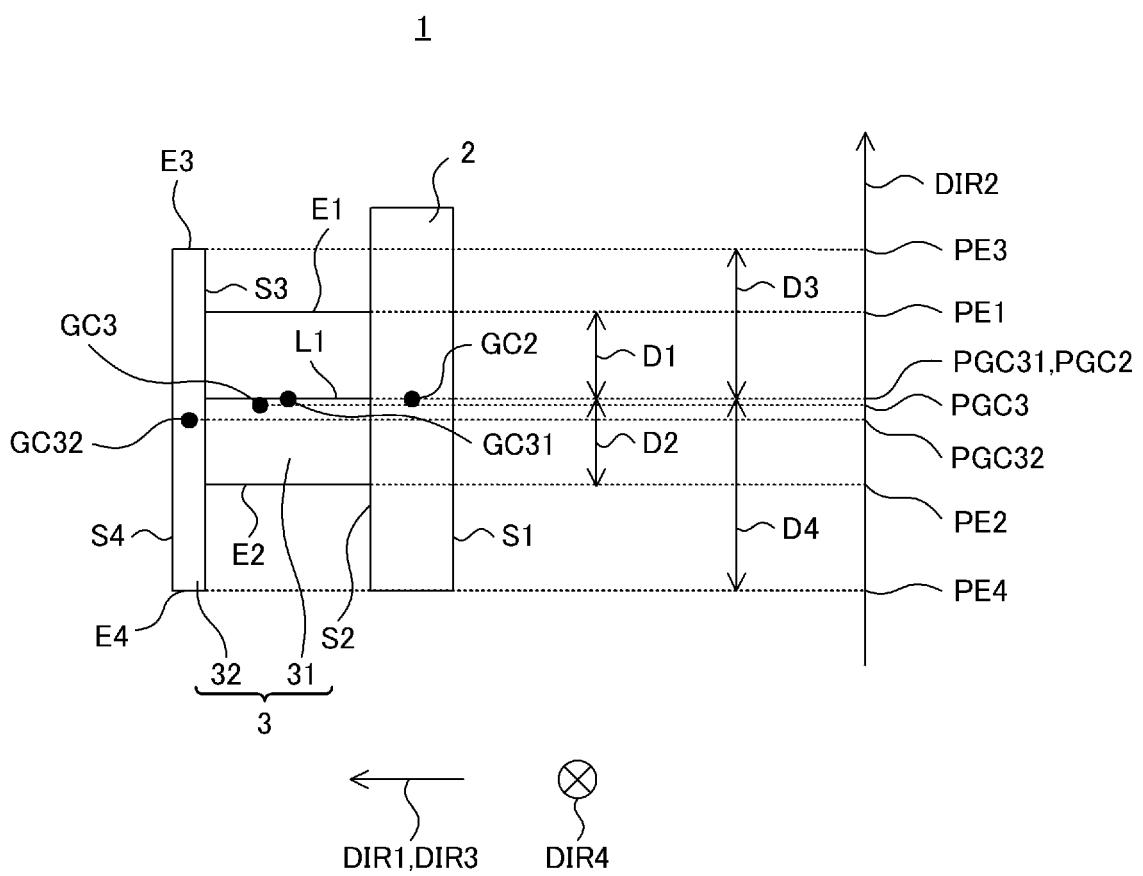


Fig.3

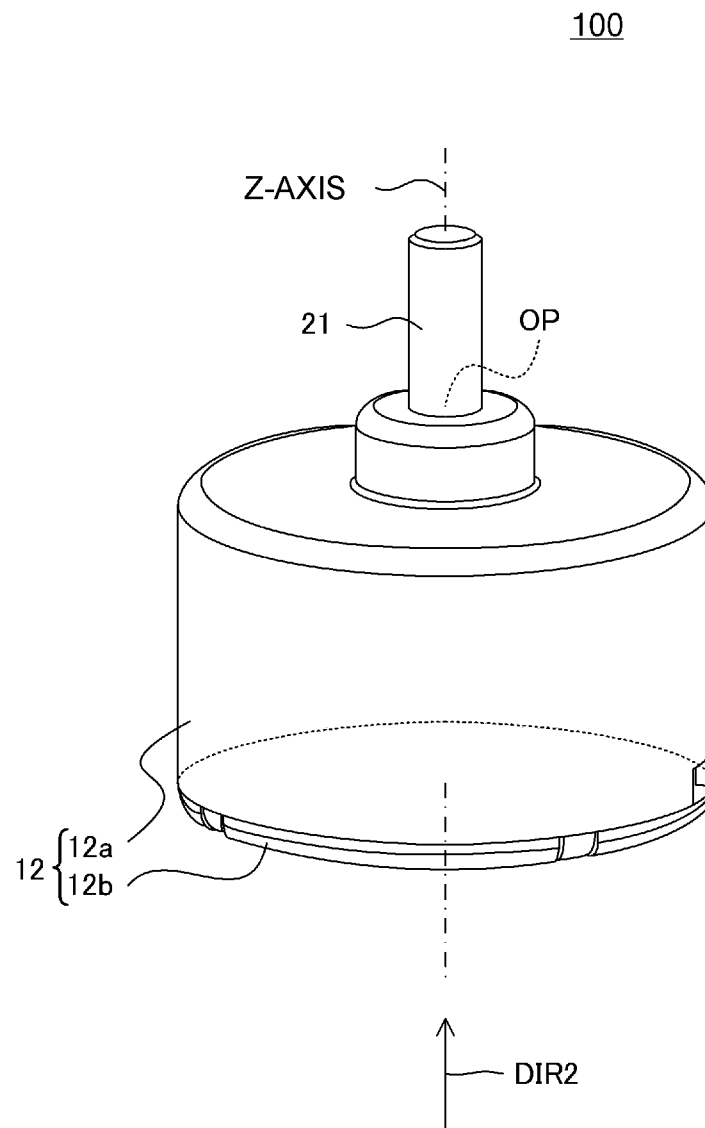


Fig.4

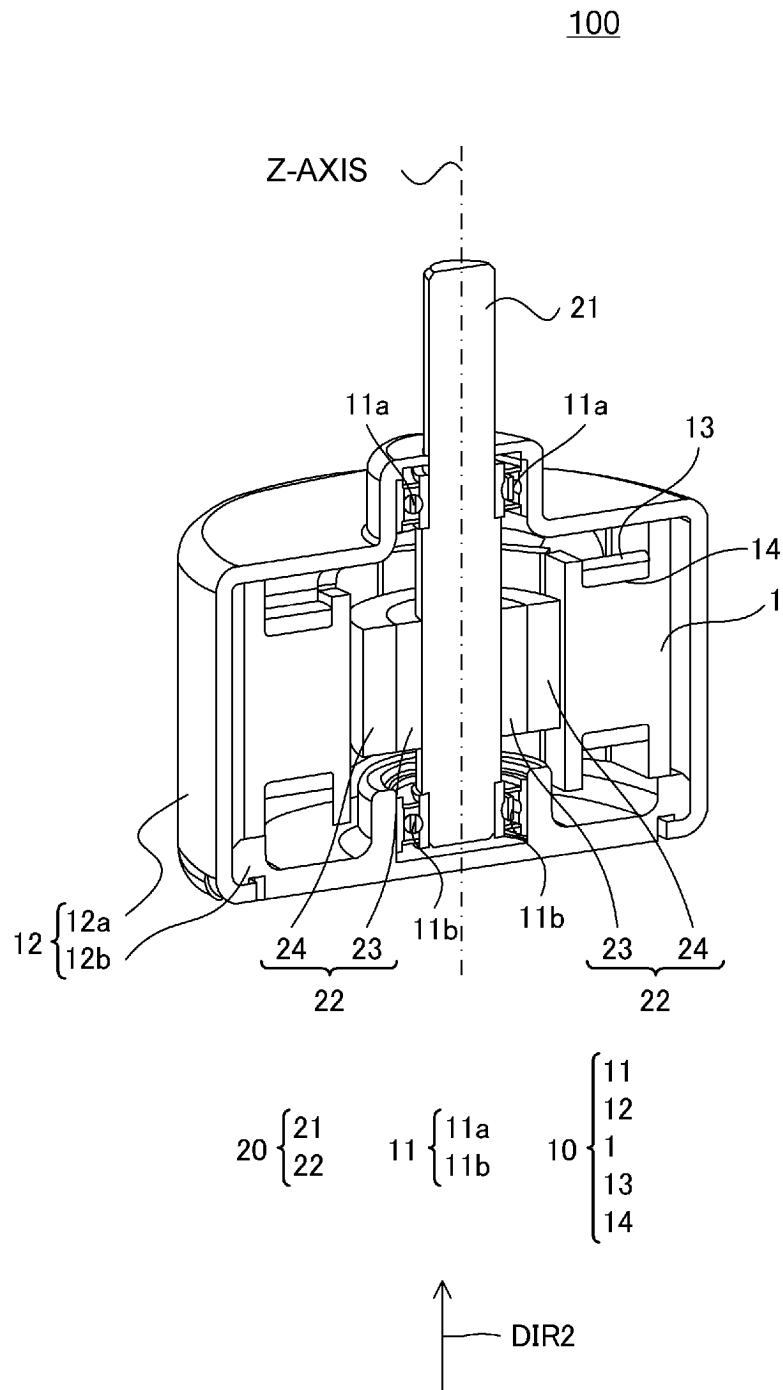


Fig.5

6

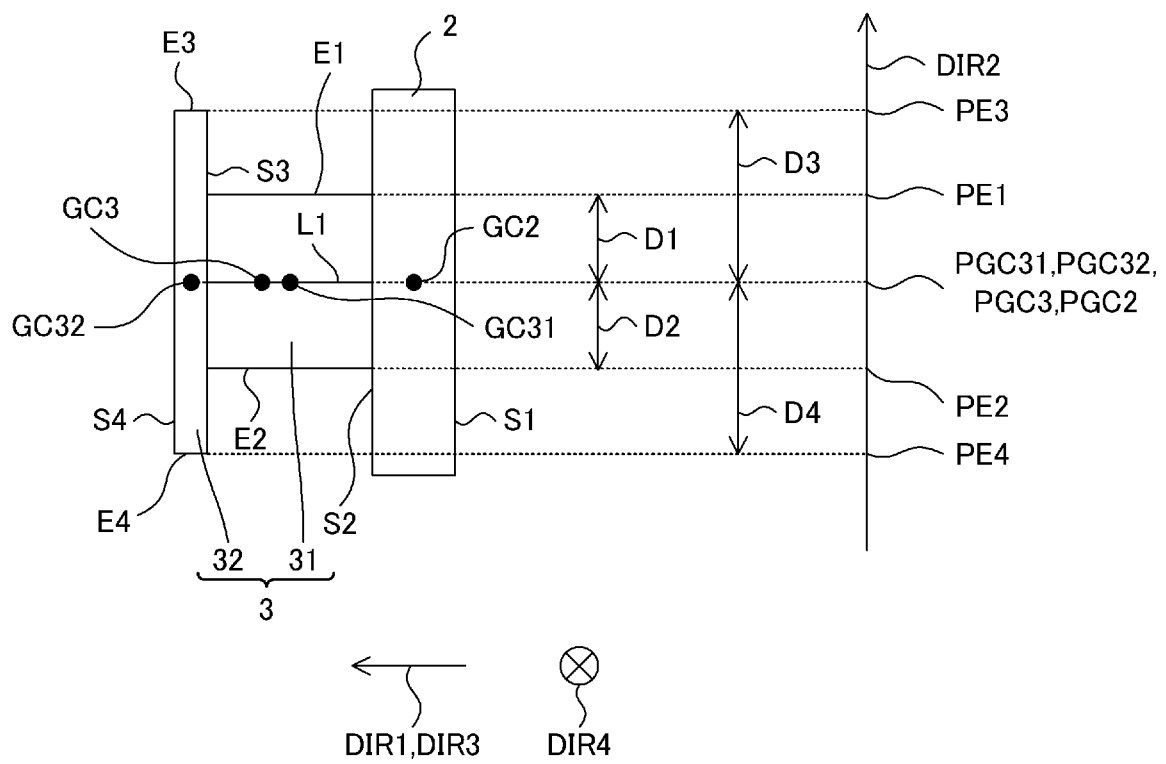


Fig.6

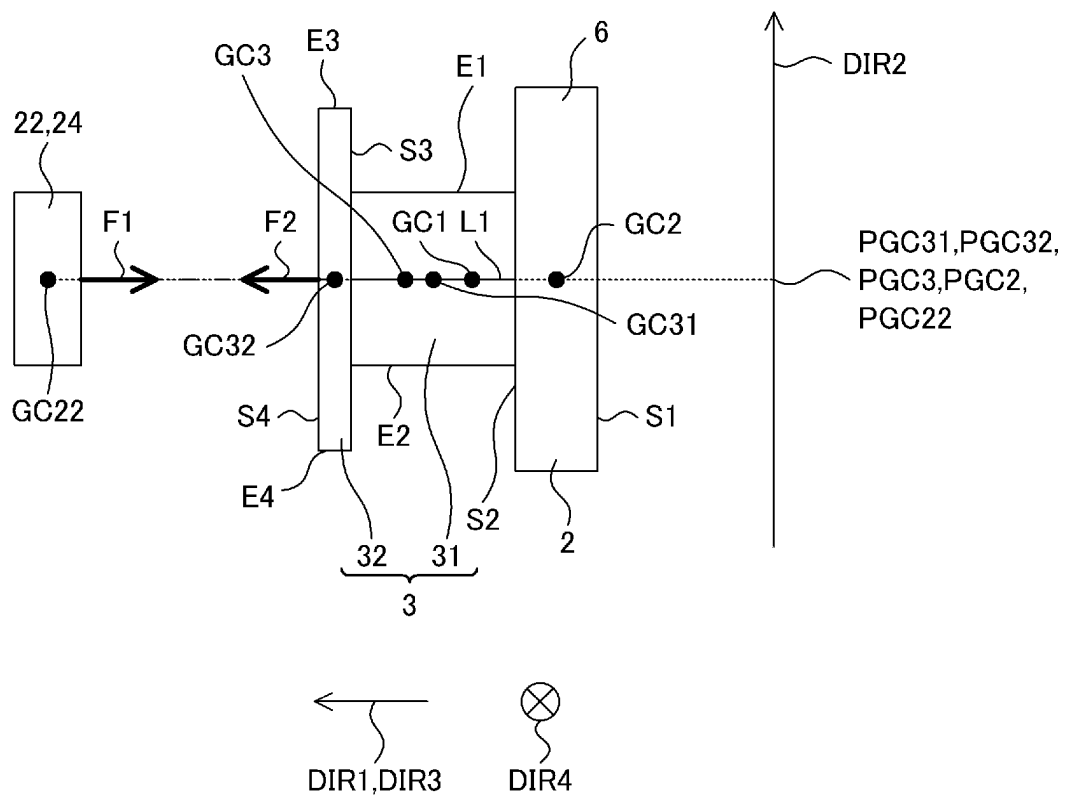


Fig.7

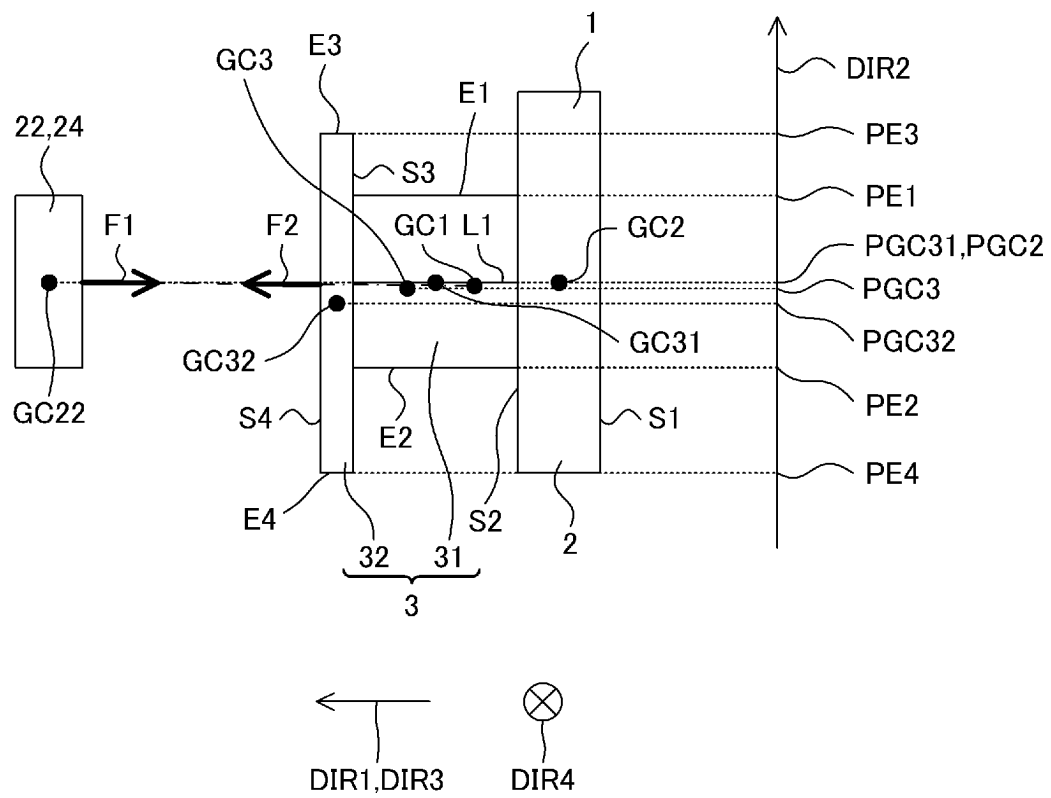


Fig.8

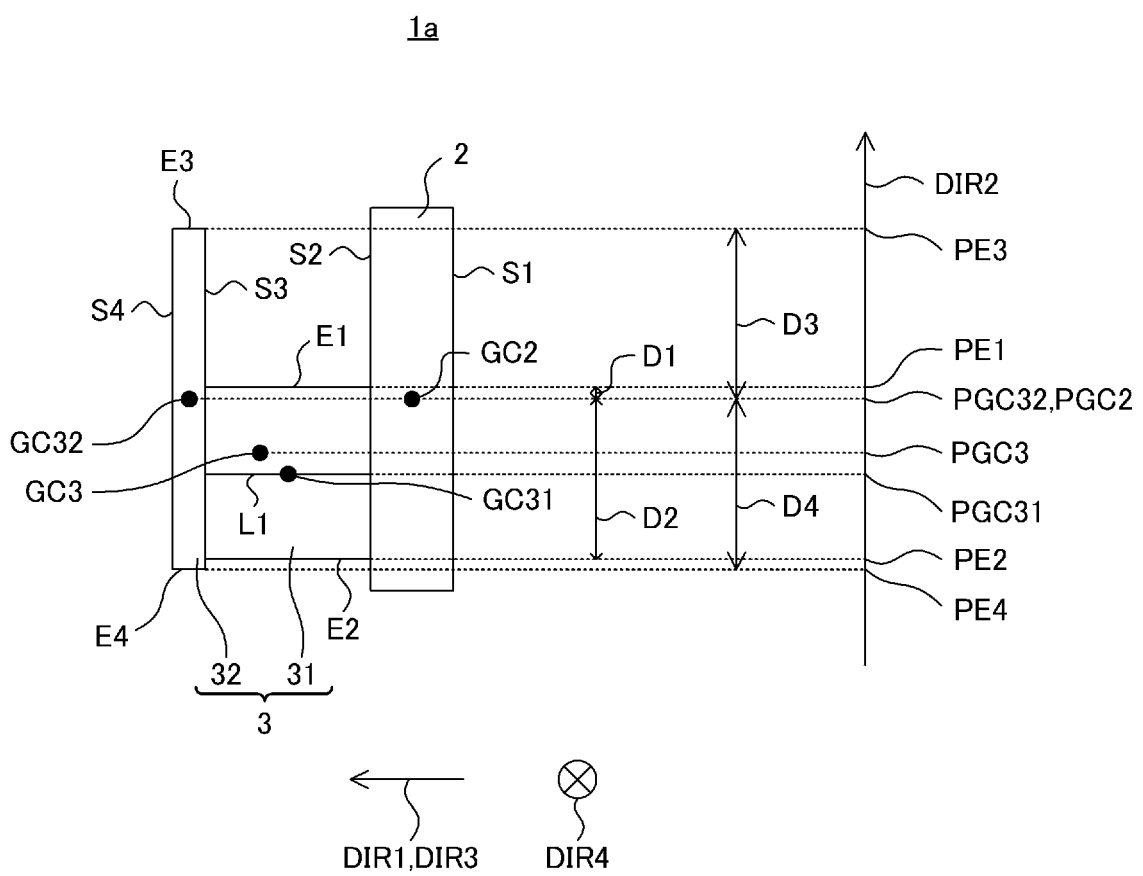


Fig.9

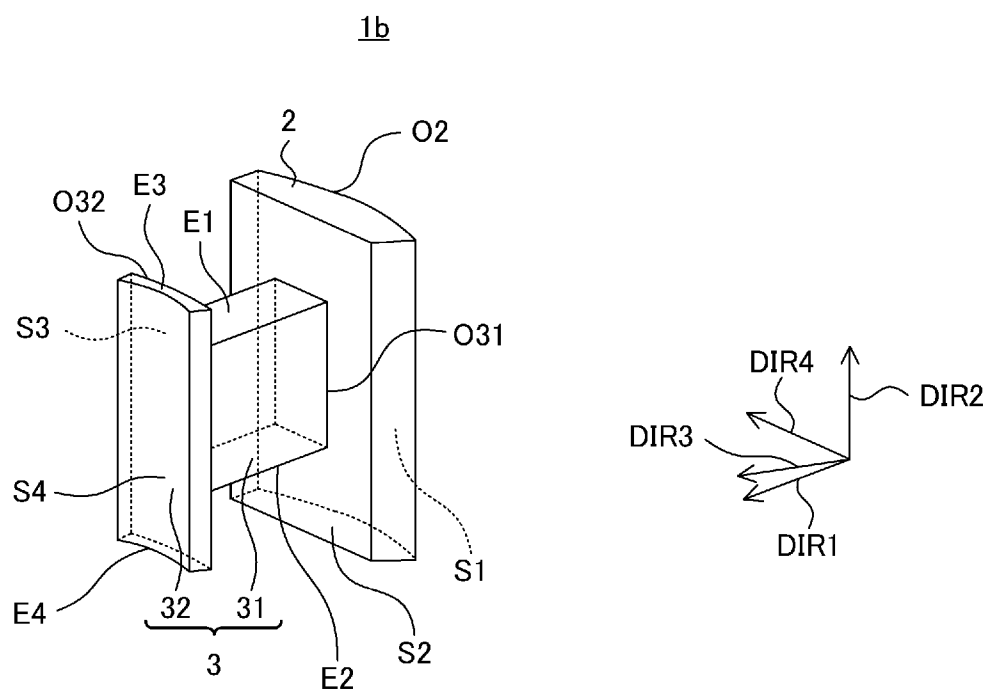


Fig.10

1b

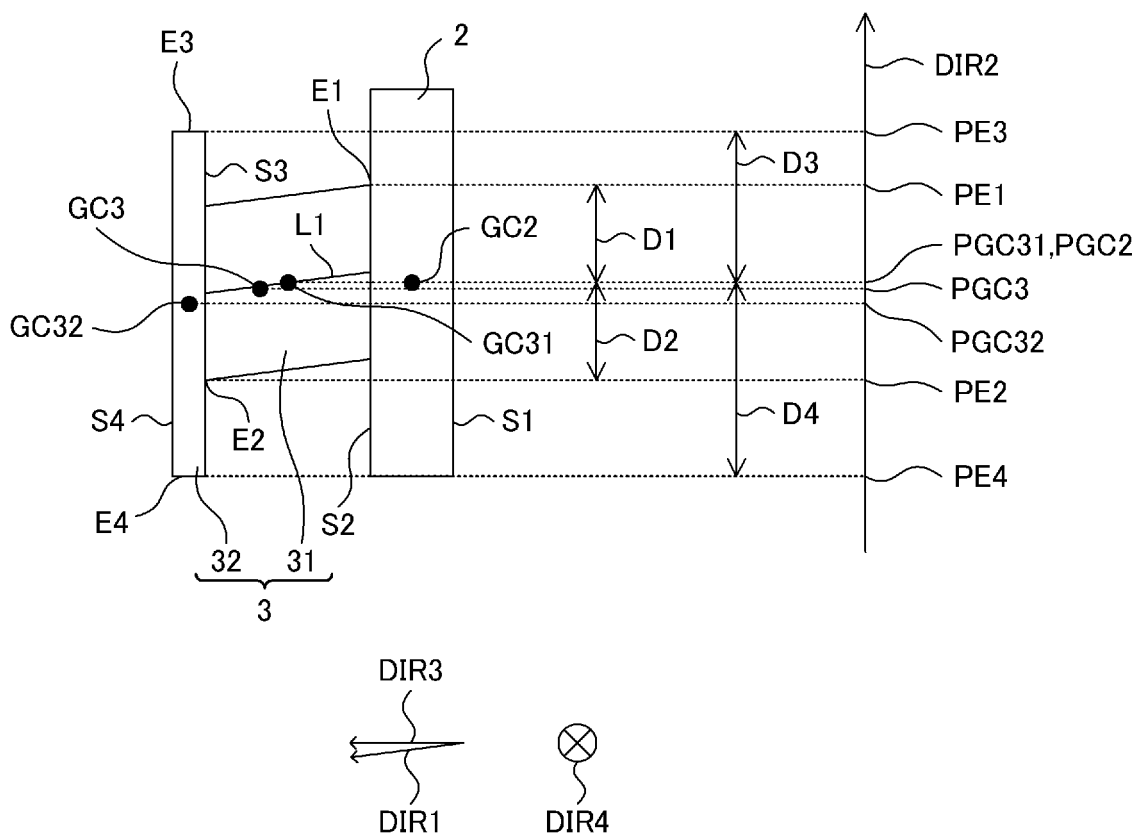


Fig.11

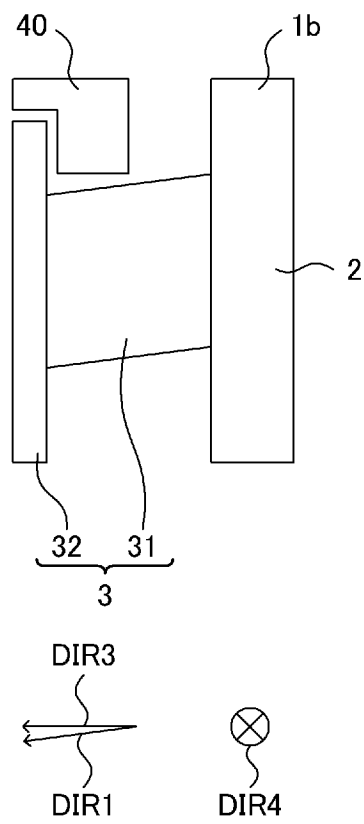


Fig.13

