



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/171663**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 006 809.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/034772**
(86) PCT-Anmeldetag: **14.09.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.09.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.12.2022**

(51) Int Cl.: **H02K 1/27 (2022.01)**

(30) Unionspriorität:
2020-031830 27.02.2020 JP

(74) Vertreter:
**Viering, Jentschura & Partner mbB Patent- und
Rechtsanwälte, 01099 Dresden, DE**

(71) Anmelder:
NIDEC CORPORATION, Kyoto, JP

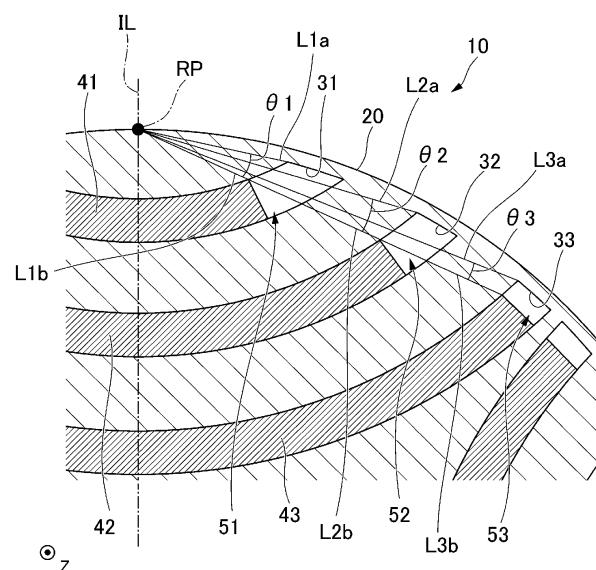
(72) Erfinder:
Yamada, Yukie, Kyoto, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ROTOR UND MOTOR**

(57) Zusammenfassung: Ein Aspekt eines Rotors der vorliegenden Erfindung weist auf: einen Rotorkern, der einen ersten Schlitz, einen zweiten Schlitz, der radial einwärts des ersten Schlitzes angeordnet ist, und einen dritten Schlitz, der radial einwärts des zweiten Schlitzes angeordnet ist, aufweist, einen ersten Magneten, der in dem ersten Schlitz bereitgestellt ist, einen zweiten Magneten, der in dem zweiten Schlitz bereitgestellt ist, und einen dritten Magneten, der in dem dritten Schlitz bereitgestellt ist. Wenn ein Punkt, an dem eine imaginäre Linie, die durch die Mittelachse, den ersten Schlitz, den zweiten Schlitz und den dritten Schlitz verläuft, die Außenumfangsfläche des Rotorkerns schneidet, als Referenzpunkt bei Betrachtung in der axialen Richtung festgelegt wird, ist ein erster Winkel, der gebildet ist durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des ersten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des ersten Magneten verbindet, größer als ein zweiter Winkel, der gebildet ist durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des zweiten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des zweiten Magneten verbindet. Bei Betrachtung in der axialen Richtung ist der zweite Winkel größer als ein dritter Winkel, der gebildet ist durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des dritten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des dritten Magneten verbindet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor und einen Motor.

Hintergrundtechnik

[0002] Ein Rotor einer elektrischen Drehvorrichtung, der einen Rotorkern und einen Permanentmagneten, der in einem im Rotorkern bereitgestellten Loch angeordnet ist, aufweist ist bekannt. Beispielsweise beschreibt Patentliteratur 1 einen Rotor, der einen Permanentmagneten aufweist, in welchem ein radialer Querschnitt eine Bogenform aufweist, und eine konvex gekrümmte Fläche ist derart bereitgestellt, dass sie der Drehachsenseite des Rotors zugewandt ist.

Literaturstellenliste

Patentliteratur

[0003] Patentliteratur 1: JP 2018 - 153 047 A

Überblick über die Erfindung

Technische Aufgabe

[0004] Bei dem in der Patentliteratur 1 offenbarten Rotor kann ein Teil der Magnetkraft des Permanentmagneten nicht zur Erzeugung des Drehmoments des Motors genutzt werden, weil ein Teil der Magnetkraft des Permanentmagneten im Rotor zirkuliert und nicht zwischen dem Stator und dem Rotor fließt. Daher kann das Drehmoment des Motors nicht ausreichend verbessert werden.

[0005] In Anbetracht der obigen Umstände ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Rotor, der eine Struktur aufweist, die in der Lage ist, das Drehmoment eines Motors zu verbessern, und einen Motor, der einen solchen Rotor aufweist, bereitzustellen.

Lösung der Aufgabe

[0006] Ein Aspekt eines Rotors der vorliegenden Erfindung ist ein Rotor, der in einem Motor bereitgestellt ist und um eine Mittelachse drehbar ist und einen Rotorkern aufweist, der mehrere Schlitzte und mehrere Magneten aufweist, die in den mehreren Schlitzten bereitgestellt sind. Die mehreren Schlitzte weisen auf: einen bogenförmigen ersten Schlitz, der bei Betrachtung in einer axialen Richtung radial nach innen konvex ist, einen bogenförmigen zweiten Schlitz, der so angeordnet ist, dass er von dem ersten Schlitz radial nach innen getrennt ist und bei Betrachtung in einer axialen Richtung radial nach

innen konvex ist, und einen bogenförmigen dritten Schlitz, der so angeordnet ist, dass er von dem zweiten Schlitz radial nach innen getrennt ist und bei Betrachtung in einer axialen Richtung radial nach innen konvex ist. Die mehreren Magnete weisen auf: einen bogenförmigen ersten Magneten, der in dem ersten Schlitz bereitgestellt ist und sich bei Betrachtung in einer axialen Richtung entlang des ersten Schlitzes erstreckt, einen bogenförmigen zweiten Magneten, der in dem zweiten Schlitz bereitgestellt ist und sich bei Betrachtung in einer axialen Richtung entlang des zweiten Schlitzes erstreckt, und einen bogenförmigen dritten Magneten, der in dem dritten Schlitz bereitgestellt ist und sich bei Betrachtung in einer axialen Richtung entlang des dritten Schlitzes erstreckt. Beide Endabschnitte des ersten Magneten sind so angeordnet, dass sie von beiden Endabschnitten des ersten Schlitzes bei Betrachtung in einer axialen Richtung getrennt sind. Beide Endabschnitte des zweiten Magneten sind so angeordnet, dass sie von beiden Endabschnitten des zweiten Schlitzes bei Betrachtung in einer axialen Richtung getrennt sind. Beide Endabschnitte des dritten Magneten sind so angeordnet, dass sie von beiden Endabschnitten des dritten Schlitzes bei Betrachtung in einer axialen Richtung getrennt sind. Wenn ein Punkt, an dem eine imaginäre Linie, die durch die Mittelachse, den ersten Schlitz, den zweiten Schlitz und den dritten Schlitz verläuft, eine Außenumfangsfläche des Rotorkerns bei Betrachtung in einer axialen Richtung schneidet, als Referenzpunkt festgelegt wird, ist ein erster Winkel, der durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des ersten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des ersten Magneten verbindet, gebildet ist, größer als ein zweiter Winkel, der durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des zweiten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des zweiten Magneten gebildet ist, bei Betrachtung in einer axialen Richtung. Der zweite Winkel ist größer als ein dritter Winkel, der durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des dritten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des dritten Magneten gebildet ist, bei Betrachtung in einer axialen Richtung.

[0007] Ein Aspekt eines Motors der vorliegenden Erfindung ist ein Motor, der den oben beschriebenen Rotor und einen Stator aufweist, der radial außerhalb des Rotors angeordnet ist.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann das Drehmoment eines Motors verbessert werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Motor gemäß der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die einen Rotor der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht, und ist eine Querschnittsansicht entlang II-II in **Fig. 1**.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht, die einen Teil des Rotors der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht, und ist eine teilweise vergrößerte Ansicht von **Fig. 2**.

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht zur Erläuterung eines Flusses des magnetischen Flusses im Rotor der vorliegenden Ausführungsform.

Beschreibung der Ausführungsform

[0009] Eine in jeder Zeichnung angemessen veranschaulichte Z-Achse-Richtung ist eine vertikale Richtung, in der eine positive Seite eine „obere Seite“ und eine negative Seite eine „untere Seite“ ist. Eine in jeder Zeichnung entsprechend veranschaulichte Mittelachse J ist eine imaginäre Linie, die parallel zur Z-Achse-Richtung verläuft und sich in vertikaler Richtung erstreckt. In der folgenden Beschreibung wird eine axiale Richtung der Mittelachse J, d.h. eine Richtung parallel zur Auf- und Abwärtsrichtung, einfach als „axiale Richtung“ bezeichnet, wird eine radiale Richtung, die ihren Mittelpunkt auf der Mittelachse J aufweist, einfach als „radiale Richtung“ bezeichnet, und wird eine Umfangsrichtung, die ihren Mittelpunkt auf der Mittelachse J aufweist, einfach als „Umfangsrichtung“ bezeichnet.

[0010] Die vertikale Richtung, die obere Seite und die untere Seite sind lediglich Begriffe zur Beschreibung einer relativen Positionsbeziehung zwischen den jeweiligen Einheiten, und eine tatsächliche Layout-Beziehung und dergleichen kann eine andere sein als die durch diese Begriffe dargestellte Layout-Beziehung.

[0011] Der in **Fig. 1** veranschaulichte Motor 1 der vorliegenden Ausführungsform ist ein Motor vom Innenrotortyp. Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, weist ein Motor 1 der vorliegenden Ausführungsform ein Gehäuse 2, einen Rotor 10, einen Stator 3, einen Lagerhalter 4 und Lager 5a und 5b auf. In dem Gehäuse 2 sind der Rotor 10, der Stator 3, der Lagerhalter 4 und die Lager 5a und 5b untergebracht. Der untere Teil des Gehäuses 2 hält das Lager 5b. Der Lagerhalter 4 hält das Lager 5a. Jedes der Lager 5a und 5b ist z.B. ein Kugellager.

[0012] Der Stator 3 befindet sich radial außerhalb des Rotors 10. Der Stator 3 weist einen Statorkern 3a, einen Isolator 3d und mehrere Spulen 3e auf.

Der Statorkern 3a weist einen Kernrücken 3b und mehrere Zähne 3c auf. Der Kernrücken 3b weist eine ringförmige Form auf, die an einer Mittelachse J zentriert ist. Die mehreren Zähne 3c erstrecken sich vom Kernrücken 3b radial nach innen. Obwohl nicht veranschaulicht, sind die mehreren Zähne 3c in gleichen Abständen über den gesamten Umfang in der Umfangsrichtung angeordnet. Die mehreren Spulen 3e sind über den Isolator 3d mit dem Statorkern 3a verbunden.

[0013] Der Rotor 10 ist um die Mittelachse J drehbar. Wie in **Fig. 2** veranschaulicht, weist der Rotor 10 eine Welle 11, einen Rotorkern 20 und mehrere Magnete 40 auf. Die Welle 11 weist eine säulenartige Form auf, die sich in der axialen Richtung um die Mittelachse J erstreckt. Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, ist die Welle 11 durch die Lager 5a und 5b drehbar um die Mittelachse J gelagert.

[0014] Der Rotorkern 20 ist aus einem magnetischen Material gebildet. Der Rotorkern 20 ist an einer Außenumfangsfläche der Welle 11 befestigt. Der Rotorkern 20 weist ein Durchgangsloch 21 auf, das den Rotorkern 20 in der axialen Richtung durchdringt. Wie in **Fig. 2** veranschaulicht, weist das Durchgangsloch 21 eine kreisförmige Form auf, die bei Betrachtung in der axialen Richtung an der Mittelachse J zentriert ist. Die Welle 11 ist durch das Durchgangsloch 21 geführt. Die Welle 11 ist im Durchgangsloch 21 befestigt, z.B. durch Presspassung. Obwohl nicht veranschaulicht, ist der Rotorkern 20 z.B. durch mehrere in der axialen Richtung geschichtete Elektromagnetische StahlPlatten konfiguriert.

[0015] Der Rotorkern 20 weist mehrere Schlitze 30 auf. Die mehreren Schlitze 30 durchdringen den Rotorkern 20 z.B. in der axialen Richtung. Die mehreren Schlitze 30 erstrecken sich entlang einer Ebene orthogonal zur axialen Richtung. Die mehreren Schlitze 30 weisen einen ersten Schlitz 31, einen zweiten Schlitz 32 und einen dritten Schlitz 33 auf.

[0016] Der erste Schlitz 31, der zweite Schlitz 32 und der dritte Schlitz 33 weisen eine Bogenform auf, die bei Betrachtung in der axialen Richtung radial nach innen konvex ist. Der zweite Schlitz 32 ist so angeordnet, dass er radial nach innen vom ersten Schlitz 31 getrennt ist. Der dritte Schlitz 33 ist so angeordnet, dass er vom zweiten Schlitz 32 radial nach innen getrennt ist. In der vorliegenden Ausführungsform sind der erste Schlitz 31, der zweite Schlitz 32 und der dritte Schlitz 33 in der radialen Richtung in gleichen Abständen nebeneinander angeordnet. Der erste Schlitz 31, der zweite Schlitz 32 und der dritte Schlitz 33 weisen z.B. bei Betrachtung in der axialen Richtung eine zueinander konzentrische Bogenform auf. Der Bogenradius des zweiten Schlitzes 32 ist größer als der Bogenradius

des ersten Schlitzes 31. Der Bogenradius des dritten Schlitzes 33 ist größer als der Bogenradius des zweiten Schlitzes 32.

[0017] Die Breite des ersten Schlitzes 31, die Breite des zweiten Schlitzes 32 und die Breite des dritten Schlitzes 33 sind z.B. gleich groß. In der vorliegenden Beschreibung schließt der Ausdruck „bestimmte Parameter sind gleich“ nicht nur den Fall ein, dass bestimmte Parameter genau gleich sind, sondern auch den Fall, dass bestimmte Parameter im Wesentlichen gleich sind. Der Ausdruck „die bestimmten Parameter sind im Wesentlichen gleich“ schließt z.B. den Fall ein, dass die bestimmten Parameter innerhalb eines Toleranzbereichs leicht voneinander abweichen.

[0018] In der axialen Richtung betrachtet, sind der Abstand zwischen dem ersten Schlitz 31 und dem zweiten Schlitz 32 und der Abstand zwischen dem zweiten Schlitz 32 und dem dritten Schlitz 33 größer als die Breite jedes Schlitzes 30. Die Breite jedes Schlitzes 30 ist eine Abmessung jedes Schlitzes 30 in einer Richtung orthogonal zu einer Richtung, in der sich jeder Schlitz 30 bei Betrachtung in der axialen Richtung bogenförmig erstreckt.

[0019] In der folgenden Beschreibung wird eine Richtung, in der sich der Schlitz 30 bei Betrachtung in der axialen Richtung bogenförmig erstreckt, als eine „Erstreckungsrichtung“ bezeichnet. Eine Richtung, in der sich der erste Schlitz 31 bei Betrachtung in der axialen Richtung bogenförmig erstreckt, wird als „erste Erstreckungsrichtung“ bezeichnet. Eine Richtung, in der sich der zweite Schlitz 32 bei Betrachtung in der axialen Richtung bogenförmig erstreckt, wird als „zweite Erstreckungsrichtung“ bezeichnet. Eine Richtung, in der sich der dritte Schlitz 33 bei Betrachtung in der axialen Richtung bogenförmig erstreckt, wird als „dritte Erstreckungsrichtung“ bezeichnet.

[0020] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind beide Endabschnitte des ersten Schlitzes 31, beide Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 und beide Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 am radial äußeren Rand des Rotorkerns 20 angeordnet. Beide Endabschnitte des ersten Schlitzes 31 sind beide Endabschnitte des ersten Schlitzes 31 in der ersten Erstreckungsrichtung. Beide Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 sind beide Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 in der zweiten Erstreckungsrichtung. Beide Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 sind beide Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 in der dritten Erstreckungsrichtung. Beide Endabschnitte des ersten Schlitzes 31, beide Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 und beide Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 sind so angeordnet, dass sie z.B. leicht radial nach innen von der Außenumfangsfläche des Rotorkerns 20 getrennt

sind. Die inneren Seitenflächen in beiden Endabschnitten jedes Schlitzes 30 sind bei Betrachtung in der axialen Richtung entlang der Außenumfangsfläche des Rotorkerns 20 angeordnet.

[0021] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die radialen Positionen der beiden Endabschnitte des ersten Schlitzes 31, die radialen Positionen der beiden Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 und die radialen Positionen der beiden Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 gleich.

[0022] Beide Endabschnitte des ersten Schlitzes 31, beide Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 und beide Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 sind in Umfangsrichtung in Abständen nebeneinander am radial äußeren Rand des Rotorkerns 20 angeordnet. Bei Betrachtung in der axialen Richtung ist die Abmessung des zweiten Schlitzes 32 in der zweiten Erstreckungsrichtung größer als die Abmessung des ersten Schlitzes 31 in der ersten Erstreckungsrichtung. Bei Betrachtung in der axialen Richtung ist die Abmessung des dritten Schlitzes 33 in der dritten Erstreckungsrichtung größer als die Abmessung des zweiten Schlitzes 32 in der zweiten Erstreckungsrichtung.

[0023] In der vorliegenden Ausführungsform sind entlang der Umfangsrichtung vier Sätze bereitgestellt, die jeweils einen ersten Schlitz 31, einen zweiten Schlitz 32 und einen dritten Schlitz 33 aufweisen, die in Abständen in der radialen Richtung angeordnet sind. Somit sind in der vorliegenden Ausführungsform mehrere erste Schlitzes 31, mehrere zweite Schlitz 32 und mehrere dritte Schlitz 33 in der Umfangsrichtung bereitgestellt. Die mehreren ersten Schlitz 31 sind in gleichen Abständen über den gesamten Umfang in der Umfangsrichtung angeordnet. Die mehreren zweiten Schlitz 32 sind in gleichen Abständen über den gesamten Umfang in der Umfangsrichtung angeordnet. Die mehreren dritten Schlitz 33 sind in gleichen Abständen über den gesamten Umfang in der Umfangsrichtung angeordnet. Jeder Satz, der einen ersten Schlitz 31, einen zweiten Schlitz 32 und einen dritten Schlitz 33 aufweist, die in Abständen in der radialen Richtung angeordnet sind, weist die gleiche Konfiguration auf, mit der Ausnahme, dass die in der Umfangsrichtung aneinander angrenzenden Sätze in einer um 90° in der Umfangsrichtung geneigten Stellung angeordnet sind.

[0024] Die mehreren Magnete 40 sind in den mehreren Schlitzes 30 bereitgestellt. In jedem Schlitz 30 ist ein Magnet 40 bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Magnet 40 ein Ferritmagnet. Die mehreren Magnete 40 weisen einen ersten Magneten 41, einen zweiten Magneten 42 und einen dritten Magneten 43 auf.

[0025] Der erste Magnet 41 ist in dem ersten Schlitz 31 bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Magnet 41 für jeden der ersten Schlitze 31 bereitgestellt. Es sind z.B. vier erste Magnete 41 bereitgestellt. Der erste Magnet 41 weist eine Bogenform auf, die sich bei Betrachtung in der axialen Richtung entlang des ersten Schlitzes 31 erstreckt. Der erste Magnet 41 weist eine Bogenform auf, die bei Betrachtung in der axialen Richtung radial nach innen vorsteht. Der erste Magnet 41 ist in den ersten Schlitz 31 eingepasst. Beide Seitenflächen in der radialen Richtung des ersten Magneten 41 sind in Kontakt mit beiden Seitenflächen in der radialen Richtung des ersten Schlitzes 31.

[0026] In der axialen Richtung betrachtet, sind beide Endabschnitte des ersten Magneten 41 so angeordnet, dass sie von beiden Endabschnitten des ersten Schlitzes 31 getrennt sind. Beide Endabschnitte des ersten Magneten 41 sind beide Endabschnitte des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung. Beide Endflächen des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung sind z.B. orthogonal zur ersten Erstreckungsrichtung. Ein erster Flussbarrierenabschnitt 51 ist auf den jeweiligen beiden Seiten des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung bereitgestellt. Der erste Flussbarrierenabschnitt 51 ist ein Abschnitt des ersten Schlitzes 31, in dem der erste Magnet 41 nicht angeordnet ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Flussbarrierenabschnitt 51 ein leerer Abschnitt. Obwohl nicht veranschaulicht, ist der erste Magnet 41 z.B. über den gesamten ersten Schlitz 31 in der axialen Richtung bereitgestellt.

[0027] Der zweite Magnet 42 ist in dem zweiten Schlitz 32 bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite Magnet 42 für jeden der zweiten Schlitze 32 bereitgestellt. Beispielsweise sind vier zweite Magnete 42 bereitgestellt. Der zweite Magnet 42 weist eine Bogenform auf, die sich bei Betrachtung in der axialen Richtung entlang des zweiten Schlitzes 32 erstreckt. Der zweite Magnet 42 weist eine Bogenform auf, die bei Betrachtung in der axialen Richtung radial nach innen vorsteht. Der zweite Magnet 42 ist in den zweiten Schlitz 32 eingepasst. Beide Seitenflächen in der radialen Richtung des zweiten Magneten 42 sind in Kontakt mit beiden Seitenflächen in der radialen Richtung des zweiten Schlitzes 32.

[0028] In der axialen Richtung betrachtet, sind beide Endabschnitte des zweiten Magneten 42 so angeordnet, dass sie von beiden Endabschnitten des zweiten Schlitzes 32 getrennt sind. Beide Endabschnitte des zweiten Magneten 42 sind beide Endabschnitte des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung. Beide Endflächen des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung sind z.B. orthogonal zu der zweiten Erstreckungs-

richtung. Ein zweiter Flussbarrierenabschnitt 52 ist auf den jeweiligen beiden Seiten des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung bereitgestellt. Der zweite Flussbarrierenabschnitt 52 ist ein Abschnitt des zweiten Schlitzes 32, in dem der zweite Magnet 42 nicht angeordnet ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite Flussbarrierenabschnitt 52 ein leerer Abschnitt. Die Abmessung des zweiten Flussbarrierenabschnitts 52 in der zweiten Erstreckungsrichtung ist kleiner als die Abmessung des ersten Flussbarrierenabschnitts 51 in der ersten Erstreckungsrichtung. Obwohl nicht veranschaulicht, ist der zweite Magnet 42 z.B. über den gesamten zweiten Schlitz 32 in der axialen Richtung bereitgestellt.

[0029] Der dritte Magnet 43 ist in dem dritten Schlitz 33 bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der dritte Magnet 43 für jeden dritten Schlitz 33 bereitgestellt. Beispielsweise sind vier dritte Magnete 43 bereitgestellt. Der dritte Magnet 43 weist eine Bogenform auf, die sich bei Betrachtung in der axialen Richtung entlang des dritten Schlitzes 33 erstreckt. Der dritte Magnet 43 weist eine Bogenform auf, die bei Betrachtung in der axialen Richtung radial nach innen vorsteht. Der dritte Magnet 43 ist in den dritten Schlitz 33 eingepasst. Beide Seitenflächen in der radialen Richtung des dritten Magneten 43 sind in Kontakt mit beiden Seitenflächen in der radialen Richtung des dritten Schlitzes 33.

[0030] Beide Endabschnitte des dritten Magneten 43 sind so angeordnet, dass sie von beiden Endabschnitten des dritten Schlitzes 33 getrennt sind. Beide Endabschnitte des dritten Magneten 43 sind beide Endabschnitte des dritten Magneten 43 in der dritten Erstreckungsrichtung. Beide Endflächen des dritten Magneten 43 in der dritten Erstreckungsrichtung sind z.B. orthogonal zu der dritten Erstreckungsrichtung. Ein dritter Flussbarrierenabschnitt 53 ist auf den jeweiligen beiden Seiten des dritten Magneten 43 in der dritten Erstreckungsrichtung bereitgestellt. Der dritte Flussbarrierenabschnitt 53 ist ein Abschnitt des dritten Schlitzes 33, in dem der dritte Magnet 43 nicht angeordnet ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der dritte Flussbarrierenabschnitt 53 ein leerer Abschnitt. Die Abmessung des dritten Flussbarrierenabschnitts 53 in der dritten Erstreckungsrichtung ist kleiner als die Abmessung des zweiten Flussbarrierenabschnitts 52 in der zweiten Erstreckungsrichtung. Obwohl nicht veranschaulicht, ist der dritte Magnet 43 z.B. über die gesamte Innenseite des dritten Schlitzes 33 in der axialen Richtung bereitgestellt.

[0031] Der Magnetpol des ersten Magneten 41, der Magnetpol des zweiten Magneten 42, und der Magnetpol des dritten Magneten 43 sind in der radialen Richtung angeordnet. Der erste Magnet 41 weist einen ersten Magneten 41a und einen ersten Magne-

ten 41b auf, deren Magnetpole so angeordnet sind, dass sie radial zueinander invertiert sind. Der erste Magnet 41a und der erste Magnet 41b sind abwechselnd in der Umfangsrichtung angeordnet. Der zweite Magnet 42 weist einen zweiten Magneten 42a und einen zweiten Magneten 42b auf, bei denen die Magnetpole so angeordnet sind, dass sie radial zueinander invertiert sind. Der zweite Magnet 42a und der zweite Magnet 42b sind abwechselnd in der Umfangsrichtung angeordnet. Der dritte Magnet 43 weist einen dritten Magneten 43a und einen dritten Magneten 43b auf, bei denen die Magnetpole so angeordnet sind, dass sie radial zueinander invertiert sind. Der dritte Magnet 43a und der dritte Magnet 43b sind abwechselnd in der Umfangsrichtung angeordnet.

[0032] Der erste Magnet 41a, der zweite Magnet 42a und der dritte Magnet 43a sind in jedem Schlitz desselben Satzes unter den Sätzen angeordnet, die jeweils den ersten Schlitz 31, den zweiten Schlitz 32 und den dritten Schlitz 33 aufweisen, die in der radialen Richtung in Abständen angeordnet sind. Folglich sind der erste Magnet 41a, der zweite Magnet 42a und der dritte Magnet 43a in der radialen Richtung in Abständen nebeneinander angeordnet.

[0033] Der erste Magnet 41b, der zweite Magnet 42b und der dritte Magnet 43b sind in jedem Schlitz desselben Satzes unter den Sätzen angeordnet, die jeweils den ersten Schlitz 31, den zweiten Schlitz 32 und den dritten Schlitz 33 aufweisen, die in der radialen Richtung in Abständen angeordnet sind. Folglich sind der erste Magnet 41b, der zweite Magnet 42b und der dritte Magnet 43b nebeneinander in der radialen Richtung in Abständen angeordnet.

[0034] Beispielsweise ist bei jedem von dem ersten Magneten 41a, dem zweiten Magneten 42a und dem dritten Magneten 43a der radial äußere Abschnitt der N-Pol und der radial innere Abschnitt der S-Pol. Beispielsweise ist bei jedem von dem ersten Magneten 41b, dem zweiten Magneten 42b und dem dritten Magneten 43b der radial äußere Abschnitt der S-Pol und der radial innere Abschnitt der N-Pol. In jedem von dem ersten Magneten 41a, dem zweiten Magneten 42a und dem dritten Magneten 43a kann der radial äußere Abschnitt der S-Pol sein, kann der radial innere Abschnitt der N-Pol sein, und in jedem von dem ersten Magneten 41b, dem zweiten Magneten 42b und dem dritten Magneten 43b kann der radial äußere Abschnitt der N-Pol sein, und der radial innere Abschnitt kann der S-Pol sein.

[0035] Hier wird bei Betrachtung in der axialen Richtung ein Punkt, an dem eine imaginäre Linie IL, die durch die Mittelachse J, den ersten Schlitz 31, den zweiten Schlitz 32 und den dritten Schlitz 33 verläuft, die Außenumfangsfläche des Rotorkerns 20 schneidet, als Referenzpunkt RP definiert. In der vorliegen-

den Ausführungsform verläuft die imaginäre Linie IL durch die Mittelachse J, die Umfangsmitte des ersten Schlitzes 31, die Umfangsmitte des zweiten Schlitzes 32 und die Umfangsmitte des dritten Schlitzes 33 bei Betrachtung in der axialen Richtung. Beispielsweise verläuft die imaginäre Linie IL auch durch die Umfangsmitte des ersten Magneten 41, die Umfangsmitte des zweiten Magneten 42 und die Umfangsmitte des dritten Magneten 43 bei Betrachtung in der axialen Richtung.

[0036] Wie in **Fig. 3** veranschaulicht, ist bei Betrachtung in der axialen Richtung ein erster Winkel θ_1 , der gebildet ist durch ein Liniensegment L1a, das den Referenzpunkt RP und den Endabschnitt des ersten Schlitzes 31 verbindet, und ein Liniensegment L1b, das den Referenzpunkt RP und den Endabschnitt des ersten Magneten 41 verbindet, größer als ein zweiter Winkel θ_2 , der gebildet ist durch ein Liniensegment L2a, das den Referenzpunkt RP und den Endabschnitt des zweiten Schlitzes 32 verbindet, und ein Liniensegment L2b, das den Referenzpunkt RP und den Endabschnitt des zweiten Magneten 42 verbindet. Bei Betrachtung in der axialen Richtung ist der zweite Winkel θ_2 größer als ein dritter Winkel θ_3 , der durch ein Liniensegment L3a, das den Referenzpunkt RP und den Endabschnitt des dritten Schlitzes 33 verbindet, und ein Liniensegment L3b, das den Referenzpunkt RP und den Endabschnitt des dritten Magneten 43 verbindet, gebildet ist. Das heißt, der erste Winkel θ_1 , der zweite Winkel θ_2 und der dritte Winkel θ_3 erfüllen eine Beziehung von $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$.

[0037] In **Fig. 3** verbindet das Liniensegment L1a den Referenzpunkt RP und einen Endabschnitt des radial äußeren Randes des ersten Schlitzes 31 in der ersten Erstreckungsrichtung bei Betrachtung in der axialen Richtung. In **Fig. 3** verbindet das Liniensegment L1b den Referenzpunkt RP und einen Endabschnitt des radial äußeren Randes des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung bei Betrachtung in der axialen Richtung. In **Fig. 3** verbindet das Liniensegment L2a den Referenzpunkt RP und einen Endabschnitt des radial äußeren Randes des zweiten Schlitzes 32 in der zweiten Erstreckungsrichtung bei Betrachtung in der axialen Richtung. In **Fig. 3** verbindet das Liniensegment L2b den Referenzpunkt RP und einen Endabschnitt des radial äußeren Randes des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung bei Betrachtung in der axialen Richtung. In **Fig. 3** verbindet das Liniensegment L3a den Referenzpunkt RP und einen Endabschnitt des radial äußeren Randes des dritten Schlitzes 33 in der dritten Erstreckungsrichtung bei Betrachtung in der axialen Richtung. In **Fig. 3** verbindet das Liniensegment L3b den Referenzpunkt RP und einen Endabschnitt des radial äußeren Randes des dritten Magneten 43 in der dritten Erstreckungsrichtung bei Betrachtung in der axialen Richtung. Das Liniensegment L1b, das Liniensegment L2b und das

Liniensegment L3b sind z.B. bei Betrachtung in der axialen Richtung auf derselben Geraden bereitgestellt.

[0038] In der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Winkel θ_1 größer als das Doppelte des dritten Winkels θ_3 und kleiner als das Dreifache des dritten Winkels θ_3 . In der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite Winkel θ_2 größer als das 1,5-fache des dritten Winkels θ_3 und kleiner als das 2,5-fache des dritten Winkels θ_3 .

[0039] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann das Drehmoment des Motors 1 verbessert werden, da der erste Winkel θ_1 , der zweite Winkel θ_2 und der dritte Winkel θ_3 die oben beschriebene Beziehung erfüllen. Die Einzelheiten werden im Folgenden beschrieben. Wenn der Magnet 40 nicht im Schlitz 30 angeordnet ist, wie durch einen Pfeil FB in **Fig. 4** angedeutet, fließt der im Rotorkern 20 fließende Magnetfluss leicht bogenförmig zwischen den mehreren Schlitten 30 entlang. Infolgedessen kann der magnetische Fluss leicht in den Rotorkern 20 entlang des Flusses des magnetischen Flusses zwischen dem Stator 3 und dem Rotor 10 fließen. Durch das Bereitstellen des Schlitzes 30 und das Leiten des Flusses des magnetischen Flusses in den Rotorkern 20 auf diese Weise kann selbst in einem Zustand, in dem der Magnet 40 nicht im Rotor 10 bereitgestellt ist, ein Drehmoment zum Drehen des Rotors 10 durch den vom Stator 3 abgestrahlten magnetischen Fluss erzeugt werden. In der folgenden Beschreibung wird das Drehmoment, das zwischen dem Rotorkern 20 und dem Stator 3 unabhängig von einem solchen Magneten 40 erzeugt wird, als Reluktanzdrehmoment bezeichnet.

[0040] Wenn der Magnet 40 in dem Schlitz 30 in Bezug auf den Rotorkern 20 angeordnet ist, der in der Lage ist, das Reluktanzdrehmoment wie oben beschrieben zu erzeugen, wird auch ein Drehmoment zum Drehen des Rotors 10 durch die Magnetkraft des Magneten 40 erzeugt. In der folgenden Beschreibung wird das Drehmoment, das im Rotor 10 durch die Magnetkraft des Magneten 40 erzeugt wird, als Magnetdrehmoment bezeichnet. In der vorliegenden Ausführungsform werden sowohl das Reluktanzdrehmoment als auch das Magnetdrehmoment im Rotor 10 erzeugt. Das Gesamtdrehmoment, das sich aus der Addition des Reluktanzdrehmoments und des Magnetdrehmoments ergibt, ist das Drehmoment des Motors 1.

[0041] Wenn dem Stator 3 keine Leistung zugeführt wird, fließt der vom Magneten 40 abgestrahlte magnetische Fluss in der radialen Richtung, wie durch einen Pfeil MB in **Fig. 4** angezeigt. Wenn dem Stator 3 Leistung zugeführt wird, wird im Rotorkern 20 ein Magnetfluss erzeugt, in dem ein durch einen Pfeil FB angezeigter Magnetfluss und ein durch einen Pfeil

MB in **Fig. 4** angezeigter Magnetfluss kombiniert werden.

[0042] Hier wird z.B. ein Fall betrachtet, in dem der Magnet im gesamten Schlitz 30 angeordnet ist. In diesem Fall kehrt der von den beiden Endabschnitten des Magneten abgestrahlte magnetische Fluss leicht zu den beiden Endabschnitten des Magneten durch den Rotorkern 20 zurück, ohne den Stator 3 zu erreichen. Daher kann der magnetische Fluss des Magneten nicht ausreichend genutzt werden, um das Drehmoment des Motors zu verbessern. Der Fluss des magnetischen Flusses in anderen Abschnitten kann durch den magnetischen Fluss, der zwischen den beiden Endabschnitten des Magneten und dem Rotorkern 20 zirkuliert, gestört werden. Infolgedessen kann das Drehmoment des Motors nicht ausreichend verbessert werden, selbst wenn der Magnet einfach in dem Schlitz 30 angeordnet ist.

[0043] Demgegenüber sind gemäß der vorliegenden Ausführungsform beide Endabschnitte jedes Magneten 40 so angeordnet, dass sie von beiden Endabschnitten jedes Schlitzes 30 getrennt sind. Daher werden Flussbarrierenabschnitte auf beiden Seiten jedes Magneten 40 bereitgestellt. Genauer gesagt sind die ersten Flussbarrierenabschnitte 51 auf beiden Seiten des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung bereitgestellt. Die zweiten Flussbarrierenabschnitte 52 sind auf beiden Seiten des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung bereitgestellt. Die dritten Flussbarrierenabschnitte 53 sind auf beiden Seiten des dritten Magneten 43 in der dritten Erstreckungsrichtung bereitgestellt. Somit wird der von beiden Endabschnitten jedes Magneten 40 abgestrahlte magnetische Fluss durch jeden Flussbarrierenabschnitt blockiert und daran gehindert, zu beiden Endabschnitten jedes Magneten 40 zurückzukehren. Daher kann der von den Magneten 40 abgestrahlte magnetische Fluss ausreichend genutzt werden, um das Drehmoment des Motors 1 zu verbessern. Da es möglich ist, die Erzeugung des magnetischen Flusses zu unterdrücken, der nur zwischen dem Magneten 40 und dem Rotorkern 20 zirkuliert, kann auch verhindert werden, dass der Fluss des magnetischen Flusses in anderen Abschnitten gestört wird.

[0044] Es gibt jedoch einen Fall, in dem es schwierig ist, den von dem Magneten 40 abgestrahlten magnetischen Fluss ausreichend zu nutzen, um das Magnetdrehmoment zu erzeugen, indem die Flussbarrierenabschnitte an beiden Seiten in der Erstreckungsrichtung jedes Magneten 40 angeordnet werden.

[0045] Demgegenüber ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform der erste Winkel θ_1 größer als der zweite Winkel θ_2 , und der zweite Winkel θ_2 ist größer als der dritte Winkel θ_3 . Daher ist, bei Betrachtung in

der axialen Richtung, der Endabschnitt des ersten Magneten 41, der in dem ersten Schlitz 31 bereitgestellt ist, leicht an einer Position angeordnet, die von der Außenumfangsfläche des Rotorkerns 20 in der Erstreckungsrichtung weiter entfernt ist als der Endabschnitt des zweiten Magneten 42, der in dem zweiten Schlitz 32 bereitgestellt ist. Bei Betrachtung in der axialen Richtung ist der in dem zweiten Schlitz 32 bereitgestellte Endabschnitt des zweiten Magneten 42 leicht an einer Position anzuordnen, die in der Erstreckungsrichtung weiter von der Außenumfangsfläche des Rotorkerns 20 entfernt ist als der Endabschnitt des dritten Magneten 43, der in dem dritten Schlitz 33 bereitgestellt ist. Infolgedessen wird, wie durch einen gestrichelten Linienpfeil IB in **Fig. 4** angezeigt, ein Fluss des magnetischen Flusses, der durch einen Endabschnitt des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung, einen Endabschnitt des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung und einen Endabschnitt des dritten Magneten 43 in der dritten Erstreckungsrichtung verläuft, leicht zu einem Fluss, der in der Erstreckungsrichtung vom dritten Magneten 43 zum ersten Magneten 41 verläuft. Daher wird der Fluss des magnetischen Flusses, der durch einen Endabschnitt des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung, einen Endabschnitt des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung und einen Endabschnitt des dritten Magneten 43 in der dritten Erstreckungsrichtung fließt, leicht in die Nähe des Flusses des magnetischen Flusses entlang der durch den Pfeil FB angegebenen Erstreckungsrichtung gebracht. Daher kann der Fluss des magnetischen Flusses, der von dem Magneten 40 abgestrahlt wird, leicht in die Nähe des Flusses des magnetischen Flusses gebracht werden, der ein Reluktanzdrehmoment erzeugt. Infolgedessen kann der vom Magneten 40 abgestrahlte magnetische Fluss in geeigneter Weise zwischen dem Rotor 10 und dem Stator 3 fließen und kann leicht zur Erzeugung eines Magnedrehmoments verwendet werden. Daher kann das Magnedrehmoment in geeigneter Weise verbessert werden. Daher kann das Drehmoment des Motors 1 in geeigneter Weise verbessert werden.

[0046] Beispielsweise in einem Fall, in dem der erste Winkel θ_1 , der zweite Winkel θ_2 und der dritte Winkel θ_3 eine Beziehung haben, die der in der vorliegenden Ausführungsform entgegengesetzt ist, d.h. eine Beziehung von $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$ erfüllt ist, ist der Endabschnitt des zweiten Magneten leicht an einer Position angeordnet, die von der Außenumfangsfläche des Rotorkerns in der Erstreckungsrichtung weiter entfernt ist als der Endabschnitt des ersten Magneten, und der Endabschnitt des dritten Magneten ist leicht an einer Position angeordnet, die von der Außenumfangsfläche des Rotorkerns in der Erstreckungsrichtung weiter entfernt ist als der Endabschnitt des zweiten Magneten. Daher nähert sich

der Fluss des magnetischen Flusses, der durch einen Endabschnitt des ersten Magneten in der ersten Erstreckungsrichtung, einen Endabschnitt des zweiten Magneten in der zweiten Erstreckungsrichtung und einen Endabschnitt des dritten Magneten in der dritten Erstreckungsrichtung verläuft, leicht dem Fluss des magnetischen Flusses, der durch den Pfeil MB in **Fig. 4** angezeigt wird. Infolgedessen unterscheidet sich der Fluss des vom Magneten abgestrahlten magnetischen Flusses leicht stark von dem Fluss des magnetischen Flusses, der das Reluktanzdrehmoment verursacht. Daher ist es schwierig, das Magnedrehmoment ausreichend zu verbessern, und das Drehmoment des Motors kann nicht ausreichend verbessert werden.

[0047] Wenn der Magnet z.B. im gesamten Schlitz bereitgestellt ist, befinden sich beide Endabschnitte in der Erstreckungsrichtung des Magneten am radial äußeren Rand des Rotorkerns. In diesem Fall werden beide Endabschnitte des Magneten in Erstreckungsrichtung aufgrund des Einflusses eines durch den Stator oder dergleichen erzeugten Magnetfeldes leicht entmagnetisiert. Daher wird, selbst wenn beide Endabschnitte des Magneten in Erstreckungsrichtung abgeschabt werden, um den Flussbarrierenabschnitt bereitzustellen, die Gesamtmenge des vom Magneten abgestrahlten magnetischen Flusses kaum beeinflusst. Somit wird, wie in der vorliegenden Ausführungsform, selbst wenn die Magnete 40 nicht in beiden Endabschnitten des Schlitzes 30 in der Erstreckungsrichtung bereitgestellt sind, die Gesamtmenge des von den Magneten 40 abgestrahlten magnetischen Flusses nicht reduziert. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann der Magnet 40 kleiner ausgeführt werden als in einem Fall, in dem der Magnet 40 im gesamten Schlitz 30 bereitgestellt ist. Daher können die Kosten für die Herstellung des Magneten 40 reduziert werden, und die Herstellungskosten des Rotors 10 und die Herstellungskosten des Motors 1 können reduziert werden.

[0048] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind beide Endabschnitte des ersten Schlitzes 31, beide Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 und beide Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 am radial äußeren Rand des Rotorkerns 20 angeordnet. Daher kann sich ein Abschnitt des Rotorkerns 20, der sich zwischen den mehreren Schlitzten 30 befindet, bogenförmig von einem Teil des radial äußeren Randes des Rotorkerns 20 zu einem anderen Teil des radial äußeren Randes des Rotorkerns 20 erstrecken. Folglich kann der zwischen dem Stator 3 und dem Rotor 10 fließende magnetische Fluss in geeigneter Weise zwischen den mehreren Schlitzten 30 im Rotorkern 20 entlangfließen. Daher kann das Reluktanzdrehmoment weiter verbessert werden. Daher kann das Drehmoment des Motors 1 weiter verbessert werden.

[0049] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind die radialen Positionen der beiden Endabschnitte des ersten Schlitzes 31, die radialen Positionen der beiden Endabschnitte des zweiten Schlitzes 32 und die radialen Positionen der beiden Endabschnitte des dritten Schlitzes 33 identisch. Daher kann der magnetische Fluss stabil zwischen den mehreren Schlitzten 30 im Rotorkern 20 fließen, verglichen mit dem Fall, dass die radialen Positionen der beiden Endabschnitte jedes Schlitzes 30 variieren. Infolgedessen kann das Reluktanzdrehmoment weiter verbessert werden. Dementsprechend kann das Drehmoment des Motors 1 weiter verbessert werden.

[0050] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind mehrere der ersten Schlitzte 31, mehrere der zweiten Schlitzte 32 und mehrere der dritten Schlitzte 33 entlang der Umfangsrichtung bereitgestellt. Der erste Magnet 41 ist für jeden der ersten Schlitzte 31 bereitgestellt. Der zweite Magnet 42 ist für jeden der zweiten Schlitzte 32 bereitgestellt. Der dritte Magnet 43 ist für jeden dritten Schlitz 33 bereitgestellt. Daher können das Reluktanzdrehmoment und das Magnetdrehmoment weiter verbessert werden. Infolgedessen kann das Drehmoment des Motors 1 weiter verbessert werden.

[0051] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind der erste Schlitz 31, der zweite Schlitz 32 und der dritte Schlitz 33 in gleichen Abständen in radialer Richtung nebeneinander angeordnet. Daher kann die Leichtigkeit des Flusses des magnetischen Fluxes zwischen dem ersten Schlitz 31 und dem zweiten Schlitz 32 im Rotorkern 20 und die Leichtigkeit des Fluxes des magnetischen Fluxes zwischen dem zweiten Schlitz 32 und dem dritten Schlitz 33 im Rotorkern 20 ungefähr gleich gemacht werden. Infolgedessen kann der magnetische Fluss in geeigneter Weise dazu gebracht werden, zwischen den mehreren Schlitzten 30 im Rotorkern 20 zu fließen, und das Reluktanzdrehmoment kann leichter verbessert werden. Dementsprechend kann das Drehmoment des Motors 1 weiter verbessert werden.

[0052] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Winkel θ_1 größer als das Doppelte des dritten Winkels θ_3 und kleiner als das Dreifache des dritten Winkels θ_3 . Indem der erste Winkel θ_1 größer als das Doppelte des dritten Winkels θ_3 ist, kann der erste Flussbarrierenabschnitt 51 in geeigneter Weise vergrößert werden, und der magnetische Fluss, der von beiden Endabschnitten des ersten Magneten 41 abgestrahlt wird, kann weiter daran gehindert werden, zu dem ersten Magneten 41 zurückzukehren, ohne durch den Stator 3 zu gehen. Infolgedessen kann das Magnetdrehmoment weiter verbessert werden. Indem der erste Winkel θ_1 kleiner als das Dreifache des dritten Winkels θ_3 gemacht wird, ist es möglich, die Abmessung des ersten Magneten 41 in der ersten Erstreckungsrichtung zu unterdrücken,

damit sie nicht zu klein wird. Dadurch kann verhindert werden, dass die Menge des vom ersten Magneten 41 abgestrahlten magnetischen Fluxes abnimmt, und eine Abnahme des Magnetdrehmoments kann unterdrückt werden. Wie oben beschrieben, kann das Drehmoment des Motors 1 in geeigneter Weise verbessert werden.

[0053] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite Winkel θ_2 größer als das 1,5-fache des dritten Winkels θ_3 und kleiner als das 2,5-fache des dritten Winkels θ_3 . Indem der zweite Winkel θ_2 größer als das 1,5-fache des dritten Winkels θ_3 ist, kann der zweite Flussbarrierenabschnitt 52 in geeigneter Weise vergrößert werden, und der von beiden Endabschnitten des zweiten Magneten 42 abgestrahlte Magnetfluss kann weiter daran gehindert werden, zum zweiten Magneten 42 zurückzukehren, ohne den Stator 3 zu passieren. Infolgedessen kann das Magnetdrehmoment weiter verbessert werden. Indem der zweite Winkel θ_2 kleiner als das 2,5-fache des dritten Winkels θ_3 gemacht wird, ist es möglich, die Abmessung des zweiten Magneten 42 in der zweiten Erstreckungsrichtung davon abzuhalten, zu klein zu werden. Dadurch kann verhindert werden, dass die Menge des vom zweiten Magneten 42 abgestrahlten magnetischen Fluxes abnimmt, und die Verringerung des Magnetdrehmoments kann unterdrückt werden. Wie oben beschrieben, kann das Drehmoment des Motors 1 in geeigneter Weise verbessert werden.

[0054] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der Magnet 40 ein Ferritmagnet. Daher ist es im Vergleich zu einem Fall, in dem der Magnet 40 ein Ferritmagnet ist, möglich, die Entmagnetisierung des Magneten 40 aufgrund des Einflusses der Temperatur zu unterdrücken. So kann das Drehmoment des Magneten in geeigneter Weise erhalten werden. Daher kann das Drehmoment des Motors 1 in geeigneter Weise verbessert werden.

[0055] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt, und andere Konfigurationen können im Rahmen der technischen Idee der vorliegenden Erfindung angenommen werden. Die mehreren Schlitzte können andere Schlitzte aufweisen, solange die Schlitzte mindestens einen ersten Schlitz, einen zweiten Schlitz und einen dritten Schlitz aufweisen. Die mehreren Schlitzte können einen oder mehrere andere Schlitzte aufweisen, die in der radialen Richtung in Abständen nebeneinander angeordnet sind, zusammen mit dem ersten, dem zweiten und dem dritten Schlitz. In diesem Fall können die anderen Schlitzte eine Bogenform aufweisen, die bei Betrachtung in der axialen Richtung radial nach innen konvex ist. Die mehreren Schlitzte können Schlitzte aufweisen, die bei Betrachtung in der axialen Richtung keine Bogenform haben. Die mehreren Schlitzte können Schlitzte aufweisen, in

denen kein Magnet angeordnet ist. Nur drei Schlitze von einem ersten Schlitz, einem zweiten Schlitz und einem dritten Schlitz können bereitgestellt sein.

[0056] Der Schlitz kann in der axialen Richtung auch nicht den Rotorkern durchdringen. Der Schlitz kann nur an einer der Endflächen auf beiden Seiten in der axialen Richtung des Rotorkerns geöffnet sein. Beide Endabschnitte des Schlitzes in der Erstreckungsrichtung können nicht am radial äußeren Rand des Rotorkerns bereitgestellt sein. Die Breite des ersten Schlitzes, die Breite des zweiten Schlitzes und die Breite des dritten Schlitzes können voneinander verschieden sein. Die Abmessung des ersten Schlitzes in der ersten Erstreckungsrichtung, die Abmessung des zweiten Schlitzes in der zweiten Erstreckungsrichtung und die Abmessung des dritten Schlitzes in der dritten Erstreckungsrichtung können die gleichen sein.

[0057] Die Flussbarrierenabschnitte, die in beiden Endabschnitten in der Erstreckungsrichtung des Schlitzes bereitgestellt sind, sind nicht besonders begrenzt, solange die Flussbarrierenabschnitte den Fluss des magnetischen Fluxes unterdrücken können. In der oben beschriebenen Ausführungsform ist der Flussbarrierenabschnitt ein leerer Abschnitt, aber der Flussbarrierenabschnitt kann durch Einbetten eines nicht-magnetischen Materials wie Harz-/Kunststoff in den leeren Abschnitt konfiguriert werden.

[0058] Die Art des Magneten ist nicht besonders begrenzt. Der Magnet kann ein Neodym-Magnet sein. Wenn der Schlitz wie oben beschrieben einen weiteren Schlitz aufweist, können die mehreren Magneten einen Magneten aufweisen, der in dem anderen Schlitz bereitgestellt ist. Der erste Winkel θ_1 , der zweite Winkel θ_2 und der dritte Winkel θ_3 sind nicht besonders begrenzt, solange eine Beziehung von $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ erfüllt ist. Wie oben beschrieben, kann, wenn ein anderer Schlitz, der in der radialen Richtung zusammen mit dem ersten Schlitz, dem zweiten Schlitz und dem dritten Schlitz angeordnet ist, bereitgestellt ist, die Positionsbeziehung zwischen beiden Endabschnitten des anderen Schlitzes und beiden Endabschnitten des Magneten, der in dem anderen Schlitz vorgesehen ist, gemäß der Beziehung zwischen dem ersten Winkel θ_1 , dem zweiten Winkel θ_2 und dem dritten Winkel θ_3 bestimmt werden.

[0059] Insbesondere können bei den mehreren in radialer Richtung angeordneten Schlitzten und dem in jedem Schlitz bereitgestellten Magneten der Schlitz und der radial innen liegende Magnet so konfiguriert sein, dass der Winkel, der gebildet ist durch das Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des Schlitzes verbindet, und das Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des Magneten verbindet, bei Betrach-

tung in der axialen Richtung größer ist. Beispielsweise, wenn der vierte Schlitz, der derart angeordnet ist, dass er radial einwärts von dem dritten Schlitz getrennt ist, und der vierte Magnet, der im vierten Schlitz angeordnet ist, bereitgestellt sind, kann der vierte Winkel, der durch das Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des vierten Schlitzes verbindet, und das Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des vierten Magneten verbindet, gebildet ist, bei Betrachtung in der axialen Richtung kleiner als der dritte Winkel sein. Z.B. kann in einem Fall, in dem der fünfte Schlitz, der radial außerhalb des ersten Schlitzes angeordnet ist, und der fünfte Magnet, der in dem fünften Schlitz angeordnet ist, bereitgestellt sind, der fünfte Winkel, der durch das Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des fünften Schlitzes verbindet, und das Liniensegment, das den Referenzpunkt und den Endabschnitt des fünften Magneten verbindet, gebildet ist, bei Betrachtung in der axialen Richtung größer als der erste Winkel sein.

[0060] Die Anwendung des Motors, auf den die vorliegende Erfindung angewendet wird, ist nicht besonders begrenzt. Der Motor kann z.B. an einem Fahrzeug oder einer anderen Vorrichtung als dem Fahrzeug montiert werden. Die oben in der vorliegenden Beschreibung beschriebenen Merkmale können in geeigneter Weise kombiniert werden, solange kein Konflikt entsteht.

Bezugszeichenliste

1	Motor
3	Stator
10	Rotor
20	Rotorkern
30	Schlitz
31	erster Schlitz
32	zweiter Schlitz
33	dritter Schlitz
40	Magnet
41	erster Magnet
42	zweiter Magnet
43	dritter Magnet
IL	imaginäre Linie
J	Mittelachse
L1a, L2a, L3a, L1b, L2b, L3b	Liniensegment
RP	Referenzpunkt
θ_1	erster Winkel

θ2

zweiter Winkel

θ3

dritter Winkel

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 2018153047 A [0003]

Patentansprüche

1. Rotor, der in einem Motor bereitgestellt ist und um eine Mittelachse drehbar ist, wobei der Rotor aufweist:

einen Rotorkern, der mehrere Schlitze aufweist, und mehrere Magnete, die in den mehreren Schlitten bereitgestellt sind,

wobei die mehreren Schlitze aufweisen:

einen bogenförmigen ersten Schlitz, der bei Betrachtung in einer axialen Richtung radial nach innen konvex ist,

einen bogenförmigen zweiten Schlitz, der bei Betrachtung in einer axialen Richtung so angeordnet ist, dass er von dem ersten Schlitz radial nach innen getrennt ist und radial nach innen konvex ist, und

einen bogenförmigen dritten Schlitz, der bei Betrachtung in einer axialen Richtung so angeordnet ist, dass er von dem zweiten Schlitz radial nach innen getrennt und radial nach innen konvex ist,

die mehreren Magnete aufweisen:

einen bogenförmigen ersten Magneten, der in dem ersten Schlitz bereitgestellt ist und sich bei Betrachtung in einer axialen Richtung entlang des ersten Schlitzes erstreckt,

einen bogenförmigen zweiten Magneten, der in dem zweiten Schlitz bereitgestellt ist und sich bei Betrachtung in einer axialen Richtung entlang des zweiten Schlitzes erstreckt, und

einen bogenförmigen dritten Magneten, der in dem dritten Schlitz bereitgestellt ist und sich bei Betrachtung in einer axialen Richtung entlang des dritten Schlitzes erstreckt,

beide Endabschnitte des ersten Magneten so angeordnet sind, dass sie von beiden Endabschnitten des ersten Schlitzes bei Betrachtung in einer axialen Richtung getrennt sind,

beide Endabschnitte des zweiten Magneten so angeordnet sind, dass sie von beiden Endabschnitten des zweiten Schlitzes bei Betrachtung in einer axialen Richtung getrennt sind,

beide Endabschnitte des dritten Magneten so angeordnet sind, dass sie von beiden Endabschnitten des dritten Schlitzes, bei Betrachtung in einer axialen Richtung, getrennt sind,

wobei, wenn ein Punkt, an dem eine imaginäre Linie, die durch die Mittelachse, den ersten Schlitz, den zweiten Schlitz und den dritten Schlitz verläuft, eine Außenumfangsfläche des Rotorkerns schneidet, in einer axialen Richtung betrachtet als Referenzpunkt festgelegt wird,

ein erster Winkel, der gebildet ist durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des ersten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des ersten Magneten verbindet, größer ist als ein zweiter Winkel, der gebildet ist durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und

einen Endabschnitt des zweiten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des zweiten Magneten verbindet, bei Betrachtung in einer axialen Richtung, und der zweite Winkel größer ist als ein dritter Winkel, der gebildet ist durch ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des dritten Schlitzes verbindet, und ein Liniensegment, das den Referenzpunkt und einen Endabschnitt des dritten Magneten verbindet, bei Betrachtung in einer axialen Richtung.

2. Rotor nach Anspruch 1, wobei die beiden Endabschnitte des ersten Schlitzes, die beiden Endabschnitte des zweiten Schlitzes und die beiden Endabschnitte des dritten Schlitzes in einem radial äußeren Rand des Rotorkerns angeordnet sind.

3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, wobei radiale Positionen der beiden Endabschnitte des ersten Schlitzes, radiale Positionen der beiden Endabschnitte des zweiten Schlitzes und radiale Positionen der beiden Endabschnitte des dritten Schlitzes einander gleich sind.

4. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mehrere der ersten Schlitze, mehrere der zweiten Schlitze und mehrere der dritten Schlitze entlang einer Umfangsrichtung bereitgestellt sind, der erste Magnet für jeden der ersten Schlitze bereitgestellt ist, der zweite Magnet für jeden der zweiten Schlitze bereitgestellt ist, und der dritte Magnet für jeden der dritten Schlitze bereitgestellt ist.

5. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der erste Schlitz, der zweite Schlitz und der dritte Schlitz in einer radialen Richtung in gleichen Abständen nebeneinander angeordnet sind.

6. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der erste Winkel größer als das Doppelte des dritten Winkels und kleiner als das Dreifache des dritten Winkels ist.

7. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der zweite Winkel größer als das 1,5-fache des dritten Winkels und kleiner als das 2,5-fache des dritten Winkels ist.

8. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Magnet ein Ferritmagnet ist.

9. Motor, aufweisend:
den Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und

einen Stator, der auf einer radial äußenen Seite des Rotors angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

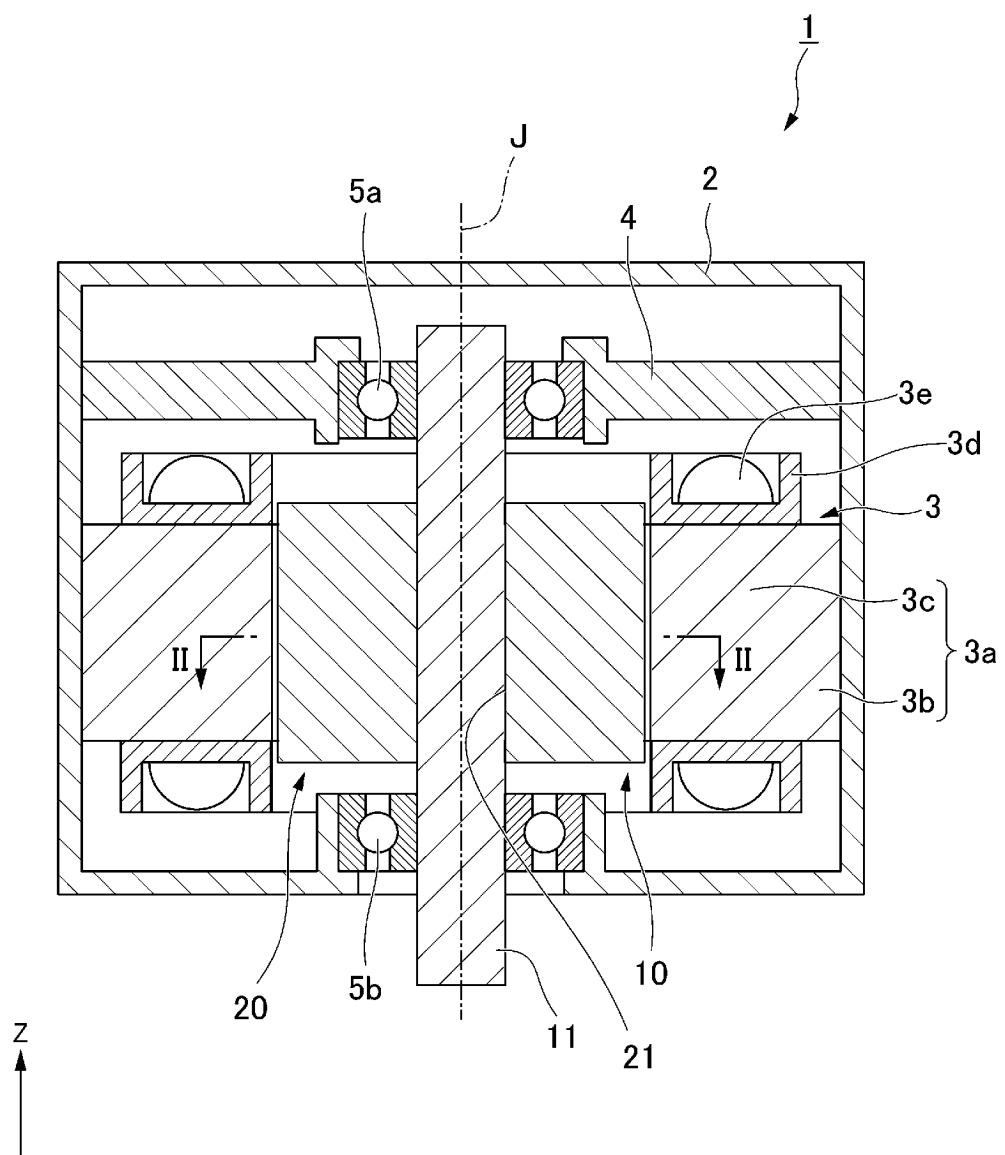


Fig. 2

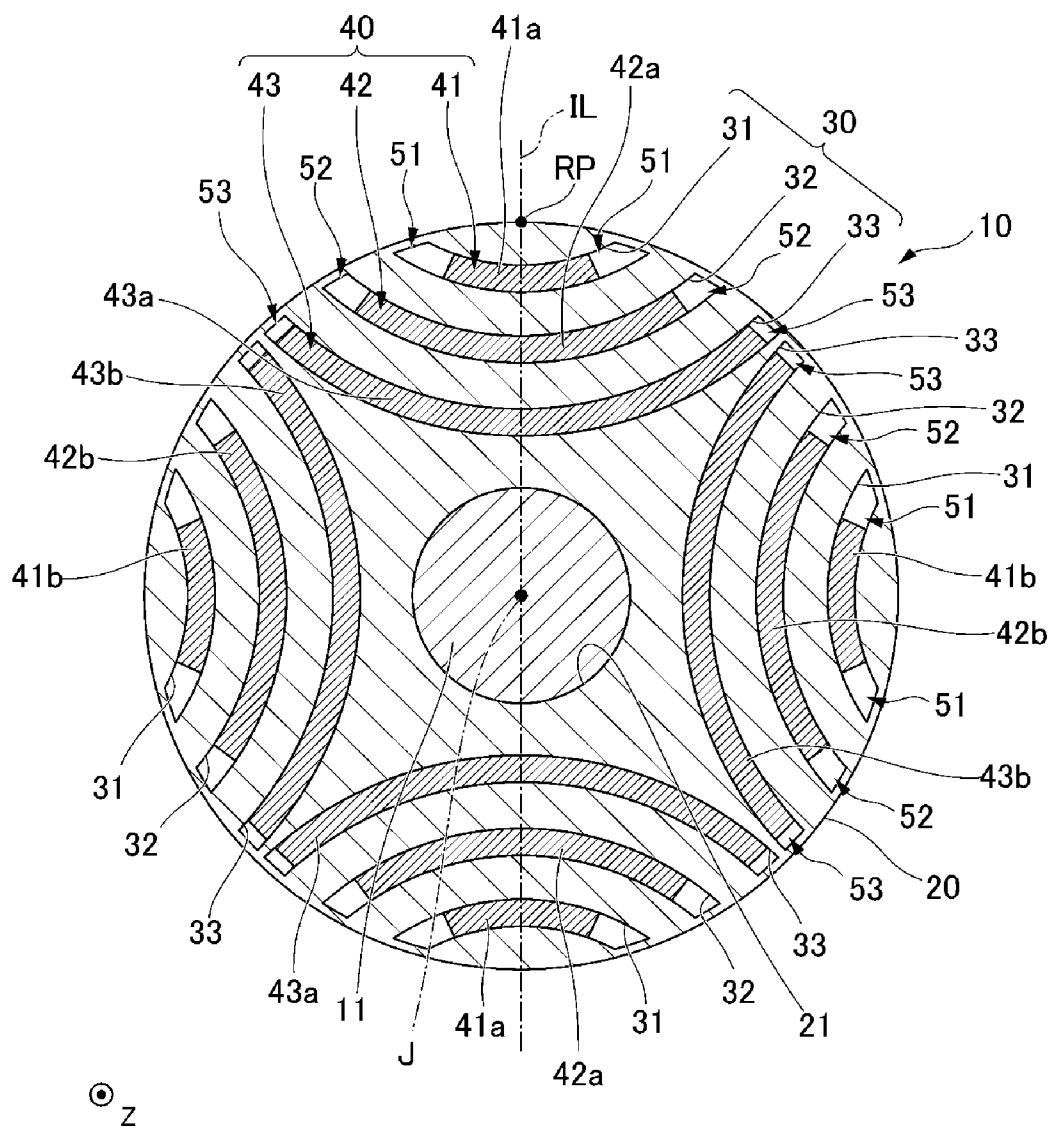


Fig. 3

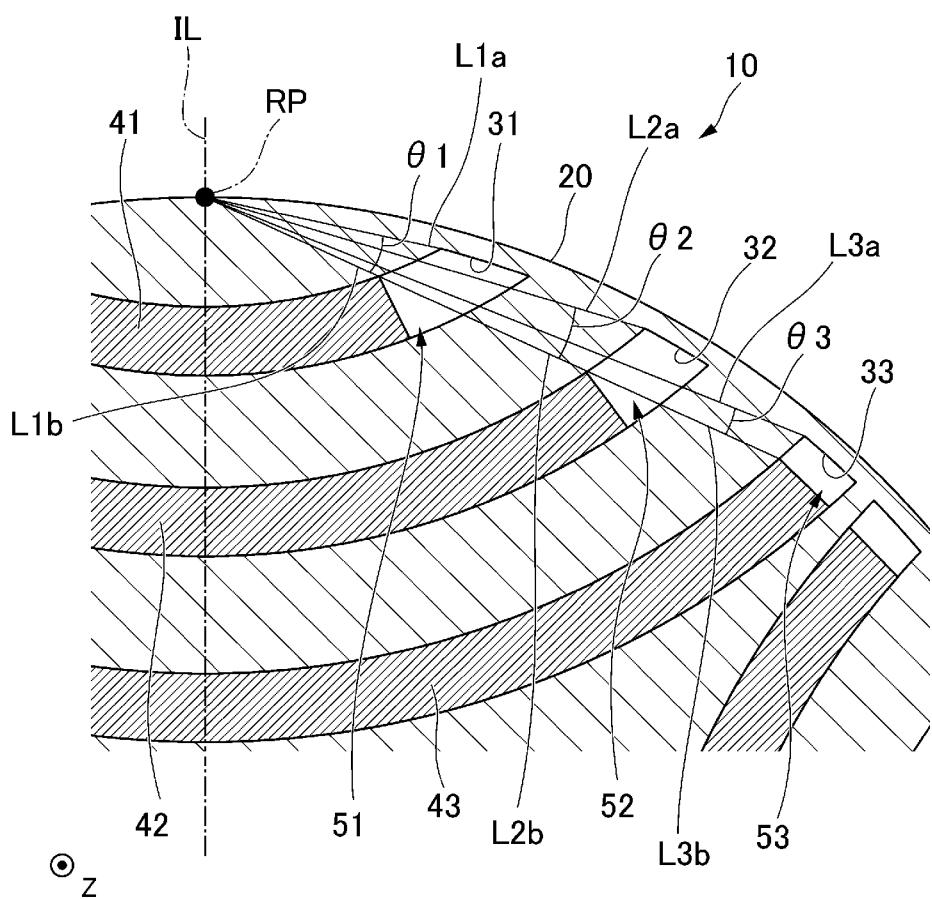


Fig. 4

