



(10) **DE 10 2012 021 048 A1** 2013.05.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 021 048.5**

(22) Anmeldetag: **26.10.2012**

(43) Offenlegungstag: **02.05.2013**

(51) Int Cl.: **H02K 1/27 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:

2011-239510	31.10.2011	JP
2011-239508	31.10.2011	JP
2011-239512	31.10.2011	JP
2011-239511	31.10.2011	JP
2011-239514	31.10.2011	JP
2011-241284	02.11.2011	JP

(71) Anmelder:

ASMO CO., LTD., Kosai-shi, Shizuoka-ken, JP

(74) Vertreter:

**Schatt IP Patent- und Rechtsanwaltskanzlei,
80331, München, DE**

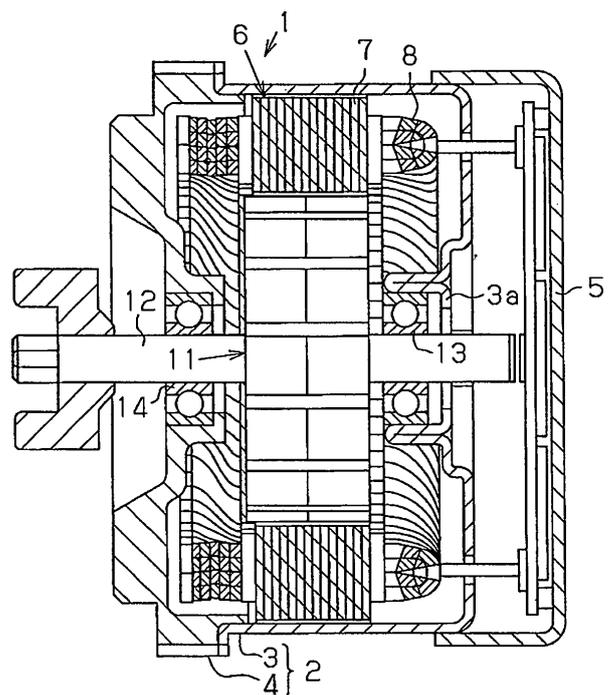
(72) Erfinder:

**Yamada, Yoji, Kosai-shi, Shizuoka-ken, JP;
Morita, Chie, Kosai-shi, Shizuoka-ken, JP;
Takemoto, Yoshiaki, Kosai-shi, Shizuoka-ken, JP;
Morisaki, Makoto, Kosai-shi, Shizuoka-ken, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Rotor und Motor**

(57) Zusammenfassung: Ein Rotor mit einer Axialrichtung enthält zumindest ein Rotorkernpaar, das in Axialrichtung angeordnet ist, und einen Feldmagneten, der zwischen den Rotorkernen und liegt und in Axialrichtung magnetisiert ist. Jeder der Rotorkerne enthält mehrere Klauenpole, die sich in Axialrichtung erstrecken. Jeder der Rotorkerne enthält einen Magnetflusssteuerabschnitt, der einen Magnetfluss angemessen verlässt, zu den Klauenpolen zu fließen.



Beschreibung

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

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

[0002] Eine Lundell-Rotorstruktur ist allgemein bekannt, die ein Permanentmagnetfeldsystem aufweist. Siehe zum Beispiel die Japanische Gebrauchsmuster-Offenlegungsschrift Nr. 5-43749. Der Rotor enthält mehrere Paare (z. B. zwei Paare) magnetische Polplatten und Permanentmagneten, die jeweils zwischen einem Paar der magnetischen Polplatten liegen. Jedes Paar von magnetischen Polplatten enthält einen Scheibenabschnitt und mehrere Flanschabschnitte, die in Umfangsrichtung des Rotors angeordnet sind, und die Paare von magnetischen Polplatten sind jeweils miteinander kombiniert. Benachbarte Flanschabschnitte des Permanentmagneten haben verschiedene Magnetpole. Die magnetischen Polplatten jedes Paares sind so angeordnet, dass die Scheibenabschnitte derselben Polaritäten miteinander in Kontakt sind. Im Fall von zwei Paaren magnetischer Polplatten zum Beispiel befinden sich zwei Scheibenabschnitte, die den Nordpolen entsprechen, an beiden Enden des Rotors in seiner Axialrichtung und zwei Scheibenabschnitte, die den Südpolen entsprechen, sind einander in Axialrichtung benachbart.

[0003] Ein Motor, der den oben beschriebenen Rotor enthält, ist für eine verbesserte Leistung (z. B., erhöhte Leistungskraft) erwünscht. Die Magnetflusssdichte des Flanschabschnitts wird jedoch durch die Position der magnetischen Polplatte beeinflusst. Somit muss beim Rotor eine Variation in der Magnetflusssdichte verringert werden.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Rotor und einen Motor bereitzustellen, die eine Variation in der Magnetflusssdichte verringern können.

[0005] Zum Lösen der vorangehenden Aufgabe und gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Rotor mit einer Axialrichtung vorgesehen. Der Rotor enthält zumindest ein Paar Rotorkerne, das in Axialrichtung angeordnet ist, und einen Feldmagneten, der zwischen den Rotorkernen angeordnet und in Axialrichtung magnetisiert ist. Jeder der Rotorkerne enthält mehrere Klauenpole, die sich in Axialrichtung erstrecken. Jeder der Rotorkerne enthält einen Magnetflussteuerabschnitt, der den Magnetfluss zweckdienlich veranlasst, zu den Klauenpolen zu strömen.

[0006] Die Merkmale der vorliegenden Erfindung, die als neuartig betrachtet werden, werden in den angefügten Ansprüchen detailliert dargelegt. Die Erfindung ist zusammen mit ihren Aufgaben und Vorteilen am besten durch Bezugnahme auf die folgende Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen zu verstehen, zusammen mit den beigefügten Zeichnungen. Es zeigen:

[0007] [Fig. 1](#) eine schematische Querschnittsansicht eines Motors gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0008] [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht eines in [Fig. 1](#) dargestellten Rotors;

[0009] [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) Rotorkerne, Zusatzmagnete und Wendepolmagnete des in [Fig. 2](#) dargestellten Rotors;

[0010] [Fig. 4](#) eine schematische Querschnittsansicht des in [Fig. 2](#) dargestellten Rotors;

[0011] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5F](#) Modifizierungen eines Klauenpols;

[0012] [Fig. 6](#) eine schematische perspektivische Ansicht eines Rotors gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0013] [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) Rotorkerne und Wendepolmagnete, die in [Fig. 6](#) dargestellt sind;

[0014] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) schematische perspektivische Ansichten der in [Fig. 6](#) dargestellten Rotorkerne;

[0015] [Fig. 9](#) eine schematische Querschnittsansicht des in [Fig. 6](#) dargestellten Rotors;

[0016] [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10D](#) Modifizierungen von Klauenpolen;

[0017] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) schematische perspektivische Ansichten eines Rotors gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) Rotorkerne und Wendepolmagnete, die in [Fig. 11A](#) dargestellt sind;

[0019] [Fig. 13](#) eine schematische Querschnittsansicht des in [Fig. 11](#) dargestellten Rotors;

[0020] [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) Modifizierungen eines Klauenpols;

[0021] [Fig. 15](#) eine schematische perspektivische Ansicht eines Rotors gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0022] [Fig. 16A](#) und [Fig. 16B](#) erklärende Diagramme von Rotorkernen, Zusatzmagneten und Wendepolmagneten, die in [Fig. 15](#) dargestellt sind;

[0023] [Fig. 17](#) eine Perspektivansicht eines Rotors gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0024] [Fig. 18](#) eine Querschnittsansicht des in [Fig. 17](#) dargestellten Rotors;

[0025] [Fig. 19A](#) eine Perspektivansicht, die Klauenpole von Rotorkernen an beiden Enden in seiner Axialrichtung zeigen;

[0026] [Fig. 19B](#) eine Perspektivansicht, die Klauenpole der Rotorkerne an der Seite eines Mittelpunkts in Axialrichtung zeigt;

[0027] [Fig. 20](#) eine Querschnittsansicht eines Motors gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0028] [Fig. 21A](#) eine Perspektivansicht eines in [Fig. 20](#) dargestellten Rotors, betrachtet von einem ersten Kernelement aus;

[0029] [Fig. 21B](#) eine Perspektivansicht des in [Fig. 20](#) dargestellten Rotors, betrachtet von einem zweiten Kernelement aus;

[0030] [Fig. 22](#) eine Querschnittsansicht des in [Fig. 20](#) dargestellten Rotors;

[0031] [Fig. 23](#) ein erklärendes schematisches Diagramm, das Größen des Rotors, eines Ankerkerns und eines Bodens eines Gehäuses, wie in [Fig. 20](#) dargestellt, zeigt;

[0032] [Fig. 24](#) eine Graphik, die ein Verhältnis zwischen einer Flussverkettungsmenge und einem Größenverhältnis $G2/G1$ einer Spaltbreite $G2$ zwischen einem Rotorkern und einem Gehäuse und einer radialen Spaltbreite $G1$ zwischen dem Rotorkern und einem Ankerkern zeigt;

[0033] [Fig. 25](#) eine Querschnittsansicht eines Rotors gemäß einer Modifizierung;

[0034] [Fig. 26](#) eine Querschnittsansicht eines Motors gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0035] [Fig. 27](#) eine Perspektivansicht eines in [Fig. 26](#) dargestellten Rotors;

[0036] [Fig. 28](#) eine Querschnittsansicht des in [Fig. 26](#) dargestellten Rotors;

[0037] [Fig. 29](#) eine Graphik, die ein Verhältnis zwischen einer Flussverkettungsmenge und einem Abweichungswinkel θ zwischen Rotorkernen zeigt, die in [Fig. 26](#) dargestellt sind;

[0038] [Fig. 30](#) eine Graphik, die ein Verhältnis zwischen einem Rastmoment und einem Abweichungswinkel θ zwischen den Rotorkernen zeigt, die in [Fig. 26](#) dargestellt sind;

[0039] [Fig. 31](#) eine Perspektivansicht eines Rotors gemäß einer Modifizierung; und

[0040] [Fig. 32](#) eine Graphik, die ein Verhältnis zwischen einer Flussverkettungsmenge und einem Abweichungswinkel θ zwischen Rotorkernen zeigt, die in [Fig. 31](#) dargestellt sind.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Erste Ausführungsform)

[0041] Es wird nun eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0042] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, enthält ein Motorgehäuse **2** eines Motors **1** einen zylindrischen Rahmen **3** mit einem geschlossenen Ende an der Rückseite (rechte Seite in [Fig. 1](#)), eine Öffnung an der vorderen Seite (linke Seite in [Fig. 1](#)) und einer Endplatte **4**, die die Öffnung des Rahmens **3** verschließt. Ein Kasten **5**, in dem ein Stromversorgungskreis wie ein Schaltungssubstrat aufgenommen ist, ist am hinteren Ende des Rahmens **3** montiert. Ein Stator **6** ist an einer inneren peripheren Fläche des Rahmens **3** befestigt. Der Stator **6** enthält einen Ankerkern **7**, der mehrere Zähne enthält, die sich radial nach innen erstrecken, und eine Segmentleiter-(SC-)Spule **8**, die um jeden der Zähne des Ankerkerns **7** gewickelt ist. Ein Rotor **11** enthält eine Drehwelle **12** und befindet sich radial im Inneren des Stators **6**. Die Drehwelle **12** ist aus einem nicht-magnetischen Metall gebildet und wird von Lagern **13** und **14** drehend gehalten, die sich am Boden **3a** des Rahmens **3** bzw. der Endplatte **4** befinden.

[0043] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, enthält der Rotor **11** erste bis vierte Rotorkerne **21** bis **24**, die entlang der Drehwelle **12** angeordnet sind.

[0044] Wie in [Fig. 3A](#) dargestellt, enthält der erste Rotorkern **21** eine scheibenförmige Kernbasis **21a**. Die Kernbasis **21a** ist an der Drehwelle **12** befestigt. Mehrere (fünf in dieser Ausführungsform) Klauenpole **21b**, die sich radial nach außen erstrecken, sind an

einer äußeren Peripherie der Kernbasis **21a** ausgebildet. Abstände zwischen den Klauenpolen **21b**, die in Umfangsrichtung des Rotors **11** benachbart sind, d. h., in Umfangsrichtung des Kernbasis **21a**, sind jeweils gleich.

[0045] Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist bei Betrachtung in Radialrichtung des Rotors **11** jeder der Klauenpole **21b** zu einer rechteckigen Form ausgebildet. Wie in **Fig. 3A** dargestellt, ist der Klauenpol **21b** bei Betrachtung in Axialrichtung des Rotors **11** im Wesentlichen in einer Bogenform ausgebildet. Die Breite (die Bogenlänge der äußeren Peripherie) L3 des Klauenpols **21b** in Umfangsrichtung ist kleiner als der Abstand L4 zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **21b**.

[0046] Wie in **Fig. 3B** dargestellt, ist ein zweiter Rotorkern **22** wie der erste Rotorkern **21** in einer Scheibenform ausgebildet und enthält eine Kernbasis **22a**, die an der Drehwelle **12** befestigt ist. Mehrere (fünf in dieser Ausführungsform) Klauenpole **22b**, die sich radial nach außen erstrecken, sind an einer äußeren Peripherie der Kernbasis **22a** ausgebildet. Die Abstände zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **22b** des Rotors **11**, d. h., in Umfangsrichtung der Kernbasis **22a**, sind jeweils gleich.

[0047] Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist jeder der Klauenpole **22b** wie die Klauenpole **21b** des ersten Rotorkerns **21** bei Betrachtung in Radialrichtung des Rotors **11** in rechteckiger Form ausgebildet. Wie in **Fig. 3B** dargestellt, ist der Klauenpol **22b** bei Betrachtung in Axialrichtung des Rotors **11** im Wesentlichen in einer Bogenform ausgebildet. Die Breite (die Bogenlänge der äußeren Peripherie) L5 des Klauenpols **22b** in Umfangsrichtung ist kleiner als der Abstand L6 zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **22b**.

[0048] Wie in **Fig. 4** dargestellt, befindet sich ein Ringmagnet **25** zwischen dem ersten Rotorkern **21** und dem zweiten Rotorkern **22** in Axialrichtung. Der Ringmagnet **25** der vorliegenden Ausführungsform ist in einer ringförmigen Form ausgebildet. Der Außendurchmesser $\phi 1$ des Ringmagneten **25** ist gleich den Außendurchmessern $\phi 2$ der Kernbasen **21a** und **22a** der ersten und zweiten Rotorkerne **21** und **22**. Die ersten und zweiten Rotorkerne **21** und **22** sind an der Drehwelle **12** so befestigt, dass die jeweiligen Klauenpole **21b** und **22b** abwechselnd in Umfangsrichtung des Rotors **11** angeordnet sind. Der Ringmagnet **25** ist zwischen den Kernbasen **21a** und **22a** der ersten und zweiten Rotorkerne **21** und **22** in Axialrichtung der Drehwelle **12** aufgenommen.

[0049] Der Ringmagnet **25** ist ein Permanentmagnet in Form einer flachen Platte mit ersten und zweiten Hauptflächen und der Ringmagnet **25** ist in eine Vor-

wärts- und Rückwärtsrichtung magnetisiert, d. h., in Axialrichtung der Drehwelle **12**. Eine erste Hauptfläche, z. B. eine Nordpolfläche, steht in engem Kontakt mit der Kernbasis **21a** des ersten Rotorkerns **21** und eine zweite Hauptfläche, z. B. eine Südpolfläche, steht in engem Kontakt mit der Kernbasis **22a** des zweiten Rotorkerns **22**. Daher fungiert gemäß dem Ringmagneten **25** jeder der Klauenpole **21b** des ersten Rotorkerns **21** als ein erster Magnetpol, z. B. ein Nordpol, und jeder der Klauenpole **22b** des zweiten Rotorkerns **22** fungiert als ein zweiter Magnetpol, z. B. ein Südpol.

[0050] Die Kernbasis **21a** des ersten Rotorkerns **21** enthält eine innere Endfläche, die mit der ersten Hauptfläche des Ringmagneten **25** in Kontakt steht, und eine äußere Endfläche (axiale äußere Endfläche), die der inneren Endfläche in Axialrichtung zugewandt ist. Die Kernbasis **22a** des zweiten Rotorkerns **22** enthält eine innere Endfläche, die mit der zweiten Hauptfläche des Ringmagneten **25** in Kontakt steht, und eine äußere Endfläche (axiale äußere Endfläche), die der inneren Endfläche in Axialrichtung zugewandt ist. Jeder der Klauenpole **21b** erstreckt sich von der axialen äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **21** zur axialen äußeren Endfläche des zweiten Rotorkerns **22**. Jeder der Klauenpole **22b** erstreckt sich von der axialen äußeren Endfläche des zweiten Rotorkerns **22** zur axialen äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **21**.

[0051] Wie in **Fig. 3B** dargestellt, sind erste rückseitige Zusatzmagnete **26** zwischen Rückflächen (radial inneren Flächen) der Klauenpole **21b** und der äußeren Umfangsfläche der Kernbasis **22a** angeordnet. Der erste rückseitige Zusatzmagnet **26** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in einer Bogenform ausgebildet. Eine äußere periphere Fläche jedes der ersten rückseitigen Zusatzmagnete **26** liegt gegen die Rückfläche (radial innere Fläche) des Klauenpols **21b** und eine innere Umfangsfläche des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** liegt gegen die äußere periphere Fläche der Kernbasis **22a**. Die Umfangsbreite des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** ist schmaler als die Umfangsbreite des Klauenpols **21b**. Eine Mittellinie des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26**, d. h., eine gerade Linie des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26**, die parallel zu einem axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verläuft und durch einen Umfangsmittelpunkt des rückseitigen Zusatzmagneten **26** geht, und eine Mittellinie des Klauenpols **21b**, d. h., eine gerade Linie des Klauenpols **21b**, die parallel zu einem axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verläuft und durch einen Umfangsmittelpunkt des Klauenpols **21b** geht, stimmen miteinander überein. Der erste rückseitige Zusatzmagnet **26** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** nahe der Rückfläche des Klauenpols **21b** als erster Magnetpol fungiert, z. B. als Nordpol,

der derselbe wie jener des Klauenpols **21b** ist, und ein Abschnitt des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** nahe der Kernbasis **22a** als zweiter Magnetpol fungiert, z. B. als Südpol, der derselbe wie jener der Kernbasis **22a** ist.

[0052] Wie in [Fig. 3A](#) dargestellt, befinden sich zweite rückseitige Zusatzmagnete **27** zwischen den Rückflächen (radial inneren Flächen) der Klauenpole **22b** und der äußeren Umfangsfläche der Kernbasis **21a**. Jeder der zweiten rückseitigen Zusatzmagnete **27** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in einer Bogenform ausgebildet. Eine äußere periphere Fläche jedes der zweiten rückseitigen Zusatzmagnete **27** liegt gegen die Rückfläche (radial innere Fläche) des Klauenpols **22b** und eine innere periphere Fläche des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27** liegt gegen die äußere periphere Fläche der Kernbasis **21a**. Die Umfangsbreite des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27** ist schmaler als die Umfangsbreite des Klauenpols **22b**. Eine Mittellinie des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27**, d. h., eine gerade Linie des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27**, die parallel zum axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verläuft und durch einen Umfangsmittelpunkt des rückseitigen Zusatzmagneten **27** geht, und eine Mittellinie des Klauenpols **22b**, d. h., eine gerade Linie des Klauenpols **22b** die parallel zum axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verläuft und durch einen Umfangsmittelpunkt des Klauenpols **22b** geht, stimmen miteinander überein. Der zweite rückseitige Zusatzmagnet **27** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27** nahe der Rückfläche des Klauenpols **22b** als zweiter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert, der derselbe wie jener des Klauenpols **22b** ist, und ein Abschnitt des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27** nahe der Kernbasis **21a** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert, der derselbe wie jener der Kernbasis **21a** ist.

[0053] Wie in [Fig. 4](#) dargestellt, erstreckt sich der erste rückseitige Zusatzmagnet **26** in Axialrichtung von einer inneren Endfläche (axial inneren Endfläche) des ersten Rotorkerns **21** (Kernbasis **21a**) zu einer äußeren Endfläche des zweiten Rotorkerns **22** (Kernbasis **22a**). Der zweite rückseitige Zusatzmagnet **27** erstreckt sich in Axialrichtung von einer inneren Endfläche des zweiten Rotorkerns **22** (Kernbasis **22a**) zu einer äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **21** (Kernbasis **21a**).

[0054] Wie in [Fig. 4](#) dargestellt, sind der erste Rotorkern **21** und der vierte Rotorkern **24**, die sich an beiden axialen Enden der Drehwelle **12** befinden, in denselben Formen ausgebildet. Der zweite Rotorkern **22** und der dritte Rotorkern **23**, die sich zwischen dem ersten Rotorkern **21** und dem vierten Rotorkern **24** befinden, sind in denselben Formen ausgebildet.

[0055] Ein Ringmagnet **28** befindet sich zwischen dem dritten Rotorkern **23** und dem vierten Rotorkern **24**. Der Ringmagnet **28** ist ein Permanentmagnet in Form einer flachen Platte, die in derselben Form wie jene des Ringmagneten **25** ausgebildet ist. Der Ringmagnet **28** hat dritte und vierte Hauptflächen und ist wie der Ringmagnet **25** magnetisiert.

[0056] Eine vierte Hauptfläche, z. B. eine Nordpolfläche, steht mit einer Kernbasis **24a** des vierten Rotorkerns **24** in engem Kontakt und eine dritte Hauptfläche (z. B. Südpolfläche) steht mit einer Kernbasis **23a** des dritten Rotorkerns **23** in engem Kontakt. Daher fungiert gemäß dem Ringmagneten **28** ein Klauenpol **24b** des vierten Rotorkerns **24** als vierter Magnetpol, z. B. als Nordpol, und ein Klauenpol **23b** des dritten Rotorkerns **23** fungiert als dritter Magnetpol, z. B. als Südpol.

[0057] Ein dritter rückseitiger Zusatzmagnet **29** befindet sich zwischen Rückflächen (radial inneren Flächen) der Klauenpole **23b** des dritten Rotorkerns **23** und der äußeren Umfangsfläche der Kernbasis **24a**. Der dritte rückseitige Zusatzmagnet **29** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in einer Bogenform ausgebildet. Ein Paar von Umfangsseitenflächen des dritten rückseitigen Zusatzmagneten **29**, d. h., eine innere periphere Fläche und eine äußere periphere Fläche des dritten rückseitigen Zusatzmagneten **29**, befindet sich auf denselben Ebenen wie eine innere periphere Fläche und eine äußere periphere Fläche des entsprechenden Klauenpols **23b**. Der dritte rückseitige Zusatzmagnet **29** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des dritten rückseitigen Zusatzmagneten **29** nahe der Rückfläche des Klauenpols **23b** als dritter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert, der derselbe wie jener des Klauenpols **23b** ist, und ein Abschnitt des dritten rückseitigen Zusatzmagneten **29** nahe der Kernbasis **24a** als vierter Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert, der derselbe wie jener der Kernbasis **24a** ist.

[0058] Ein vierter rückseitiger Zusatzmagnet **30** befindet sich zwischen Rückflächen (radial inneren Flächen) der Klauenpole **24b** und der äußeren peripheren Fläche der Kernbasis **23a**. Der vierte rückseitige Zusatzmagnet **30** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in einer Bogenform ausgebildet. Eine periphere Fläche und eine äußere periphere Fläche des vierten rückseitigen Zusatzmagneten **30** befinden sich auf denselben Ebenen wie eine innere periphere Fläche und eine äußere periphere Fläche des entsprechenden Klauenpols **24b**. Der vierte rückseitige Zusatzmagnet **30** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des vierten rückseitigen Zusatzmagneten **30** nahe der Rückfläche des Klauenpols **24b** als vierter Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert, der derselbe wie jener des Klauenpols **24b** ist, und ein Abschnitt des vierten rückseitigen Zusatzmagneten **30** nahe der Kernbasis **23a** als dritter Magnet-

pol, z. B. als Südpol, fungiert, der derselbe wie jener der Kernbasis **23a** ist.

[0059] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, sind die ersten und vierten Rotorkerne **21** und **24** auf der Drehwelle **12** so montiert, dass die Klauenpole **21b** und **24b** in Axialrichtung der Drehwelle **12** angeordnet sind. Die ersten und vierten Rotorkerne **21** und **24** sind so angeordnet, dass sich die Klauenpole **21b** und **24b** in einander entgegen gesetzte Richtungen erstrecken. Daher liegen ein distales Ende des Klauenpols **21b** des ersten Rotorkerns **21** und ein distales Ende des Klauenpols **24b** des vierten Rotorkerns **24** aneinander.

[0060] Ebenso sind der zweite Rotorkern **22** und der dritte Rotorkern **23** an der Drehwelle **12** so montiert, dass die Klauenpole **22b** und **23b** in Axialrichtung der Drehwelle **12** angeordnet sind. Der zweite Rotorkern **22** und der dritte Rotorkern **23** sind so angeordnet, dass sich die Klauenpole **22b** und **23b** in einander entgegen gesetzte Richtungen erstrecken. Daher liegen ein proximales Ende des Klauenpols **22b** des zweiten Rotorkerns **22** und ein proximales Ende des Klauenpols **23b** des dritten Rotorkerns **23** aneinander.

[0061] Wie in [Fig. 3A](#) dargestellt, sind Wendepolmagnete **31** zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **21b** und **22b** angeordnet. Jeder der Wendepolmagnete **31** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in einer rechteckigen Form ausgebildet. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, ist der Wendepolmagnet **31** bei Betrachtung in Radialrichtung der Drehwelle **12** in einer rechteckigen Form ausgebildet. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, erstreckt sich der Wendepolmagnet **31** in Axialrichtung der Drehwelle **12**. Die Axiallänge jedes der Wendepolmagnete **31** ist gleich dem Abstand von zwei Endflächen der Drehwelle **12**, die in Axialrichtung der Drehwelle **12** frei liegen, d. h., von einer axialen äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **21** zu einer axialen äußeren Endfläche des vierten Rotorkerns **24**.

[0062] Wie in [Fig. 3A](#) dargestellt, ist jeder der Wendepolmagnete **31** so angeordnet, dass eine Ebene des Wendepolmagneten **31**, die durch seinen Umfangsmittelpunkt geht, bei Betrachtung in Axialrichtung einen Winkel in Bezug auf eine Radialrichtung des Rotors **11** hat. Das heißt, Umfangsendflächen der Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne **21** bis **24** sind so ausgebildet, dass die Wendepolmagnete **31**, die sich zwischen den benachbarten Klauenpolen befinden, Winkel in Bezug auf die Radialrichtungen der Rotorkerne **21** bis **24** haben. Wie zum Beispiel in [Fig. 3A](#) dargestellt, ist jeder der Klauenpole **21b** so ausgebildet, dass ein Schnittpunkt O1 zwischen Liniensegmenten (dargestellt durch Linien aus abwechselnd langen und kurzen Strichen), die durch die Umfangsmittelpunkte der zwei in Umfangsrichtung be-

nachbarten Wendepolmagnete **31** gehen, radial außerhalb eines Drehmittelpunkts O des Rotors **11** liegt, d. h., einem axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12**, und sich an einer Position näher zum Klauenpol **21b** befindet. Der Schnittpunkt O1 liegt auf einer Linie, die einen Umfangsmittelpunkt des Klauenpols **21b** mit dem axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verbindet. Das heißt, der Winkel beider Umfangsseitenflächen des Klauenpols **21b** ist so eingestellt, dass zwei Wendepolmagnete **31**, die dem Klauenpol **21b** in Umfangsrichtung benachbart sind, in Bezug auf eine Umfangsmittellinie des Klauenpols **21b** symmetrisch sind.

[0063] Wie in [Fig. 3B](#) dargestellt, ist jeder der Klauenpole **22b** so ausgebildet, dass ein Schnittpunkt O2 von Liniensegmenten (dargestellt durch Linien aus abwechselnd langen und kurzen Strichen), die durch Umfangsmittelpunkte der zwei in Umfangsrichtung benachbarten Wendepolmagnete **31** gehen, radial außerhalb des Drehmittelpunkts O des Rotors **11**, d. h., des axialen Mittelpunkts der Drehwelle **12** liegt und sich an einer Position befindet, die vom Klauenpol **22b** getrennt ist. Der Schnittpunkt O2 liegt auf einer Linie, die einen Umfangsmittelpunkt des Klauenpols **22b** und einen axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verbindet. Das heißt, der Winkel der Umfangsseitenflächen des Klauenpols **22b** ist so eingestellt, dass zwei Wendepolmagnete **31**, die dem Klauenpol **22b** in Umfangsrichtung benachbart sind, in Bezug auf die Umfangsmittellinie des Klauenpols **22b** symmetrisch sind.

[0064] Daher ist die Umfangsbreite eines proximalen Endes des Klauenpols **21b** (siehe [Fig. 3A](#)) schmaler als die Umfangsbreite eines proximalen Endes des Klauenpols **22b** (siehe [Fig. 3B](#)). Insbesondere sind die Breiten der proximalen Enden, wenn die Klauenpole dieselben Formen haben, als Referenzbreite L0 definiert. Die Breite L1 des proximalen Endes des Klauenpols **21b** ist um ΔL kleiner als die Referenzbreite L0 und die Breite L2 des proximalen Endes des Klauenpols **22b** ist um ΔL größer als die Referenzbreite L0.

[0065] Jeder der Wendepolmagnete **31** ist so magnetisiert, dass seine Oberflächen, die dem Klauenpol in Umfangsrichtung benachbart sind, dieselben Polaritäten wie die benachbarten Klauenpole haben. Zum Beispiel ist jeder der Wendepolmagnete **31** in eine Richtung magnetisiert, die durch eine Ebene geht, die den axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** in rechten Winkeln schneidet und Umfangsmittelpunkte der Wendepolmagnete auf der Ebene in rechten Winkeln schneidet. Das heißt, der Wendepolmagnet **31** ist so magnetisiert, dass seine Oberfläche, die mit dem Klauenpol **21b** in Kontakt steht, als Nordpol fungiert, und eine Oberfläche des Wendepolmagneten **31**, die mit dem Klauenpol **22b** in Kontakt steht, als Südpol fungiert.

[0066] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, sind mehrere (zwei in der vorliegenden Ausführungsform) Zusatzrillen **21h** bis **24h** in einem distalen Ende jedes der Klauenpole **21b** und **24b** ausgebildet sind. Wie in [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) dargestellt, öffnet sich jede der Zusatzrillen **21h** bis **24h** radial nach außen und nach innen in die Klauenpole **21b** bis **24b**. Das heißt, die Zusatzrillen **21h** bis **24h** erstrecken sich zwischen der äußeren peripheren Fläche und der inneren peripheren Fläche des Rotorkerns **21** in Radialrichtung des Rotors **11**. Der dritte Rotorkern **23** hat dieselbe Form wie der zweite Rotorkern **22** und der vierte Rotorkern **24** hat dieselbe Form wie der erste Rotorkern **21**. Daher sind in [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) Symbole von Elementen des dritten Rotorkerns **23** und des vierten Rotorkerns **24** in Klammern dargestellt. In der ersten Ausführungsform sind die Zusatzrillen **21h** bis **24h** Magnetflussbegrenzungsabschnitte als Magnetflusssteuerabschnitte.

[0067] Wie in [Fig. 3B](#) dargestellt, sind die zwei Zusatzrillen **21h**, die in den distalen Enden des Klauenpols **21b** ausgebildet sind, an Positionen ausgebildet, die bei Betrachtung in Axialrichtung des Rotors **11** in Bezug auf eine Umfangsmittellinie des Klauenpols **21b** symmetrisch sind. Ebenso sind die zwei Zusatzrillen **22h** bis **24h**, die in distalen Enden jedes der Klauenpole **22b** bis **24b** ausgebildet sind, an Positionen ausgebildet, die in Bezug auf Umfangsmittellinien der Klauenpole **22b** bis **24b** symmetrisch sind.

[0068] Als nächstes wird die Wirkungsweise des Motor **1** beschrieben.

[0069] Wenn in dem Motor **1** der Segmentleiter-(SC-)Spule **8** durch den Stromversorgungskreis im Kasten **5** Strom zugeführt wird, wird ein Magnetfeld zum Drehen des Rotors **11** im Stator **6** erzeugt und der Rotor **11** wird gedreht.

[0070] Im Rotor **11** lässt der Ringmagnet **25** den Klauenpol **21b** als ersten Magnetpol fungieren und lässt den Klauenpol **22b** als zweiten Magnetpol fungieren. Umfangsflächen der Wendepolmagnete **31** sind zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **21b** angeordnet und die Klauenpole **22b** sind so magnetisiert, dass die Umfangsflächen dieselben Polaritäten wie die benachbarten Klauenpole haben. Daher verhindert jeder der Wendepolmagnete **31**, dass ein direkter Magnetfluss entsteht, der vom Klauenpol **21b** zum Klauenpol **22b** strömt. Infolgedessen wird ein direkter Magnetflussausstritt zwischen dem Klauenpol **21b** und dem Klauenpol **22b** verringert.

[0071] Radialflächen des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26**, der sich zwischen der inneren Endfläche des Klauenpols **21b** und der Kernbasis **22a** befindet, sind so magnetisiert, dass die Radialflächen dieselben Polaritäten haben wie der Klauenpol. Da-

her verhindert der erste rückseitige Zusatzmagnet **26**, dass sich ein direkter Magnetfluss bildet, der sich vom Klauenpol **21b** zur Kernbasis **22a** bewegt. Infolgedessen ist ein direkter Magnetflussausstritt zwischen dem Klauenpol **21b** und der Kernbasis **22a** verringert.

[0072] Ebenso sind die Radialflächen des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27**, der sich zwischen der inneren Endfläche des Klauenpols **22b** und der Kernbasis **21a** befindet, so magnetisiert, dass die Radialflächen dieselben Polaritäten wie der Klauenpol haben. Daher verhindert der zweite rückseitige Zusatzmagnet **27**, dass sich ein direkter Magnetfluss bildet der sich vom Klauenpol **22b** zur Kernbasis **21a** bewegt. Infolgedessen ist ein direkter Magnetflussausstritt zwischen dem Klauenpol **22b** und der Kernbasis **21a** verringert.

[0073] Ein Nordpol des magnetisierten Wendepolmagneten **31** kommt mit dem Klauenpol **21b** in Kontakt, der dieselbe Polarität aufweist, und ein Südpol des Wendepolmagneten **31** kommt mit dem Klauenpol **22b** in Kontakt. Ebenso kommt ein Nordpol des magnetisierten ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** mit dem Klauenpol **21b** in Kontakt, der dieselbe Polarität aufweist, und ein Südpol des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** kommt mit der Kernbasis **22a**, die dieselbe Polarität aufweist, in Kontakt. Daher enthält der Magnetfluss, der zwischen dem Klauenpol **21b** und dem Stator **6** erzeugt wird, einen Magnetfluss, der durch den Ringmagneten **25** verursacht wird, einen Magnetfluss, der durch den ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** verursacht wird, und einen Magnetfluss, der durch den Wendepolmagneten **31** verursacht wird. Auf diese Weise wird die Menge des Magnetflusses, der sich vom Rotor **11** zum Stator **6** bewegt, stärker erhöht als die Menge des Magnetflusses, die nur durch den Ringmagneten **25** verursacht wird.

[0074] Wie in [Fig. 4](#) dargestellt, sind die ersten bis vierten Rotorkerne **21** bis **24** in Axialrichtung (vertikale Richtung in [Fig. 4](#)) der Drehwelle **12** angeordnet. Der Ringmagnet **25** befindet sich zwischen dem ersten Rotorkern **21** und dem zweiten Rotorkern **22** und der Ringmagnet **28** befindet sich zwischen dem dritten Rotorkern **23** und dem vierten Rotorkern **24**.

[0075] Ein Hauptmagnetfluss des Rotors **11** bewegt sich vom Ringmagneten **25** zum Stator **6**, der in [Fig. 1](#) dargestellt ist, durch die Kernbasis **21a** und den Klauenpol **21b** des ersten Rotorkerns **21**. Der Großteil des Hauptmagnetflusses bewegt sich von einem axialen proximalen Endabschnitt des Klauenpols **21b** (obere Seite in [Fig. 4](#)) zum Stator **6**. Daher wird eine Differenz zwischen der Magnetflussdichte des axialen proximalen Endabschnitts und der Magnetflussdichte des axialen distalen Endabschnitts jedes der Klauenpole **21b** erzeugt. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, ist je-

der der Klauenpole **21b** bei Betrachtung in Radialrichtung in einer rechteckigen Form ausgebildet. Daher wird eine Variation in einer Verteilung der Magnetflussdichte im Klauenpol **21b** erzeugt, wo keine Zusatzrille **21h** ausgebildet ist. Zum Beispiel ist in einem Klauenpol die Magnetflussdichte im Wesentlichen in Umfangsrichtung gleichförmig, aber in einem anderen Klauenpol wird die Magnetflussdichte in einem zentralen Umfangsabschnitt höher als die Magnetflussdichten an beiden Umfangsenden.

[0076] Die zwei Zusatzrillen **21h** sind in den distalen Enden des Klauenpols **21b** der vorliegenden Ausführungsform ausgebildet. Daher konzentrieren sich Hauptmagnetflüsse, die sich zum Stator **6** bewegen, auf einen Abschnitt des Klauenpols **21b**, wo keine Zusatzrille **21h** ausgebildet ist. Das heißt, die Zusatzrille **21h** begrenzen Stellen, an welchen sich Magnetflüsse von der äußeren Umfangsfläche des Klauenpols **21b** zum Stator **6** bewegen. Die Zusatzrillen **21h** sind an denselben Positionen der Klauenpole **21b** ausgebildet. Daher werden Magnetflüsse ausgebildet, die sich aus den relativ selben Positionen der Klauenpole **21b** zum Stator **6** bewegen. Durch derartiges Eingrenzen der Stellen der Magnetflüsse, werden Abschnitte der Klauenpole **21b**, wo die Magnetflüsse dicht sind, dieselben, d. h., die Magnetflussdichtenverteilung in den Klauenpolen **21b** wird gleichförmig.

[0077] Obwohl der Klauenpol **21b** des ersten Rotorkerns **21** zuvor beschrieben wurde, haben die Klauenpole **22b** bis **24b** der zweiten bis vierten Rotorkerne **22** bis **24** ebenso dieselben Gestaltungen. Das heißt, die Zusatzrillen **22h** bis **24h**, die in distalen Enden der Klauenpole **22b** bis **24b** ausgebildet sind, begrenzen die Stellen der äußeren Umfangsflächen der Klauenpole **22b** bis **24b**, wo Magnetflüsse erzeugt werden. Gemäß dieser Ausgestaltung wird eine Variation in Magnetflussdichtenverteilungen in den Klauenpolen **22b** bis **24b**, die in den Rotorkernen **22** bis **24** ausgebildet sind, verringert. Ferner sind die Zusatzrille **21h** des Klauenpols **21b** und die Zusatzrille **24h** des Klauenpols **24b** in Axialrichtung ausgebildet. Daher wird eine Variation in der Magnetflussdichtenverteilung im Klauenpol **21b** und Klauenpol **24b** verringert. Ebenso verringern die Zusatzrille **22h** des Klauenpols **22b** und die Zusatzrille **23h** des Klauenpols **23b** Variationen in den Magnetflussdichtenverteilungen im Klauenpol **22b** bzw. im Klauenpol **23b**.

[0078] Wie in [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) dargestellt, ist die Umfangsbreite L1 des proximalen Endes des Klauenpols **21b** um ΔL schmaler als die Referenzbreite L0, wenn die Formen der Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne **21** bis **24** dieselben sind, und die Umfangsbreite L2 des proximalen Endes des Klauenpols **22b** ist um ΔL größer als die Referenzbreite L0. Daher weichen die Schnittpunkte O1 und O2 der Liniensegmente, die durch den Umfangsmittelpunkt jedes der Wendepolmagnete **31** gehen, die zwischen einem in

Umfangsrichtung benachbarten Paar aus dem Klauenpol **21b** und dem Klauenpol **22b** angeordnet sind, von einem Schnittpunkt der Umfangsmittellinien der Klauenpole **21b** und **22b** ab, d. h., vom Drehmittelpunkt O des Rotors **11**. Wenn der Rotor **11** dreht, wird daher jeder der Wendepolmagnete **31** durch eine Zentrifugalkraft gegen eine Umfangsseitenfläche des Klauenpols **21b** gepresst. Somit wird verhindert, dass der Wendepolmagnet **31** aus dem Rotor **11** herausgezogen wird.

[0079] Die Umfangsbreite L1 des proximalen Endes des Klauenpols **21b** ist schmaler als die Referenzbreite L0, wenn die Formen der Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne **21** bis **24** dieselben sind. Im Vergleich zu einem Rotorkern, in dem die Umfangsbreite eines proximalen Endes entsprechend derselben Referenzbreite ausgebildet ist, wird daher, da die Volumina der ersten und vierten Rotorkerne **21** und **24** klein werden, die Menge an verwendetem Material (z. B. Eisen) gering. Da das Volumen klein ist, wird der Rotor **11** leichter.

[0080] Wie in [Fig. 4](#) dargestellt, liegen die Kernbasen **21a** und **24a** der Rotorkerne **21** und **24**, die die Klauenpole **21b** bzw. **24b** enthalten, die als dieselben Polaritäten (Nordpole in dieser Ausführungsform) fungieren, von axialen Seiten frei. Daher werden Magnetflüsse (Magnetflussausstritte) erzeugt, die sich nicht von den Kernbasen **21a** und **24a** zu den Klauenpolen **21b** und **24b** bewegen. Da andererseits die Kernbasen **22a** und **23a** der Rotorkerne **22** und **23**, die die Klauenpole **22b** bzw. **23b** enthalten, die als Südpole fungieren, einander benachbart sind, und die Ringmagneten **25** und **28** axialen Außenseiten der Kernbasen **22a** und **23a** benachbart sind, liegen die Kernbasen **22a** und **23a** in Axialrichtung nicht frei. Daher werden keine Magnetflussausstritte in den Kernbasen **22a** und **23a** erzeugt. Gemäß dieser Ausgestaltung wird eine Differenz zwischen der Menge an Magnetflüssen, die sich von den Kernbasen **21a** und **24a** zu den Klauenpolen **21b** und **24b** bewegt, und der Menge an Magnetflüssen, die sich von den Klauenpolen **22b** und **23b** zu den Kernbasen **22a** und **23a** bewegt, erzeugt.

[0081] Wenn die Formen der Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne **21** bis **24** dieselben sind, bestimmt die Menge an Magnetflüssen, die durch die proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b** der Rotorkerne **22** und **23** gehen kann, die sich im Inneren befinden, die magnetischen Kräfte der Ringmagnete **25** und **28**. Der Grund ist, dass selbst wenn die Menge an Magnetflüssen, die von den Ringmagneten **25** und **28** ausgeht, groß ist, eine magnetische Sättigung in jedem der proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b** erzeugt wird und der Magnetfluss für eine Drehung nicht wirksam wird. Da Magnetflussausstritte in den Rotorkernen **21** und **24** erzeugt werden, die sich an axialen Enden befinden, wird zu diesem

Zeitpunkt keine magnetische Sättigung an den proximalen Enden der Klauenpole **21b** und **24b** der Rotorkerne **21** und **24** erzeugt.

[0082] Im Falle der Klauenpole **21b** bis **24b** der vorliegenden Ausführungsform sind, wie in **Fig. 3A** und **Fig. 3B** dargestellt, die Breiten L1 der proximalen Enden der Klauenpole **21b** und **24b** schmaler als die Breiten der proximalen Enden, d. h., als die Referenzbreite L0, wenn die Formen der Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne **21** bis **24** dieselben sind, und die Breiten L2 der proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b** sind größer als die Referenzbreite L0. Wenn daher ein Ringmagnet verwendet wird, der für einen Rotorkern mit einem Klauenpol der Referenzbreite L0 verwendet wird, wird keine magnetische Sättigung in den Klauenpolen **22b** und **23b** erzeugt. Das heißt, eine magnetische Kraft des Ringmagneten kann stärker sein. Wenn dieser Ringmagnet verwendet wird, werden die Breiten der proximalen Enden der Klauenpole **21b** und **24b** der vorliegenden Ausführungsform auch so eingestellt, dass keine magnetische Sättigung erzeugt wird. Zum Beispiel werden die Breiten der proximalen Enden der Klauenpole **21b** bis **24b** und die magnetischen Kräfte der Ringmagneten **25** und **28** so eingestellt, dass eine magnetische Sättigung in den Klauenpolen **21b** bis **24b** erzeugt wird. Gemäß dem Rotor **11**, der die Ringmagnete **25** und **28** mit den erhöhten magnetischen Kräften verwendet, wird die Menge an Magnetflüssen in die Klauenpole **21b** bis **24b**, d. h., die Menge an Magnetfluss, die für eine Drehung des Rotors **11** wirksam ist, im Vergleich zu einem Rotor erhöht, bei dem die Klauenpole dieselbe Form haben.

[0083] Die erste Ausführungsform weist die folgenden Vorteile auf.

(1) Die ersten bis vierten Rotorkerne **21** bis **24** des Rotors **11** sind in Axialrichtung der Drehwelle **12** angeordnet. Die Klauenpole **21b** und **22b** der ersten und zweiten Rotorkerne **21** und **22** erstrecken sich jeweils von den äußeren Peripherien der Kernbasen **21a** und **22a** radial nach außen und sind abwechselnd in Umfangsrichtung angeordnet. Die Klauenpole **21b** und **22b** erstrecken sich in Axialrichtung in die einander entgegengesetzten Richtungen. Ebenso erstrecken sich die Klauenpole **23b** und **24b** der dritten und vierten Rotorkerne **23** und **24** von den äußeren Peripherien der Kernbasen **23a** und **24a** radial nach außen und sind abwechselnd in Umfangsrichtung angeordnet. Die Klauenpole **23b** und **24b** erstrecken sich in Axialrichtung in einander entgegengesetzten Richtungen.

[0084] Die zwei Zusatzrillen **21h** bis **24h** sind in den distalen Enden der Klauenpole **21b** bis **24b** ausgebildet. Magnetflüsse, die sich von den Ringmagneten **25** und **28** zum Stator **6** bewegen, konzentrieren sich auf einem Abschnitt des Klauenpols **21b**, wo keine

Zusatzrille **21h** ausgebildet ist. Das heißt, die Zusatzrille **21h** begrenzt die Stellen von Magnetflüssen, die sich von der äußeren Umfangsfläche des Klauenpols **21b** zum Stator **6** bewegen. Die Zusatzrillen **21h** sind an denselben Positionen der Klauenpole **21b** ausgebildet. Daher werden Magnetflüsse ausgebildet, die sich von den relativ selben Positionen der Klauenpole **21b** zum Stator **6** bewegen. Die Zusatzrillen **21h** bis **24h** begrenzen auf diese Weise die Stellen der Magnetflüsse. Infolgedessen werden Abschnitte in den Klauenpolen **21b**, wo die Magnetflüsse dicht sind, dieselben, d. h., die Magnetflussdichtenverteilungen in dem Klauenpol **21b** werden untereinander gleich. Ebenso werden die Magnetflussdichtenverteilungen in den Klauenpolen **22b** bis **24b** in den Rotorkernen **22** bis **24** untereinander gleich.

(2) Der Ringmagnet **25** befindet sich zwischen den Kernbasen **21a** und **22a** des Paares aus erstem und zweitem Rotorkern **21** und **22** und der Ringmagnet **25** liegt zwischen den Kernbasen **21a** und **22a**. Ebenso liegt der Ringmagnet **28** zwischen den Kernbasen **23a** und **24a** des Paares aus drittem und viertem Rotorkern **23** und **24** und der Ringmagnet **28** liegt zwischen den Kernbasen **23a** und **24a**.

[0085] Die Umfangsbreite L1 der proximalen Enden der Klauenpole **21b** und **24b** der Rotorkerne **21** und **24**, die sich auf den axialen Enden befinden, ist schmaler als die Breite L2 von proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b** der Rotorkerne **22** und **23**. Daher sind die Breiten der proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b** der Rotorkerne **22** und **23** im Vergleich zu einem Fall, wo alle Klauenpole der Rotorkerne **21** bis **24** dieselbe Form haben, größer.

[0086] Magnetflüssaustritte werden in den Rotorkernen **21** und **24** erzeugt, die sich an den axialen Enden befinden. Wenn daher alle Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne dieselben Formen haben, wird ein Teil der Magnetflüsse der Ringmagnete **25** und **28** zum Magnetflüssaustritt. Die Breiten der proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b** der Rotorkerne **22** und **23** können im Vergleich zu dem Fall, in dem alle Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne **21** bis **24** dieselbe Formen haben, größer gestaltet werden. Daher kann im Vergleich zu dem Fall, in dem alle Klauenpole **21b** bis **24b** dieselben Formen haben, eine magnetische Kraft eines Ringmagneten erhöht werden, d. h., es ist möglich, einen stärkeren Permanentmagneten zu verwenden. Infolgedessen wird die Menge an Magnetflüssen in den Klauenpolen **21b** bis **24b** erhöht, d. h., es ist möglich, die Menge an wirksamem Magnetfluss zu erhöhen und die Leistungskraft des Motors **1** kann erhöht werden.

(3) Der rückseitige Zusatzmagnet **26** liegt zwischen dem Klauenpol **21b** des ersten Rotorkerns **21** und der Kernbasis **22a** des zweiten Rotorkerns **22** und der rückseitige Zusatzmagnet **26** ist so magnetisiert, dass seine Magnetpole, die dieselbe

Polarität wie die Klauenpole **21b** aufweisen, und die Kernbasis **22a** einander zugewandt sind. Der rückseitige Zusatzmagnet **27** liegt zwischen dem Klauenpol **22b** des zweiten Rotorkerns **22** und der Kernbasis **21a** des ersten Rotorkerns **21** und der rückseitige Zusatzmagnet **27** ist so magnetisiert, dass seine Magnetpole, die dieselbe Polarität wie die Klauenpole **22b** aufweisen, und die Kernbasis **21a** einander zugewandt sind. Daher sind die Magnetflüsse der rückseitigen Zusatzmagnete **26** und **27** im Magnetfluss zwischen dem Stator **6** und den Klauenpolen **21b** und **22b** enthalten. Gemäß dieser Ausgestaltung, ist es möglich, die Menge an wirksamem Magnetfluss zu erhöhen. Durch die rückseitigen Zusatzmagnete **26** und **27** ist es möglich, die Erzeugung eines direkten Magnetflusses zwischen den Kernbasen **21a** und **22a** und den Klauenpolen **21b** und **22b** niedrig zu halten. Gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Menge an wirksamem Magnetfluss zu erhöhen.

(4) Jeder der Wendepolmagnete **31** ist zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **21b** und **22b** angeordnet. Die Oberfläche jedes der Wendepolmagnete **31**, die den Klauenpolen **21b** und **22b** in Umfangsrichtung zugewandt ist, ist so magnetisiert, dass die Oberfläche dieselbe Polarität wie die gegenüber liegenden Klauenpole hat. Daher ist der Magnetfluss des Wendepolmagneten **31** im Magnetfluss zwischen dem Stator **6** und den Klauenpolen **21b** und **22b** enthalten. Gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Menge des wirksamen Magnetflusses zu erhöhen. Durch den Wendepolmagneten **31** ist es möglich, die Erzeugung eines direkten Magnetflusses zwischen den Klauenpolen **21b** und **22b** niedrig zu halten. Gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Menge des wirksamen Magnetflusses zu erhöhen.

(5) Der Wendepolmagnet **31** ist so ausgebildet, dass er sich von der axialen äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **21** zur axialen äußeren Endfläche des vierten Rotorkerns **24** erstreckt. Daher ist es möglich, die Anzahl von Teilen zu verringern, die den Rotor **11** bilden, im Vergleich zu einem Fall, in dem die Wendepolmagnete, die den Rotorkernen **21** bis **24** entsprechen, hergestellt werden.

(6) Jeder der Klauenpole **21b** bis **24b** ist so ausgebildet, dass die Linie der Wendepolmagnete **31**, die sich zwischen den Klauenpolen **21b** und **22b** oder zwischen den Klauenpolen **23b** und **24b** befinden, die durch den Umfangsmittelpunkt der Wendepolmagnete **31** geht, einen Winkel in Bezug auf die gerade Linie hat, die sich vom axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** radial nach außen erstreckt. Wenn daher der Rotor **11** dreht, wird der Wendepolmagnet **31** durch die Zentrifugal-

kraft gegen die Umfangsseitenfläche des Klauenpols **21b** gepresst. Somit ist es möglich, ein Herausziehen des Wendepolmagneten **31** aus dem Rotor **11** zu verhindern.

(Zweite Ausführungsform)

[0087] Es wird nun eine zweite Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0088] Wie in [Fig. 6](#) dargestellt, sind ein erster Rotorkern **21** und ein zweiter Rotorkern **22** als Paar miteinander kombiniert. Ebenso sind ein dritter Rotorkern **23** und ein vierter Rotorkern **24** als Paar miteinander kombiniert.

[0089] Wie in [Fig. 8A](#) dargestellt, enthält ein Klauenpol **21b** des ersten Rotorkerns **21** einen Vorsprung **21c**, der sich von einer Kernbasis **21a** radial nach außen erstreckt, und einen Klauenabschnitt **21d**, der sich in Axialrichtung von einer ersten axialen Endfläche des Vorsprungs **21c** erstreckt. Wie in [Fig. 8B](#) dargestellt, enthält ein Klauenpol **22b** des zweiten Rotorkerns **22** einen Vorsprung **22c**, der sich von der Kernbasis **22a** radial nach außen erstreckt, und einen Klauenabschnitt **22d**, der sich in Axialrichtung von einer ersten axialen Endfläche des Vorsprungs **22c** erstreckt.

[0090] Wie in [Fig. 9](#) dargestellt, sind der erste und zweite Rotorkern **21** und **22** miteinander so kombiniert, dass die Klauenpole **21b** und **22b** in Axialrichtung in einander entgegengesetzte Richtungen vorragen. Wie in [Fig. 6](#) dargestellt, sind die Klauenpole **21b** der ersten Rotorkerne **21** und die Klauenpole **22b** der zweiten Rotorkerne **22** abwechselnd in Umfangsrichtung des Rotors **11** angeordnet.

[0091] Jeder der Kernbasen **21a** und **22a** enthält eine innere Endfläche, die mit einem Ringmagneten **25** in Kontakt steht, und eine äußere Endfläche, die der inneren Endfläche in Axialrichtung zugewandt ist. Der Klauenabschnitt **22d** des Klauenpols **21b** erstreckt sich in Axialrichtung von der inneren Endfläche der Kernbasis **21a** zur äußeren Endfläche der Kernbasis **22a**. Ebenso erstreckt sich der Klauenabschnitt **22d** des Klauenpols **22b** in Axialrichtung von der inneren Endfläche der Kernbasis **22a** zur äußeren Endfläche der Kernbasis **21a**.

[0092] Der Ringmagnet **25** macht den Klauenpol **21b** des ersten Rotorkerns **21** zu einem ersten Magnetpol, d. h., einem Nordpol, und macht den Klauenpol **22b** des zweiten Rotorkerns **22** zu einem zweiten Magnetpol, d. h., einem Südpol.

[0093] Wie in [Fig. 7A](#) dargestellt, ist der Vorsprung **21c** bei Betrachtung in Axialrichtung in einer Bogenform ausgebildet. Die Breite (die Bogenlänge der äu-

ßeren Peripherie) L3 jedes der Klauenpole **21b** in Umfangsrichtung ist kleiner als der Abstand L4 zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **21b**. Wie in [Fig. 8A](#) dargestellt, sind die Umfangsseitenflächen jedes der Klauenabschnitte **21d** jeweils auf denselben Ebenen wie die Umfangsseitenflächen des entsprechenden Vorsprungs **21c** angeordnet. Eine radial äußere Endfläche **21e** des Klauenabschnitts **21d** liegt auf demselben Bogen wie eine radial äußere Endfläche des Vorsprungs **21c**. Eine radial innere Endfläche **21f** des Klauenabschnitts **21d** ist so ausgebildet, dass ihr zentraler Umfangsabschnitt der radial äußeren Endfläche **21e** des Klauenabschnitts **21d** näher kommt als ihre Umfangsenden. Das heißt, die radial innere Endfläche **21f** des Klauenabschnitts **21d** enthält die Umfangsenden und den zentralen Umfangsabschnitt und der Abstand zwischen dem zentralen Umfangsabschnitt und der radial äußeren Endfläche **21e** in Radialrichtung ist kleiner als der Abstand zwischen den Umfangsenden und der radial äußeren Endfläche **21e** in Radialrichtung. In dieser Ausführungsform ist die radial innere Endfläche **21f** durch zwei flache Oberflächen ausgebildet, wie in [Fig. 7B](#) dargestellt.

[0094] Die radial innere Endfläche **21f** und eine äußere periphere Fläche **22g** der Kernbasis **22a**, die der radial inneren Endfläche **21f** in Radialrichtung zugewandt ist, bilden im Wesentlichen einen dreieckigen, prismaförmigen Spalt **35**, der sich in Axialrichtung erstreckt. Ein Umfangsmittelpunkt der radial inneren Endfläche **21f** ist eine Schnittlinie von zwei flachen Oberflächen der radial inneren Endfläche **21f**, d. h., ein radial nach außen gerichteter Scheitelpunkt des Spalts **35**. Der radial nach außen gerichtete Scheitelpunkt des Spalts **35** befindet sich auf einer geraden Linie, die eine Mittellinie des Klauenpols **21b**, d. h., einen Umfangsmittelpunkt des Klauenpols **21b**, und einen axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verbindet.

[0095] Wie in [Fig. 7B](#) dargestellt, ist der Vorsprung **22c** bei Betrachtung in Axialrichtung in einer Bogenform ausgebildet. Die Breite (die Bogenlänge der äußeren Peripherie) L5 des Klauenpols **22b** in Umfangsrichtung ist kleiner als der Abstand L6 zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **22b**. Wie in [Fig. 8B](#) dargestellt, befinden sich die Umfangsseitenflächen jedes der Klauenabschnitte **22d** auf denselben Ebenen wie die Umfangsseitenflächen des entsprechenden Vorsprungs **22c**. Eine radial äußere Endfläche **22e** des Klauenabschnitts **22d** befindet sich auf demselben Bogen wie die radial äußere Endfläche des Vorsprungs **22c**. Eine radial innere Endfläche **22f** des Klauenabschnitts **22d** ist so ausgebildet, dass ein zentraler Umfangsabschnitt der radial inneren Endfläche **22f** der radial äußeren Endfläche **22e** des Klauenabschnitts **22d** näher kommt als die Umfangsenden der radial inneren Endfläche **22f**. In dieser Ausführungsform ist die radial innere Endfläche **22f** aus zwei flachen Oberflä-

chen ausgebildet, wie in [Fig. 7A](#) dargestellt. Die radial innere Endfläche **22f** und eine äußere periphere Fläche **21g** der Kernbasis **21a**, die der radial inneren Endfläche **22f** in Radialrichtung zugewandt ist, bilden einen dreieckigen prismaförmigen Spalt **36**, der sich entlang der Axialrichtung erstreckt. Ein Umfangsmittelpunkt der radial inneren Endfläche **22f** ist eine Schnittlinie von zwei flachen Oberflächen der radial inneren Endfläche **22f**, d. h., ein radial nach außen gerichteter Scheitelpunkt des Spalts **36**. Der radial nach außen gerichtete Scheitelpunkt des Spalts **36** befindet sich auf einer geraden Linie, die eine Mittellinie des Klauenpols **22b**, d. h., einen Umfangsmittelpunkt des Klauenpols **22b**, und einen axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** verbindet.

[0096] Wie in [Fig. 7A](#) dargestellt, sind Wendepolmagnete **31** zwischen jedem in Umfangsrichtung benachbarten Paar aus dem Klauenpol **21b** und dem Klauenpol **22b** angeordnet. Der Wendepolmagnet **31** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** im Wesentlichen zu einer sich radial erstreckenden rechteckigen Form ausgebildet. Wie in [Fig. 7B](#) dargestellt, ist die radiale Länge des Wendepolmagneten **31** im Wesentlichen gleich der im Wesentlichen radialen Länge einer Umfangsseitenfläche des Klauenpols **21b**. Wie in [Fig. 6](#) dargestellt, ist der Wendepolmagnet **31** bei Betrachtung in Radialrichtung der Drehwelle **12** zu einer rechteckigen Form ausgebildet. Das heißt, jeder der Wendepolmagnete **31** ist zu einer rechteckigen Quaderform ausgebildet.

[0097] Ein Klauenpol **23b** des dritten Rotorkerns **23** ist auf dieselbe Weise wie der Klauenpol **22b** des zweiten Rotorkerns **22** ausgebildet. Ein Klauenpol **24b** des vierten Rotorkerns **24** ist auf dieselbe Weise wie der Klauenpol **21b** des ersten Rotorkerns **21** ausgebildet. Daher werden ausführliche Beschreibungen und Darstellungen der Klauenpole **23b** und **24b** unterlassen.

[0098] Als nächstes wird eine Wirkungsweise des Motors **1** beschrieben.

[0099] Wie in der ersten Ausführungsform, wenn im Motor **1** einer Segmentleiter-(SC-)Spule **8** durch einen Stromversorgungskreis in einem Kasten **5** Strom zugeführt wird, wird ein Magnetfeld zum Drehen des Rotors **11** in einem Stator **6** erzeugt und der Rotor **11** wird gedreht.

[0100] Jeder der Wendepolmagnete **31** ist zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **21b** und **22b** angeordnet. Jeder der Wendepolmagnete **31** ist so magnetisiert, dass seine Oberfläche, die mit dem Klauenpol **21b** in Kontakt gelangt, der dieselbe Polarität aufweist, als Nordpol fungiert, und eine Oberfläche des Wendepolmagneten **31**, die mit dem Klauenpol **22b** in Kontakt gelangt, als Südpol fungiert. Eine im Wesentlichen radiale Län-

ge des Wendepolmagneten **31** ist im Wesentlichen gleich der im Wesentlichen radialen Länge einer Umfangsendfläche des Klauenpols **21b**. Der Nordpol des Wendepolmagneten **31** liegt gegen eine Umfangsendfläche des Klauenpols **21b**, der als der Nordpol fungiert. Daher tritt der Magnetfluss der Wendepolmagnete **31** von der Umfangsendfläche des Klauenpols **21b** in den Klauenpol **21b** und erreicht den Stator **6** (siehe [Fig. 1](#)) von der radial äußeren Endfläche **21e** des Klauenpols **21b**. Das heißt, der Magnetfluss, der zwischen dem Klauenpol **21b** und dem Stator **6** erzeugt wird, enthält den Magnetfluss, der durch den Ringmagneten **25** verursacht wird, und den Magnetfluss, der durch den Wendepolmagneten **31** verursacht wird. Das heißt, das Paar von Abschnitten, das an den Umfangsenden jeder der Klauenpole **21b** durch die Umfangsendflächen des Klauenpols **21b** und die radial innere Endfläche **21f** ausgebildet wird, d. h., ein dreieckiger Abschnitt bei Betrachtung in Axialrichtung, fungiert als Magnetflussleitungsabschnitt, der den Magnetfluss der Wendepolmagnete **31** zur radial äußeren Endfläche **21e** des Klauenpols **21b** leitet, d. h., zu einer Endfläche des Klauenpols **21b**, die dem Stator **6** zugewandt ist. Auf diese Weise wird die Menge an Magnetfluss, die sich vom Rotor **11** zum Stator **6** bewegt, stärker erhöht als die Menge an Magnetfluss nur des Ringmagneten **25**. Gemäß der zweiten Ausführungsform ist der Magnetflussleitungsabschnitt der Magnetflusststeuerabschnitt.

[0101] Die radial innere Endfläche **22f** des Klauenabschnitts **22d** des Klauenpols **22b**, der als Südpol fungiert, wird auf dieselbe Weise ausgebildet wie der Klauenabschnitt **21d** des Klauenpols **21b**. Daher fungiert das Paar von Abschnitten, das an den Umfangsenden jedes der Klauenpole **22b** durch die Umfangsendflächen des Klauenpols **22b** und die radial innere Endfläche **22f** ausgebildet wird, d. h., ein dreieckiger Abschnitt bei Betrachtung in Axialrichtung, als Magnetflussleitungsabschnitt, der den Magnetfluss, der von einer Endfläche des Klauenpols **22b**, die dem Stator **6** zugewandt ist, d. h., von der radial äußeren Endfläche **22e** des Klauenpols **22b**, eintritt, zum Wendepolmagnet **31** leitet.

[0102] Die radial innere Endfläche **21f** des Klauenpols **21b** ist so ausgebildet, dass der zentrale Umfangsabschnitt der radial inneren Endfläche **21f** sich der radial äußeren Endfläche **21e** des Klauenpols **21b** stärker nähert als die Umfangsenden der radial inneren Endfläche **21f**. Die radial innere Endfläche **21f** und die äußere peripheren Fläche **22g** der Kernbasis **22a**, die der radial inneren Endfläche **21f** zugewandt ist, bilden den Spalt **35**. Der Spalt **35** hält die Erzeugung des Magnetflusses niedrig, der sich vom Klauenpol **21b**, der als Nordpol fungiert, zur äußeren peripheren Fläche **22g** der Kernbasis **22a** bewegt, die gegen einen Südpol des Ringmagneten **25** liegt. Daher verringert der Spalt **35** den Magnetflussausstritt,

der sich vom Klauenpol **21b** zur Kernbasis **22a** bewegt.

[0103] Wie oben beschrieben, wurde der Betrieb des ersten Rotorkerns **21** und des zweiten Rotorkerns **22** beschrieben. Der dritte Rotorkern **23** hat dieselbe Form wie der zweite Rotorkern **22** und der vierte Rotorkern **24** hat dieselbe Form wie der erste Rotorkern **21**. Daher wird dieselbe Wirkung auch im dritten Rotorkern **23** und im vierten Rotorkern **24** ausgeübt.

[0104] Wie oben beschrieben, werden gemäß der zweiten Ausführungsform die folgenden Vorteile zusätzlich zu den Vorteilen (2) und (4) bis (6) in der ersten Ausführungsform erzielt.

(1) Der dreieckige Abschnitt, der bei Betrachtung in Axialrichtung an den Umfangsenden jedes der Klauenpole **21b** durch die Umfangsendflächen des Klauenpols **21b** und die radial innere Endfläche **21f** ausgebildet wird, fungiert als Magnetflussleitungsabschnitt, der den Magnetfluss des Wendepolmagneten **31** zur radial äußeren Endfläche **21e** des Klauenpols **21b**, d. h., zur Endfläche des Klauenpols **21b**, die dem Stator **6** zugewandt ist, leitet. Auf diese Weise wird die Menge des Magnetflusses, die sich vom Rotor **11** zum Stator **6** bewegt, größer als die Menge des Magnetflusses nur des Ringmagneten **25** und gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Menge an wirksamem Magnetfluss zu erhöhen.

(2) Die radial innere Endfläche **22f** des Klauenabschnitts **22d** des Klauenpols **22b**, der als Südpol fungiert, ist auf dieselbe Weise ausgebildet wie jene des Klauenabschnitts **21d** des Klauenpols **21b**. Daher fungiert der dreieckige Abschnitt, der bei Betrachtung in Axialrichtung, an den Umfangsenden jeder Klauenpols **22b** durch die Umfangsendflächen des Klauenpols **22b** und die radial innere Endfläche **22f** ausgebildet wird, als Magnetflussleitungsabschnitt, der den Magnetfluss, der von der Endfläche des Klauenpols **22b**, die dem Stator **6** zugewandt ist, d. h., von der radial äußeren Endfläche **22e** des Klauenpols **22b**, eintritt, zum Wendepolmagnet **31** leitet. Daher ist es möglich, die Menge an wirksamem Magnetfluss im Rotor **11** zu erhöhen.

(3) Es ist möglich, einen direkten Magnetfluss zu verringern, ohne einen Magneten zwischen den Klauenpolen **21b** bis **24b** und den Kernbasen **21a** bis **24a** vorzusehen. Gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Menge an wirksamem Magnetfluss zu erhöhen. Da kein Magnet zwischen den Klauenpolen **21b** bis **24b** und den Kernbasen **21a** bis **24a** erforderlich ist, ist es möglich, die entsprechende Zunahme in der Anzahl von Teilen und Herstellungsschritten einzugrenzen.

(Dritte Ausführungsform)

[0105] Es wird nun eine dritte Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Die dritte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass Formen von Rotorkernen **41** bis **44** sich von jenen der Rotorkerne **21** bis **24** in der zweiten Ausführungsform unterscheiden. Zur Veranschaulichung werden nur die charakteristischen Abschnitte ausführlich beschrieben und die Beschreibung gemeinsamer Abschnitte wird ausgelassen.

[0106] Wie in [Fig. 12A](#) dargestellt, ist jeder der Vorsprünge **41c** im Wesentlichen zu einer trapezförmigen Form ausgebildet, deren Umfangsbreite bei Betrachtung in Axialrichtung radial nach außen allmählich schmaler wird. Eine äußere periphere Fläche des Vorsprungs **41c** ist bei Betrachtung in Axialrichtung eine bogenförmig gekrümmte Oberfläche. Die Länge (die Bogenlänge der äußeren Peripherie) der äußeren peripheren Fläche jedes der Vorsprünge **41c** in Umfangsrichtung ist kleiner als der Abstand zwischen äußeren peripheren Enden eines in Umfangsrichtung benachbarten Paares der Vorsprünge **41c**.

[0107] Wie in [Fig. 12B](#) dargestellt, ist jeder der Vorsprünge **42c** im Wesentlichen in einer trapezförmigen Form ausgebildet, deren Umfangsbreite bei Betrachtung in Axialrichtung radial nach außen allmählich schmaler wird. Eine äußere periphere Fläche des Vorsprungs **42c** ist bei Betrachtung in Axialrichtung eine bogenförmig gekrümmte Oberfläche. Die Länge (die Bogenlänge der äußeren Peripherie) der äußeren peripheren Fläche jedes der Vorsprünge **42c** in Umfangsrichtung ist kleiner als der Abstand zwischen äußeren peripheren Enden eines in Umfangsrichtung benachbarten Paares der Vorsprünge **42c**.

[0108] Wie in [Fig. 12B](#) dargestellt, ist ein Klauenabschnitt **41d** des ersten Rotorkerns **41** in einer Form entsprechend dem Vorsprung **42c** des zweiten Rotorkerns **42**, mit dem er kombiniert wird, ausgebildet. Der Vorsprung **42c** ist im Wesentlichen in einer trapezförmigen Form ausgebildet, deren Umfangsbreite radial nach außen allmählich schmaler wird. Der Klauenabschnitt **41d** entspricht den Umfangsseitenflächen eines in Umfangsrichtung benachbarten Paares der Vorsprünge **42c** und der Klauenabschnitt **41d** ist in einer Form mit einem Paar Oberflächen ausgebildet, die parallel zu den Seitenflächen des Vorsprungs **42c** liegen. Wie in [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellt, ist ein radial außen liegender Abschnitt des Klauenabschnitts **41d** in einer Bogenform ausgebildet, die einem radial außen liegenden Abschnitt des Vorsprungs **42c** (Vorsprungs **41c**) gleich ist. Ein radial innen liegender Abschnitt des Klauenabschnitts **41d** entspricht dem in Umfangsrichtung benachbarten Paar aus den trapezförmigen Vorsprüngen **42c** und der radial innen liegende Abschnitt ist im Wesent-

lichen in einer dreieckigen Form ausgebildet, die radial nach innen ragt. Daher wird die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **41d** von radial außen liegend zu radial innen liegend schmaler. Zwei Seitenflächen **41f** an Umfangsseiten des dreieckigen Abschnitts des Klauenabschnitts **41d** sind zu flachen Flächenformen ausgebildet, die parallel zur Umfangsseitenfläche der Vorsprünge **42c** der in Umfangsrichtung benachbarten zweiten Rotorkerne **42** liegen.

[0109] Wie in [Fig. 12A](#) dargestellt, ist ein Klauenabschnitt **42d** des zweiten Rotorkerns **42** in einer Form entsprechend dem Vorsprung **41c** des ersten Rotorkerns **41** ausgebildet, der mit dem Klauenabschnitt **42d** kombiniert wird. Der Vorsprung **41c** ist im Wesentlichen in einer trapezförmigen Form ausgebildet, deren Umfangsbreite radial nach außen allmählich schmaler wird. Der Klauenabschnitt **42d** entspricht den Umfangsseitenflächen des in Umfangsrichtung benachbarten Vorsprungs **41c** und ist in einer Form mit einem Paar von Oberflächen ausgebildet, die parallel zu den Seitenflächen liegen. Wie in [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellt, ist ein radial außen liegender Abschnitt des Klauenabschnitts **42d** in einer Bogenform ausgebildet, die gleich einem radial außen liegenden Abschnitt des Vorsprungs **41c** (Vorsprungs **42c**) ist. Ein radial innen liegender Abschnitt des Klauenabschnitts **42d** entspricht dem trapezförmigen Vorsprung **41c**, der dem radial innen liegenden Abschnitt in Umfangsrichtung benachbart ist, und ist im Wesentlichen in einer dreieckigen Form ausgebildet, die radial nach innen ragt. Daher wird die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **42d** von radial außen liegend zu radial innen liegend schmaler. Zwei Seitenflächen **42f** des dreieckigen Abschnitts des Klauenabschnitts **42d** an Umfangsseiten sind zu flachen Oberflächenformen ausgebildet, die zu einer Umfangsseitenfläche des Vorsprungs **41c** der in Umfangsrichtung benachbarten ersten Rotorkerne **41** parallel liegen.

[0110] Ein Wendepolmagnet ist zwischen zwei in Umfangsrichtung benachbarten Klauenpolen angeordnet. Wie in [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellt, ist jeder der Vorsprünge im Wesentlichen in einer trapezförmigen Form ausgebildet, deren Umfangsbreite in ihrem proximalen Ende schmaler ist als die Umfangsbreite in ihrem äußeren peripheren Ende. Jeder der Klauenabschnitte ist zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Vorsprünge angeordnet. Ein radial innen liegender Abschnitt des Klauenabschnitts ist im Wesentlichen in einer dreieckigen Form ausgebildet, die den Umfangsseitenflächen des in Umfangsrichtung benachbarten Vorsprungs entspricht.

[0111] Daher ist der Wendepolmagnet zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar des Vorsprungs und des Klauenabschnitts angeordnet. Das heißt, wie in [Fig. 11A](#) dargestellt, ein erster Wen-

depolmagnet **51a** befindet sich zwischen dem Vorsprung **41c** des ersten Rotorkerns **41** und dem Klauenabschnitt **42d** des zweiten Rotorkerns **42** und ein zweiter Wendepolmagnet **51b** befindet sich zwischen dem Klauenabschnitt **41d** des ersten Rotorkerns **41** und dem Vorsprung **42c** des zweiten Rotorkerns **42**. Ebenso befindet sich ein dritter Wendepolmagnet **51c** zwischen einem Klauenabschnitt **44d** eines vierten Rotorkerns **44** und einem Vorsprung **43c** eines dritten Rotorkerns **43** und ein vierter Wendepolmagnet **51d** befindet sich zwischen einem Vorsprung **44c** eines vierten Rotorkerns **44** und einem Klauenabschnitt **43d** eines dritten Rotorkerns **43**.

[0112] Ein distales Ende des Klauenpols **41b** des ersten Rotorkerns **41** und ein distales Ende eines Klauenpols **44b** des vierten Rotorkerns **44**, d. h., die Klauenabschnitte **41d** und **44d**, sind in Axialrichtung angeordnet. Daher befinden sich innere periphere Flächen beider Klauenabschnitte **41d** und **44d** auf derselben Ebene. Ein proximales Ende eines Klauenpols **42b** des zweiten Rotorkerns **42** und ein proximales Ende eines Klauenpols **43b** des dritten Rotorkerns **43**, d. h., die Vorsprünge **42c** und **43c**, sind in Axialrichtung angeordnet. Daher befinden sich die Umfangsseitenflächen beider Vorsprünge **42c** und **43c** auf derselben Ebene. Somit sind der zweite Wendepolmagnet **51b** und der dritte Wendepolmagnet **51c** gemeinsam ganzheitlich ausgebildet.

[0113] Jeder der Wendepolmagnete **51a** bis **51d** ist bei Betrachtung in Axialrichtung in einer Parallelogrammform ausgebildet. Jeder der Wendepolmagnete **51a** bis **51d** ist bei Betrachtung in Radialrichtung in einer rechteckigen Form ausgebildet. Jeder der Wendepolmagnete **51a** bis **51d** ist so angeordnet, dass er einen Winkel in Bezug auf eine Radialrichtung eines Rotors **40** hat. Das heißt, die Klauenpole der Rotorkerne **41** bis **44** sind so angeordnet, dass die Wendepolmagnete **51a** bis **51d** zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole mit Winkeln in Bezug auf die Radialrichtungen der Rotorkerne **41** bis **44** liegen.

[0114] Als nächstes wird die Wirkungsweise des Rotors **40** beschrieben.

[0115] Die Wendepolmagnete **51a** und **51b** sind zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **41b** und **42b** angeordnet. Jeder der Wendepolmagnete **51a** und **51b** ist so magnetisiert, dass eine seiner Oberflächen, die mit dem Klauenpol **41b**, der dieselbe Polarität aufweist, in Kontakt steht, als Nordpol fungiert, und eine Oberfläche der Wendepolmagnete, die mit dem Klauenpol **42b** in Kontakt steht, als Südpol fungiert. Der Klauenabschnitt **41d** des Klauenpols **41b** ist im Wesentlichen in einer dreieckigen Form ausgebildet, deren Umfangsmittelpunkt radial nach innen ragt. Daher tritt der Magnetfluss der Wendepolmagnete **51a** vom Klauenab-

schnitt **41d** des Klauenpols **41b** in den Klauenpol **41b** und erreicht den Stator **6** (siehe [Fig. 1](#)) von einer äußeren peripheren Fläche **41e** des Klauenpols **41b**. Das heißt, der Magnetfluss, der zwischen dem Klauenpol **41b** und dem Stator **6** erzeugt wird, enthält den Magnetfluss, der durch den Ringmagneten **25** verursacht wird, und den Magnetfluss, der durch den Wendepolmagneten **51a** verursacht wird. Das heißt, ein Abschnitt des Klauenabschnitts **41d**, der im Wesentlichen in einer dreieckigen Form ausgebildet ist, dessen Umfangsmittelpunkt radial nach innen ragt, fungiert als Magnetflussleitungsabschnitt, der den Magnetfluss des Wendepolmagneten **51a** zu einer äußeren peripheren Fläche des Klauenpols **41b**, d. h., zu einer Endfläche des Klauenpols **41b** leitet, die dem Stator **6** zugewandt ist. In der dritten Ausführungsform ist der Magnetflussleitungsabschnitt ein Magnetflusststeuerabschnitt. Auf diese Weise wird die Menge an Magnetfluss, die sich vom Rotor **40** zum Stator **6** bewegt, stärker erhöht, als die Menge an Magnetfluss nur des Ringmagneten **25**.

[0116] Jede der Umfangsflächen der Wendepolmagnete **51a** und **51b**, die zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar aus dem Klauenpol **41b** und dem Klauenpol **42b** angeordnet sind, ist so magnetisiert, dass die Umfangsfläche dieselbe Polarität wie der Klauenpol hat, der der Umfangsfläche benachbart ist. Daher verhindert jeder der Wendepolmagnete **51a** und **51b**, dass sich ein direkter Magnetfluss bildet, der sich vom Klauenpol **41b** zum Klauenpol **42b** bewegt. Infolgedessen wird ein direkter Magnetflussausstritt zwischen dem Klauenpol **41b** und dem Klauenpol **42b** verringert.

[0117] Der Klauenabschnitt **41d** ist im Wesentlichen in einer dreieckigen Form ausgebildet, deren Umfangsmittelpunkt radial nach innen ragt. Daher konzentriert sich der Magnetfluss, der sich vom Klauenabschnitt **41d**, der als Nordpol fungiert, zu einer Kernbasis **42a**, die ein Südpol ist, auf einem vorstehenden Scheitelpunktabschnitt, es wird eine magnetische Sättigung im Scheitelpunktabschnitt erzeugt und somit wird die Menge an Magnetfluss, die sich vom Klauenabschnitt **41d** zur Kernbasis **42a** bewegt, verringert. Das heißt, durch Bilden des radial innen liegenden Abschnitts des Klauenabschnitts **41d** in im Wesentlichen dreieckiger Form wird die Menge an Magnetfluss, die sich vom Klauenabschnitt **41d** zur Kernbasis **42a** bewegt, d. h., die Menge an Magnetflussausstritt, verringert.

[0118] Wie in [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellt, weichen die Schnittpunkte O1 und O2 zwischen Liniensegmenten, die durch Umfangsmittelpunkte der Wendepolmagnete **51a** und **51b** gehen, die zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar aus dem Klauenpol **41b** und dem Klauenpol **42b** angeordnet sind, von einem Schnittpunkt zwischen Umfangsmittellinien der Klauenpole **41b** und **42b** ab, d.

h., vom Drehmittelpunkt O des Rotors **40**. Wenn daher der Rotor **40** dreht, werden die Wendepolmagnete **51a** und **51b** durch eine Zentrifugalkraft gegen die Umfangsseitenfläche des Klauenpols **41b** gepresst. Somit wird ein Herausziehen der Wendepolmagnete **51a** und **51b** aus dem Rotor **40** verhindert.

[0119] Wie in [Fig. 11B](#) dargestellt, enthält der Klauenpol **41b** des ersten Rotorkerns **41** den Vorsprung **41c**, der sich von einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **41a** radial nach außen erstreckt, und den Klauenabschnitt **41d**, der sich vom Vorsprung **41c** in Axialrichtung erstreckt. Wie in [Fig. 13](#) dargestellt, bewegt sich der Magnetfluss, der durch den Ringmagneten **25** verursacht wird, durch den Vorsprung **41c** und den Klauenabschnitt **41d** von der Kernbasis **41a** zum Stator **6** (siehe [Fig. 1](#)). Da sich der Klauenabschnitt **41d** jedoch vom Vorsprung **41c** in Axialrichtung erstreckt, geht der Magnetfluss des Ringmagneten **25** nicht leicht durch den Klauenabschnitt **41d**. Infolgedessen wird eine Differenz zwischen der Magnetflussdichte eines Abschnitts des Klauenpols **41b** nahe dem proximalen Ende in Axialrichtung (Vorsprung **41c**) und der Magnetflussdichte eines Abschnitts des Klauenpols **41b** nahe einem distalen Ende in Axialrichtung (Klauenabschnitt **41d**) erzeugt.

[0120] In der dritten Ausführungsform, wie in [Fig. 11A](#) dargestellt, liegt der Nordpol des Wendepolmagneten **51a** gegen den Klauenabschnitt **41d**, der als Nordpol fungiert. Daher erreicht der Magnetfluss des Wendepolmagneten **51a** den Stator **6** durch den Klauenabschnitt **41d**. Da die Menge des Magnetflusses somit im Klauenabschnitt **41d** erhöht wird, kann der Wendepolmagnet **51a** die Differenz zwischen der Magnetflussdichte des Abschnitts des Klauenpols **41b** nahe dem proximalen Ende in Axialrichtung (Vorsprung **41c**) und der Magnetflussdichte des Abschnitts des Klauenpols **41b** nahe dem distalen Ende in Axialrichtung (Klauenabschnitt **41d**) verringern.

[0121] Zuvor wurde vorwiegend der Betrieb im ersten Rotorkern **41** beschrieben. Die zweiten bis vierten Rotorkerne **42** bis **44** heben dieselben Formen wie der erste Rotorkern **41**. Daher wird dieselbe Wirkung auch in den zweiten bis vierten Rotorkernen **42** bis **44** erzielt.

[0122] In der dritten Ausführungsform, wie in [Fig. 11A](#) dargestellt, liegt der Wendepolmagnet **51a** gegen den Klauenabschnitt **41d** des ersten Rotorkerns **41**, die Wendepolmagnete **51b** und **51c** liegen gegen die Klauenabschnitte **42d** und **43d** des zweiten und dritten Rotorkerns **42** und **43** und der Wendepolmagnet **51d** liegt gegen den Klauenabschnitt **44d** des vierten Rotorkerns **44**. Magnetische Kräfte der Wendepolmagnete **51a** bis **51d** können unterschiedlich gestaltet werden. Wenn daher die magnetischen Kräfte der Wendepolmagnete **51a** und **51d**, die gegen die Klauenabschnitte **41d** und **44d** des ersten

und vierten Rotorkerns **41** und **44** liegen, erhöht werden, ist es möglich, aufgrund der Anordnung den Magnetfluss entsprechend dem Magnetflussaustritt zu erhöhen. Gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Differenz zwischen der Menge an Magnetflüssen, die sich von den Kernbasen **41a** und **44a** zu den Klauenpolen **41b** und **44b** bewegen, und der Menge an Magnetflüssen, die sich von den Klauenpolen **42b** und **43b** zu den Kernbasen **42a** und **43a** bewegen, zu verringern, d. h., es ist möglich, die Mengen der Magnetflüsse im Wesentlichen gleichförmig zu machen.

[0123] Wie oben beschrieben, werden gemäß der dritten Ausführungsform die folgenden Vorteile zusätzlich zu den Vorteilen (3), (4) und (6) der ersten Ausführungsform und dem Vorteil (3) der zweiten Ausführungsform erzielt.

(1) Jeder der Klauenabschnitte **41d** bis **44d** der Klauenpole **41b** bis **44b** ist im Wesentlichen in dreieckiger Form ausgebildet, deren Umfangsmittelpunkt radial nach innen ragt. Die Wendepolmagnete **51a** bis **51d** liegen gegen die geneigte Oberfläche der im Wesentlichen dreieckig ausgebildeten Abschnitte. Die im Wesentlichen dreieckig ausgebildeten Abschnitte dienen als Magnetflussleitungsabschnitte, die Magnetflüsse der Wendepolmagnete **51a** und **51d** zu den äußeren Umfangsflächen der Klauenpole **41b** und **44b**, d. h., zu den Endflächen der Klauenpole **41b** und **44b** leiten, die dem Stator **6** zugewandt sind. Auf diese Weise ist es möglich, die Menge an Magnetfluss, die sich vom Rotor **40** zum Stator **6** bewegt, stärker zu erhöhen als die Menge an Magnetfluss nur der Ringmagnete **25** und **28**, d. h., es ist möglich, die Menge an wirksamem Magnetfluss zu erhöhen.

(2) Die Umfangsmittelpunkte der Klauenabschnitte **41d** bis **44d** der Klauenpole **41b** bis **44b** sind im Wesentlichen in dreieckigen Formen ausgebildet, deren Umfangsmittelpunkte radial nach innen ragen. Daher konzentriert sich der Magnetfluss, der sich vom Klauenabschnitt **41d**, der als Nordpol fungiert, zu einer Kernbasis **42a** bewegt, die ein Südpol ist, an einem vorstehenden Scheitelpunktabschnitt, eine magnetische Sättigung wird im Scheitelpunktabschnitt erreicht und somit wird die Menge an Magnetfluss, die sich vom Klauenabschnitt **41d** zur Kernbasis **42a** bewegt, verringert. Das heißt, durch Bilden des radial innen liegenden Abschnitts des Klauenabschnitts **41d** in im Wesentlichen dreieckiger Form, ist es möglich, die Menge des Magnetflusses, die sich vom Klauenabschnitt **41d** zur Kernbasis **42a** bewegt, zu verringern, d. h., die Menge des Magnetflussaustrittes zu verringern, und ist es möglich, eine Verringerung des wirksamen Magnetflusses einzuschränken.

(Vierte Ausführungsform)

[0124] Es wird nun eine vierte Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0125] Wie in [Fig. 16B](#) dargestellt, befindet sich jeder der ersten rückseitigen Zusatzmagnete **26** zwischen einer Rückfläche (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **21b** und einer äußeren peripheren Fläche einer Kernbasis **22a**. Der erste rückseitige Zusatzmagnet **26** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in Bogenform ausgebildet. Ein Paar von Umfangsseitenflächen des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** befindet sich auf derselben Ebene wie ein Paar von Umfangsseitenflächen des entsprechenden Klauenpols **21b**. Der erste rückseitige Zusatzmagnet **26** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** nahe der Rückfläche des Klauenpols **21b** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert, der derselbe wie jener des Klauenpols **21b** ist, und ein Abschnitt des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **26** nahe der Kernbasis **22a** als ein zweiter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert, der derselbe wie jener der Kernbasis **22a** ist.

[0126] Wie in [Fig. 16A](#) dargestellt, befindet sich jeder der zweiten rückseitigen Zusatzmagnete **27** zwischen einer Rückfläche (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **22b** und einer äußeren peripheren Fläche einer Kernbasis **21a**. Jeder der zweiten rückseitigen Zusatzmagnete **27** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in einer Bogenform ausgebildet. Ein Paar von Umfangsseitenflächen des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27** befindet sich auf derselben Ebene wie ein Paar von Umfangsseitenflächen des entsprechenden Klauenpols **22b**. Der zweite rückseitige Zusatzmagnet **27** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27** nahe der Rückfläche des Klauenpols **22b** als ein zweiter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert, der derselbe wie jener des Klauenpols **22b** ist, und ein Abschnitt des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **27** nahe der Kernbasis **21a** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert, der derselbe wie jener der Kernbasis **21a** ist.

[0127] Wie in [Fig. 16A](#) dargestellt, befindet sich jeder der Wendepolmagnete **31** zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar aus dem Klauenpol **21b** und dem Klauenpol **22b**. Jeder der Wendepolmagnete **31** ist bei Betrachtung in Axialrichtung der Drehwelle **12** in einer rechteckigen Form ausgebildet. Der Wendepolmagnet **31** der vierten Ausführungsform ist in einer rechteckigen Form ausgebildet, die sich zu einer Innenseite des Rotors **11** entlang den Umfangsendflächen der Klauenpole **21b** und **22b** erstreckt, und insbesondere ist der Wendepolmagnet

31 in trapezförmiger Form ausgebildet, deren Umfangsbreite zur Innenseite hin allmählich schmaler wird. Wie in [Fig. 15](#) dargestellt, erstreckt sich jeder der Wendepolmagnete **31** in Axialrichtung der Drehwelle **12**. Die Axiallänge jedes der Wendepolmagnete **31** ist gleich dem Abstand von zwei Endflächen der Drehwelle **12**, die in Axialrichtung der Drehwelle **12** frei liegen, d. h., von einer axial äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **21** zu einer axial äußeren Endfläche des vierten Rotorkerns **24**.

[0128] Wie in [Fig. 16A](#) dargestellt, ist jeder der Wendepolmagnete **31** so angeordnet, dass seine Oberfläche, die durch seinen Umfangsmittelpunkt geht, bei Betrachtung in Axialrichtung einen Winkel in Bezug auf eine Radialrichtung des Rotors **11** hat. Das heißt, Umfangsendflächen der Klauenpole **21b** bis **24b** der Rotorkerne **21** bis **24** sind so ausgebildet, dass die Wendepolmagnete **31**, die sich zwischen den benachbarten Klauenpolen befinden, Winkel in Bezug auf die Radialrichtungen der Rotorkerne **21** bis **24** haben. Wie in [Fig. 16A](#) dargestellt, ist zum Beispiel der Klauenpol **21b** so ausgebildet, dass sich ein Schnittpunkt O1 von Liniensegmenten (dargestellt durch Linien aus abwechselnd langen und kurzen Strichen), die durch Umfangsmittelpunkte der zwei in Umfangsrichtung benachbarten Wendepolmagnete **31** gehen, radial außerhalb eines Drehmittelpunkts O des Rotors **11** befindet, d. h., eines axialen Mittelpunkts der Drehwelle **12**, und sich an einer Position näher dem Klauenpol **21b** befindet.

[0129] Wie in [Fig. 16B](#) dargestellt, ist der Klauenpol **22b** so ausgebildet, dass sich ein Schnittpunkt O2 von Liniensegmenten (dargestellt durch Linien aus abwechselnd langen und kurzen Strichen), der durch Umfangsmittelpunkte der zwei in Umfangsrichtung benachbarten Wendepolmagnete **31** geht, an einer Position radial außerhalb des Drehmittelpunkts O des Rotors **11** befindet, d. h., des axialen Mittelpunkts der Drehwelle **12**, und an einer Position, die vom Klauenpol **22b** getrennt ist.

[0130] Daher ist die Umfangsbreite (siehe [Fig. 16A](#)) eines proximalen Endes des Klauenpols **21b** schmaler als die Umfangsbreite (siehe [Fig. 16B](#)) eines proximalen Endes des Klauenpols **22b**. Insbesondere sind die Breiten der proximalen Enden, wenn die Klauenpole dieselben Formen haben, als eine Referenzbreite L0 definiert. Die Breite L1 des proximalen Endes des Klauenpols **21b** ist um ΔL schmaler als die Referenzbreite L0 und die Breite L2 des proximalen Endes des Klauenpols **22b** ist um ΔL größer als die Referenzbreite L0. In der vierten Ausführungsform ist das proximale Ende des Klauenpols ein Magnetflusssteuerabschnitt.

[0131] Der Betrieb des Motors **1** der vierten Ausführungsform ist derselbe wie jener der ersten Ausführungsform.

rungsform und die Vorteile (2) bis (6) der ersten Ausführungsform werden erzielt

(Fünfte Ausführungsform)

[0132] Es wird nun eine fünfte Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0133] Wie in [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) dargestellt, enthält ein Rotor **11** ein Paar aus erstem und zweitem Rotorkern **121** und **122**, ein Paar aus drittem und vierstem Rotorkern **123** und **124**, Ringmagnete **125** und **126** (siehe [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#)) als Feldmagnete und Wendepolmagnete **127** und **128**. Pfeile in [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) zeigen Magnetisierungsrichtungen (vom Südpol zum Nordpol) der Magnete **125**, **126**, **127** und **128**.

[0134] Wie in [Fig. 17](#) dargestellt, sind sieben Klauenpole **121b** an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **121a** der vorliegenden Ausführungsform in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Jeder der Klauenpole **121b** enthält einen Vorsprung **121c**, der sich von der Kernbasis **121a** radial nach außen erstreckt, und einen Klauenabschnitt **121d**, der sich vom Vorsprung **121c** in Axialrichtung erstreckt.

[0135] Ein Paar von Umfangsendflächen **121e** und **121f** des Klauenpols **121b** sind flache Oberflächen, die sich in einer Radialrichtung erstrecken, d. h., flache Oberflächen, die bei Betrachtung in Axialrichtung nicht in Bezug auf die Radialrichtung geneigt sind. Ein Querschnitt des Vorsprungs **121c** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Klauenabschnitt **121d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **121c** in Axialrichtung. Die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **121d** ist konstant. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **121b**, d. h., ein Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **121e** und **121f**, ist kleiner als der Umfangswinkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **121b**.

[0136] Im Klauenpol **121b** ist der Umfangswinkel H1 als die Umfangsbreite des Vorsprungs **121c** gleich dem Umfangswinkel H2. des Klauenabschnitts **121d**. Der Klauenpol **121b** hat die Bogenform wie oben beschrieben, die Umfangsbreite (die Länge) des Klauenpols **121b** wird radial nach außen größer und daher ist die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **121d** länger als die Umfangsbreite eines radial äußersten Abschnitts des Vorsprungs **121c**, d. h., die maximale Umfangsbreite des Vorsprungs **121c**.

[0137] Wie in [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) dargestellt, sind die Vorsprünge **122c** von sieben Klauenpolen **122b** an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **122a** der vorliegenden Ausführungsform in gleichen Ab-

ständen zueinander ausgebildet. Ein Querschnitt des Vorsprungs **122c** in eine Richtung, die mit der Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Ein Klauenabschnitt **122d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **122c** in Axialrichtung. Der Klauenabschnitt **122d** ist so ausgebildet, dass er an den Umfangsseiten mehr vorragt als der Vorsprung **122c**. Somit ist in dem Klauenpol **122b** der Umfangswinkel H3 als die Umfangsbreite des Vorsprungs **122c** kleiner als der Umfangswinkel H4 des Klauenabschnitts **122d**. Der Umfangswinkel H4 des Klauenabschnitts **122d** ist gleich den Umfangswinkeln H1 und H2 des Vorsprungs **121c** und des Klauenabschnitts **121d** des Klauenpols **121b**. Der Umfangswinkel H3 des Vorsprungs **122c** ist kleiner als die Umfangswinkel H1 und H2 des Vorsprungs **121c** und des Klauenabschnitts **121d** des Klauenpols **121b**.

[0138] Ein Paar von Umfangsendflächen **122e** und **122f** des Klauenpols **122b** sind flache Oberflächen, die sich in Radialrichtung erstrecken. Ein Querschnitt des Klauenpols **122b** (Vorsprung **122c**) in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **122b**, d. h., der Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **122e** und **122f**, ist kleiner als der Umfangswinkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **122b**.

[0139] Der zweite Rotorkern **122** wird mit dem ersten Rotorkern **121** derart zusammengefügt, dass sich jeder Klauenabschnitt **122d** zwischen einem entsprechenden Paar von Klauenabschnitten **121d** befindet und dass der Ringmagnet **125** (siehe [Fig. 18](#)) sich in Axialrichtung zwischen der Kernbasis **121a** und der Kernbasis **122a** befindet (dazwischen eingefügt ist). Da zu diesem Zeitpunkt die Umfangsendfläche **121e** des Klauenpols **121b** und die Umfangsendfläche **122f** des Klauenpols **122b** in Axialrichtung parallel zueinander werden, bildet der Spalt zwischen den Endflächen **121e** und **122f** im Wesentlichen eine gerade Linie in Axialrichtung. Da die Umfangsendfläche **121f** des Klauenpols **121b** und die Umfangsendfläche **122e** des Klauenpols **122b** in Axialrichtung parallel zueinander werden, bildet Spalt zwischen den Endflächen **121f** und **122e** im Wesentlichen eine gerade Linie in Axialrichtung.

[0140] Der Außendurchmesser des Ringmagneten **125** und die Außendurchmesser der Kernbasen **121a** und **122a** sind jeweils gleich. Der Ringmagnet **125** ist in Axialrichtung so magnetisiert, dass der Klauenpol **121b** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert und der Klauenpol **122b** als zweiter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert.

[0141] Wenn der erste und zweite Rotorkern **121** und **122** und der Ringmagnet **125** zusammengefügt

werden, entsteht ein Spalt K zwischen radial äußeren Endflächen **121i** und **122i** der Kernbasen **121a** und **122a**, einer radial äußeren Endfläche **125a** des Ringmagneten **125** und Rückflächen **121j** und **122j** der Klauenabschnitte **121d** und **122d** der Klauenpole **121b** und **122b** in Radialrichtung, wie in [Fig. 18](#) dargestellt.

[0142] Wie in [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) dargestellt, wird der dritte Rotorkern **123** durch Umdrehen des zweiten Rotorkerns **122** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, ausgebildet. Sieben Klauenpole **123b** sind an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **123a** in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Der Klauenpol **123b** enthält einen Vorsprung **123c**, der sich von der Kernbasis **123a** radial nach außen erstreckt, und einen Klauenabschnitt **123d**, der sich vom Vorsprung **123c** in Axialrichtung erstreckt.

[0143] Wie in [Fig. 18](#) dargestellt, wird der dritte Rotorkern **123** mit der Drehwelle **12** so zusammengefügt, dass eine axial erste Endfläche **123g** des dritten Rotorkerns **123** gegen eine axial zweite Endfläche **122g** des zweiten Rotorkerns **122** liegt. Somit erstreckt sich der Klauenabschnitt **123d** in eine Axialrichtung entgegen gesetzt zum Klauenabschnitt **122d** des zweiten Rotorkerns **122**.

[0144] Ein Paar von Umfangsendflächen **123e** und **123f** des Klauenpols **123b** sind sich radial erstreckende flache Oberflächen, d. h., flache Oberflächen, die bei Betrachtung in Axialrichtung nicht in Radialrichtung geneigt sind. Ein Querschnitt des Vorsprungs **123c** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Klauenabschnitt **123d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **123c** in Axialrichtung. Die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **123d** ist konstant. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **123b**, d. h., der Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **123e** und **123f**, ist kleiner als der Umfangswinkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **123b**.

[0145] Der vierte Rotorkern **124** wird durch Umdrehen des ersten Rotorkerns **121** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, erhalten und hat im Wesentlichen dieselbe Form wie der dritte Rotorkern **123**. Vorsprünge **124c** von sieben Klauenpolen **124b** sind an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **124a** in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Ein Querschnitt des Vorsprungs **124c** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Ein Klauenabschnitt **124d** erstreckt sich in Axialrichtung von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **124c**.

[0146] Ein Paar von Umfangsendflächen **124e** und **124f** des Klauenpols **124b** sind flache Oberflächen, die sich in Radialrichtung erstrecken. Ein Querschnitt des Klauenpols **124b** (Vorsprung **124c**) in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **124b**, d. h., der Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **124e** und **124f**, ist kleiner als der Winkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **124b**.

[0147] Der vierte Rotorkern **124** wird mit dem dritten Rotorkern **123** so zusammengefügt, dass sich jeder Klauenabschnitt **124d** zwischen einem entsprechenden Paar von Klauenabschnitten **123d** befindet und dass sich der Ringmagnet **126** (siehe [Fig. 18](#)) zwischen den Kernbasen **123a** und **124a** in Axialrichtung befindet (zwischen diesen liegt). Da zu diesem Zeitpunkt die Umfangsendfläche **123e** des Klauenpols **123b** und die Umfangsendfläche **124f** des Klauenpols **124b** in Axialrichtung parallel zueinander werden, bildet der Spalt zwischen den Endflächen **123e** und **124f** im Wesentlichen eine gerade Linie in Axialrichtung. Da die Umfangsendfläche **123f** des Klauenpols **123b** und die Umfangsendfläche **124e** des Klauenpols **124b** in Axialrichtung parallel werden, bildet der Spalt zwischen den Endflächen **123f** und **124e** im Wesentlichen eine gerade Linie in Axialrichtung. Die Klauenpole **124b** (vierter Rotorkern **124**) werden mit dem dritten Rotorkern **123** und der Drehwelle **12** so zusammengefügt, dass eine axial distale Endfläche **124g** jedes der Klauenabschnitte **124d** axial gegen eine axial distale Endfläche **121g** des entsprechenden Klauenabschnitts **121d** des Klauenpols **121b** liegt.

[0148] Wenn der dritte und vierte Rotorkerne **123** und **124** und der Ringmagnet **126** zusammengefügt werden, wie in [Fig. 18](#) dargestellt, entsteht ein Spalt K zwischen radial äußeren Endflächen **123i** und **124i** der Kernbasen **123a** und **124a**, den radial äußeren Endfläche **126a** des Ringmagneten **126** und den Rückflächen **123j** und **124j** der Klauenabschnitte **123d** und **124d** der Klauenpole **123b** und **124b** in Radialrichtung.

[0149] Wie in [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) dargestellt, haben alle Klauenabschnitte **121d** bis **124d** der Klauenpole **121b** bis **124b** dieselben Formen und radial äußere Endflächen **121h** bis **124h** dieser Klauenabschnitte haben im Wesentlichen dieselben Flächen.

[0150] Die Magnetisierungsrichtung des Ringmagneten **126** ist jener des Ringmagneten **125** entgegen gesetzt. Der Außendurchmesser des Ringmagneten **126** ist gleich jenen der Kernbasen **123a** und **124a**. Der Ringmagnet **126** ist in Axialrichtung so magnetisiert, dass der Klauenpol **123b** als zweiter Magnetpol,

z. B. als Südpol, fungiert, und der Klauenpol **124b** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert.

[0151] Wie in [Fig. 17](#) dargestellt, befinden sich die Wendepolmagnete **127** und **128** zwischen dem Klauenpol **121b** und dem Klauenpol **122b** in Umfangsrichtung und zwischen dem Klauenpol **123b** und dem Klauenpol **124b** in Umfangsrichtung. Insbesondere befindet sich der Wendepolmagnet **127** zwischen einer Umfangsendfläche **121e** des Klauenpols **121b** und einer Umfangsendfläche **122f** des Klauenpols **122b** und zwischen einer Umfangsendfläche **123f** des Klauenpols **123b** und einer Umfangsendfläche **124e** des Klauenpols **124b**. Der Wendepolmagnet **128** befindet sich zwischen einer Umfangsendfläche **121f** des Klauenpols **121b** und einer Umfangsendfläche **122e** des Klauenpols **122b** und zwischen einer Umfangsendfläche **123e** des Klauenpols **123b** und einer Umfangsendfläche **124f** des Klauenpols **124b**. Die Wendepolmagnete **127** und **128** sind in Umfangsrichtung so magnetisiert, dass dieselben Polaritäten der Wendepolmagnete **127** und **128** und dieselben Polaritäten der Klauenpole **121b** bis **124b** einander zugewandt sind, d. h., so, dass Abschnitte der Wendepolmagnete **127** und **128** nahe dem Klauenpol **121b** und den Klauenpolen **124b** als Nordpole dienen und Abschnitte der Wendepolmagnete **127** und **128** nahe dem Klauenpol **122b** und dem Klauenpol **123b** als Südpole dienen.

[0152] Die Wendepolmagnete **127** und **128** sind von einer axial äußeren Endfläche **121k** des ersten Rotorkerns **121** eines axial ersten Endes zu einer axial äußeren Endfläche **124k** des vierten Rotorkerns **124** eines axial zweiten Endes ausgebildet und die Wendepolmagnete **127** und **128** sind so angeordnet, dass sie in einer Ebene mit den Endflächen **121k** und **124k** liegen. Zu diesem Zeitpunkt werden die ersten bis vierten Rotorkerne **121** bis **124** und die Ringmagnete **125** und **126** so zusammengefügt, dass ein Spalt K, der ähnlich dem oben beschriebenen Spalt K ist, zwischen radial inneren Endflächen der Wendepolmagnete **127** und **128**, radial äußeren Endflächen **121i**, **122i**, **123i** und **124i** der Kernbasen **121a**, **122a**, **123a** und **124a** und den radial äußeren Endflächen **125a** und **126a** der Ringmagnete **125** und **126** entsteht.

[0153] Anschließend wird der Betrieb eines Motors **1** beschrieben, der wie oben beschrieben gestaltet ist.

[0154] Wie in der ersten Ausführungsform, wenn im Motor **1** einer Segmentleiter-(SC-)Spule **8** durch einen Stromversorgungskreis in einem Kasten **5** Antriebsstrom zugeführt wird, wird ein Magnetfeld zum Drehen des Rotors **11** in einem Stator **6** erzeugt und der Rotor **11** wird gedreht.

[0155] Die Wendepolmagnete **127** und **128** befinden sich zwischen dem Klauenpol **121b** und dem Klauenpol **122b** in Umfangsrichtung und zwischen dem

Klauenpol **123b** und den Klauenpolen **124b** in Umfangsrichtung. Die Wendepolmagnete **127** und **128** sind in Umfangsrichtung so magnetisiert, dass dieselben Polaritäten der Wendepolmagnete **127** und **128** und dieselben Polaritäten der Klauenpole **121b** bis **124b** einander zugewandt sind. Gemäß dieser Ausgestaltung sind Magnetflussausstritte zwischen den Klauenpolen **121b**, **122b**, **123b** und **124b** verringert und Magnetflüsse der Ringmagnete **125** und **126** können wirksam für die Leistung des Motors **1** genutzt werden.

[0156] Wie in [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) dargestellt, enthalten die ersten bis vierten Rotorkerne **121** bis **124** die Vorsprünge **121c** bis **124c**, die jeweils proximale Enden der Klauenpole **121b** bis **124b** sind. Der Umfangswinkel H1 die als Umfangsbreiten der Vorsprünge **121c** und **124c** der ersten und vierten Rotorkerne **121** und **124** von axialen Enden ist größer als der Umfangswinkel H3 als die Umfangsbreiten der Vorsprünge **122c** und **123c** der anderen Rotorkerne **122** und **123**. Gemäß dieser Ausgestaltung werden in den Rotorkernen **121** und **124** am axialen Ende und den anderen Rotorkernen **122** und **123** die Magnetflussdichten der Klauenpole **121b**, **122b**, **123b** und **124b** gleichförmig. In der fünften Ausführungsform ist das proximale Ende des Klauenpols ein Magnetflussteuerabschnitt.

[0157] Wie oben beschrieben können gemäß der fünften Ausführungsform die folgenden Vorteile erzielt werden.

(1) Der Umfangswinkel H1 oder die Umfangsbreiten der Vorsprünge **121c** und **124c**, die proximale Enden der Klauenpole **121b** und **124b** sind, die zum ersten und vierten Rotorkern **121** und **124** gehören, die in Axialrichtung frei liegen, ist größer als der Umfangswinkel H3, oder die Umfangsbreiten der Vorsprünge **122c** und **123c** die proximale Enden der Klauenpole **121b** bis **124b** sind, die zu den anderen Rotorkernen **122** und **123** gehören. Wenn gemäß dieser Ausgestaltung die axialen Stärken der Rotorkerne **121** bis **124** gleich gestaltet werden, sind die Querschnittsflächen der Vorsprünge **121c** und **124c** in Umfangsrichtung breiter als Querschnittsflächen der anderen Vorsprünge **122c** und **123c** in Umfangsrichtung. Gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, den Magnetfluss, der nach außen lecken würde, aufzunehmen und den Magnetfluss zuverlässig zu den Klauenpolen **121b** bis **124b** fließen zu lassen und die Magnetflussdichten der Rotorkerne **121** und **124** an den axialen Enden und der anderen Rotorkerne **122** und **123** gleichförmig zu machen. Infolgedessen ist es möglich, die Erzeugung einer Drehmomentwelligkeit im Motor niedrig zu halten und die Erzeugung von Rauschen und Vibrationen niedrig zu halten.

(2) Alle radial äußeren Endflächen **121h** bis **124h** der Klauenabschnitte **121d** bis **124d** der Klauen-

pole **121b** bis **124b** haben dieselben Formen. Somit haben Oberflächen der Klauenpole **121b** bis **124b**, die dem Stator **6** zugewandt sind, dieselben Flächen und ein Einfluss eines drehenden Magnetfeldes, das vom Stator **6** erzeugt wird, kann in den Klauenpolen **121b** bis **124b** gleichmäßig gemacht werden.

(3) Die Wendepolmagnete **127** und **128** befinden sich jeweils zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **121b**, **122b**, **123b** und **124b** und die Wendepolmagnete **127** und **128** sind so magnetisiert, dass dieselben Polaritäten des Wendepolmagnete **127** und **128** und dieselben Polaritäten der Klauenpole **121b**, **122b**, **123b** und **124b**, die in Umfangsrichtung benachbart sind, einander zugewandt sind. Da die Wendepolmagnete **127** und **128** vorgesehen sind, ist es möglich, den Magnetflussausstritt zu verringern, der zwischen den Klauenpolen **121b**, **122b**, **123b** und **124b** erzeugt werden kann, und die Motorleistung zu erhöhen.

(4) Da die Wendepolmagnete **127** und **128** so ausgebildet sind, dass sie sich von der axial äußeren Endfläche **121k** des ersten Rotorkerns **121** des axialen ersten Endes zur axial äußeren Endfläche **124k** des vierten Rotorkerns **124** des axial zweiten Endes erstrecken, ist es möglich, eine Zunahme der Anzahl von Teilen einzuschränken. Daher ist es möglich, die Anzahl von Herstellungsschritten niedrig zu halten, die zum Zusammenfügen der Wendepolmagnete **127** und **128** erforderlich ist.

(Sechste Ausführungsform)

[0158] Es wird nun eine sechste Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0159] Wie in **Fig. 20** dargestellt, enthält ein Motorgehäuse **2** eines Motors **1** einen zylindrischen Metallrahmen **3** mit einem geschlossenen Ende an der Rückseite (rechte Seite in **Fig. 20**), einer Öffnung an der vorderen Seite (linke Seite in **Fig. 20**) und einer Kunststoffendplatte **4**, die die Öffnung des Rahmens **3** verschließt. Ein Kasten **5**, in dem ein Stromversorgungskreis wie ein Schaltungssubstrat aufgenommen ist, ist an dem hinteren Ende des Rahmens **3** montiert. Ein Stator **6** ist an einer inneren Umfangsfläche des Rahmens **3** befestigt. Der Stator **6** enthält einen ringförmigen Ankerkern **7** (Statorkern), der mehrere Zähne enthält, die sich radial nach innen erstrecken, und eine Segmentleiterspule **8** (SC-Spule), die um jeden der Zähne des Ankerkerns **7** gewickelt ist.

[0160] Ein Rotor **11** enthält eine Drehwelle **12** und befindet sich radial innen liegend des Stators **6**. Die Drehwelle **12** besteht aus einem nicht-magnetischen Metall und wird von einem Lager **13**, das in einem Lageraufnahmeabschnitt **3b** aufgenommen ist, der in einem zentralen Abschnitt eines Bodens **3a** des Rah-

mens **3** ausgebildet ist, sowie von einem Lager **14**, das von der Endplatte **4** gehalten wird, drehend gehalten. Der Lageraufnahmeabschnitt **3b** ist in einer vertieften Form ausgebildet, die sich in den Rahmen **3** öffnet.

[0161] Wie in **Fig. 21A**, **Fig. 21B** und **Fig. 22** dargestellt, enthält der Rotor **11** einen ersten Rotorkern **221**, einen zweiten Rotorkern **222**, einen Ringmagneten **223** (siehe **Fig. 22**) als Feldmagneten, erste und zweite rückseitige Zusatzmagnete **224** und **225** und erste und zweite Wendepolmagnete **226** und **227**. Die Magnete **223**, **224**, **225**, **226** und **227** sind Permanentmagneten und Pfeile in **Fig. 21A**, **Fig. 21B** und **Fig. 22** zeigen die Magnetisierungsrichtungen (von Südpolen zu Nordpolen) der Magnete **223**, **224**, **225**, **226** und **227**.

[0162] Wie in **Fig. 21A** dargestellt, sind sieben Klauenpole **221b** an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **221a** dieser Ausführungsform in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Ein Klauenpol **221b** ist bei Betrachtung in Radialrichtung in rechteckiger Form ausgebildet. Der Klauenpol **221b** enthält einen Vorsprung **221c**, der sich von der Kernbasis **221a** radial nach außen erstreckt, und einen Klauenabschnitt **221d**, der sich vom Vorsprung **221c** in Axialrichtung erstreckt. Ein Paar von Umfangsendflächen **221e** und **221f** des Klauenpols **221b** sind flache Oberflächen, die sich in Radialrichtung erstrecken. Ein Querschnitt des Vorsprungs **221c** in eine Richtung, die mit der Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Ein Querschnitt des Vorsprungs **221c** in Umfangsrichtung hat eine rechteckige Form. Der Klauenabschnitt **221d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **221c** in Axialrichtung. Die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **221d** ist konstant. Die Umfangsbreite (der Umfangswinkel) jedes der Klauenpole **221b**, d. h., die Umfangsbreite (der Umfangswinkel) zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **221e** und **221f**, ist kleiner als der Umfangswinkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **221b**.

[0163] Wie in **Fig. 21B** dargestellt, hat der zweite Rotorkern **222** dieselbe Form wie der erste Rotorkern **221**. Sieben Klauenpole **222b** sind an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **222a** in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Ein Querschnitt eines Vorsprungs **222c** des Klauenpols **222b** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Ein Klauenabschnitt **222d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **222c** in Axialrichtung. Der zweite Rotorkern **222** wird mit dem ersten Rotorkern **221** so zusammengefügt, dass sich jeder Klauenabschnitt **222d** zwischen einem entsprechenden Paar von Klauenabschnitten **221d** befindet und dass sich ein Ringmagnet **223** (siehe **Fig. 22**) zwischen der

Kernbasis **221a** und der Kernbasis **222a** in Axialrichtung befindet (zwischen diesen liegt).

[0164] Wie in [Fig. 22](#) dargestellt, ist der Außendurchmesser des Ringmagneten **223** gleich jenen der Kernbasen **221a** und **222a**. Der Ringmagnet **223** ist in Axialrichtung so magnetisiert, dass der Klauenpol **221b** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert, und der Klauenpol **222b** als zweiter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert. Das heißt, der Rotor **11** dieser Ausführungsform ist ein Rotor mit einer Lundell-Struktur, die den Ringmagneten **223** enthält. Es ist möglich, zum Beispiel einen Neodym-Magneten als den Ringmagneten **223** zu verwenden. Eine axiale Stärke des Ringmagneten **223** ist kleiner als die axialen Stärken der Kernbasen **221a** und **222a**.

[0165] Ein erster rückseitiger Zusatzmagnet **224** befindet sich zwischen der Rückfläche **221g** (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **221b** und der äußeren Umfangsfläche **222h** der Kernbasis **222a**. Ein Querschnitt des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **224** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der erste rückseitige Zusatzmagnet **224** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des Klauenpols **221b** nahe der Rückfläche **221g** als Nordpol fungiert, der derselbe wie jener des Klauenpols **221b** ist, und ein Abschnitt der Kernbasis **222a** nahe der äußeren Umfangsfläche **222h** als Südpol fungiert, der derselbe wie jener der Kernbasis **222a** ist.

[0166] Ebenso befindet sich ein zweiter rückseitiger Zusatzmagnet **225** zwischen der Rückfläche **222g** (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **222b** und einer äußeren peripheren Fläche **221h** der Kernbasis **221a**. Es ist möglich, als ersten und zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **224** und **225** einen Ferrit-Magneten zu verwenden. Ein Querschnitt des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **225** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der zweite rückseitige Zusatzmagnet **225** ist in Radialrichtung so magnetisiert, dass ein Abschnitt des Klauenpols **222b** nahe der Rückfläche **222g** als Südpol fungiert und ein Abschnitt der Kernbasis **221a** nahe der äußeren peripheren Fläche **221h** als Nordpol fungiert.

[0167] Der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** sind in Axialrichtung an einer axialen Position des Rotors **11**, wo sich der Ringmagnet **223** befindet, übereinander liegend angeordnet. Mit anderen Worten, die Axiallängen des ersten und zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **224** und **225** sind so eingestellt, dass der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** eine axiale Position, wo sich der Ringmagnet **223** befindet, von der axial äußeren Endfläche (ersten und zweiten Endfläche Ra und Rb) des Rotors **11** erreichen. Das heißt, der erste rückseitige Zusatzmagnet **224** erstreckt sich von der

axial äußeren Endfläche der Kernbasis **222a** zur axial inneren Endfläche der Kernbasis **221a** und der zweite rückseitige Zusatzmagnet **225** erstreckt sich von einer axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a** zu einer axial inneren Endfläche der Kernbasis **222a**.

[0168] Wie in [Fig. 21A](#) und [Fig. 22B](#) dargestellt, befinden sich der erste und zweite Wendepolmagnet **226** und **227** zwischen dem Klauenpol **221b** und dem Klauenpol **222b** in Umfangsrichtung. Insbesondere ist der erste Wendepolmagnet **226** zwischen einer flachen Oberfläche, die durch die Umfangsendfläche **221e** des Klauenpols **221b** und die erste Umfangsendfläche des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **224** ausgebildet wird, und einer flachen Oberfläche, die durch die Umfangsendfläche **222f** des Klauenpols **222b** und die erste Umfangsendfläche des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **225** ausgebildet wird, eingesetzt und an diesen befestigt.

[0169] Der zweite Wendepolmagnet **227** hat dieselbe Form wie der erste Wendepolmagnet **226** und ist zwischen einer flachen Oberfläche, die durch die Umfangsendfläche **221f** des Klauenpols **221b** und die zweite Umfangsendfläche des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **224** ausgebildet wird, und einer flachen Oberfläche, die durch die Umfangsendfläche **222e** des Klauenpols **222b** und die zweite Umfangsendfläche des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **225** ausgebildet wird, eingesetzt und an diesen befestigt. Der erste und zweite Wendepolmagnet **226** und **227** sind in Umfangsrichtung so magnetisiert, dass dieselben Polaritäten des ersten und zweiten Wendepolmagneten **226** und **227** und dieselben Polaritäten der Klauenpole **221b** und **222b** einander zugewandt sind, d. h., so, dass ein Abschnitt nahe dem Klauenpol **221b** als Nordpol fungiert und ein Abschnitt nahe dem Klauenpol **222b** als Südpol fungiert.

[0170] Die Größengestaltung im Motor **1** der vorliegenden Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf [Fig. 23](#) beschrieben.

[0171] Die Axiallänge Hr des Rotors **11** ist größer als die Axiallänge Hs des Ankerkerns **7**. Die Axiallänge Hr des Rotors **11** ist die Axiallänge von einer axialen Endfläche der Kernbasis **221a**, die dem Ringmagnet **223** gegenüber liegt, d. h., von einer axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a** zu einer axialen Endfläche der Kernbasis **222a**, die dem Ringmagneten **223** gegenüber liegt, d. h., zu einer axial äußeren Endfläche der Kernbasis **222a**. Da die Axiallänge Hr des Rotors **11** größer eingestellt ist als die Axiallänge Hs des Ankerkerns **7** können die axialen Stärken der ersten und zweiten Rotorkerne **221** und **222** (vorwiegend Kernbasen **221a** und **222a**) dick gestaltet werden. In dieser Ausführungsform, stimmt die axiale Mittellinie des Rotors **11** mit der axialen Mittellinie des Ankerkerns **7** überein (dargestellt als Mittellinie L in [Fig. 23](#)). Das heißt, die axiale Breite des Rotors

11 ist zu beiden Seiten in Axialrichtung um dieselben Größen größer als die axiale Breite des Ankerkerns **7** (Überlappungsbreite G_3). Die Überlappungsbreite G_3 ist die axiale vorstehende Menge eines axialen Endes des Rotors **11**, das vom Ankerkern **7** vorragt. In dieser Ausführungsform ist die Überlappungsbreite G_3 gleich einer halben Differenz zwischen der Axiallänge H_r des Rotors **11** und der Axiallänge H_s des Ankerkerns **7**.

[0172] In dem Rotor **11** erstreckt sich ein axial distales Ende des Klauenpols **221b** in Axialrichtung zu einer axial äußeren Endfläche der Kernbasis **222a** und ein axial distales Ende des Klauenpols **222b** erstreckt sich in Axialrichtung zu einer axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a**. Das heißt, die Axiallängen der Klauenpole **221b** und **222b**, d. h., die Axiallängen von äußeren peripheren Flächen der Klauenpole **221b** und **222b**, die zu einer inneren Umfangsfläche des Ankerkerns **7** parallel sind, sind gleich der Axiallänge H_r des Rotors **11**. Der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** liegen im Inneren der Klauenpole **221b** und **222b** und erstrecken sich zu Positionen, wo ihre axial äußeren Enden mit den distalen Enden der Klauenpole **221b** und **222b** in Axialrichtung übereinstimmen. Das heißt, die axial äußere Endfläche des ersten rückseitigen Zusatzmagneten **224** liegt in einer Ebene mit der zweiten Endfläche R_b des Rotors **11** und eine axial äußere Endfläche des zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **225** liegt in einer Ebene mit der ersten Endfläche R_a des Rotors **11**. Da sich der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** zur axialen Endfläche des Rotors **11** (axial äußeren Endflächen der Kernbasen **221a** und **222a**) in einem Zustand erstrecken, in dem der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** von den Klauenpolen **221b** und **222b** nicht axial nach außen ragen, ist es auf diese Weise möglich, die Axiallängen der rückseitigen Zusatzmagneten **224** und **225** ausreichend sicherzustellen. Es ist auch möglich, den Ringmagneten **223** in Axialrichtung stärker zu machen. Daher ist es möglich, die Leistungskraft des Motors zu erhöhen.

[0173] Als nächstes wird die Wirkungsweise des Motors **1** beschrieben.

[0174] Wie in der ersten Ausführungsform, wenn im Motor **1** einer Segmentleiter-(SC-)Spule **8** durch einen Stromversorgungskreis in einem Kasten **5** Antriebsstrom zugeführt wird, wird ein Magnetfeld zum Drehen des Rotors **11** in einem Stator **6** erzeugt und der Rotor **11** wird gedreht.

[0175] Da im Rotor **11** der vorliegenden Ausführungsform die Axiallänge H_r des Rotors **11** größer ist als die Axiallänge H_s des Ankerkerns **7**, können die axialen Stärken des ersten und zweiten Rotorkerns **221** und **222** (vorwiegend der Kernbasen **221a** und **222a**) erhöht werden. Wenn die axialen Stärken

des ersten und zweiten Rotorkerns **221** und **222** erhöht werden, entsteht ein Spielraum in einer magnetischen Bahn und es ist möglich, die Erzeugung einer magnetischen Sättigung niedrig zu halten. Infolgedessen ist es möglich, die Leistungskraft des Motors **1** zu erhöhen, ohne die Axiallänge des Ringmagneten **223** zu erhöhen.

[0176] Der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** erstrecken sich zur axialen Endfläche des Rotors **11** (axial äußeren Endflächen der Kernbasen **221a** und **222a**) in einem Zustand, in dem die rückseitigen Zusatzmagnete **224** und **225** nicht axial aus den Klauenpolen **221b** und **222b** ragen. Somit ist es möglich, die Axiallängen der rückseitigen Zusatzmagnete **224** und **225** ausreichend sicherzustellen. Infolgedessen ist es möglich, die Leistungskraft des Motors **1** weiter zu erhöhen.

[0177] Der Rotor **11** der vorliegenden Ausführungsform ist nicht von jener Art, in der sich ein Permanentmagnet auf einer äußeren peripheren Fläche des Rotorkerns befindet, sondern ist vom Lundell-Typ, bei dem sich der Ringmagnet **223** im Rotor **11** befindet. Wenn bei dem Rotor, bei dem sich der Permanentmagnet auf der äußeren peripheren Fläche des Rotorkerns befindet, die Axiallänge des Permanentmagneten größer als die Axiallänge des Ankerkerns **7** gestaltet ist, ragt der Permanentmagnet vom Stator in Axialrichtung vor. In einem solchen Fall besteht die Gefahr, dass der Magnetfluss des Permanentmagneten nicht wirksam genutzt werden kann. Im Fall des Lundell-Rotors **11**, wie in dieser Ausführungsform, ist ein Abschnitt, dem der Ankerkern **7** gegenüberliegt, kein Magnet, sondern ein Kern, d. h., die Klauenpole **221b** und **222b**. Selbst wenn somit die Axiallänge H_r des Rotors **11** größer gestaltet ist als die Axiallänge H_s des Ankerkerns **7**, ist der Magnetfluss weniger anfällig, von den Abschnitten der Klauenpole **221b** und **222b**, die vom Ankerkern **7** in Axialrichtung vorragen, zwangsweise in Luft abgegeben zu werden. Infolgedessen wird der wirksame Magnetfluss, der zum Motordrehmoment beiträgt, eher nicht verringert. Da die Axiallänge H_r des Rotors **11** im Lundell-Rotor **11** größer als die Axiallänge H_s des Ankerkerns **7** gestaltet wird, ist es daher möglich, die Motorleistung wirksam zu verstärken. In der sechsten Ausführungsform ist der Rotorkern der Magnetflusssteuerabschnitt.

[0178] Anschließend wird der Einfluss beschrieben, der durch eine radiale Spaltbreite G_1 zwischen dem Rotor **11** und dem Ankerkern **7** (den radialen Abstand zwischen der äußeren peripheren Fläche des Rotors **11** und der inneren peripheren Fläche des Ankerkerns **7**) und durch eine axiale Spaltbreite G_2 zwischen dem Rotor **11** und dem Rahmen **3** auf die Motorleistung ausgeübt wird. Die Spaltbreite G_2 ist ein axialer Abstand zwischen der axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a** und einem Boden **3a** des

Rahmens **3**. In dieser Ausführungsform ist der Abstand des Bodens **3a** des Rahmens **3** zwischen dem Lageraufnahmeabschnitt **3b**, der dem Rotor **11** am nächsten ist, und der axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a** die Spaltbreite G_2 .

[0179] Da der Rahmen **3** aus Metall ausgebildet ist, besteht, wenn die Spaltbreite G_2 klein ist, die Gefahr, dass der Magnetflussausstritt von der axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a** unter dem Einfluss des Rahmens **3** erzeugt wird. **Fig. 24** zeigt ein Verhältnis zwischen einer Flussverkettungsmenge (wirksame Magnetflussmenge, die zum Motordrehmoment beiträgt) und dem Größenverhältnis G_2/G_1 der Spaltbreite G_2 und der Spaltbreite G_1 . In **Fig. 24** ist eine Flussverkettungsmenge, wenn die Spaltbreite G_2 in Bezug auf die Spaltbreite G_1 ausreichen groß gestaltet ist, d. h., wenn G_2/G_1 gleich 8 ist, als Referenz definiert, d. h., 100%. Wie in **Fig. 24** dargestellt, wird die Flussverkettungsmenge verringert, wenn G_2/G_1 von Acht abnimmt. Insbesondere, wenn G_2/G_1 etwa 5,8 ist, wird die Flussverkettungsmenge 99%, wenn G_2/G_1 etwa 4,0 ist, wird die Flussverkettungsmenge 98%, und wenn G_2/G_1 etwa 1,9 ist, wird die Flussverkettungsmenge 95%.

[0180] Gemäß der sechsten Ausführungsform können die folgenden Vorteile erzielt werden.

(1) Der Rotor **11** enthält den ersten und zweiten Rotorkern **221** und **222**, die jeweils die Klauenpole **221b** und **222b** enthalten, und den Ringmagneten **223**, der sich zwischen dem ersten und zweiten Rotorkern **221** und **222** in Axialrichtung befindet. Der Ringmagnet **223** ist in Axialrichtung magnetisiert. Daher fungiert der Klauenpol **221b** als der erste Magnetpol und der Klauenpol **22b** fungiert als der zweite Magnetpol. Die Axiallänge H_r des Rotors **11** ist größer als die Axiallänge H_s des Ankerkerns **7** des Stators **6**. Gemäß dieser Ausgestaltung können die axialen Stärken des ersten und zweiten Rotorkerns **221** und **222** erhöht werden. Wenn die axialen Stärken des ersten und zweiten Rotorkerns **221** und **222** erhöht werden, entsteht in einer magnetischen Bahn ein Spielraum und ist es möglich, die Erzeugung einer magnetischen Sättigung niedrig zu halten. Infolgedessen ist es möglich, die Leistungskraft des Motors **1** zu erhöhen.

(2) Der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** befinden sich jeweils zwischen den Rückflächen **221g** und **222g** der Klauenpole **221b** und **222b** und den äußeren peripheren Fläche **222h** und **221h** der Kernbasen **222a** und **221a**. Der Klauenpol **221b** erstreckt sich zur Endfläche der Kernbasis **222a**, die dem Ringmagneten **223** in Axialrichtung gegenüber liegt, d. h., zur axial äußeren Endfläche der Kernbasis **222a**, und der Klauenpol **222b** erstreckt sich zur Endfläche der Kernbasis **221a**, die dem Ringmagneten **223** in Axialrichtung gegenüber liegt, d. h., zur

axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a**. Gemäß dieser Ausgestaltung können sich der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** zur axialen Endfläche des Rotors **11** (axial äußeren Endflächen der Kernbasen **221a** und **222a**) in einem Zustand erstrecken, in dem die rückseitigen Zusatzmagnete **224** und **225** nicht von den Klauenpolen **221b** und **222b** in Axialrichtung vorragen. Somit ist es möglich, die Axiallängen des ersten und zweiten rückseitigen Zusatzmagneten **224** und **225** ausreichend sicherzustellen. Infolgedessen ist es möglich, die Leistungskraft des Motors **1** weiter zu erhöhen.

(Siebente Ausführungsform)

[0181] Es wird nun eine siebte Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0182] Ein Rotor **11** eines Motors **1**, der in **Fig. 26** dargestellt ist, enthält erste und zweite Anordnungen SA1 und SA2, wie in **Fig. 27** und **Fig. 28** dargestellt ist.

[0183] Wie in **Fig. 27** und **Fig. 28** dargestellt, enthält die erste Anordnung SA1 ein Paar aus einem ersten und zweiten Rotorkern **321** und **322**, einen Ringmagneten **323** als Feldmagneten, einen rückseitigen Zusatzmagneten **324** und einen Wendepolmagneten **325**. Pfeile in **Fig. 27** und **Fig. 28** zeigen Magnetisierungsrichtungen (von Südpolen zu Nordpolen) der Magnete **323**, **324** und **325**.

[0184] Wie in **Fig. 26** dargestellt, sind fünf Klauenpole **321b** an einem Außenumfang einer Kernbasis **321a** in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Jeder der Klauenpole **321b** enthält einen Vorsprung **321c**, der von der Kernbasis **321a** radial nach außen ragt, und einen Klauenabschnitt **321d**, der sich vom Vorsprung **321c** in Axialrichtung erstreckt.

[0185] Ein Paar von Umfangsendflächen **321e** und **321f** des Klauenpols **321b** sind flache Oberflächen, die sich in Radialrichtung erstrecken, d. h., flache Oberflächen, die bei Betrachtung in Axialrichtung in Bezug auf die Radialrichtung nicht geneigt sind. Ein Querschnitt des Vorsprungs **321c** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Klauenabschnitt **321d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **321c** in Axialrichtung. Die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **321d** ist konstant. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **321b**, d. h., der Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **321e** und **321f**, ist kleiner als der Umfangswinkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **321b**.

[0186] Wie in [Fig. 27](#) und [Fig. 28](#) dargestellt, sind Vorsprünge **322c** von fünf Klauenpolen **322b** an einer äußeren peripheren Fläche einer Kernbasis **322a** in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Ein Querschnitt des Vorsprungs **322c** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Ein Klauenabschnitt **322d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **322c** in Axialrichtung.

[0187] Ein Paar von Umfangsendflächen **322e** und **322f** des Klauenpols **322b** sind flache Oberflächen, die sich in Radialrichtung erstrecken. Ein Querschnitt des Klauenpols **322b** (Vorsprungs **322c**) in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **322b**, d. h., der Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **322e** und **322f**, ist kleiner als der Winkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **322b**.

[0188] Ein zweiter Rotorkern **322** ist mit dem ersten Rotorkern **321** so zusammengefügt, dass sich jeder Klauenabschnitt **322d** zwischen einem entsprechenden Paar von Klauenabschnitten **321d** befindet und dass der Ringmagnet **323** (siehe [Fig. 28](#)) sich in Axialrichtung zwischen der Kernbasis **321a** und der Kernbasis **322a** befindet (zwischen diesen liegt). Da zu diesem Zeitpunkt die Umfangsendfläche **321e** des Klauenpols **321b** und die Umfangsendfläche **322f** des Klauenpols **322b** in Axialrichtung parallel zueinander werden, bildet der Spalt zwischen den Endflächen **321e** und **322f** im Wesentlichen eine gerade Linie in Axialrichtung. Da die Umfangsendfläche **321f** des Klauenpols **321b** und die Umfangsendfläche **322e** des Klauenpols **322b** in Axialrichtung parallel zueinander werden, bildet der Spalt zwischen den Endflächen **321f** und **322e** in Axialrichtung eine im Wesentlichen gerade Linie.

[0189] Der Außendurchmesser des Ringmagneten **323** ist gleich den Außendurchmessern der Kernbasen **321a** und **322a**. Der Ringmagnet **323** ist in Axialrichtung so magnetisiert, dass der Klauenpol **321b** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert und der Klauenpol **322b** als zweiter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert.

[0190] Der rückseitige Zusatzmagnet **324** befindet sich zwischen einer Rückfläche **321g** (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **321b** und der äußeren peripheren Fläche **322h** der Kernbasis **322a**. Ebenso befindet sich der rückseitige Zusatzmagnet **324** zwischen der Rückfläche **322g** (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **322b** und der äußeren peripheren Fläche **321h** der Kernbasis **321a**. Ein Querschnitt jedes der rückseitigen Zusatzmagnete **324** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der rückseitige

Zusatzmagnet **324** ist so magnetisiert, dass sein Abschnitt nahe der Rückfläche **321g** und ein Abschnitt nahe der äußeren peripheren Fläche **321h** Nordpole werden. Der rückseitige Zusatzmagnet **324** ist so magnetisiert, dass sein Abschnitt nahe der äußeren peripheren Fläche **322h** und sein Abschnitt nahe der Rückfläche **322g** Südpole werden, die dieselben wie jener der Kernbasis **322a** sind.

[0191] Die rückseitigen Zusatzmagnete **324** sind an einer axialen Position des Rotors **11**, wo sich der Ringmagnet **323** befindet, in Axialrichtung übereinander liegend angeordnet. Mit anderen Worten, die Axiallänge jedes der rückseitigen Zusatzmagneten **324** ist so eingestellt, dass der rückseitige Zusatzmagnet **324**, von den axialen Oberflächen (dem Paar von axial äußeren Endflächen) des Rotors **11** eine axiale Position erreicht, wo sich der Ringmagnet **323** befindet.

[0192] Wie in [Fig. 27](#) dargestellt, befindet sich der Wendepolmagnet **325** zwischen dem Klauenpol **321b** und dem Klauenpol **322b** in Umfangsrichtung. Insbesondere befindet sich der Wendepolmagnet **325** zwischen der Umfangsendfläche **321e** des Klauenpols **321b** und der Umfangsendfläche **322f** des Klauenpols **322b**. Der zweite Wendepolmagnet **325** befindet sich zwischen der Umfangsendfläche **321f** des Klauenpols **321b** und der Umfangsendfläche **322e** des Klauenpols **322b**. Jeder der Wendepolmagnete **325** ist in Umfangsrichtung so magnetisiert, dass dieselbe Polarität der Wendepolmagnete **325** und dieselben Polaritäten der Klauenpole **321b** und **322b** einander zugewandt sind, d. h., so, dass ein Abschnitt der Wendepolmagnete **325** nahe dem Klauenpol **321b** als Nordpol fungiert und ein Abschnitt nahe dem Klauenpol **322b** als Südpol fungiert. Ein Spalt K, der einen Magnetflussaustritt verhindert, ist in einem Abschnitt jedes der Wendepolmagnete **325** nahe der Drehwelle **12** (radial inneren Seite des Rotors **11**) vorgesehen.

[0193] Die zweite Anordnung SA2 hat im Wesentlichen dieselbe Form wie die erste Anordnung SA1 und enthält ein Paar aus einem dritten und vierten Rotorkern **331** und **332**, einen Ringmagneten **333** als Feldmagneten, einen rückseitigen Zusatzmagneten **334** und einen Wendepolmagneten **335**. Pfeile in [Fig. 27](#) und [Fig. 28](#) zeigen Magnetisierungsrichtungen (von Südpolen zu Nordpolen) der Magnete **333**, **334** und **335**.

[0194] Wie in [Fig. 27](#) und [Fig. 28](#) dargestellt, wird der dritte Rotorkern **331** durch Umdrehen des zweiten Rotorkerns **332** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, erhalten. Fünf Klauenpole **331b** sind an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **331a** in gleichen Abständen ausgebildet. Der Klauenpol **331b** enthält einen Vorsprung **331c**, der sich von der Kernbasis **331a** radial nach au-

ßen erstreckt, und einen Klauenabschnitt **331d**, der sich vom Vorsprung **331c** in Axialrichtung erstreckt.

[0195] Wie in [Fig. 28](#) dargestellt, wird der Rotorkern **331** mit der Drehwelle **12** so zusammengefügt, dass eine axial erste Endfläche gegen eine axial zweite Endfläche des zweiten Rotorkerns **322** liegt. Somit erstreckt sich der Klauenabschnitt **331d** in eine Richtung, die dem Klauenabschnitt **322d** des zweiten Rotorkerns **322** in Axialrichtung entgegen gesetzt ist.

[0196] Ein Paar von Umfangsendflächen **331e** und **331f** des Klauenpols **331b** sind flache Oberflächen, die sich in Radialrichtung erstrecken, d. h., flache Oberflächen, die bei Betrachtung in Axialrichtung in Bezug auf die Radialrichtung nicht geneigt sind. Ein Querschnitt des Vorsprungs **331c** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Klauenabschnitt **331d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **331c** in Axialrichtung. Die Umfangsbreite des Klauenabschnitts **331d** ist konstant. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **331b**, d. h., der Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **331e** und **331f** ist kleiner als der Umfangswinkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **331b**.

[0197] Der vierte Rotorkern **332** wird durch Umdrehen des ersten Rotorkerns **321** in eine Richtung erhalten, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, und hat im Wesentlichen dieselbe Form wie der dritte Rotorkern **331**. Vorsprünge **332c** von fünf Klauenpolen **332b** sind an einer äußeren Peripherie einer Kernbasis **332a** in gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Ein Querschnitt des Vorsprungs **332c** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Klauenabschnitt **332d** erstreckt sich von einem radial äußeren Ende des Vorsprungs **332c** in Axialrichtung.

[0198] Ein Paar von Umfangsendflächen **332e** und **332f** des Klauenpols **332b** sind flache Oberflächen, die sich in Radialrichtung erstrecken. Ein Querschnitt des Klauenpols **332b** (Vorsprungs **332c**) in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der Umfangswinkel jedes der Klauenpole **332b**, d. h., der Winkel zwischen dem Paar von Umfangsendflächen **332e** und **332f**, ist kleiner als der Winkel des Spalts zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **332b**.

[0199] Der vierte Rotorkern **332** wird mit dem dritten Rotorkern **331** so zusammengefügt, dass sich jeder Klauenabschnitt **332d** zwischen einem entsprechenden Paar von Klauenabschnitten **331d** befindet und dass sich der Ringmagnet **333** (siehe [Fig. 28](#)) in Axialrichtung zwischen der Kernbasis **331a** und der Kernbasis **332a** befindet (zwischen diesen liegt). Da

zu diesem Zeitpunkt die Umfangsendfläche **331e** des Klauenpols **331b** und die Umfangsendfläche **332f** des Klauenpols **332b** in Axialrichtung parallel zueinander werden, bildet der Spalt zwischen den Endflächen **331e** und **332f** im Wesentlichen eine gerade Linie in Axialrichtung. Da die Umfangsendfläche **331f** des Klauenpols **331b** und die Umfangsendfläche **332e** des Klauenpols **332b** in Axialrichtung parallel zueinander werden bildet der Spalt zwischen den Endflächen **331f** und **332e** eine im Wesentlichen gerade Linie in Axialrichtung. Der Klauenpol **332b** (vierte Rotorkern **332**) wird mit dem dritten Rotorkern **331** und der Drehwelle **12** so zusammengefügt, dass eine axial distale Endfläche **332i** des Klauenabschnitts **332d** in Axialrichtung gegen eine axial distale Endfläche **321i** des entsprechenden Klauenabschnitts **321d** des Klauenpols **321b** liegt.

[0200] Zu diesem Zeitpunkt werden das Paar aus dem ersten und zweiten Rotorkern **321** und **322**, das die erste Anordnung SA1 bildet, und das Paar aus dem dritten und vierten Rotorkern **331** und **332**, das die zweite Anordnung SA2 bildet, so mit der Drehwelle **12** zusammengefügt, dass sie in Umfangsrichtung in einem Abweichungswinkel θ voneinander abweichen, der ein vorbestimmter Winkel ist. Wenn die Anzahl von Polpaaren als P definiert ist (fünf in dieser Ausführungsform), ist der Abweichungswinkel θ in einem Bereich von $0 < \theta \leq 10^\circ$ (als X1 in [Fig. 29](#) dargestellt), der vorzugsweise in einem Bereich von $0 < \theta \leq 50^\circ/P$ und bevorzugter in einem Bereich von $0 < \theta \leq 7^\circ$ (als X2 in [Fig. 29](#) dargestellt) liegt, der in einem Bereich von $0 < \theta \leq 335^\circ/P$ liegt. Insbesondere liegt der Abweichungswinkel θ in einem Bereich von $0 < \theta \leq 4^\circ$ (als X3 in [Fig. 29](#) dargestellt), der in einem Bereich von $0 < \theta \leq 20^\circ/P$ liegt.

[0201] Die Magnetisierungsrichtung des Ringmagneten **333** ist jener des Ringmagneten **323** entgegen gesetzt eingestellt. Der Außendurchmesser des Ringmagneten **333** ist gleich jenen der Kernbasen **331a** und **332a**. Der Ringmagnet **333** ist in Axialrichtung so magnetisiert, dass der Klauenpol **331b** als zweiter Magnetpol, z. B. als Südpol, fungiert und der Klauenpol **332b** als erster Magnetpol, z. B. als Nordpol, fungiert.

[0202] Der rückseitige Zusatzmagnet **334** befindet sich zwischen der Rückfläche **331g** (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **331b** und der äußeren Umfangsfläche **332h** der Kernbasis **332a**. Ebenso befindet sich der rückseitige Zusatzmagnet **334** zwischen der Rückfläche **332g** (radial inneren Fläche) jedes der Klauenpole **332b** und der äußeren Umfangsfläche **331h** der Kernbasis **331a**. Ein Querschnitt jedes der rückseitigen Zusatzmagnete **334** in eine Richtung, die die Axialrichtung in rechten Winkeln schneidet, hat eine Bogenform. Der rückseitige Zusatzmagnet **334** ist so magnetisiert, dass sein Abschnitt nahe der Rückfläche **331g** und sein Abschnitt

nahe der äußeren peripheren Fläche **331h** Südpole werden. Der rückseitige Zusatzmagnet **334** ist so magnetisiert, dass sein Abschnitt nahe der äußeren peripheren Fläche **332h** und sein Abschnitt nahe der Rückfläche **332g** Nordpole werden, die dieselben wie jener der Kernbasis **332a** sind.

[0203] Die rückseitigen Zusatzmagnete **334** sind an einer axialen Position des Rotors **11**, wo sich der Ringmagnet **333** befindet, in Axialrichtung übereinander liegend angeordnet. Mit anderen Worten, die Axiallänge jedes der rückseitigen Zusatzmagnete **334** ist so eingestellt, dass der rückseitige Zusatzmagnet **334** von den axialen Oberflächen (Paar von axial äußeren Endflächen) des Rotors **11** eine axiale Position erreicht, wo sich der Ringmagnet **323** befindet.

[0204] Der Wendepolmagnet **335** befindet sich zwischen dem Klauenpol **331b** und dem Klauenpol **332b** in Umfangsrichtung. Insbesondere befindet sich der erste Wendepolmagnet **335** zwischen der Umfangsendfläche **331f** des Klauenpols **331b** und der Umfangsendfläche **332e** des Klauenpols **332b**. Der zweite Wendepolmagnet **335** befindet sich zwischen der Umfangsendfläche **331e** des Klauenpols **331b** und der Umfangsendfläche **332f** des Klauenpols **332b**. Jeder der Wendepolmagnete **335** ist in Umfangsrichtung so magnetisiert, dass dieselbe Polarität des Wendepolmagneten **335** und dieselben Polaritäten der Klauenpole **331b** und **332b** einander zugewandt sind, d. h., so, dass ein Abschnitt des Wendepolmagneten **335** nahe dem Klauenpol **324b** als Nordpol fungiert, und ein Abschnitt des Wendepolmagneten **335** nahe dem Klauenpol **323b** als Südpol fungiert. Ein Spalt (nicht dargestellt), der einen Magnetflussaustritt verhindert, ist in einem Abschnitt jedes des Wendepolmagnete **335** nahe der Drehwelle **12** (radial inneren Seite des Rotors **11**) vorgesehen.

[0205] Die Axiallängen H1 und H2 der ersten Anordnung SA1 und der zweiten Anordnung SA2 sind dieselben wie in [Fig. 28](#) dargestellt.

[0206] Als nächstes wird eine Wirkungsweise des Motors **1** beschrieben, der wie oben beschrieben gestaltet ist.

[0207] Wie in der ersten Ausführungsform, wenn im Motor **1** einer Segmentleiter-(SC-)Spule **8** durch einen Stromversorgungskreis in einem Kasten **5** Antriebsstrom zugeführt wird, wird ein Magnetfeld zum Drehen des Rotors **11** in einem Stator **6** erzeugt und der Rotor **11** wird gedreht.

[0208] Der Rotor **11** des Motors **1** der vorliegenden Ausführungsform weist eine Tandemstruktur auf, in der die erste Anordnung SA1, die das Paar aus dem ersten und zweiten Rotorkern **321** und **322** enthält, und die zweite Anordnung SA2, die das Paar aus dem dritten und vierten Rotorkern **331** und **332** enthält,

aneinander laminiert sind. Das Paar aus dem ersten und zweiten Rotorkern **321** und **322** und das Paar aus dem dritten und vierten Rotorkern **331** und **332** sind in Umfangsrichtung voneinander abweichend angeordnet. Im Falle des Rotors der Lundell-Struktur eines permanenten Magnetfeldsystems, neigt ein oberflächlicher Magnetfluss des Rotors dazu, Harmonische zu enthalten, und es besteht die Gefahr, dass ein Rastmoment im Rotor durch die Harmonische erhöht wird. In dieser Ausführungsform weichen Phasen von Rastmomenten, die in dem Paar von Rotorkernen **321** und **322** und dem Paar von Rotorkernen **331** und **332** erzeugt werden, voneinander ab. Somit heben die Rastmomente, deren Phasen voneinander abweichen, einander auf, so dass ein synthetisches Rastmoment verringert ist und die Erzeugung von Vibrationen niedrig gehalten wird.

[0209] Der Abweichungswinkel θ des Paares von Rotorkernen **321** und **322** und des Paares von Rotorkernen **331** und **332** ist im Bereich von $0 < \theta \leq 50^\circ/P$ ($P = 5$) eingestellt, wenn die Anzahl von Polpaaren als P definiert ist (fünf in dieser Ausführungsform). Gemäß dieser Ausgestaltung wird eine Verringerung der Flussverkettungsmenge auf 10% oder weniger im Bereich von X1 in [Fig. 29](#) vermindert und das Rastmoment ist verringert. Wenn der Abweichungswinkel θ im Bereich von $0 < \theta \leq 335^\circ/P$ eingestellt ist, wird eine Verringerung der Flussverkettungsmenge auf 5% oder weniger im Bereich von X2 in [Fig. 29](#) vermindert. Ferner, wenn der Abweichungswinkel θ im Bereich von $0 < \theta \leq 20^\circ/P$ eingestellt ist, wird eine Verringerung der Flussverkettungsmenge auf 1% oder weniger im Bereich von X3 in [Fig. 29](#) vermindert.

[0210] Gemäß der siebenten Ausführungsform können die folgenden Vorteile erzielt werden.

(1) Die Rotorkernpaare, d. h., der erste und zweite Rotorkern **321** und **322** und der dritte und vierte Rotorkern **331** und **332**, sind so angeordnet, dass die Rotorkerne **322** und **331** derselben Magnetpole benachbart sind. Das Rotorkernpaar **321** und **322** und das Rotorkernpaar **331** und **332** weichen in Umfangsrichtung voneinander ab. Da Phasen der Rastmomente, die in dem Rotorkernpaar **321** und **322** und dem Rotorkernpaar **331** und **332** erzeugt werden, voneinander abweichen, heben die Rastmomente, deren Phasen voneinander abweichen, einander auf, so dass das synthetische Rastmoment verringert ist und die Erzeugung von Vibrationen niedrig gehalten werden kann.

(2) Der Abweichungswinkel θ in Umfangsrichtung ist im Bereich von $0 < \theta \leq 10^\circ$ eingestellt, der im Bereich von $0 < \theta \leq 50^\circ/P$ liegt, wenn die Anzahl von Polpaaren als P definiert ist. Daher ist es möglich, die Verringerung in der Flussverkettungsmenge, d. h., die Verringerung im Drehmoment, wie in [Fig. 29](#) dargestellt, zu vermindern und das Rastmoment zu verringern. Wenn der Abweichungswinkel θ auf $0 < \theta \leq 7^\circ$ gestellt ist, also im

Bereich von $0 < \theta \leq 335^\circ/P$, ist es möglich, die Verringerung in der Flussverkettungsmenge, d. h., die Verringerung im Drehmoment, wie in [Fig. 29](#) dargestellt, weiter zu vermindern und das Rastmoment zu verringern. Wenn ferner der Abweichungswinkel θ auf $0 < \theta \leq 4^\circ$ gestellt ist, also im Bereich von $0 < \theta \leq 20^\circ/P$, ist es möglich, bis die Verringerung in der Flussverkettungsmenge, d. h., die Verringerung im Drehmoment, wie in [Fig. 29](#) dargestellt, weiter zu vermindern und das Rastmoment zu verringern.

(3) Da die Axiallängen H1 und H2 der ersten Anordnung SA1 und der zweiten Anordnung SA2 dieselben sind, werden Magnetkreise (Bahnen) des Rotorkernpaars **321** und **322** und des Rotorkernpaars **331** und **332** vollendet und die Magnetkreise sind ausgewogen. Somit wird ein Kurzschlussmagnetfluss zwischen den Magnetpolen des Rotorkernpaars **321** und **322** und des Rotorkernpaars **331** und **332** klein.

[0211] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können wie folgt modifiziert sein.

[0212] Obwohl die rechteckigen Zusatzrillen **21c** bis **24c** in der ersten Ausführungsform in distalen Enden der Klauenpole **21b** bis **24b** ausgebildet sind, können die Formen und dergleichen angemessen geändert werden. Wie zum Beispiel in [Fig. 5A](#) dargestellt, können Zusatzrillen **41**, die jeweils eine größere Umfangsbreite als die Zusatzrillen **21c** bis **24c** in der ersten Ausführungsform haben, ausgebildet werden. Wie in [Fig. 5B](#) dargestellt, können gleichschenkelige dreieckige Zusatzrillen **42** ausgebildet werden. Wie in [Fig. 5C](#) dargestellt, können dreieckige Zusatzrillen **43**, in welchen der eine Scheitelpunkt jedes der gleichschenkeligen Dreiecke in Umfangsrichtung verschoben ist, ausgebildet werden. Wie in [Fig. 5D](#) dargestellt, können bogenförmige Zusatzrillen **44** oder Zusatzrillen, die Bögen enthalten, ausgebildet werden. Wie in [Fig. 5E](#) dargestellt, können Zusatzrillen **45a** und **45b** mit unterschiedlichen Breiten an Positionen ausgebildet werden, die durch gleiche Abstände in Umfangsrichtung von einem Umfangsmittelpunkt eines Klauenpols getrennt sind. Wie in [Fig. 5F](#) dargestellt, können Zusatzrillen **46a** und **46b** an Positionen ausgebildet werden, die durch unterschiedliche Abstände in Umfangsrichtung von einem Umfangsmittelpunkt eines Klauenpols getrennt sind.

[0213] In der ersten Ausführungsform sind zur Einstellung der Magnetflussdichtenverteilung in der äußeren Umfangsfläche jedes der Klauenpole **21b** bis **24b** die Zusatzrillen **21c** bis **24c** ausgebildet, die sich von den distalen Enden zu den proximalen Enden erstrecken. Die Formen sind jedoch nicht auf die oben beschriebenen Formen beschränkt, solange die Magnetflussdichtenverteilung eingestellt werden kann. Zum Beispiel können Durchgangslöcher, die sich durch die Klauenpole **21b** bis **24b** in Radialrich-

tung erstrecken und in den äußeren peripheren Flächen und den inneren peripheren Flächen der Klauenpole **21b** bis **24b** münden, ausgebildet werden. In den äußeren peripheren Flächen der Klauenpole **21b** bis **24b** können Vertiefungen ausgebildet sein.

[0214] Obwohl die Formen der Zusatzrillen **21c** bis **24c**, die in den Klauenpolen **21b** bis **24b** ausgebildet sind, in der ersten Ausführungsform dieselben sind, können die Formen gemäß der Position oder dergleichen des Rotorkerns angemessen geändert werden. Zum Beispiel können die Zusatzrillen **41**, die in [Fig. 5A](#) dargestellt sind, im ersten Rotorkern **21** und vierten Rotorkern **24** an axialen Enden ausgebildet sein und die Zusatzrillen **44**, die in [Fig. 5D](#) dargestellt sind, können im zweiten Rotorkern **22** und dritten Rotorkern **23** ausgebildet sein.

[0215] Obwohl zwei Zusatzrillen **21c** bis **24c** in den Klauenpolen **21b** bis **24b** in der ersten Ausführungsform ausgebildet sind, können eine oder drei oder mehr Zusatzrille(n) ausgebildet sein. Die Anzahl der Zusatzrillen, die in den Rotorkernen **21** bis **24** ausgebildet sind, kann entsprechend der Position oder dergleichen des Rotorkerns geändert werden.

[0216] Obwohl die Wendepolmagnete **31** in Bezug auf die Umfangsmittellinie der Klauenpole **21b** bis **24b** in der ersten und vierten Ausführungsform symmetrisch angeordnet sind, können die Wendepolmagnete **31** asymmetrisch angeordnet sein. Das heißt, die Klauenpole **21b** bis **24b** können so ausgebildet werden, dass die Schnittpunkte O1 und O2, die in [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) dargestellt sind, von der geraden Linie abweichen, die durch die Umfangsmittelpunkte von radial äußeren Seiten der Klauenpole **21b** bis **24b** und durch den axialen Mittelpunkt der Drehwelle **12** geht. Zum Beispiel wird die Neigung der Wendepolmagnete **31** gemäß der Drehrichtung oder der Anzahl von Umdrehungen des Rotors **11** geändert. Selbst wenn diese Ausgestaltungen verwendet werden, können dieselben Vorteile wie jene der ersten Ausführungsform erzielt werden.

[0217] Obwohl jeder der Klauenpole **21b** bis **24b** in der ersten Ausführungsform so ausgebildet ist, dass die Umfangsmittellinie des Wendepolmagneten **31** einen Winkel in Bezug auf die Radialrichtung des Rotors **11** bildet, können die Klauenpole **21b** bis **24b** so ausgebildet sein, dass die Umfangsmittellinie des Wendepolmagneten **31** mit der Radialrichtung des Rotors **11** übereinstimmt.

[0218] Die Wendepolmagnete **31** und **131** können in der ersten, vierten und fünften Ausführungsform angemessen weggelassen werden.

[0219] Die rückseitigen Zusatzmagnete **26**, **27**, **29** und **30** können in der ersten und vierten Ausführungsform angemessen weggelassen werden.

[0220] Obwohl die Ringmagnete **25** und **28** in der ersten und vierten Ausführungsform als Feldmagnete verwendet werden, können mehrere flache plattenförmige Permanentmagnete in Umfangsrichtung angeordnet sein, um Magnetfelder in den Klauenpolen **21b** bis **24b** zu erzeugen. Ein scheibenförmiger Permanentmagnet kann zwischen einem Paar von Kernbasen in Axialrichtung eingesetzt werden, um Magnetfelder in den Klauenpolen **21b** bis **24b** zu erzeugen.

[0221] Obwohl sich der Wendepolmagnet **31** in der ersten und vierten Ausführungsform zwischen den Klauenpolen **21b** und **22b** oder zwischen den Klauenpolen **23b** und **24b** befindet, kann die Form der Wendepolmagnete der Position entsprechend geändert werden.

[0222] Obwohl sich jeder der Wendepolmagnete **31** in der ersten, zweiten und vierten Ausführungsform von der axial äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **21** zur axial äußeren Endfläche des vierten Rotorkerns **24** erstreckt, können mehrere Wendepolmagnete in Axialrichtung angeordnet sein.

[0223] Obwohl jede der radial inneren Endflächen **21f** und **22f** der Klauenpole **21b** und **22b** in der zweiten Ausführungsform durch zwei flache Oberflächen ausgebildet ist, wie in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellt, kann die Form der inneren Umfangsfläche angemessen geändert werden. Wie zum Beispiel in **Fig. 10A** dargestellt, kann jede der radial inneren Endflächen **22f** zu einer Form ausgebildet werden, die flache Abschnitte enthält, die der Kernbasis zugewandt sind. Wie in **Fig. 10B** dargestellt, kann die radial innere Endfläche **22f** bei Betrachtung in Axialrichtung durch zwei gekrümmte, bogenförmige Oberflächen ausgebildet sein. Wie in **Fig. 10C** dargestellt, können die Umfangslängen von zwei flachen Oberflächen, die die radial innere Endfläche **22f** bilden, zum Beispiel entsprechend der Drehrichtung des Rotors **11** unterschiedlich sein. Wie in **10D** dargestellt, kann ein zentraler Abschnitt der radial inneren Endfläche **22f** die radial äußere Endfläche **22e** erreichen. Obwohl **Fig. 10A** bis **Fig. 10D** den Klauenpol **22b** zeigen, können die Klauenpole **21b**, **23b** und **24b** natürlich auf gleiche Weise geändert werden.

[0224] In der dritten Ausführungsform, wie zum Beispiel in **Fig. 12B** dargestellt, ragt der Umfangsmittelpunkt des Klauenabschnitts **41d** radial nach innen und der Scheitelpunkt des Klauenabschnitts **41d** kommt mit der Kernbasis **42a** in Kontakt. Als Alternative, wie in **Fig. 14A** zum Beispiel dargestellt, kann der Klauenabschnitt **41d** flach ausgebildet sein, so dass sein Umfangsmittelpunkt vom Wendepolmagneten **51a** nicht radial nach innen ragt, und der Umfangsmittelpunkt des Klauenabschnitts **41d** kann von der Kernbasis **42a** getrennt sein. Ferner kann ein Abschnitt zwischen den zwei Wendepolmagneten **51a**

radial nach außen vertieft sein, wie in **Fig. 14B** dargestellt.

[0225] Obwohl die Wendepolmagnete **51a** bis **51d** in der dritten Ausführungsform in Bezug auf die Umfangsmittellinie der Klauenpole **41b** bis **44b** symmetrisch angeordnet sind, können die Wendepolmagnete **51a** bis **51d** asymmetrisch angeordnet sein. Neigungen der Wendepolmagnete **51a** bis **51d** werden entsprechend der Drehrichtung oder der Anzahl von Umdrehungen des Rotors **11** geändert. Gemäß dieser Ausgestaltung können auch dieselben Vorteile wie jene der dritten Ausführungsform erzielt werden.

[0226] Obwohl die Ringmagnete **28** und **29** in der zweiten und dritten Ausführungsform als Feldmagnete verwendet werden, können mehrere flache plattenförmige Permanentmagneten in Umfangsrichtung zur Erzeugung von Magnetfeldern in den Klauenpolen **41b** bis **44b** angeordnet sein. Ein scheibenförmiger Permanentmagnet kann zwischen einem Paar von Kernbasen in Axialrichtung zur Erzeugung von Magnetfeldern in den Klauenpolen **41b** bis **44b** eingesetzt sein.

[0227] In der vierten Ausführungsform ist die Umfangsbreite L1 des proximalen Endes jedes der Klauenpole **21b** und **24b** schmaler gestaltet als die Umfangsbreite L2 des proximalen Endes jedes der Klauenpole **22b** und **23b**, wodurch die Menge an Magnetfluss, die zwischen den Klauenpolen von der Kernbasis strömt, eingestellt wird. Als Alternative, wenn die Menge an Magnetfluss, die zwischen der Kernbasis und dem Klauenpol hindurchgeht, eingestellt werden kann, kann eine Querschnittsfläche (Querschnittsfläche in Umfangsrichtung) eines Abschnitts des Klauenpols, der sich von der Kernbasis in Umfangsrichtung nach außen erstreckt, eingestellt werden. Zum Beispiel können die Axialbreiten von Abschnitten von proximalen Enden der Klauenpole **21b** und **24b** der Rotorkerne **21** und **24** an axialen Enden, die sich in Umfangsrichtung von den Kernbasen **21a** und **24a** nach außen erstrecken, schmaler gestaltet werden als die Axialbreiten von proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b** der anderen Rotorkerne **22** und **23**. Die Umfangsbreiten und die Axialbreiten der proximalen Enden der Klauenpole **21b** und **24b** können schmaler gestaltet werden als die Umfangsbreiten und die Axialbreiten der proximalen Enden der Klauenpole **22b** und **23b**.

[0228] In der fünften Ausführungsform haben alle Klauenabschnitte **121d** bis **124d** der Klauenpole **121b** bis **124b** dieselben Formen. Wenn jedoch die Oberflächen der radial äußeren Endflächen **121h** bis **124h** der Klauenabschnitte **121d** bis **124d** jeweils gleich sind, können sich die Formen der Klauenabschnitte **121d** bis **124d** voneinander unterscheiden.

[0229] In der fünften Ausführungsform erstrecken sich die Wendepolmagnete **127** und **128**, die sich zwischen den Klauenpolen **121b** bis **124b** befinden, von der axialen Endfläche **121k** des Rotorkerns **121** an einer axialen Seite zur anderen axialen Endfläche **124k** des Rotorkerns **124** an der anderen axialen Seite, aber die Erfindung ist nicht auf diese Ausgestaltung beschränkt. Zum Beispiel ist es möglich, eine derartige Ausgestaltung zu verwenden, dass ein Wendepolmagnet in mehrere Teile (zum Beispiel entsprechend der Anzahl von Rotorkernpaaren) unterteilt ist und in Axialrichtung angeordnet ist.

[0230] Obwohl das Paar aus dem ersten und zweiten Rotorkern **121** und **122** und das Paar aus dem dritten und vierten Rotorkern **123** und **124** mit der Drehwelle **12** in der fünften Ausführungsform so zusammengefügt sind, dass die Rotorkerne in Axialrichtung aneinander laminiert sind, können mehrere Rotorkernpaare mit der Drehwelle **12** zusammengefügt sein.

[0231] Die Querschnittsflächen der proximalen Enden der Klauenpole **121b** und **124b** der Rotorkerne **121** und **124** an den axialen Enden, d. h., die Querschnittsflächen der Vorsprünge **121c** und **124c** sind in der fünften Ausführungsform durch Ändern der Umfangswinkel H1 und H3 (Breiten) der Vorsprünge **121c** bis **124c** breiter gestaltet als die Querschnittsflächen der proximalen Enden der Klauenpole **122b** und **123b** der anderen Rotorkerne **122** und **123**, d. h., Querschnittsflächen der Vorsprünge **122c** und **123c**, aber die Erfindung ist nicht auf diese Ausgestaltung beschränkt. Zum Beispiel können die Querschnittsflächen der Vorsprünge **121c** und **124c** durch Ändern der axialen Stärken der Vorsprünge **121c** bis **124c** breiter als die Querschnittsflächen der Vorsprünge **122c** und **123c** gestaltet werden.

[0232] In der fünften und siebenten Ausführungsform ist jedes der Paare aus ersten Rotorkernen **121** und **321** und zweiten Rotorkernen **122** und **322** und ist jedes der Paare aus dritten Rotorkerne **123** und **323** und vierten Rotorkernen **124** und **324** mit einem einzigen Ringmagneten **125**, **126**, **325** und **326** als Feldmagneten versehen, aber die Erfindung ist nicht auf diese Ausgestaltung beschränkt. Zum Beispiel ist es möglich, eine solche Ausgestaltung zu verwenden, dass mehrere geteilte Permanentmagneten zwischen den Kernbasen **121a** und **122a** (**321a** und **322a**) des Rotorkernpaares **121** und **122** (**321** und **322**) und den Kernbasen **123a** und **124a** (**323a** und **324a**) des Rotorkernpaares **123** und **124** (**323** und **324**) in Axialrichtung um die Drehwelle **12** angeordnet ist.

[0233] Obwohl in den fünften bis siebenten Ausführungsformen nicht erwähnt, können die ersten bis vierten Rotorkerne **121** bis **124**, **221** bis **224** und **321** bis **324** und der Ankerkern **7** zum Beispiel durch La-

minieren magnetischer Metallplatten oder durch Formen magnetischen Pulvers ausgebildet werden.

[0234] Bei dem Rotor **11** des sechsten Ausführungsform können der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** weggelassen werden, der erste und zweite Wendepolmagnet **226** und **227** kann weggelassen werden, oder es können sowohl der erste und zweite rückseitige Zusatzmagnet **224** und **225** wie auch der erste und zweite Wendepolmagnet **226** und **227** weggelassen werden.

[0235] Obwohl der Rotor **11** in der sechsten Ausführungsform einen Satz aus dem Rotorkernpaar und den Magneten **223** und **227** aufweist, ist die Erfindung nicht auf diese Ausgestaltung begrenzt und der Rotor kann eine Tandemstruktur aufweisen, in der mehrere Sätze in Axialrichtung aufeinander laminiert sind. Zum Beispiel enthält ein Rotor **231**, der in [Fig. 25](#) dargestellt ist, zwei Sätze von Magneten **223** bis **227**. Das heißt, von dem ersten und zweiten Rotorkern **221** und **222** sind jeweils zwei vorgesehen, die zwei zweiten Rotorkerne **22** liegen in Axialrichtung aneinander und die Rotorkerne sind so aufeinander laminiert, dass die ersten Rotorkerne **21** axial außerhalb liegen. Die Klauenpole **221b** und **222b** sind so konfiguriert, dass die Magnetpole, die in Axialrichtung angeordnet sind, dieselben Polaritäten haben. In der Ausgestaltung, die in [Fig. 25](#) dargestellt ist, ist auch die Axiallänge Hr des gesamten Rotors **231**, d. h., die Länge von der axial äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **221**, der an der oberen Seite in der Zeichnung liegt, zur axial äußeren Endfläche des ersten Rotorkerns **221**, die an der unteren Seite liegt, größer eingestellt als die Axiallänge Hs des Ankerkerns **7** des Stators **6** und es können dieselben Vorteile wie jene der sechsten Ausführungsform erzielt werden.

[0236] In dem Rotor **231** mit einer solchen Tandemstruktur sind die Kernbasis **221a** des ersten Rotorkerns **221** und die Kernbasis **222a** des zweiten Rotorkerns **222** in Axialrichtung angeordnet. Gemäß der in [Fig. 25](#) dargestellten Struktur der Kernbasen **221a** und **222a**, die in Axialrichtung angeordnet sind, ist die axiale Stärke T1 jeder der Kernbasen **221a**, die an beiden Enden in Axialrichtung liegen, stärker als die axiale Stärke T2 der Kernbasis **222a**, die an der inneren Seite in Axialrichtung liegt. Da die axial äußere Endfläche der Kernbasis **221a** nach außen weist, entsteht an dieser leicht ein Magnetflussausstritt. Da jedoch gemäß der in [Fig. 25](#) dargestellten Struktur die axiale Stärke der Kernbasis **221a** vergrößert ist, wird die magnetische Sättigung in der Kernbasis **221a** niedrig gehalten. Infolgedessen ist es möglich, die Erzeugung eines Magnetflussausstrittes von der axial äußeren Endfläche der Kernbasis **221a** niedrig zu halten.

[0237] Obwohl die axiale Stärke T1 der Kernbasis **221a** in der in [Fig. 25](#) dargestellten Ausgestaltung

stärker eingestellt ist als die axiale Stärke T2 der Kernbasis **222a**, kann die axiale Stärke T1 der Kernbasis **221a** dünner eingestellt sein als die axiale Stärke T2 der Kernbasis **222a**. Obwohl die zwei Sätze des Rotorkernpaares und der Magnete **223** bis **227** in dieser Ausgestaltung vorgesehen sind, ist die Anzahl von Sätzen nicht darauf beschränkt und es können drei oder mehr Sätze verwendet werden.

[0238] In der sechsten Ausführungsform können die Form und die Anzahl der Klauenpole **221b** und **222b** entsprechend der Ausgestaltung angemessen geändert werden.

[0239] Obwohl ein Wickelverfahren des Stators **6** um die Zähne in der sechsten Ausführungsform nicht ausdrücklich erwähnt ist, kann eine konzentrierte Wicklung oder verteilte Wicklung verwendet werden.

[0240] Obwohl in der siebenten Ausführungsform nicht ausdrücklich erwähnt, wenn ein kleinstes gemeinsames Vielfaches der Anzahl von Magnetpolen des Rotors **11** und der Anzahl von Schlitzen des Stators **6** als MS definiert ist und n auf 1 oder 2 eingestellt ist, ist bevorzugt, dass θ in einem Bereich von $180^\circ \times n/MS - 5^\circ \leq \theta \leq 180^\circ \times n/MS + 5^\circ$ eingestellt ist. Wenn zum Beispiel das kleinste gemeinsame Vielfache MS auf 12 eingestellt ist und n auf 1 eingestellt ist, ist der Abweichungswinkel θ in einem Bereich von $10^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$ (Y1 in [Fig. 30](#)) eingestellt. Wenn das kleinste gemeinsame Vielfache MS auf 12 eingestellt ist und n auf 2 eingestellt ist, ist der Abweichungswinkel θ in einem Bereich von $40^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ (Y2 in [Fig. 30](#)) eingestellt. Gemäß dieser Ausgestaltung ist es möglich, das Rastmoment auf 50% zu verringern, wie in [Fig. 30](#) dargestellt.

[0241] In der siebenten Ausführungsform sind die Anordnung SA1, die das Rotorkernpaar **321** und **322** enthält, und die Anordnung SA2, die das Rotorkernpaar **331** und **332** enthält, aneinander laminiert und die Anzahl laminiert Anordnungen ist zwei wie bei der Tandemstruktur. Die Anzahl laminiert Anordnungen kann jedoch angemessen auf drei oder mehr geändert werden, wie zum Beispiel in [Fig. 31](#) dargestellt.

[0242] In der siebenten Ausführungsform sind die Axiallänge der ersten Anordnung SA1, die das Rotorkernpaar **321** und **322** enthält, d. h., die Länge zwischen axialen Endflächen der Rotorkerne **321** und **322**, und die Axiallänge der zweiten Anordnung SA2, die das Rotorkernpaar **331** und **332** enthält, d. h., die Länge zwischen den axialen Endflächen der Rotorkerne **331** und **332**, dieselben, aber die Erfindung ist nicht auf diese Ausgestaltung beschränkt. Zum Beispiel können die Axiallänge der ersten Anordnung SA1 und der Axiallänge der zweiten Anordnung SA2 unterschiedlich sein. Ebenso können in einer Ausgestaltung, in der zum Beispiel drei oder mehr Anord-

nungen, die jeweils ein Rotorkernpaar haben, aneinander laminiert sind, die Axiallängen der Rotorkernpaare unterschiedlich sein. Gemäß einem Rotor **11**, der zum Beispiel in [Fig. 31](#) dargestellt ist, bilden Rotorkerne **341** und **342** eine dritte Anordnung SA3, bilden Rotorkerne **343** und **344** eine vierte Anordnung SA4 und bilden Rotorkerne **345** und **346** eine fünfte Anordnung SA5. Jeder der Rotorkerne **341** bis **346** enthält mehrere Klauenpole **341b** bis **346b**. Wendepolmagnete **350**, **351** und **352** sind zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole **341b** bis **346b** angeordnet. Der Abweichungswinkel θ zwischen den Rotorkernen **341** und **346** in Umfangsrichtung, d. h., der Abweichungswinkel θ zwischen den Anordnungen SA3, SA4 und SA5 ist in einem Bereich von $0 < \theta \leq \theta_m$ eingestellt, wenn die Umfangsbreite der Wendepolmagnete **350**, **351** und **352** als θ_m definiert ist. Wenn die Axiallängen der Anordnungen SA3, SA4 und SA5 dieselben sind, sind die Magnetkreise (Bahnen) jedes Rotorkernpaares vollständig und ausgewogen. Somit ist ein Kurzschlussmagnetfluss zwischen den Magnetpolen des Rotorkernpaares klein. Wenn jedoch die Axiallängen L3, L4 und L5 der Anordnungen SA3, SA4 und SA5 unterschiedlich sind, besteht eine Neigung, dass ein Kurzschlussmagnetfluss erhöht ist. In diesem Fall ist durch Verringern des Abweichungswinkels θ auf die Umfangsbreiten θ_m der Wendepolmagnete **350**, **351** und **352** oder weniger, möglich, den Kurzschlussmagnetfluss vom ersten Magnetpol zum zweiten Magnetpol, wie als Z1 in [Fig. 32](#) dargestellt, durch eine Gleichrichterwirkung des Magnetflusses zu verringern, die durch die Wendepolmagnete **350**, **351** und **352** verursacht wird. Durch Einstellen des Abweichungswinkels θ in einem Bereich von $0 < \theta \leq \theta_m/2$ ist es möglich, den Kurzschlussmagnetfluss vom ersten Magnetpol zum zweiten Magnetpol, wie als Z2 in [Fig. 32](#) dargestellt, durch eine Gleichrichterwirkung des Magnetflusses weiter zu verringern, die durch die Wendepolmagnete **50**, **51** und **52** verursacht wird.

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 5-43749 [[0002](#)]

Patentansprüche

1. Rotor mit einer Axialrichtung, umfassend: zumindest ein Rotorkernpaar, das in Axialrichtung angeordnet ist; und einen Feldmagneten, der zwischen den Rotorkernen angeordnet und in Axialrichtung magnetisiert ist, wobei jeder der Rotorkerne mehrere Klauenpole enthält, die sich in Axialrichtung erstrecken, und jeder der Rotorkerne einen Magnetflusssteuerabschnitt enthält, der angemessen einen Magnetfluss veranlasst, zu den Klauenpolen zu fließen.

2. Rotor nach Anspruch 1, wobei jeder der Rotorkerne des Weiteren eine scheibenförmige Kernbasis enthält, die Klauenpole sich in eine Radialrichtung des Rotors von einem Außenumfang der Kernbasis erstrecken und sich in Axialrichtung erstrecken, jeder der Klauenpole bei Betrachtung in Radialrichtung in einer rechteckigen Form ausgebildet ist, zumindest das Rotorkernpaar so angeordnet ist, dass die Klauenpole jedes der Rotorkerne sich in einander entgegen gesetzte Richtungen in Axialrichtung erstrecken und die Klauenpole der Rotorkerne abwechselnd in Umfangsrichtung des Rotors angeordnet sind, und die Magnetflusssteuerabschnitte Magnetflussbegrenzungsabschnitte sind, die an distalen Enden der Klauenpole ausgebildet sind und sich nach außen in Radialrichtung öffnen.

3. Rotor nach Anspruch 2, wobei jeder der Magnetflussbegrenzungsabschnitte eine Zusatzrille ist, die sich von einem ein distalen Ende zu einem proximalen Ende des Klauenpols erstreckt und sich von einer äußeren peripheren Fläche zu einer inneren peripheren Fläche des Klauenpols erstreckt.

4. Rotor nach Anspruch 2 oder 3, wobei zwei oder mehr Magnetflussbegrenzungsabschnitte an einem distalen Ende jedes der Klauenpole in Umfangsrichtung ausgebildet sind.

5. Rotor nach Anspruch 1, wobei jeder der Rotorkerne ferner eine scheibenförmige Kernbasis enthält, die Klauenpole sich in eine Radialrichtung des Rotors von einer äußeren Peripherie der Kernbasis erstrecken und sich in Axialrichtung erstrecken, zumindest das Rotorkernpaar so angeordnet ist, dass die Klauenpole jedes der Rotorkerne sich in einander entgegen gesetzte Richtungen in Axialrichtung erstrecken und die Klauenpole der Rotorkerne abwechselnd in Umfangsrichtung des Rotors angeordnet sind, der Rotor des Weiteren mehrere Wendepolmagnete enthält, die jeweils zwischen einem in Umfangsrichtung

benachbarten Paar der Klauenpole angeordnet sind, die Wendepolmagnete so magnetisiert sind, dass jede ihrer Oberfläche, die einem Klauenpol in Umfangsrichtung zugewandt ist, dieselbe Polarität wie der zugewandte Klauenpol hat, und jeder der Magnetflusssteuerabschnitte ein Magnetflussleitungsabschnitt ist, der an einem distalen Ende des Klauenpols ausgebildet ist und den Magnetfluss des Wendepolmagneten zu einer äußeren peripheren Fläche des Klauenpols leitet.

6. Rotor nach Anspruch 5, wobei jeder der Magnetflussleitungsabschnitte eine radial innere Endfläche und eine radial äußere Endfläche enthält, die radial innere Endfläche Umfangsenden und einen zentralen Umfangsabschnitt enthält, und ein Abstand zwischen dem zentralen Umfangsabschnitt und der radial äußeren Endfläche in Radialrichtung kleiner ist als ein Abstand zwischen den Umfangsenden und der radial äußeren Endfläche in Radialrichtung.

7. Rotor nach Anspruch 6, wobei zumindest zwei Paare Rotorkerne in Axialrichtung angeordnet sind und Umfangsbreiten von proximalen Enden von Klauenpolen, die zu den Rotorkernen gehören, die an axialen Enden angeordnet sind, schmaler sind als Umfangsbreiten von proximalen Enden von Klauenpolen, die zu den anderen Rotorkernen gehören.

8. Rotor nach Anspruch 5, wobei ein zentraler Umfangsabschnitt des Magnetflussleitungsabschnitts in Radialrichtung nach innen ragt.

9. Rotor nach Anspruch 1, wobei zumindest zwei Paare Rotorkerne in Axialrichtung angeordnet sind, die Rotorkerne so angeordnet sind, dass die Rotorkerne, die dieselbe Polarität aufweisen, benachbart sind, der Magnetflusssteuerabschnitt jedes proximale Ende des Klauenpols ist und eine Querschnittsfläche in Umfangsrichtung des proximalen Endes der Klauenpole, die zu den Rotorkernen gehören, die an axialen Enden angeordnet sind, schmaler ist als die Querschnittsfläche in Umfangsrichtung der proximalen Enden der Klauenpole, die zu den anderen Rotorkernen gehören.

10. Rotor nach Anspruch 9, des Weiteren umfassend einen Zusatzmagneten, der zwischen dem Klauenpol des ersten jedes der Rotorkernpaare und der Kernbasis des zweiten Rotorkernpaares angeordnet ist, wobei der Zusatzmagnet so magnetisiert ist, dass ein Abschnitt des Zusatzmagneten nahe dem Klauenpol dieselbe Polarität wie der Klauenpol hat und dass ein Abschnitt des Zusatzmagneten na-

he der Kernbasis dieselbe Polarität hat wie die Kernbasis.

11. Rotor nach Anspruch 9 oder 10, des Weiteren umfassend mehrere Wendepolmagnete, die jeweils zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole angeordnet sind, wobei jeder der Wendepolmagnete so magnetisiert ist, dass eine Oberfläche der Wendepolmagnete, die dem Klauenpol in Umfangsrichtung zugewandt ist, dieselbe Polarität wie der zugewandte Klauenpol hat.

12. Rotor nach Anspruch 11, wobei sich jeder der Wendepolmagnete von einer axial äußeren Endfläche des Rotorkerns, die sich an einem ersten Ende in Axialrichtung befindet, zu einer axial äußeren Endfläche des Rotorkerns erstreckt, die sich an einem zweiten Ende in Axialrichtung befindet.

13. Rotor nach Anspruch 1, wobei zumindest zwei Rotorkernpaare in Axialrichtung angeordnet sind, die Rotorkerne so angeordnet sind, dass die Rotorkerne, die dieselbe Polarität aufweisen, benachbart sind, der Rotor des Weiteren Wendepolmagnete enthält, die jeweils zwischen einem in Umfangsrichtung benachbarten Paar der Klauenpole angeordnet sind, jeder der Wendepolmagnete so magnetisiert ist, dass seine Oberfläche, die dem Klauenpol in Umfangsrichtung zugewandt ist, dieselbe Polarität wie der zugewandte Klauenpol hat und der Klauenpol jedes Rotorkerns so ausgebildet ist, dass Umfangsmittellinien der zwei Wendepolmagnete, die sich an beiden Seiten in Umfangsrichtung befinden, einen Winkel in Bezug auf eine Radialrichtung des Rotors haben.

14. Rotor nach Anspruch 1, wobei zumindest zwei Rotorkernpaare in Axialrichtung angeordnet sind, die Rotorkerne so angeordnet sind, dass die Rotorkerne, die dieselbe Polarität aufweisen, benachbart sind, der Magnetflusssteuerabschnitt jedes proximale Ende des Klauenpols ist und eine Querschnittsfläche in Umfangsrichtung der proximalen Enden der Klauenpole, die zu den Rotorkernen gehören, die sich an axialen Enden befinden, breiter ist als eine Querschnittsfläche in Umfangsrichtung der proximalen Enden der Klauenpole, die zu den anderen Rotorkernen gehören.

15. Rotor nach Anspruch 14, wobei alle radial äußeren Endflächen der Klauenpole dieselben Formen haben.

16. Rotor nach Anspruch 14 oder 15, des Weiteren umfassend mehrere Wendepolmagnete, die jeweils zwischen einem in Umfangsrichtung benach-

barten Paar der Klauenpole angeordnet sind, wobei jeder der Wendepolmagnete so magnetisiert ist, dass eine Oberfläche der Wendepolmagneten, die einem Klauenpol in Umfangsrichtung zugewandt ist, dieselbe Polarität wie der zugewandte Klauenpol hat.

17. Rotor nach Anspruch 16, wobei jeder der Wendepolmagnete sich von einer axial äußeren Endfläche des Rotorkerns, die sich an einem ersten Ende in Axialrichtung befindet, zu einer axial äußeren Endfläche des Rotorkerns erstreckt, die sich an einem zweiten Ende in Axialrichtung befindet.

18. Motor umfassend:
den Rotor nach Anspruch 1 und
einen Stator, um den eine Spule gewickelt ist, wobei der Stator einen ringförmigen Stator Kern hat, der sich außerhalb des Rotors in seiner Radialrichtung befindet, wobei
der Magnetflusssteuerabschnitt der Rotorkern ist und eine Axiallänge des Rotorkerns des Rotors größer ist als eine Axiallänge des Stator Kerns.

19. Motor nach Anspruch 18, wobei Zusatzmagnete sich an Rückflächen der Klauenpole befinden, die Klauenpole eines ersten Rotorkerns jedes Paares der Rotorkerne sich in Axialrichtung zu einer axial äußeren Endfläche eines zweiten Rotorkerns des Paares erstrecken und die Klauenpole der zweiten Rotorkerne sich zu axial äußeren Endflächen der ersten Rotorkerne in Axialrichtung erstrecken.

20. Motor nach Anspruch 18 oder 19, wobei zumindest zwei Rotorkernpaare in Axialrichtung angeordnet sind, und axiale Stärken der Rotorkerne, die sich an axialen Enden befinden, stärker sind als axiale Stärken der anderen Rotorkerne.

21. Rotor mit einer Axialrichtung und einer Radialrichtung, umfassend mehrere Rotorkernpaare, die in Axialrichtung angeordnet sind, und Feldmagnete, von welchen sich jeder zwischen den Rotorkernen eines Paares befindet und in Axialrichtung magnetisiert ist, wobei jeder der Rotorkerne eine scheibenförmige Kernbasis enthält und mehrere Klauenpole, die sich in Radialrichtung von einer äußeren Peripherie der Kernbasis erstrecken und die sich in Axialrichtung erstrecken, erste und zweite Rotorkerne jedes Paares der Rotorkerne so angeordnet sind, dass die Klauenpole des ersten Rotorkerns und die Klauenpole des zweiten Rotorkerns sich in einander entgegengesetzte Richtungen in Axialrichtung erstrecken und dass die Klauenpole des ersten Rotorkerns und die Klauenpole des

zweiten Rotorkerns abwechselnd in Umfangsrichtung angeordnet sind, und die Rotorkerne, die dieselbe Polarität aufweisen, benachbart und so angeordnet sind, dass die Rotorkerne in Umfangsrichtung voneinander abweichen.

22. Motor umfassend den Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 17 und 21.

Es folgen 23 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

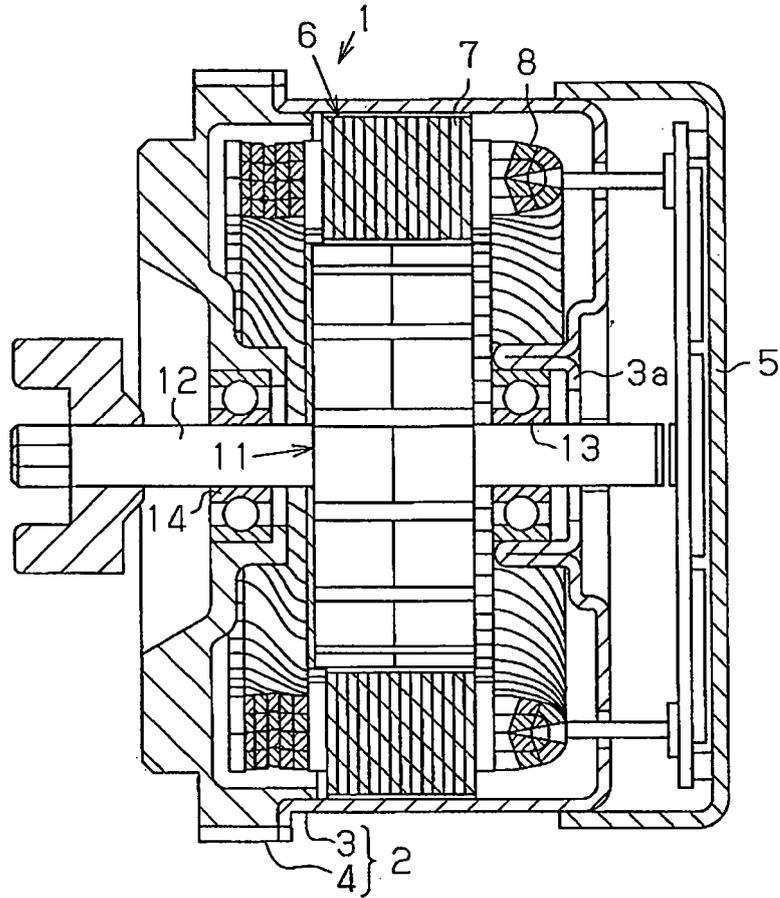


Fig.2

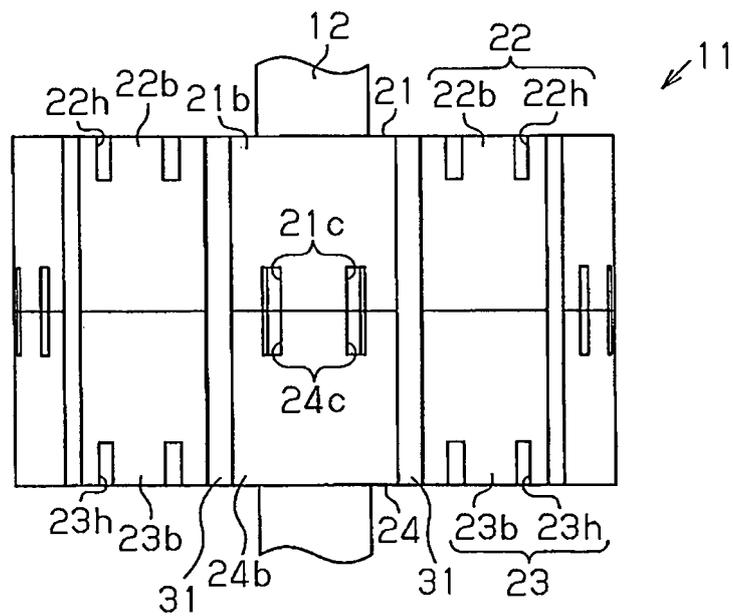


Fig. 3A

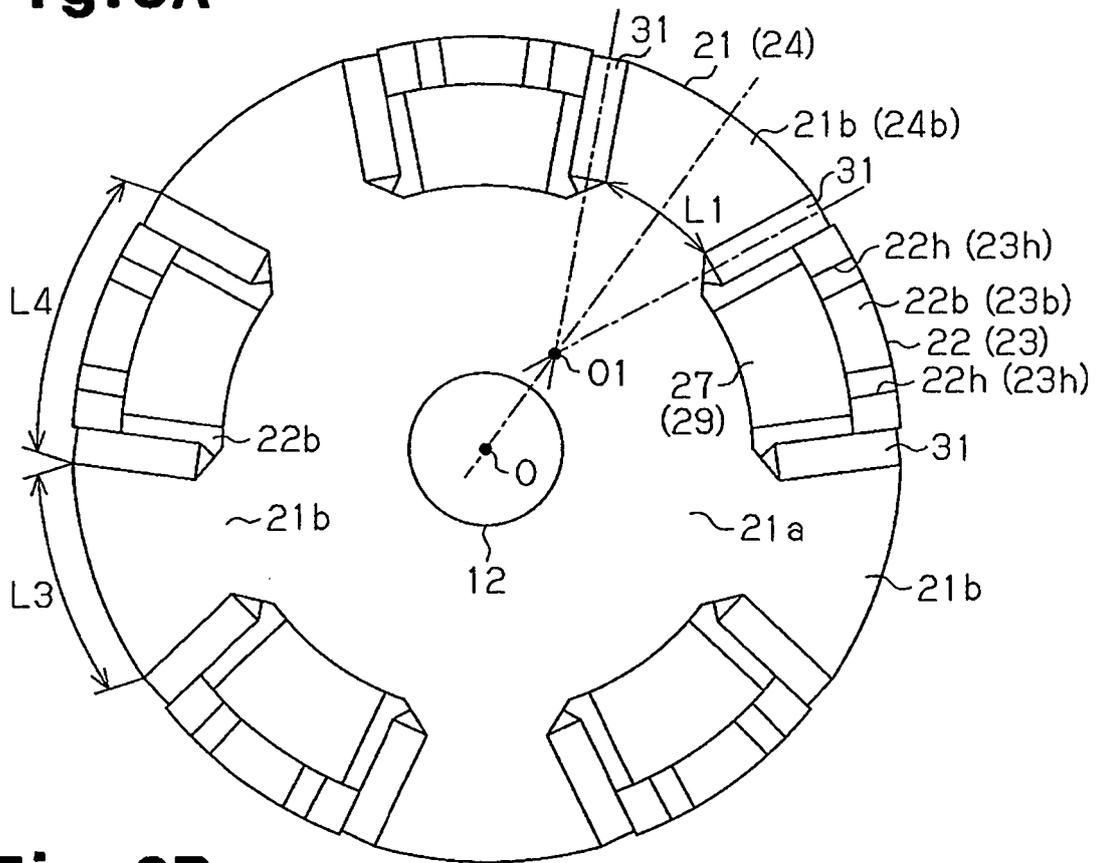


Fig. 3B

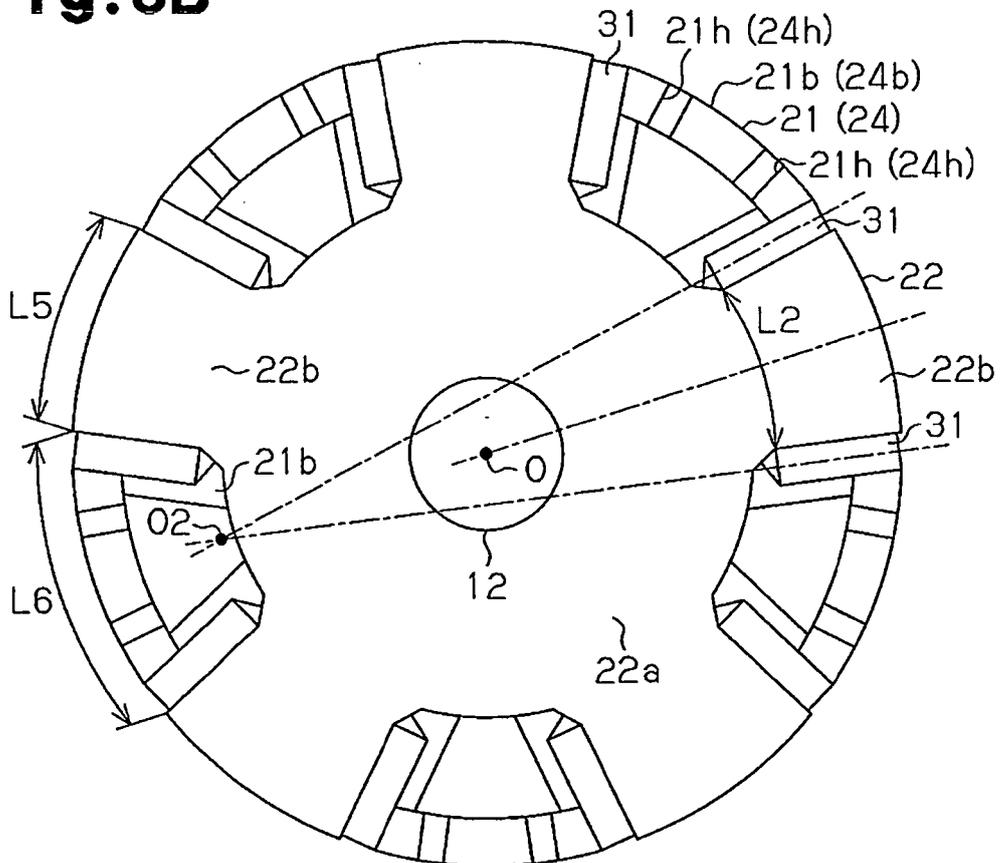


Fig.5A

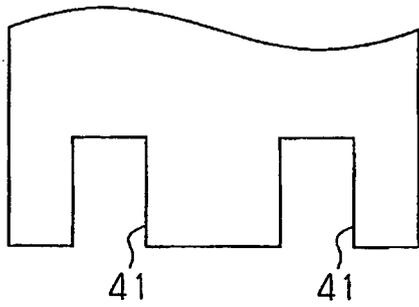


Fig.5B

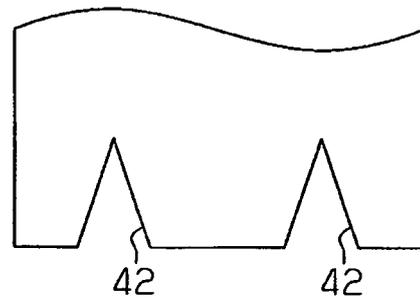


Fig.5C

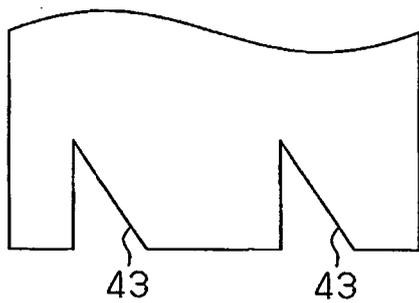


Fig.5D

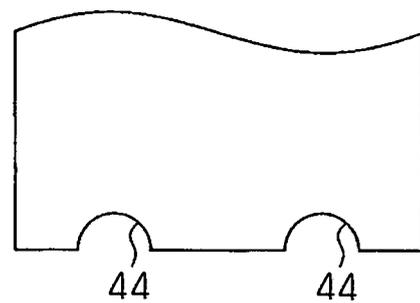


Fig.5E

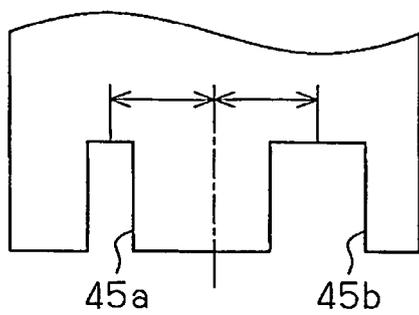


Fig.5F

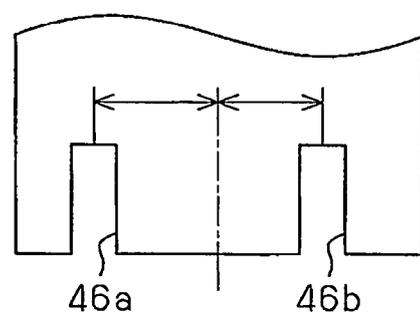


Fig.6

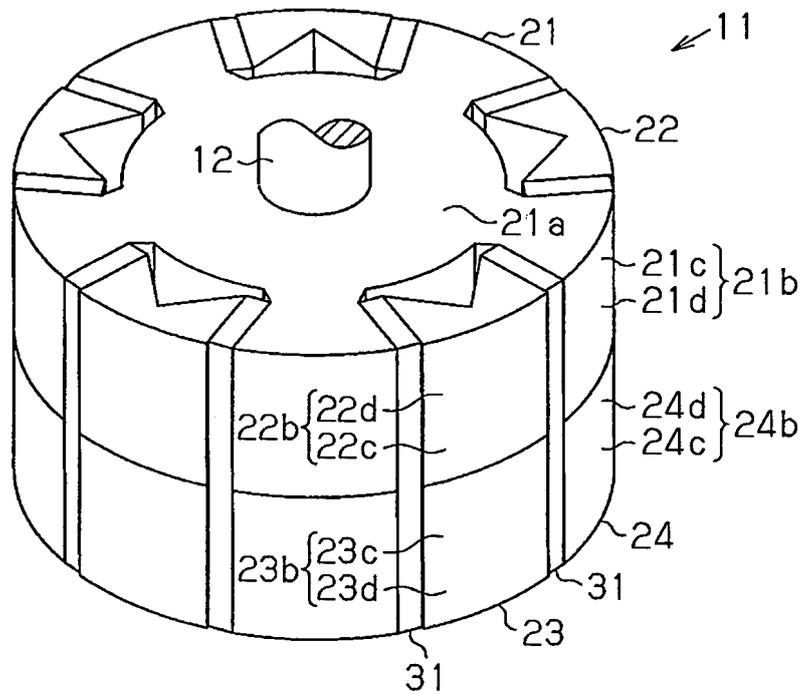


Fig. 8A

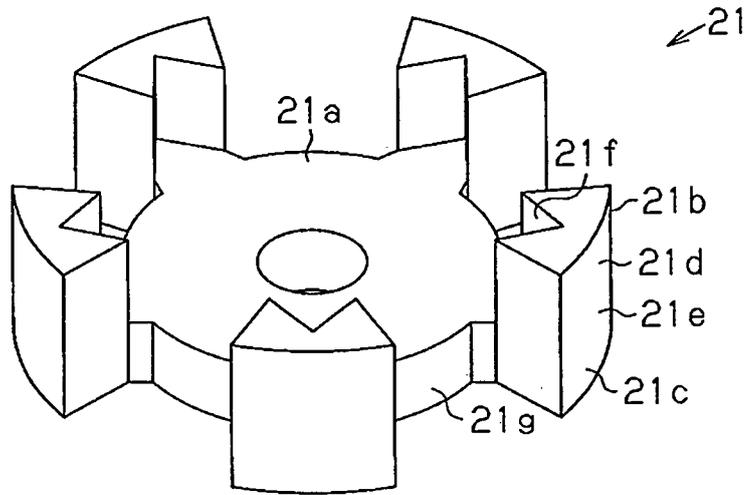


Fig. 8B

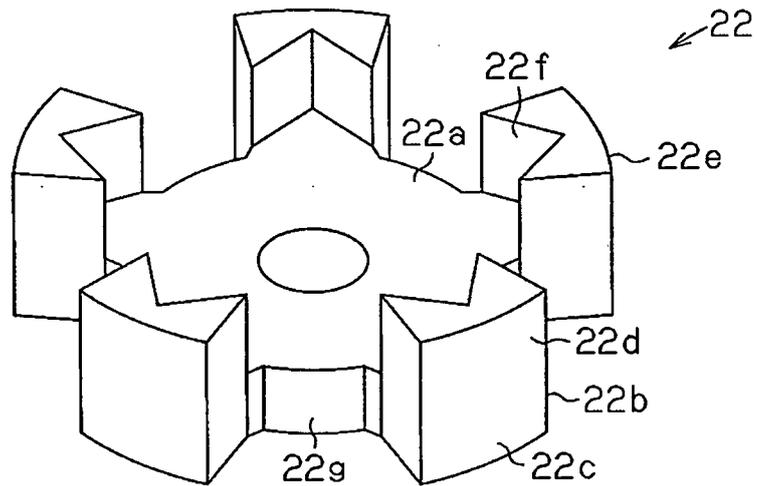


Fig. 9

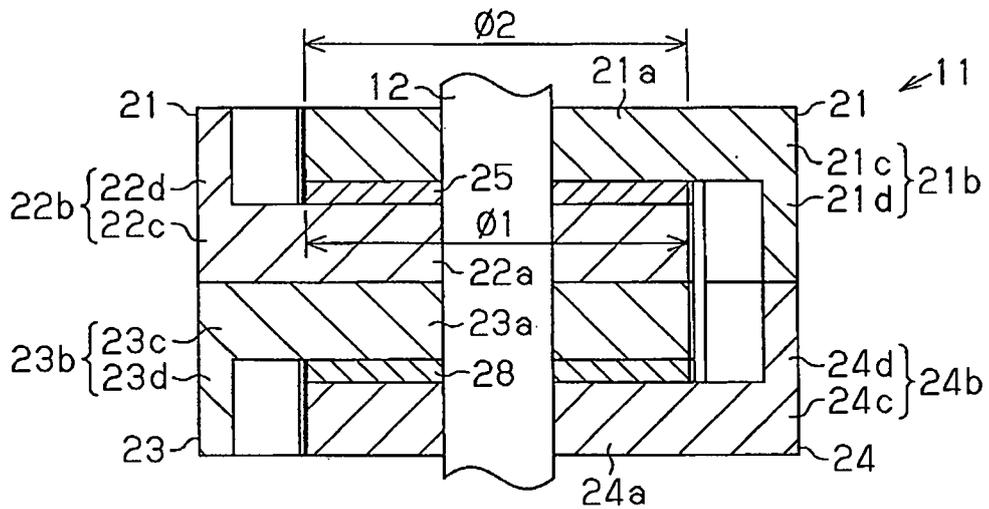


Fig.10A

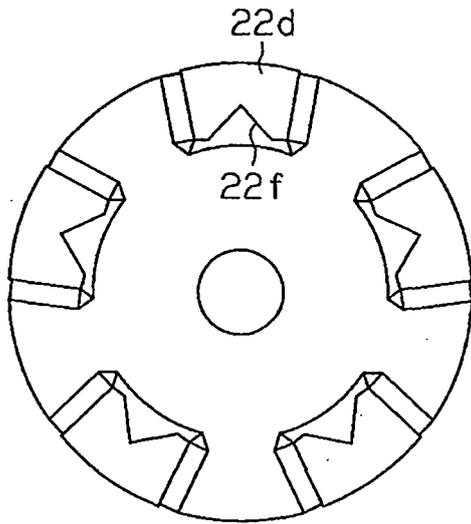


Fig.10B

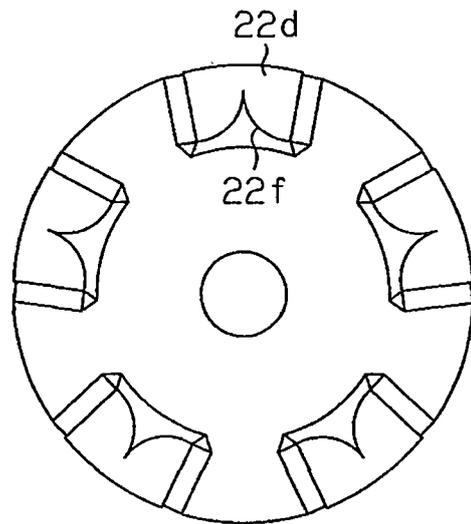


Fig.10C

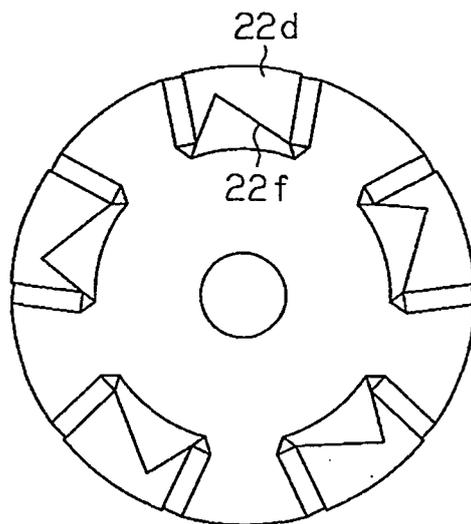


Fig.10D

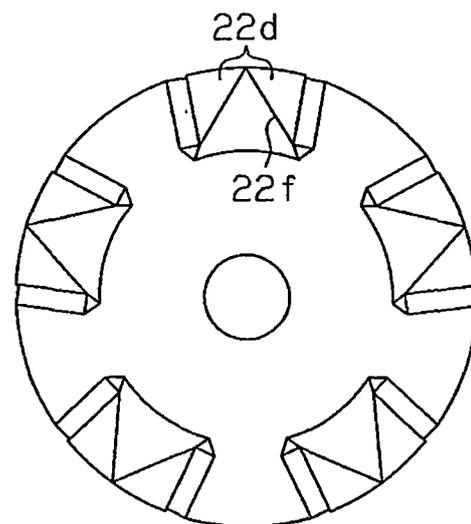


Fig.11A

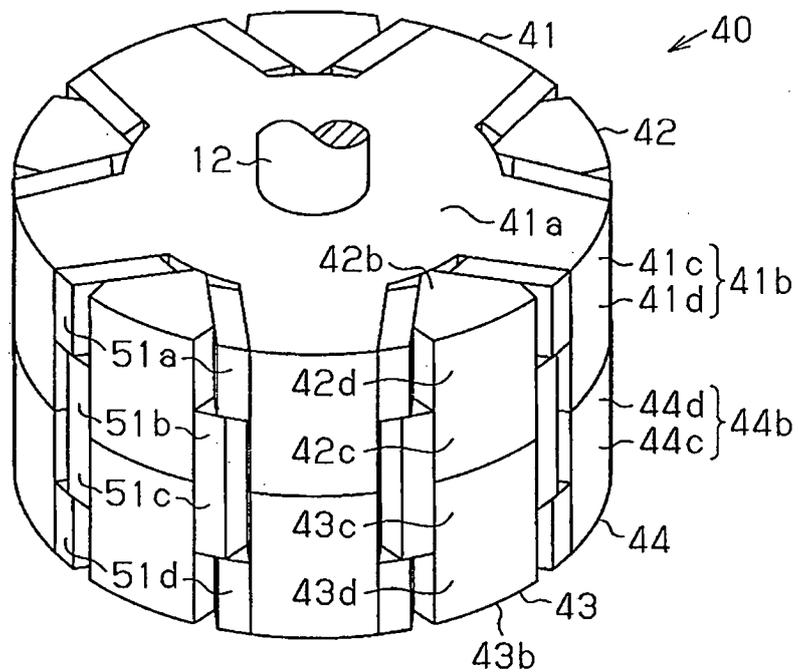


Fig.11B

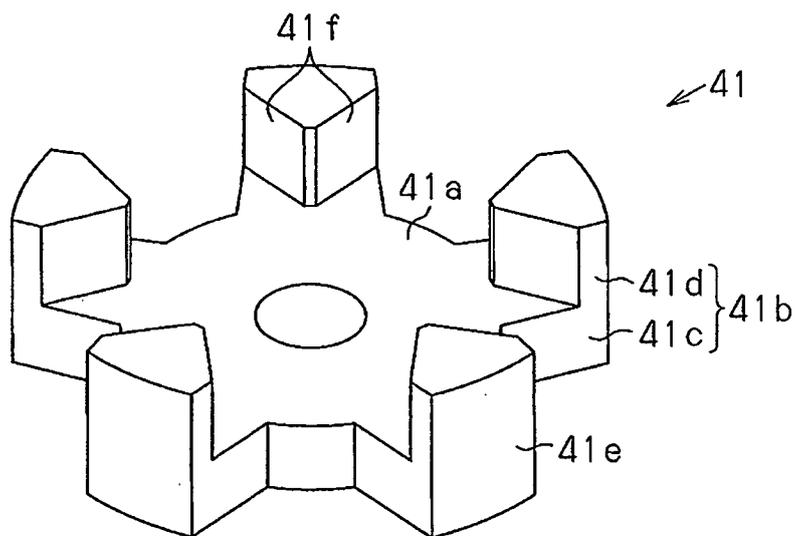


Fig.12A

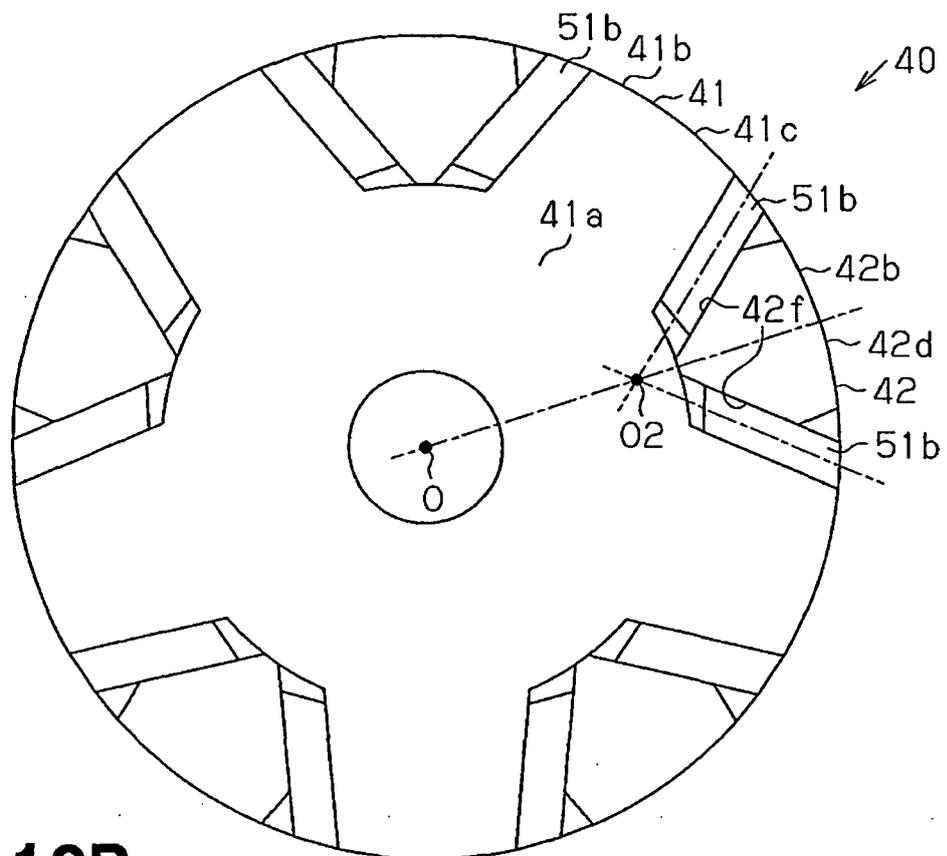


Fig.12B

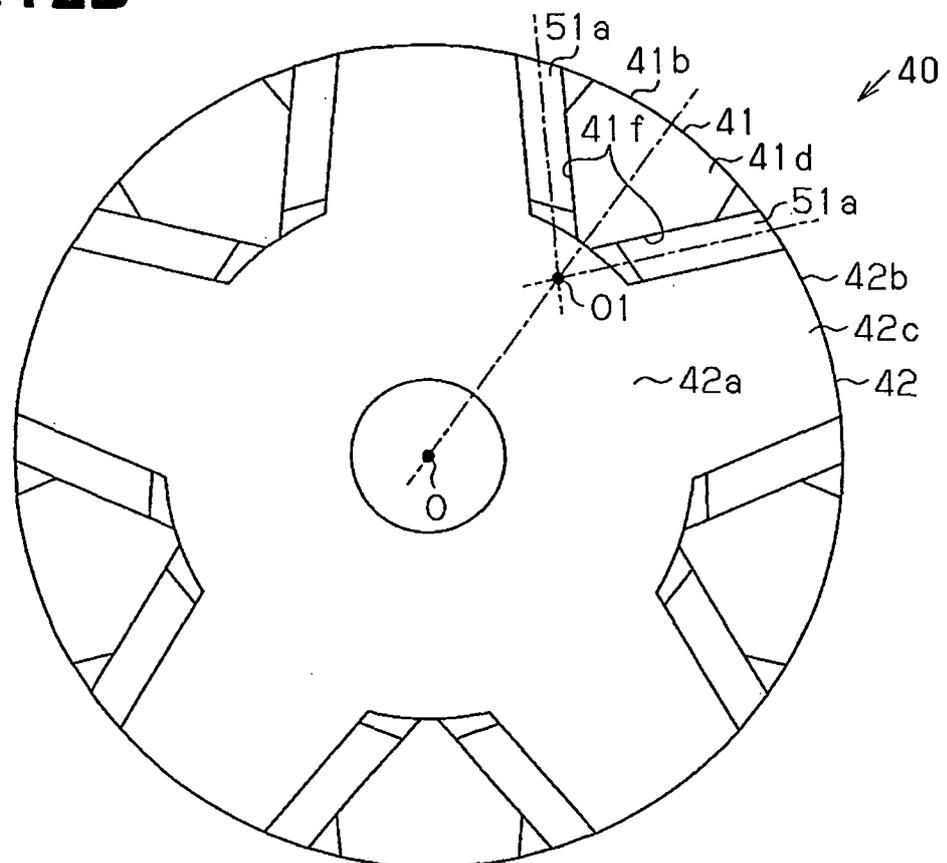


Fig.13

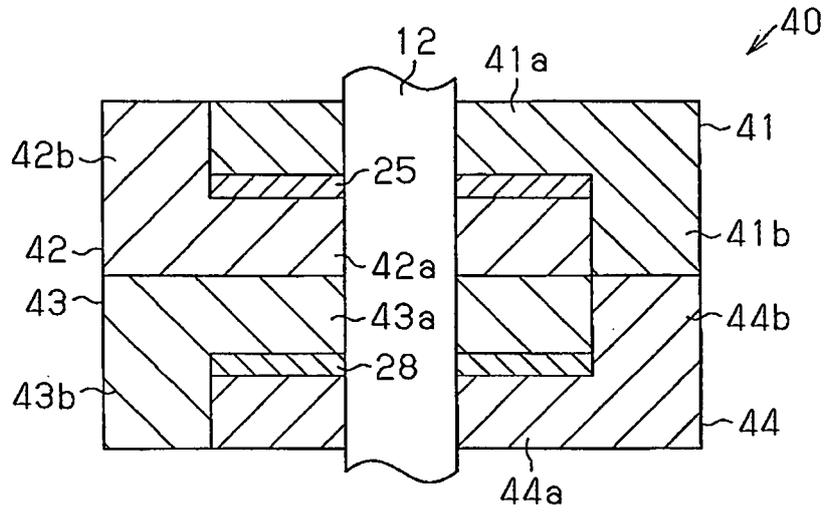


Fig.14A

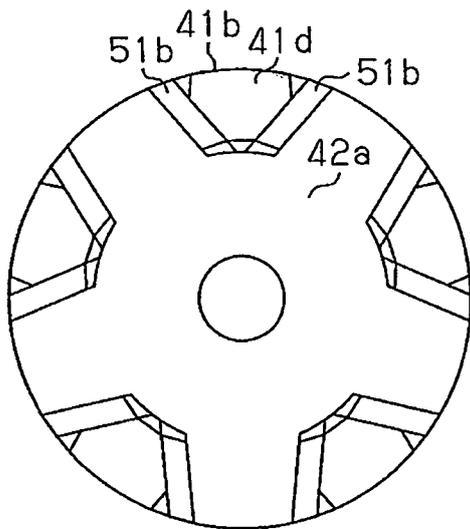


Fig.14B

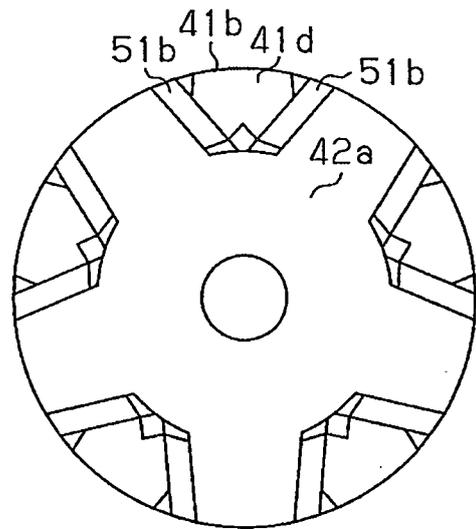


Fig.15

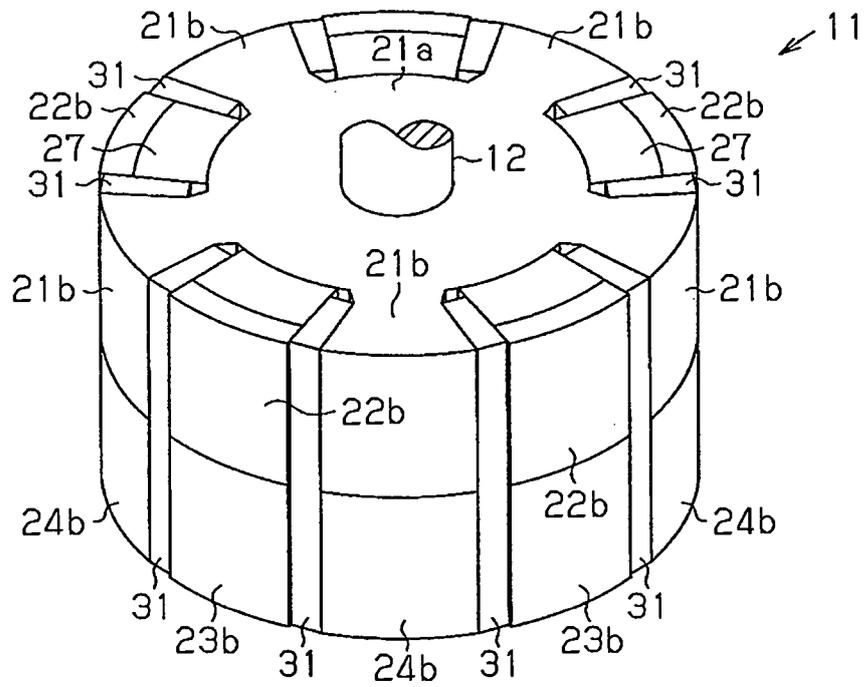


Fig.16A

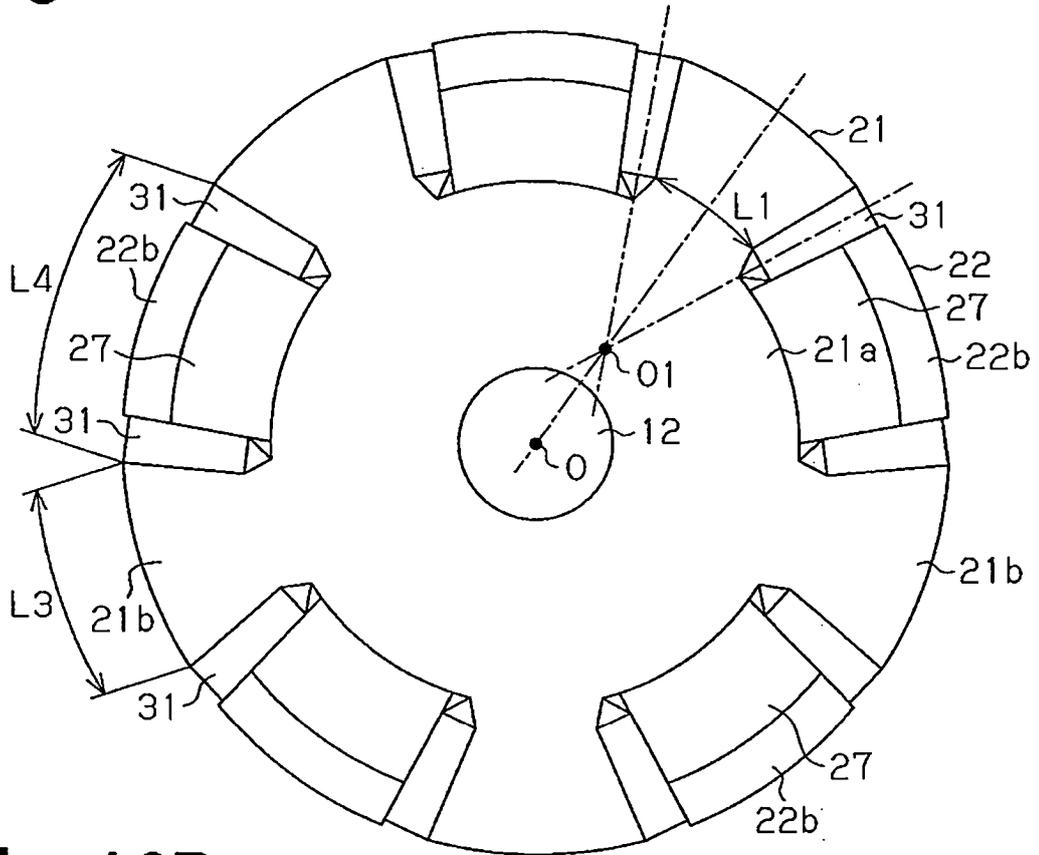


Fig.16B

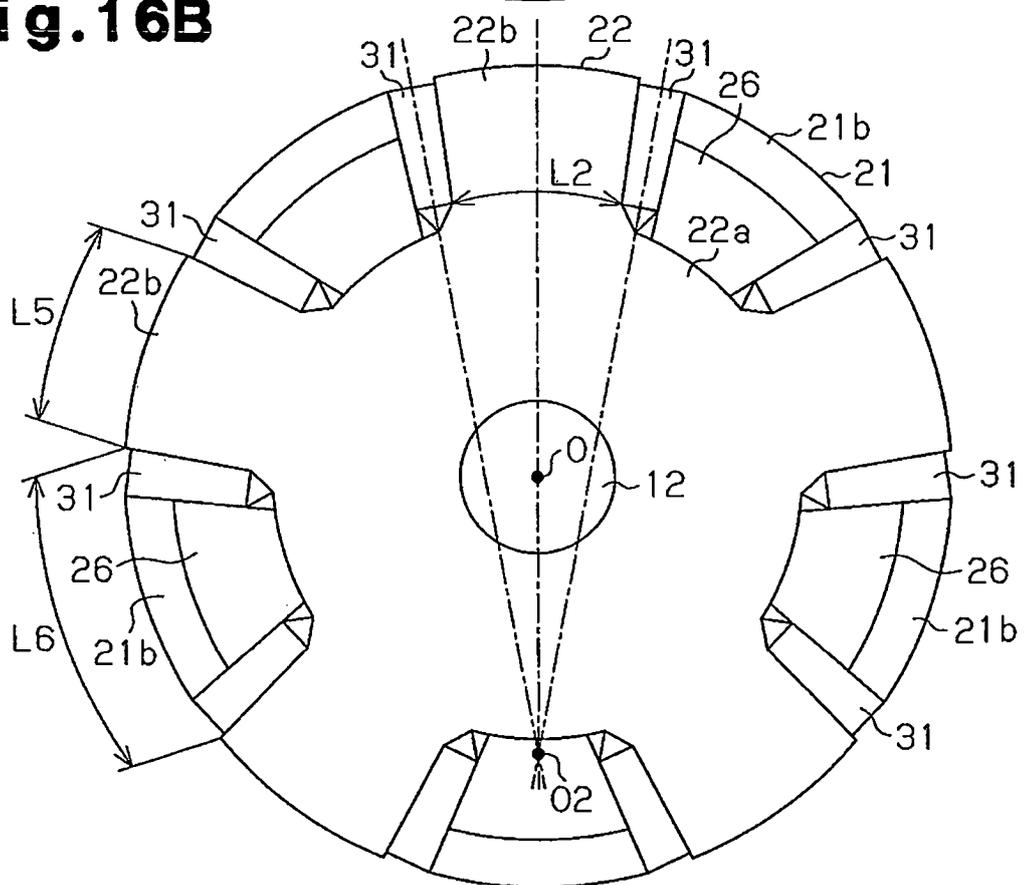


Fig.17

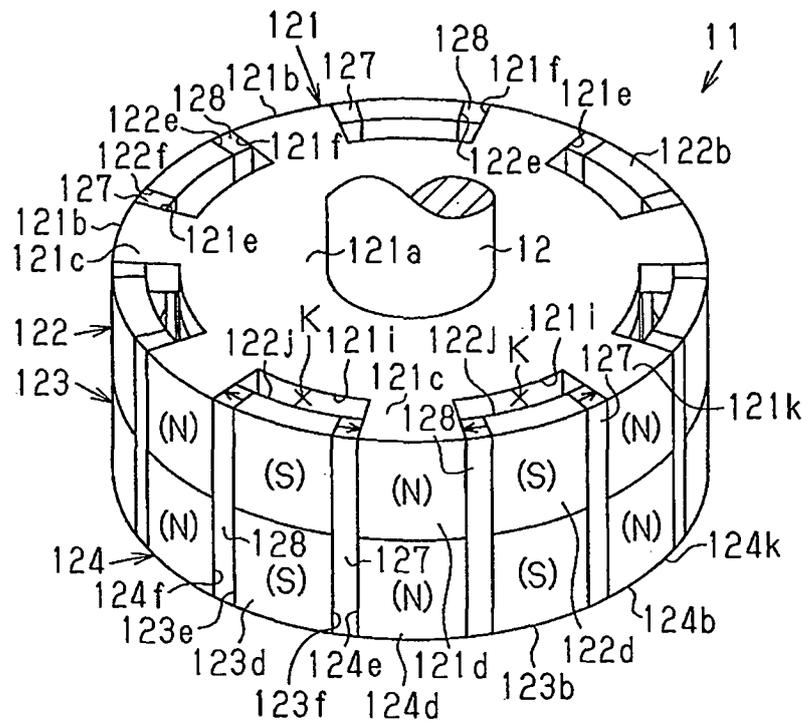


Fig.18

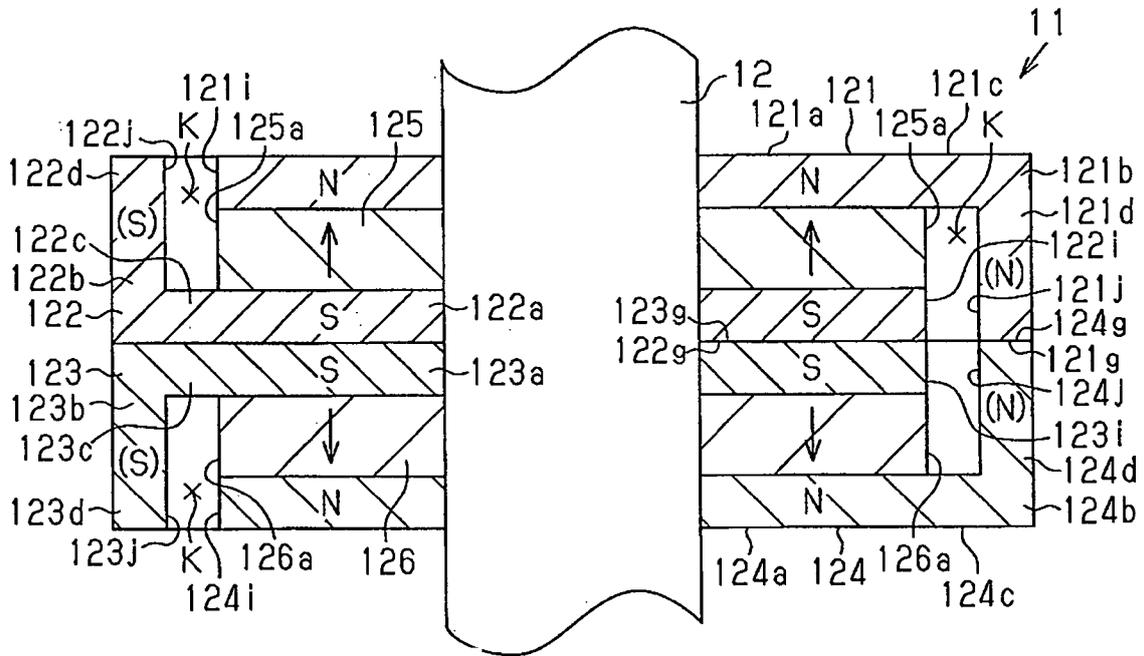


Fig.19A

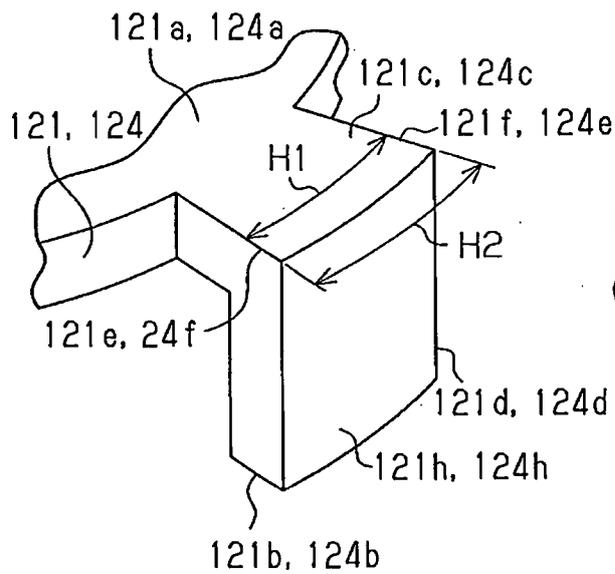


Fig.19B

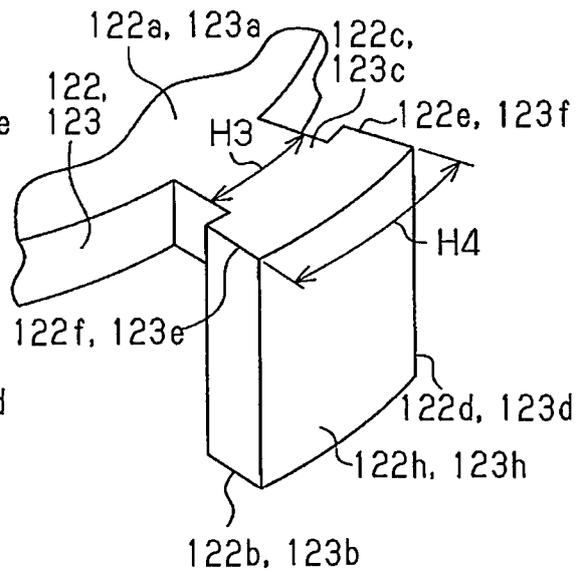


Fig.20

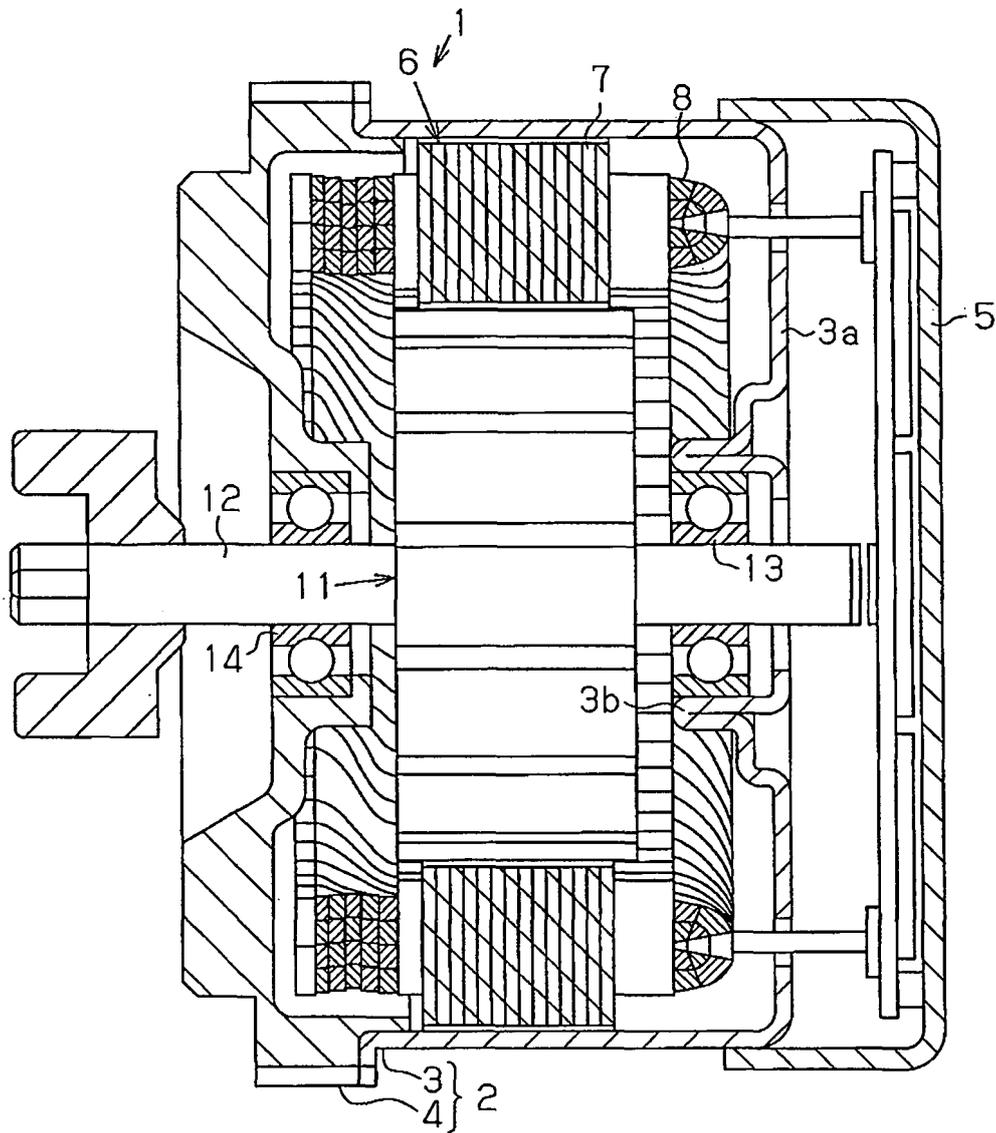


Fig. 21 A

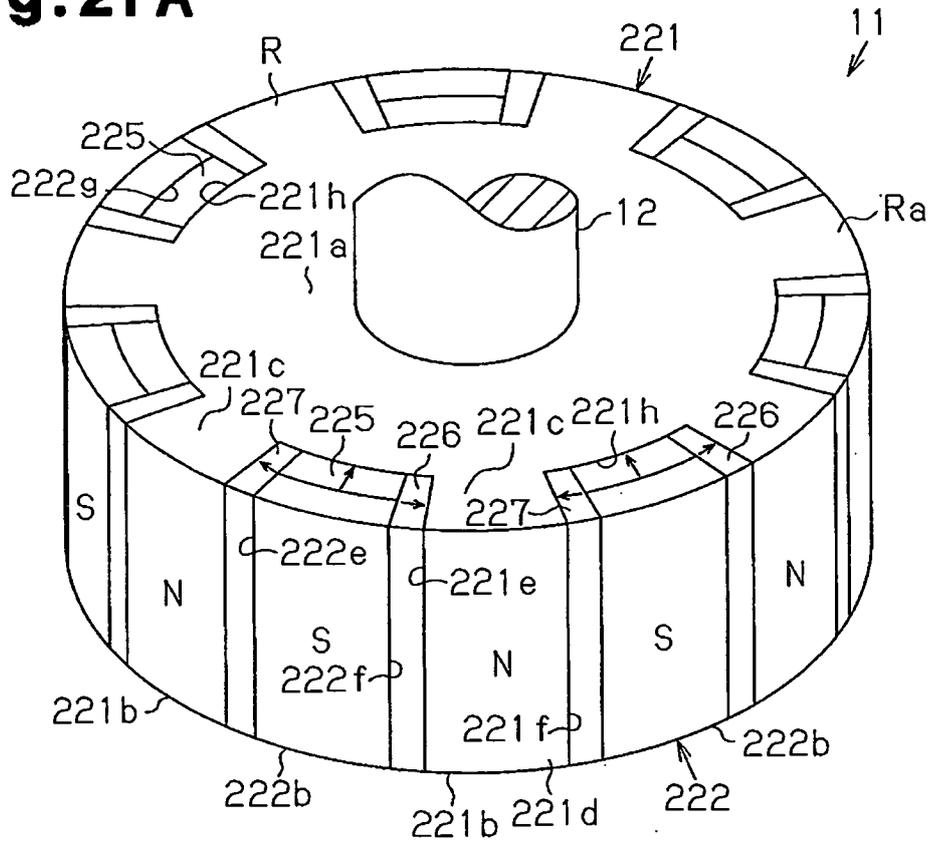


Fig. 21 B

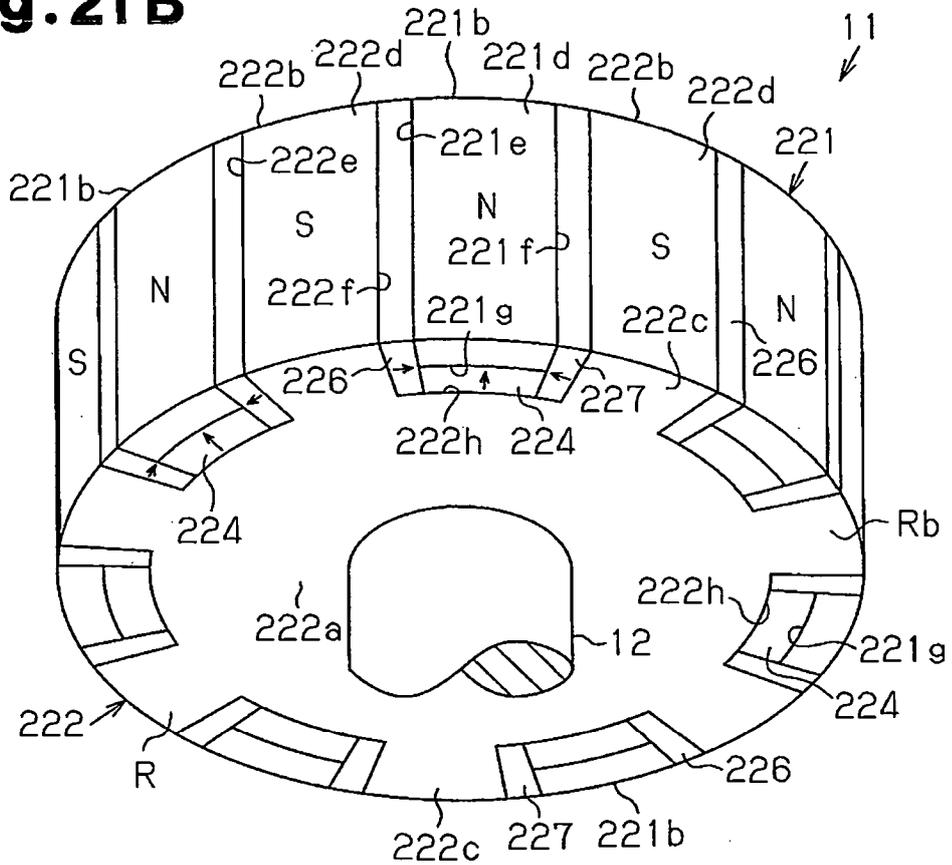


Fig. 22

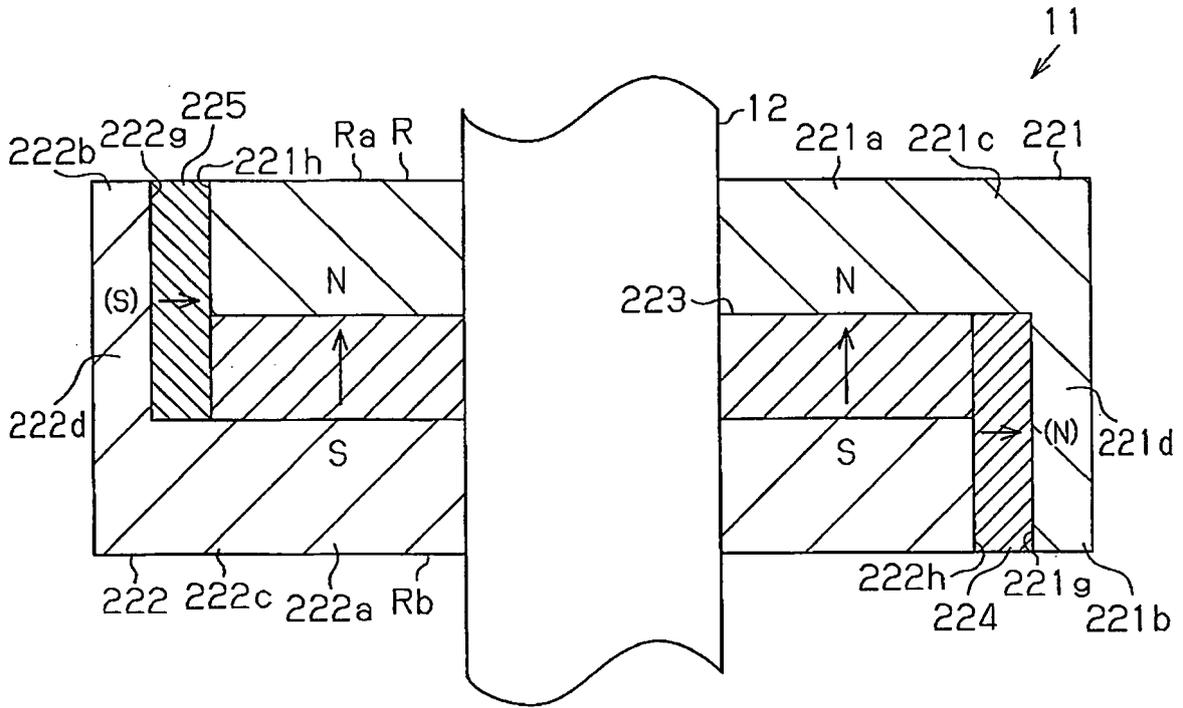


Fig. 23

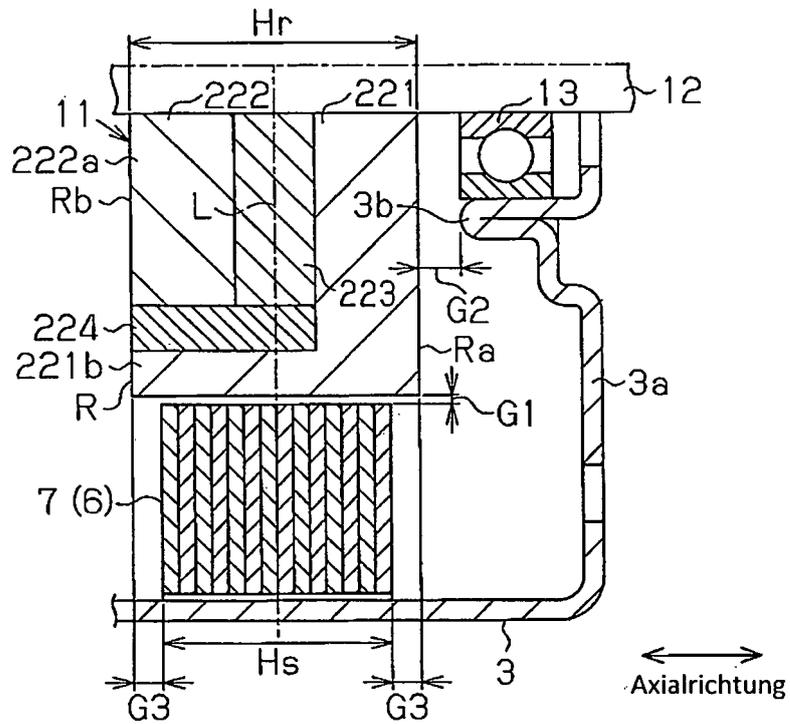


Fig. 24

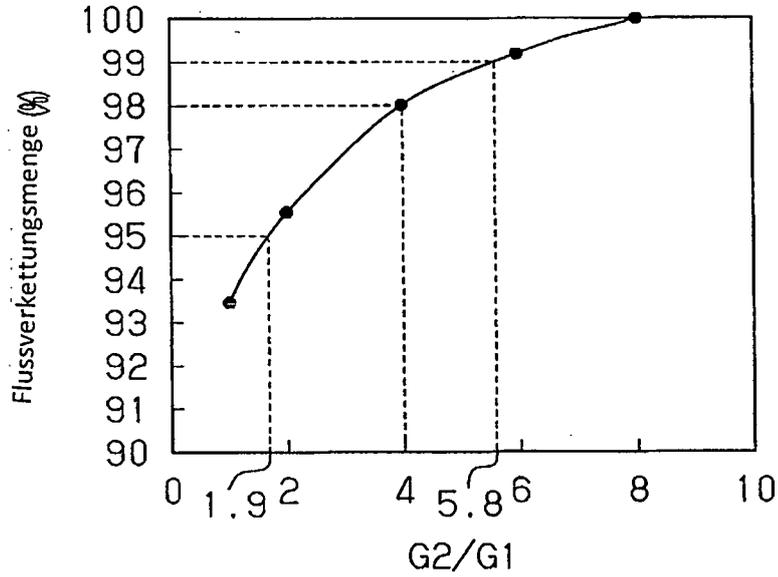


Fig. 25

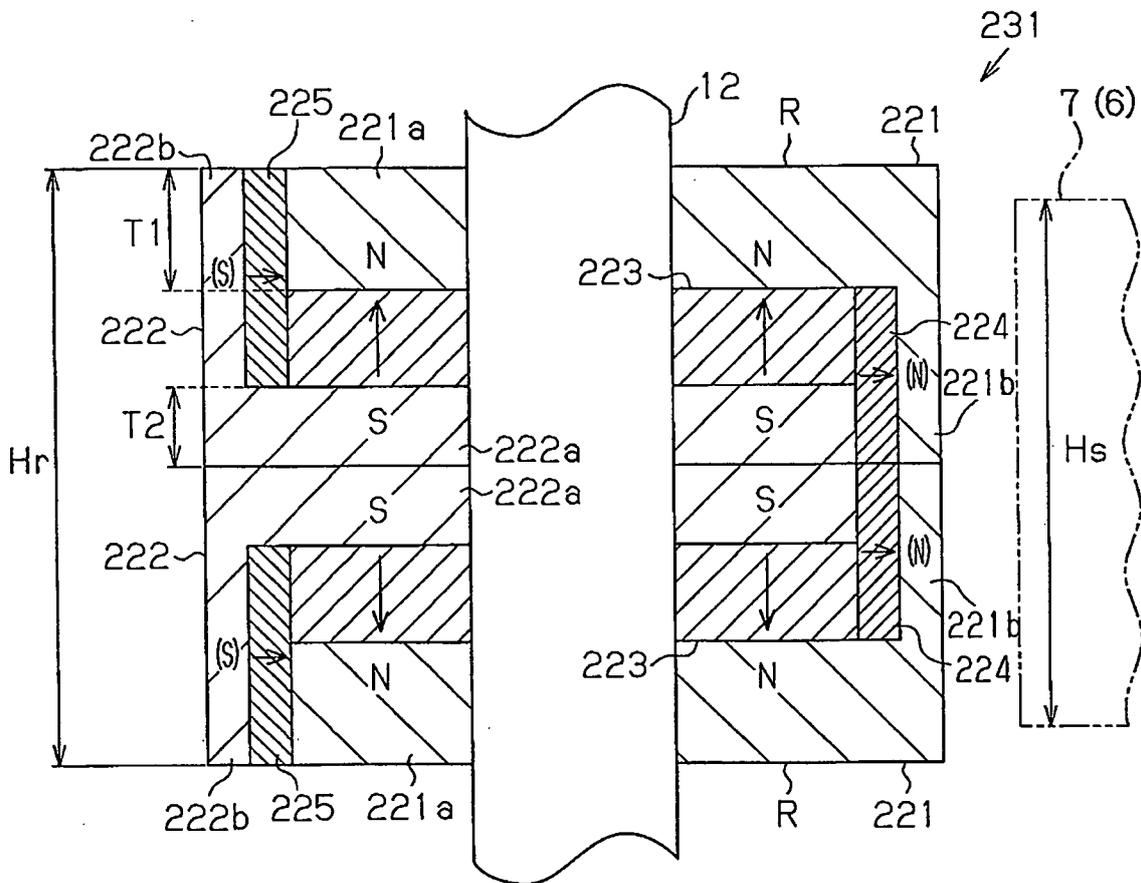


Fig. 27

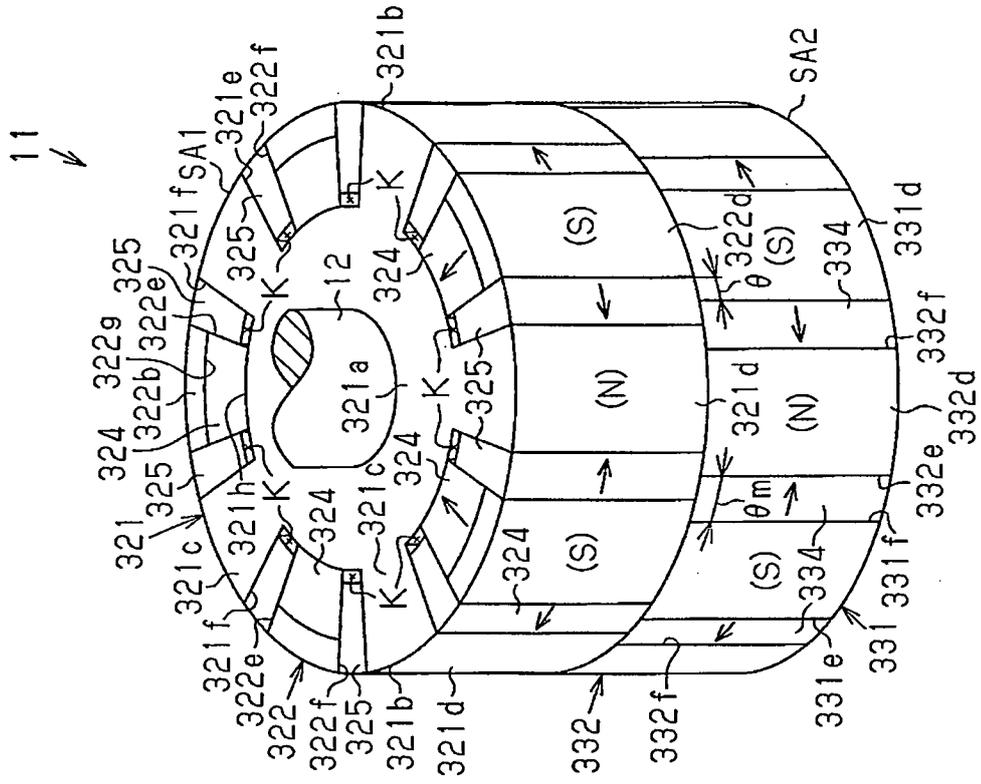


Fig. 26

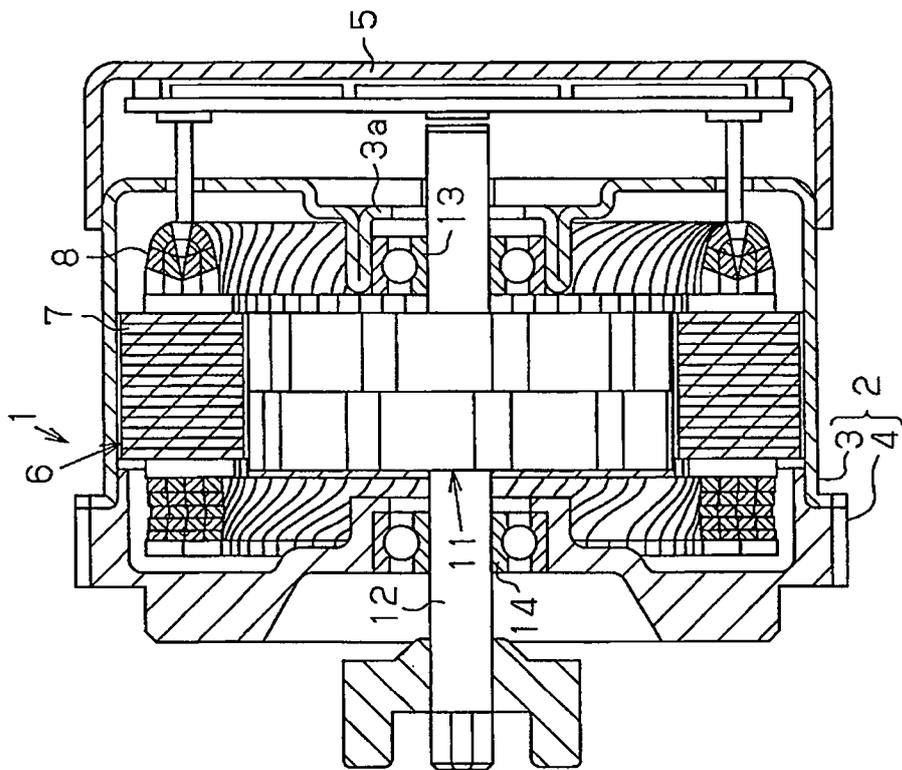


Fig. 28

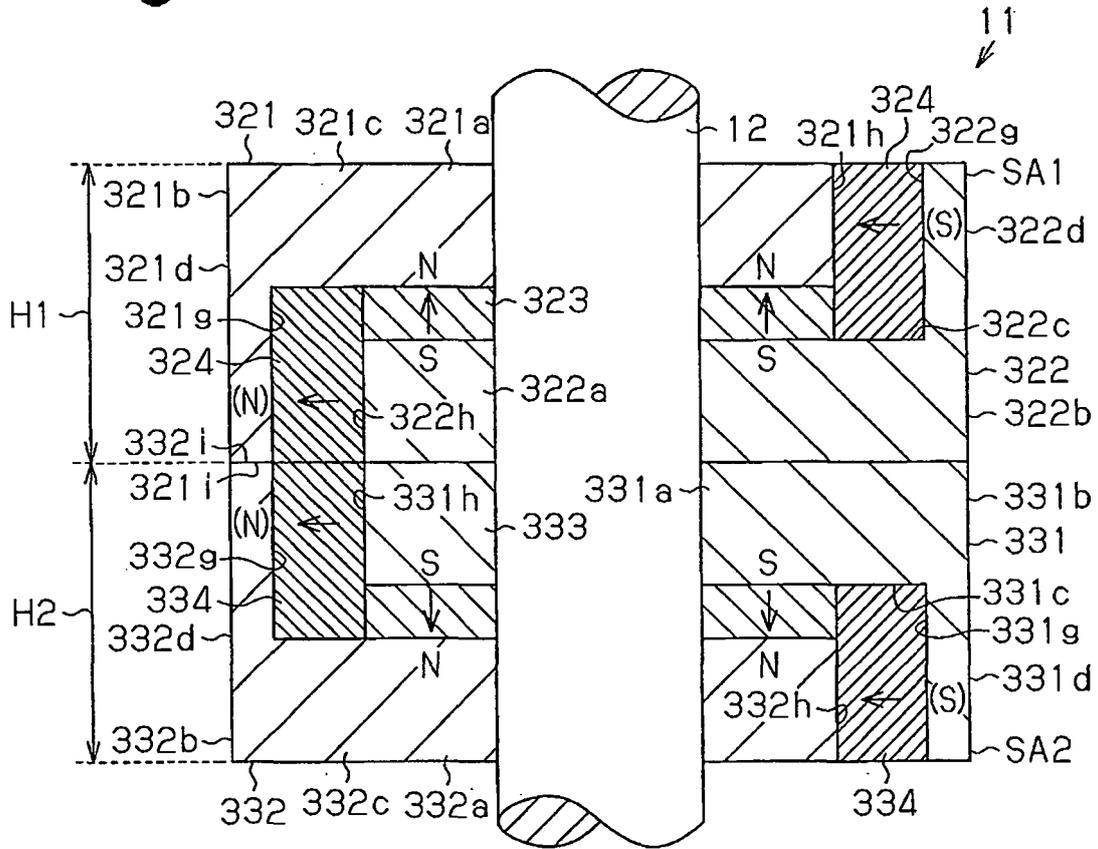


Fig. 29

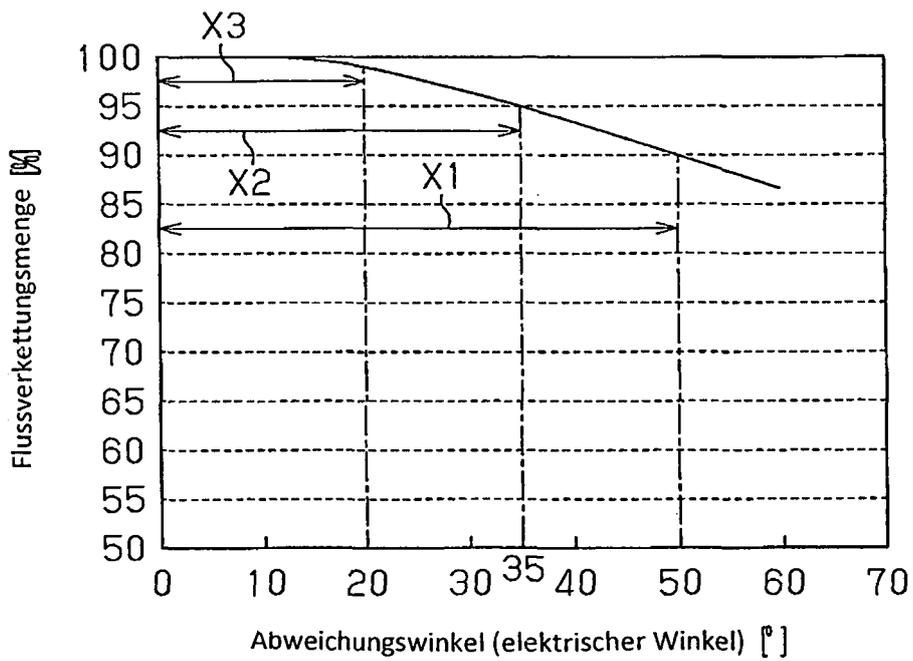


Fig.30

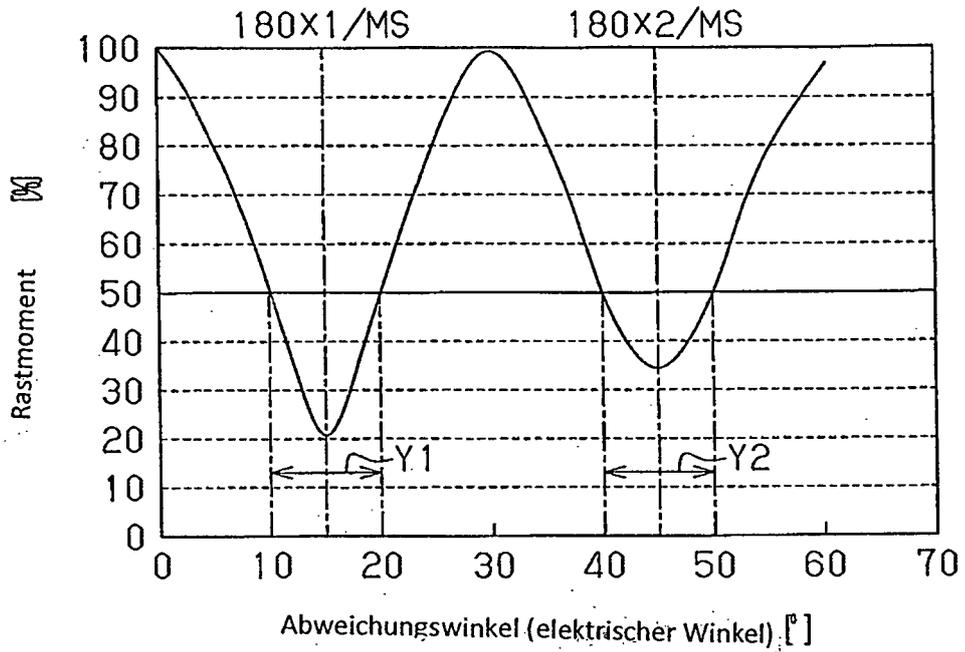


Fig.31

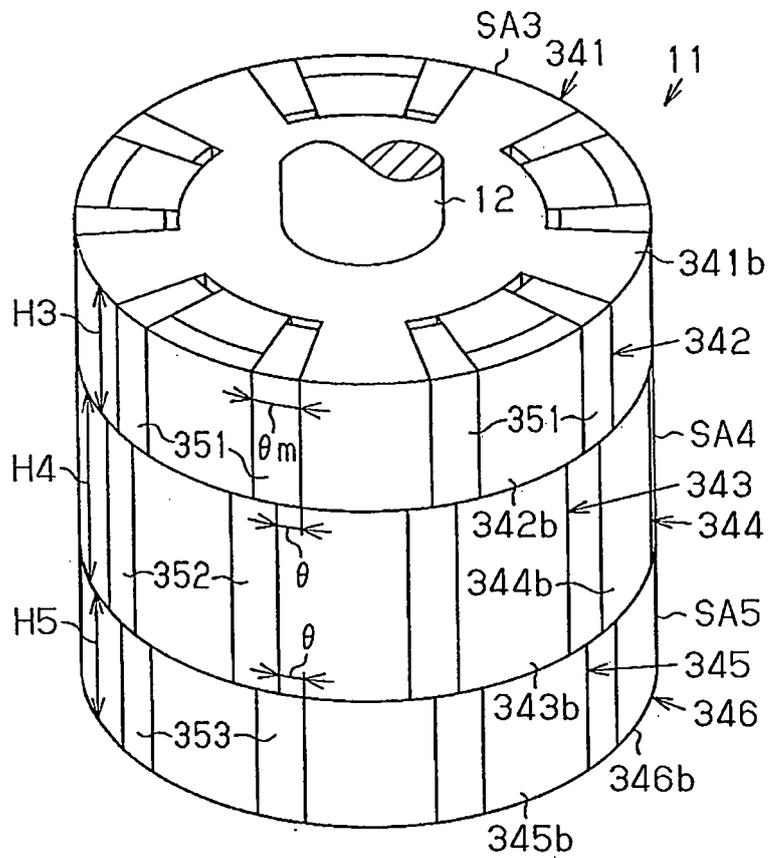


Fig. 32