



(10) **DE 10 2009 060 199 A1** 2010.08.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 060 199.6**

(22) Anmeldetag: **23.12.2009**

(43) Offenlegungstag: **26.08.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 21/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2008-331833 26.12.2008 JP

(71) Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**BEETZ & PARTNER Patent- und Rechtsanwälte,
80538 München**

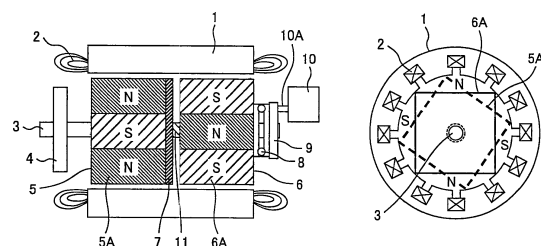
(72) Erfinder:
**Shu, Kohin, Tokyo, JP; Miyazaki, Taizo, Tokyo, JP;
Kim, Hong Joong, Tokyo, JP; Okabe, Satoru,
Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrische Rotationsmaschine mit variablem Magnetfluss**

(57) Zusammenfassung: Eine elektrische Rotationsmaschine ist beschrieben, die die Relativwinkel von Unterrotoren kontinuierlich und unabhängig von der Drehmomentrichtung justieren kann, ohne eine Anziehungskraft zwischen den Feldmagneten der Unterrotoren zu erzeugen. Die elektrische Rotationsmaschine umfasst: Einen Stator (1) mit einer Wicklung (2), einen dualen Rotor (5, 6), der drehbar unter Aufrechterhaltung eines Spalts zum Stator (1) angeordnet ist und axial entlang einer Welle (3) in einen ersten Rotor (5) und einen zweiten Rotor (6) unterteilt ist, die jeweils Feldmagneten (5A, 6A) aufweisen mit verschiedenen Polaritäten, die abwechselnd in Drehrichtung angeordnet sind, einem Mechanismus (8, 9, 10) zum Ändern der axialen Position des zweiten Rotors (6) relativ zum ersten Rotor (5), wobei dies kontinuierlich geschieht, und einem nichtmagnetischen Glied (7), welches zwischen dem ersten Rotor (5) und dem zweiten Rotor (6) angeordnet ist.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft elektrische Rotationsmaschinen, die die Menge des effektiven Flusses mechanisch in Abhängigkeit von dem Drehmoment und der Drehzahl ändern und elektrische Produkte, Fahrzeuge, mobile Geräte, Windkrafterzeugungssysteme und Transportfahrzeuge, die solche Maschinen benutzen.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Die Verwendung von Permanentmagnetsynchronmotoren (PM Motoren), die eine ausgezeichnete Effizienz aufweisen, die kompakt und weniger laut sind hat sich ausgebreitet als eine Alternative zu konventionellen Induktionsmotoren (IM Motoren). PM Motoren werden beliebt als Antriebesmotoren für elektrische Haushaltsgeräte, Schienenfahrzeuge und Elektroautos. IM Motoren weisen das folgende Problem auf: Da ein Magnetfluss durch einen Erregerstrom eines Stators erzeugt wird, kann ein Verlust aufgrund eines Erregerstromflusses auftreten. Andererseits verwenden PM Motoren Permanentmagnete für Rotoren und erzeugen ein Drehmoment indem der Magnetfluss von den Permanentmagneten verwendet wird. Mit anderen Worten, PM Motoren haben nicht das den IM Motoren inhärente Problem, da sie keinen Erregerstrom benötigen.

[0003] In PM Motoren erzeugt ein Permanentmagnet jedoch eine induzierte elektromotorische Kraft in der Ankerspule proportional zur Drehgeschwindigkeit. Bei Anwendungen mit einem großen Drehgeschwindigkeitsbereich, wie beispielsweise bei Schienenfahrzeugen und Autos, ist es erforderlich sicherzustellen, dass eine Überspannung aufgrund einer induzierten elektromotorischen Kraft, die bei einer maximalen Drehgeschwindigkeit erzeugt wird, keinen Zusammenbruch des Inverters zur Steuerung des PM Motors hervorruft.

[0004] Berücksichtigt man diesen Aspekt von PM Motoren, so wird folgender Ansatz für einen Betrieb von PM Motoren mit konstanter Speisespannung und für eine konstante Abgabeleistung, der „Magnetfeldschwächungssteuerung“ genannt wird, verfolgt: Es wird ein Strom zum Entfernen des Magnetflusses von dem Permanentmagnet in der Ankerspule fließen gelassen, um die induzierte elektromotorische Kraft äquivalent abzusenken, um die maximale Drehzahl zu steigern und den Betriebsgeschwindigkeitsbereich zu erweitern. Die Magnetfeldschwächungssteuerung führt jedoch zu einer Effizienzverschlechterung, da sie einen Strom verwendet, der nichts zu dem Drehmoment beiträgt. Ferner, sollte in der An-

kerspule ein großer Strom fließen mit einem daraus resultierenden Anstieg der in der Spule erzeugten Wärme. Das heißt, dass folgende Probleme auftreten können: Ein Sinken der Effizienz der elektrischen Rotationsmaschine im Hochdrehzahlbereich und eine Demagnetisierung des Permanentmagneten, die einer Wärmeerzeugung über die Kühlkapazität hinaus zuzurechnen ist.

[0005] Vor diesem Hintergrund wurde eine elektrische Rotationsmaschine, wie in der japanischen Patentanmeldung JP-A 2001-69609 bekannt, bei der die Menge des effektiven Flusses mechanisch geändert wird, anstelle des Ansatzes der elektrischen Schwächung des Magnetfeldes. Die elektrische Rotationsmaschine, wie in JP A 2001-69609 beschrieben, verwendet einen Rotor, der in (axialer Wellenrichtung) in zwei halbe Rotoren unterteilt ist und diese Halbroten (Unterrotoren) haben jeweils Feldmagneten mit verschiedenen Polaritäten, die abwechselnd in Drehrichtung (Umfangsrichtung) angeordnet sind.

[0006] Wenn die elektrische Rotationsmaschine als Motor betrieben wird, sind die Mitten der Pole der Feldmagneten eines Halbrotors mit denen des anderen Halbrotors ausgerichtet entsprechend der magnetischen Wechselwirkung zwischen dem Feldmagneten eines Halbrotors und dem des anderen Halbrotors und eines Drehmomentrichtungsungleiches zwischen den Halbroten, um die Menge des effektiven Flusses zu maximieren.

[0007] Wenn die Maschine als Generator betrieben wird sind die Mitten der aufgereihten Magnetpole der Halbroten nicht ausgerichtet, da die Drehmomentrichtungen der Halbroten sich entgegenstehen, um die Menge des effektiven Flusses zu minimieren. Die Menge des effektiven Flusses wird mechanisch geändert durch Verschieben der Mitten der Magnetpole der Halbroten.

[0008] Als ein weiteres Beispiel einer anderen elektrischen Rotationsmaschine, die einen mechanischen Flussveränderungsmechanismus verwendet beschreibt die JP-A 2004-64942 eine elektrische Rotationsmaschine, die einen Mechanismus zur Dämpfung eines Stoßes aufweist, die ein Halbrotor oder ein mechanischer Flussänderungsmechanismus während einer Flussänderung durch die Änderung der Rotordrehmomentrichtung erfährt, um die Zuverlässigkeit eines Trägers zu verbessern, auf dem die Maschine montiert ist, wie beispielsweise einem Auto.

[0009] Diese elektrischen Rotationsmaschinen haben jedoch keinerlei Mittel um die Relativwinkel der Rotoren kontinuierlich und unabhängig von der Richtung des Drehmoments zu justieren. Ferner bei Anwendungen, die einen großen Drehzahl- und Drehmomentbereich erfordern, wie beispielsweise bei Au-

tos, ist es effektiv den Bereich der effektiven Flussveränderung zu vergrößern. Bei elektrischen Rotationsmaschinen, die einen konventionellen mechanischen Flussänderungsmechanismus verwenden wird eine Anziehungskraft zwischen den Feldmagneten der beiden Halbroten erzeugt, wenn die Menge des effektiven Flusses auf 50% oder weniger reduziert wird. Aus diesem Grund ist es notwendig, eine größere Kraft als die Anziehungskraft anzuwenden um die Mittenwinkel der Magnetpole der Rotoren zu verändern, um die Menge des effektiven Flusses zu steigern während eine solche Anziehungskraft anliegt. Dies erfordert einen größeren Rotorwinkeljustiermechanismus. Im schlimmsten Fall kann die Netto-Anziehungskraft dazu führen, dass die beiden Rotoren aneinander haften, was es unmöglich macht zur nächsten Flussveränderungsstufe fortzuschreiten.

[0010] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine elektrische Rotationsmaschine anzugeben, die Relativwinkel zwischen den Unterrotoren kontinuierlich und unabhängig von der Drehmomentrichtung justieren kann, ohne eine Anziehungskraft zwischen den Feldmagneten der Unterrotoren zu erzeugen.

ZUSAMMENFASSUNG DER EFINDUNG

[0011] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird zur Lösung der obigen Aufgabe eine elektrische Rotationsmaschine angegeben, die einen Stator mit einer Wicklung umfasst, sowie einen dualen Rotor, der mit einem Spalt zum Stator drehbar angeordnet ist und axial entlang einer Welle in einen ersten Rotor und einen zweiten Rotor unterteilt ist, die jeweils Feldmagneten mit verschiedenen Polaritäten aufweisen, die abwechselnd in Drehrichtung angeordnet sind und einen Mechanismus zur kontinuierlichen Änderung einer axialen Lage des zweiten Rotors relativ zum ersten Rotor und ein nichtmagnetisches Element, welches zwischen dem ersten und dem zweiten Rotor angeordnet ist.

[0012] Gemäß eines zweiten Aspekts der Erfindung wird eine elektrische Rotationsmaschine angegeben, die einen Stator mit einer Windung umfasst, sowie einen Rotor, der mit einem Spalt drehbar vom Stator beabstandet angeordnet ist und axial entlang einer Welle in einen ersten Rotor, einen zweiten Rotor und einen dritten Rotor unterteilt ist, die jeweils Feldmagneten mit unterschiedlichen Polaritäten aufweisen, die abwechselnd in Drehrichtung angeordnet sind, sowie einen Mechanismus zum kontinuierlichen Ändern der axialen Position des zweiten Rotors und des dritten Rotors relativ zum ersten Rotor.

[0013] Gemäß eines dritten Aspekts der Erfindung wird eine elektrische Rotationsmaschine angegeben, die einen Stator mit einer Windung umfasst, sowie einen Rotor, der drehbar mit einem Spalt vom Stator

getrennt angeordnet ist und axial längs einer Welle in vier oder mehr Rotoren unterteilt ist, die jeweils Feldmagneten mit unterschiedlichen Polaritäten abwechselnd in Rotationsrichtung angeordnet aufweisen, sowie einen Steuermechanismus zum Steuern der Drehung eines jeden Rotors.

[0014] Erfindungsgemäß kann ein hocheffizienter Betrieb in einem großen Betriebsdrehzahlbereich erzielt werden durch mechanische Änderung der effektiven Magnetflussdichte einer elektrischen Rotationsmaschine. Für eine elektrische Rotationsmaschine vom Typ Motor-Generator kann die Effizienz verbessert werden durch Veränderung des effektiven Flusses in Abhängigkeit von der Drehzahl und des Drehmoments. Ferner kann erfindungsgemäß in mobilen Vorrichtungen, wie beispielsweise Fahrzeugen eine elektrische Rotationsmaschine ein hohes Drehmoment bei niedriger Drehzahl und eine hohe Leistung bei hohen Drehzahlen erreichen. Insbesondere ist eine elektrische Rotationsmaschine nach der vorliegenden Erfindung nützlich für Fahrzeuge und Windkraftenerzeugungssystemen, bei denen große Lastvariationen auftreten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] [Fig. 1A](#) zeigt den Aufbau einer elektrischen Rotationsmaschine nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0016] [Fig. 1B](#) zeigt eine Seitenansicht von [Fig. 1A](#);

[0017] Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) illustrieren wie die Rotoren der in [Fig. 1](#) gezeigten elektrischen Rotationsmaschinen aktiviert werden, wobei [Fig. 2A](#) einen Zustand zum Maximieren des effektiven Flusses zeigt, [Fig. 2B](#) einen Zustand zum Senken des effektiven Flusses und [Fig. 2C](#) zeigt einen Zustand um den effektiven Fluss zu minimieren;

[0018] Die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) zeigen wie die Rotoren einer elektrischen Rotationsmaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung aktiviert werden, wobei [Fig. 3A](#) einen Zustand zum Maximieren des effektiven Flusses zeigt, [Fig. 3B](#) einen Zustand zum Senken des effektiven Flusses und [Fig. 3C](#) zeigt einen Zustand zum Minimieren des effektiven Flusses;

[0019] Die [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) zeigen wie ein „one-touch“-Aufbau arbeitet, wobei [Fig. 4A](#) eine Bayonet-Stange zeigt, bevor diese in den Körper eingeführt ist, [Fig. 4B](#) zeigt die Stange in arretiertem Zustand und [Fig. 4C](#) zeigt wie die Stange gelöst wird;

[0020] Die [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5F](#) zeigen ein Beispiel einer Anwendung des „one-touch“-Aufbaus des Rotors, wobei die [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) zeigen wie ein zweiter und ein dritter Rotor arretiert und gelöst wer-

den und die [Fig. 5D](#) bis [Fig. 5F](#) zeigen wie der zweite Rotor bewegt wird, um den effektiven Fluss zu senken;

[0021] [Fig. 6](#) zeigt eine elektrische Rotationsmaschine mit einem Rotor, der in drei gleiche Unterrotoren geteilt ist;

[0022] [Fig. 7](#) zeigt wie ein Mechanismus gemäß einer dritten Ausführungsform arbeitet;

[0023] Die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8F](#) illustrieren wie die Rotoren in einer elektrischen Rotationsmaschine, die den in [Fig. 7](#) gezeigten Mechanismus verwendet, aktiviert werden, wobei die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8C](#) zeigen, dass der dritte und der zweite Rotor sich zusammen bewegen und die [Fig. 8D](#) bis [Fig. 8F](#) zeigen, dass nur der zweite Rotor sich bewegt, um den effektiven Fluss zu senken;

[0024] [Fig. 9](#) zeigt den Aufbau einer elektrischen Rotationsmaschine mit vier oder mehr Unterrotoren;

[0025] Die [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10D](#) illustrieren einen Zweiwegekupplungsaufbau, wobei [Fig. 10A](#) Komponenten des Aufbaus zeigt, [Fig. 10B](#) zeigt eine Lagebeziehung zwischen einem Roller und einem äußeren Ring, [Fig. 10C](#) zeigt eine andere Lagebeziehung zwischen diesen und [Fig. 10D](#) zeigt eine dritte Lagebeziehung zwischen diesen;

[0026] [Fig. 11](#) zeigt die Konfiguration eines Antriebssystems eines elektrischen Hybridfahrzeugs nach einer fünften Ausführungsform; und

[0027] [Fig. 12](#) zeigt die Konfiguration eines Antriebssystems eines elektrischen Hybridfahrzeugs nach einer sechsten Ausführungsform.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER

AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0028] Als nächstes werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf die zugehörigen Figuren beschrieben.

[Erste Ausführungsform]

[0029] Die erste Ausführungsform wird beschrieben mit Bezug auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#).

[0030] [Fig. 1](#) zeigt den Aufbau einer elektrischen Rotationsmaschine nach der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist eine Mehrzahl von Schlitzen mit offenen Enden (auch Kehlen genannt) in der inneren Oberfläche eines zylinderförmigen Statorkerns **1** in Rotationsrichtung axial kontinuierlich ausgeformt, wobei eine

Ankerwicklung **2** (auch Statorwicklung oder Primärwicklung genannt) in jeden dieser Schlitze eingepasst ist. Die Außenseite des Statorkerns **1** ist an einem Gehäuse (nicht gezeigt) durch Aufschrupfen oder Aufpressen befestigt und eines seiner Enden in Axialrichtung ist durch einen Beschlag **4** abgedeckt.

[0031] Ein Rotor ist drehbar in dem Stator Kern **1** durch einen Spalt von diesem beabstandet gelagert. Der Rotor ist axial in zwei Halbroten unterteilt, einem ersten Rotor **5**, der an einer Welle **3** befestigt ist und einem zweiten Rotor **6**, der axial entlang der Welle beweglich ist während er sich auf einer in der Welle **3** vorgesehenen Keilwelle **11** dreht. Der zweite Rotor **6** weist ein Keilwellenloch auf, in welches die Keilwelle **11** eingefügt ist.

[0032] Eine Mehrzahl von Permanentmagneten **5A** sind in dem ersten Rotor **5** derart eingebettet, dass deren Polaritäten sich in Drehrichtung (Umfangsrichtung) abwechseln. Ebenso ist eine Mehrzahl von Permanentmagneten **6A** im zweiten Rotor **6** so eingebettet, dass deren Polaritäten in Drehrichtung abwechseln. Beide Enden der Welle **3** sind Mittelachsrichtung drehbar durch (nicht gezeigte) Lagervorrichtungen getragen.

[0033] Ein nicht magnetisches Material **7** ist auf der Welle zwischen dem ersten Rotor **5** und dem zweiten Rotor **6** auf die gleiche Weise wie der erste Rotor **5** befestigt. Bei dieser Ausführungsform ist das nicht magnetische Material **7** auf der Seitenfläche des ersten Rotors angebracht, die dem zweiten Rotor gegenüberliegt. Ferner ist ein Trägermechanismus zum Tragen des zweiten Rotors und zum Steuern seiner Axiallage vorgesehen. Dieser Trägermechanismus umfasst ein Lager **8**, einen Stopper **9** und ein Betätigungselement **10**. Der Trägermechanismus kann den zweiten Rotor in eine vorgegebene Stellung durch das Lager **8** und den Stopper **9** bewegen, in dem der bewegliche Teil **10A** des Betätigungselements **10** bewegt wird. Als Betätigungselement **10** kann ein Schrittmotor verwendet werden.

[0034] Bei dieser Ausführungsform wird der zweite Rotor in Abhängigkeit von dem Drehmoment und der Drehzahl aktiviert, wie in den [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) gezeigt. Genauer gesagt gibt es bei dieser Ausführungsform drei in den [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) gezeigte Stufen.

[0035] In der in [Fig. 2A](#) gezeigten Stufe, in der der effektive Fluss maximiert werden soll, sind der erste Rotor **5** und der zweite Rotor **6** näher aneinander angebracht und vereint und die Permanentmagneten **5A** und **6A** mit gleicher Polarität sind axial ausgerichtet und ihre Polmitten sind ausgerichtet. Hier trägt der Trägermechanismus den zweiten Rotor **6** auf der entgegengesetzten Seite des ersten Rotors **5**. Genauer gesagt, bewegt der bewegliche Teil **10A**

den zweiten Rotor gemäß einem Betätigungselementsteuersignal in eine vorgegebene Stellung durch das Lager **8** und den Stopper **9**.

[0036] [Fig. 2B](#) zeigt eine Stufe, in der die Menge des effektiven Flusses kleiner ist als in der in [Fig. 2A](#) gezeigten Stufe. In dieser Stufe wird der zweite Rotor **6** in einer Axialrichtung (Richtung entgegengesetzt zum ersten Rotor **5**) weg von dem ersten Rotor **5** bewegt und während dieser sich auf der Welle **3** dreht in eine vorgegebene Stellung gebracht.

[0037] In der Stufe **2C** ist die axiale Lage des zweiten Rotors **6** relativ zum ersten Rotor **5** derart, dass der kombinierte Magnetfeldwert der Permanentmagneten **5A** und **6A** Null ist und der Abstand des zweiten Rotors **6** von dem ersten Rotor **5** durch den Trägermechanismus optimiert ist. In dieser Stufe ist der Wert des effektiven Magnetflusses Null und die elektromotorische Rückkraft ist Null. Das Merkmal, dass der Wert des effektiven Flusses Null wird kann dazu verwendet werden, die elektrische Rotationsmaschine zu schützen.

[0038] Die axiale Lage des zweiten Rotors **6** wird durch Steuern der Bewegung des beweglichen Teils **10A** des Betätigungselements mit einem Steuersignal gesteuert, wodurch das bewegliche Teil **10A** den zweiten Rotor durch das Lager **8** und den Stopper **9** in eine gegebene Stellung bewegt. Durch Steuern der axialen Lage des zweiten Rotors **6** auf diese Weise wird der Drehwinkel des zweiten Rotors verändert, um die Menge des effektiven Flusses zu verändern.

[0039] Die Keilwelle **11** wird verwendet, um den horizontalen Bewegungsabstand zu steuern, um den Drehwinkel zu verändern. Der Bewegungsabstand und der relative Drehwinkel werden verändert indem die Druckwinkel und der Spiralwinkel der Keilwelle verändert werden. Wenn zum Beispiel der Spiralwinkel verdoppelt wird, wird der relative Drehwinkel mit der gleichen Bewegungsdistanz verdoppelt. Ferner, da die Welle entweder rechtsspiralig oder linksspiralig ausgeführt sein kann (bei dieser Ausführungsform linksspiralig für den linken ersten Rotor **5** und rechtsspiralig für den zweiten Rotor **6**), ist es leicht das Keilwellendesign für jede Anwendung zu optimieren. Anstelle des Keilwellenmechanismus kann auch ein Kugelschraubenmechanismus verwendet werden.

[0040] Das nichtmagnetische Material **7** hat eine Eigenschaft, dass seinen Einfluss auf ein magnetisches Feld minimal ist und es keinen remanenten Magnetismus gibt, wenn es das Magnetfeld verlässt. Zum Beispiel kann das Material Aluminium, Kupfer, SUS 304 nicht rostender Stahl, eine NiCrAl-Legierung oder dergleichen sein. Obwohl ein Raum, nämlich eine Luftschicht anstelle eines solchen Materials verwendet werden kann, ist es hinsichtlich der Kompaktheit der Maschine oder der Reduktion des Ein-

flusses von remanentem Magnetismus vorzuziehen, ein nichtmagnetisches Material **7** zu verwenden, welches den Magnetismus effizienter unterbricht als eine Luftschicht. Was die Lage des nichtmagnetischen Materials **7** betrifft, so sollte diese zwischen dem ersten Rotor **5** und dem zweiten Rotor **6** liegen und das Material kann an einer Oberfläche entweder des ersten oder des zweiten Rotors befestigt sein oder unabhängig von diesen zwischen dem ersten Rotor **5** und dem zweiten Rotor **6** angeordnet sein.

[0041] Bei dieser Ausführungsform wird das Pulssignal von dem Antrieb des Betätigungselements **10** so gesteuert, dass es die axiale Lage des Stoppers **9** frei steuert durch die Schiebekraft des beweglichen Betätigungsteils (für eine Vorwärtsbewegung des beweglichen Teils **10a**) und dessen Ziehkraft (für eine Rückwärtsbewegung des beweglichen Teils **10a**). Daher kann die axiale Lage des zweiten Rotors **6** relativ zum ersten Rotor **5** frei verändert werden.

[0042] Bei dieser Ausführungsform kann der effektive Fluss leicht verändert werden durch Übergang von der in [Fig. 2A](#) gezeigten Stufe auf die in [Fig. 2C](#) gezeigte Stufe durch Steuern des Betätigungselements, unabhängig von der Drehmomentrichtung der elektrischen Rotationsmaschine. Die Effizienz kann verbessert werden durch Verändern des effektiven Flusses in Abhängigkeit von der Drehzahl und des Drehmoments. Ferner, nachdem der Trägermechanismus keine Stöße erfährt, wird dessen Belastung reduziert und die Zuverlässigkeit gesteigert. Ferner unterdrückt die Anwesenheit des nichtmagnetischen Materials **7** zwischen dem ersten Rotor **5** und dem zweiten Rotor **6** die zwischen den Feldmagneten erzeugte Anziehungskraft und erlaubt eine sanfte Veränderung des effektiven Flusses.

[0043] Obwohl bei dieser Ausführungsform das Antriebssystem für den Trägermechanismus eine Kombination aus einem Schrittmotor und einer Kugelschraube verwendet, kann stattdessen die Kombination eines Magnetschalters und einer Feder verwendet werden, um den beweglichen Kern elektromagnetisch anzutreiben oder es kann ein hydraulisches Betätigungselement oder ein Linearmotor verwendet werden. Somit ist diese Ausführungsform leicht zu realisieren, da es ausreicht einen Servomechanismus vorzusehen, der wie oben erwähnt in der Lage ist, eine Lagesteuerung vorzunehmen.

[Zweite Ausführungsform]

[0044] Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird weiter unten mit Bezug auf die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) beschrieben. In der unten stehenden Beschreibung werden die gleichen Komponenten wie sie bei der ersten Ausführungsform verwendet werden mit den gleichen Bezugszeichen versehen und ihre Beschreibung wird weggelassen und

nur Komponenten, die sich von denen der ersten Ausführungsform unterscheiden, werden beschrieben.

[0045] Diese Ausführungsform betrifft eine elektrische Rotationsmaschine, die einen dritten Rotor **12** zwischen dem ersten Rotor **5** und dem zweiten Rotor **6** aufweist, wie in den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) dargestellt. Bei dieser elektrischen Rotationsmaschine werden der zweite Rotor **6** und der dritte Rotor **12** in Abhängigkeit vom Drehmoment und der Drehzahl aktiviert, wie in den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) gezeigt. Genauer gesagt, gibt es bei dieser Ausführungsform drei Stufen, in dem der zweite Rotor **6** und der dritte Rotor **12** axial auf der Keilwelle **11** bewegt werden, wie in den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) gezeigt.

[0046] In der in [Fig. 3A](#) gezeigten Stufe, in der der effektive Fluss maximiert werden soll, werden der erste Rotor **5**, der dritte Rotor **12** und der zweite Rotor **6** einander näher gebracht und vereinigt und die Permanentmagneten **5A**, **12A** und **6A** mit gleicher Polarität werden axial ausgerichtet und ihre Polmitten auf eine Linie gebracht. Hier trägt der Trägermechanismus den zweiten Rotor **6** auf der dem dritten Rotor **12** gegenüberliegenden Seite, um die axialen Lagen der Rotoren zu steuern. Genauer gesagt, wird die Bewegung des beweglichen Teils **10A** nach Maßgabe eines Betätigungselementsteuersignals so gesteuert, dass der bewegliche Teil **10A** den zweiten und den dritten Rotor in ihre jeweiligen vorgegebenen Stellungen durch das Lager **8** und den Stopper **9** bringt.

[0047] Als nächstes wird erklärt, wie der effektive Fluss bei dieser Ausführungsform verändert wird. Wie in [Fig. 3B](#) gezeigt, werden nach der Stufe gemäß [Fig. 3A](#) der dritte Rotor **12** und der zweite Rotor **6** aufeinander zu bewegt und gestoppt, wenn die Polmitten (N oder S Polmitten) der Permanentmagneten **12A** des dritten Rotors **12** versetzt gegenüber den Polmitten der Permanentmagneten **5A** des ersten Rotors sind, und zwar, um die Hälfte des mechanischen Winkels jedes Magneten. In dieser Stufe ist die magnetische Anziehungskraft und Abstoßungskraft zwischen dem ersten Rotor **5** und dem dritten Rotor **12** ausgeglichen. Zum Beispiel, wenn jeder Rotor acht Permanentmagneten hat ist der mechanische Winkel eines jeden Permanentmagneten 45° und der Magnetpolmittenwinkel beträgt $22,5^\circ$.

[0048] Dann nach der in [Fig. 3B](#) gezeigten Stufe bewegt sich nur der zweite Rotor **6** während er gedreht wird bis die Polaritäten der Polmitten der Permanentmagneten des zweiten Rotors **6** gegenüber denen des ersten Rotors **5** liegen, wie in [Fig. 3C](#) gezeigt. In dieser Stufe ist der dritte Rotor **12** in einer wie in [Fig. 3B](#) gezeigten Stellung, durch Stopper, die an der Welle **3** befestigt sind. Der an der Welle **3** befestigte Stopper liegt in einer Vertiefung des zweiten Rotors **6** während der in [Fig. 3A](#) gezeigten Stufe. In

der Stufe gemäß [Fig. 3B](#), nachdem der zweite Rotor **6** und der dritte Rotor **12** sich axial bewegt haben, wird der Stopper in Kontakt mit dem dritten Rotor **12** gebracht und der dritte Rotor **12** wird durch den Stopper befestigt.

[0049] Als nächstes wird ein Beispiel eines Mechanismus zur Erzielung der in den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) gezeigten Sequenz erläutert mit Bezug auf die [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) und die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#). Der „one-touch“-Aufbau **13** gemäß [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) umfasst einen Körper **14**, eine Hülse **15** und eine Klemme **16**. Das Verfahren von dem in [Fig. 4A](#) gezeigten Schritt zum Schritt gemäß [Fig. 4C](#) kann wiederholt werden.

[0050] Wie in den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) illustriert ist, wird die Bayonet-Stange **17** durch die Klemme **16** arretiert, wenn die Bayonet-Stange **17** in den Körper **14** des „one-touch“-Aufbaus **13** eingeführt wird. Somit sind der Körper **14** und die Bayonet-Stange **17** fest verbunden. Um die Bayonet-Stange **17** von dem Körper **14** zu lösen wird die Stange **17** gelöst indem die Hülse **15**, wie in [Fig. 4C](#) gezeigt, geschoben wird und die Stange kann herausgezogen werden, während die Hülse **15** angedrückt bleibt.

[0051] Ein Beispiel der Anwendung dieses „one-touch“-Aufbaus auf den zweiten Rotor **6** und den dritten Rotor **12** wird unten beschrieben. Der zweite Rotor **6** hat die Bayonet-Stange **17** und, wie in [Fig. 5D](#) gezeigt, der dritte Rotor **12** hat den „one-touch“-Aufbau **13** mit dem Körper **14**, dem Kragen **16** und den Klemmen **16**.

[0052] Der zweite Rotor **6** und der dritte Rotor **12**, die einen „one-touch“-Aufbau **13** bilden funktionieren wie folgt. Zuerst, wie in [Fig. 5A](#) gezeigt, werden der zweite Rotor und der dritte Rotor durch den „one-touch“-Aufbau ([Fig. 4B](#)) aneinander befestigt und zusammen vom ersten Rotor wegbewegt, während sie sich drehen, bis sie um den halben mechanischen Winkel eines jeden Magneten gedreht sind. Wenn sie um den halben mechanischen Winkel gedreht sind wird der dritte Rotor **12** an der Welle **3** befestigt und durch den Stopper **18** gestoppt. Der Stopper **18**, wie in [Fig. 5F](#) gezeigt, hat Glieder **17'**, zum Schieben der Hülsen **15** des dritten Rotors **12**. Während der Stopper **18** in Kontakt mit dem dritten Rotor **12** ist, schieben die Glieder **17'** des Stoppers **18** die Hülsen **15** des dritten Rotors **12** um den „one-touch“-Aufbau **13** zwischen dem zweiten Rotor **6** und dem dritten Rotor **12** zu lösen.

[0053] Danach, wie in [Fig. 5B](#) gezeigt, bewegt sich der zweite Rotor unabhängig während er sich dreht, bis die Polmitten des ersten Rotors **5** mit den Polmitten des zweiten Rotors **6** mit umgekehrten Polaritäten fluchten, um den effektiven Fluss zu schwächen. Wenn dieser Prozess umgekehrt wird, wird der effek-

tive Fluss verstärkt.

[0054] Bei dieser Ausführungsform sind aufgrund des Vorhandenseins des dritten Rotors zwischen dem ersten und dem zweiten Rotor, wenn der effektive Fluss Null ist, die Anziehungskräfte und Abstoßungskräfte der Permanentmagneten zwischen dem ersten Rotor und dem dritten Rotor und zwischen dem dritten Rotor und dem zweiten Rotor ausgeglichen, sodass als nächster Schritt die Veränderung des Magnetflusses sanft durchgeführt werden kann ohne zusätzliche Belastung des Trägermechanismus. Das heißt, die Menge des effektiven Magnetflusses kann von Null bis zum Maximum verändert werden, ohne dass nicht magnetisches Material, wie es bei der ersten Ausführungsform verwendet wird, benützt werden muss. Bei dieser Ausführungsform ist die axiale Länge jedes Rotors nicht begrenzt, vorzugsweise ist das axiale Längenverhältnis des ersten Rotors zum zweiten Rotor jedoch 1:1.

[0055] Ferner, ist vorzugsweise der dreifache Rotor in drei gleiche Unterrotoren geteilt, wie in [Fig. 6](#) gezeigt. Mit anderen Worten, das axiale Längenverhältnis der drei Unterrotoren, des ersten, des zweiten und des dritten Rotors, sollte 1:1:1 betragen. Die Verwendung von Unterrotoren mit der gleichen axialen Länge macht das magnetische Ausgleichen einfach.

[0056] Bei dieser Ausführungsform kann der effektive Fluss leicht justiert werden durch Steuerung des Betätigungselements, unabhängig von der Drehmomentrichtung der elektrischen Rotationsmaschine. Die Effizienz kann verbessert werden durch Veränderung des effektiven Flusses in Abhängigkeit von der Drehzahl und des Drehmoments. Ferner, da keine Stöße auf den Trägermechanismus übertragen werden, ist die Belastung des Trägermechanismus reduziert und dessen Zuverlässigkeit ist verbessert.

[Dritte Ausführungsform]

[0057] Die dritte Ausführungsform betrifft eine Verbesserung des Mechanismus zum Drehen der zweiten und dritten Rotoren relativ zum ersten Rotor in der zweiten Ausführungsform. In der unten stehenden Beschreibung werden die gleichen Komponenten wie sie in den vorhergehenden Ausführungsformen verwendet wurden mit den gleichen Bezugszeichen versehen und ihre Beschreibung ist weggelassen und nur die Komponenten, die von denen der vorgehenden Ausführungsformen verschieden sind, werden beschrieben.

[0058] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt verwendet das dritte Ausführungsbeispiel einen Flussänderungsmechanismus, der Verriegelungsmittel **19** und Nuten **20** aufweist, die beide in dem dritten Rotor **12** angeordnet sind, um den zweiten Rotor und den dritten Rotor gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel zu aktivieren.

Dieser Mechanismus ist so gestaltet, dass durch Anwendung einer seitlichen Kraft auf einen beweglichen Keil ein Verriegelungshalter **23** mit Federn **22** den anderen beweglichen Keil in ähnlicher Weise bewegt. Wie der zweite Rotor **6** und der dritte Rotor **13** aktiviert werden ist mit Bezug auf die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8F](#) unten beschrieben. Wie in den [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8C](#) gezeigt, werden Vorsprünge **24** des zweiten Rotors **6** durch die Verriegelungsmittel **19** des dritten Rotors **12** verriegelt und der zweite Rotor **6** und der dritte Rotor **12** werden zusammen von dem ersten Rotor weg bewegt, während sie gedreht werden bis sie eine Drehung um die Hälfte des mechanischen Winkels eines jeden Magneten erreicht haben.

[0059] In den [Fig. 8D](#) bis [Fig. 8F](#) wird der dritte Rotor **12**, sobald der erste und der zweite Rotor um die Hälfte des mechanischen Winkels gedreht sind, durch einen Stopper **25** gestoppt, der auf der Welle **13** durch die Verriegelungsmittel **19** befestigt ist und gleichzeitig wird der Aufbau zwischen dem zweiten Rotor **6** und dem dritten Rotor **12** gelöst. Danach, wie in [Fig. 8D](#) gezeigt, bewegt sich der zweite Rotor unabhängig während er gedreht wird, bis die Polmitten des ersten Rotors mit den Polmitten des zweiten Rotors **6** mit umgekehrten Polaritäten ausgerichtet sind, um den effektiven Fluss zu schwächen. Wenn der oben beschriebene Prozess umgekehrt wird, wird der effektive Fluss verstärkt.

[0060] Bei dieser Ausführungsform, aufgrund der Verwendung des Dreifachrotors wie bei der zweiten Ausführungsform, sind, wenn der effektive Fluss Null ist, die Anziehungskraft und die Abstoßungskraft der Permanentmagneten zwischen dem ersten Rotor und dem dritten Rotor und zwischen dem dritten Rotor und dem zweiten Rotor ausgeglichen, sodass ein nächster Schritt zur Veränderung des Magnetflusses sanft durchgeführt werden kann, ohne zusätzliche Belastung des Trägermechanismus. Das heißt, dass die Menge des effektiven Magnetflusses von Null bis zum Maximum verändert werden kann, ohne dass nichtmagnetisches Material, wie es bei der ersten Ausführungsform verwendet wird, benutzt werden muss.

[Vierte Ausführungsform]

[0061] Die vierte Ausführungsform betrifft ein Beispiel einer elektrischen Rotationsmaschine, die einen Rotor verwendet, der in vier oder mehr Unterrotoren entlang seiner Welle unterteilt ist, bei der jeder Unterrotor Feldmagneten mit unterschiedlichen Polaritäten aufweist, die abwechselnd in Umfangs-(Dreh-)Richtung angeordnet sind.

[0062] [Fig. 9](#) zeigt eine elektrische Rotationsmaschine mit einem Rotoraufbau, der sieben Unterrotoren aufweist, als Beispiel. Axial in einer Reihe angeordnet sind die Rotoren **26A** bis **26G** (Unterrotoren)

durch eine Zweiwegekupplung mit der Welle **3** verbunden, wobei jeder Rotor Feldmagneten mit unterschiedlichen Polaritäten, die abwechselnd in Drehrichtung angeordnet sind aufweist.

[0063] Wie in [Fig. 10A](#) gezeigt, umfasst die Zweiwegekupplung einen äußeren Ausgangsring **28**, Rollen **29**, einen Halter **30**, eine Eingangsachse **31** (genannt „cam“) und eine Schalfeder **32**. Der Halte **30** und die Rollen **29** können bewegt werden durch Steuern der Schalfeder **32** mittels eines elektromagnetischen Schalters (nicht gezeigt), sodass die Lage jedes Rollers **29** wie in den [Fig. 10B](#) bis [Fig. 10D](#) kontrolliert werden kann. Wenn die Rolle **29** in einer Stellung, wie in den [Fig. 10B](#) oder [Fig. 10D](#) gezeigt ist, kann der äußere Ausgangsring **28** sich in Verbindung mit der Drehung der Welle **3** drehen und wenn die Rolle in der in [Fig. 10C](#) gezeigten Stellung ist wird die Kraft von der Welle **3** nicht auf den äußeren Ausgangsring **28** übertragen und der Ring **28** dreht sich nicht.

[0064] Bei dieser Ausführungsform wird der effektive Magnetfluss verändert zu 0, 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 oder 1 des maximalen Magnetflusses, je nachdem ob oder ob nicht jeder der Rotoren **26A** bis **26G** sich in Verbindung mit der Drehung der Welle dreht. Mit anderen Worten, die Geschwindigkeit kann in acht Stufen variiert werden. Da eine Anziehungskraft oder eine Abstoßungskraft der Feldmagneten zwischen benachbarten Rotoren (**26A** bis **26G**) erzeugt wird, ist es wünschenswert ein nichtmagnetisches Material zwischen den Rotoren anzuordnen, um Beeinflussungen benachbarter Permanentmagneten untereinander zu vermeiden.

[0065] Obwohl der Rotor in sieben Unterrotoren bei dieser Ausführungsform unterteilt ist, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt.

[0066] Unter Anwendung desselben Prinzips kann die elektrische Rotationsmaschine in jede beliebige Anzahl von Unterrotoren aufgeteilt werden. Die Effizienz kann durch Veränderung der Menge des effektiven Flusses in Abhängigkeit von der Drehzahl und des Drehmoments verbessert werden.

[Fünfte Ausführungsform]

[0067] Die fünfte Ausführungsform betrifft ein Anwendungsbeispiel einer elektrischen Rotationsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung auf ein Antriebssystem eines elektrischen Hybridfahrzeugs.

[0068] [Fig. 11](#) zeigt den Aufbau eines Antriebssystems eines elektrischen Hybridfahrzeugs. Das Antriebssystem umfasst einen Verbrennungsmotor **33**, der Leistung erzeugt zum Antreiben des Fahrzeugs und eine Getriebe **35** als einen Mechanismus zum Ändern der Fahrzeuggeschwindigkeit, wobei eine

elektrische Permanentmagnetsynchronrotationsmaschine **34** zwischen diesen angeordnet und mechanisch mit diesen verbunden ist. Die elektrische Rotationsmaschine ist eine elektrische Rotationsmaschine gemäß der ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsform.

[0069] Zur Verbindung des Verbrennungsmotors **33** und der elektrischen Rotationsmaschine **34** wird eine der folgenden Methoden angewendet: Direkte Verbindung der Ausgangswelle (nicht gezeigt) des Verbrennungsmotors **33** und der Welle der elektrischen Rotationsmaschine **34** und Verwendung eines Reduktionsbetriebmechanismus, wie beispielsweise eines Planetengetriebes. Da die elektrische Rotationsmaschine **34** als ein Motor oder Generator arbeitet ist sie elektrische mit einer Batterie **37** als Speichermittel über einen Inverter **36** als Stromwandler angeschlossen.

[0070] Wenn die elektrische Rotationsmaschine **34** als Motor verwendet wird wandelt der Inverter **36** Gleichstrom von der Batterie **37** in Wechselstrom, der der elektrischen Rotationsmaschine **34** zugeführt wird. Die elektrische Rotationsmaschine **34** wird somit angetrieben. Die Antriebsleistung der elektrischen Rotationsmaschine **34** wird zum Starten verwendet oder um den Verbrennungsmotor **33** zu unterstützen.

[0071] Wenn die elektrische Rotationsmaschine **34** als Generator verwendet wird wandelt der Inverter **36** (Wandlerfunktion) den durch die elektrische Rotationsmaschine **34** erzeugten Wechselstrom in Gleichstrom, der der Batterie **37** zugeführt wird. Der umgewandelte Gleichstrom wird dann in der Batterie **37** gespeichert.

[0072] Bei konventionellen elektrischen Permanentmagnetsynchronrotationsmaschinen steigt die elektromotorische Rückkraft der Magneten mit der Umdrehungszahl, sodass es schwierig ist, die Maschine im hohen Drehzahlbereich zu betreiben, aufgrund der Restriktion, die sich aus der Batterie und dem Inverter ergeben. Um zu helfen, die elektrische Rotationsmaschine im hohen Drehzahlbereich anzutreiben, kann eine magnetfeldschwächende Steuerung verwendet werden, bei der Fluss von den Permanentmagneten gleichermaßen durch einen elektrischen Strom geschwächt wird, aber, die Verwendung eines Stroms, der nichts zu dem Drehmoment beiträgt führt zu einer Verminderung der Effizienz. Auf der anderen Seite erzeugt eine elektrische Rotationsmaschine mit variablem Magnetfluss nach der Erfindung mechanisch einen optimalen effektiven Magnetfluss in Abhängigkeit von der Drehzahl und des Drehmoments. Die Restriktion, die sich aus der Batterie und dem Inverter aufgrund der elektromotorischen Rückkraft ergeben, werden abgeschwächt und dank der Abwesenheit eines Stroms, der nicht zu dem Drehmoment beiträgt wird die Effizienz verbes-

sert.

[0073] Gemäß der fünften Ausführungsform wird die erforderliche Widerstandsspannung abgesenkt und die erforderliche Inverterkapazität wird reduziert, wenn die elektrische Rotationsmaschine nach der Erfindung eingesetzt wird. Das kann zu geringeren Inverterkosten und kleineren Inverterabmessungen führen. Ferner kann die elektrische Rotationsmaschine mit variablem Magnetfluss gemäß der vorliegenden Erfindung in einem großen Drehzahlbereich mit hoher Effizienz arbeiten, sodass die Anzahl der Schaltstufen reduziert werden kann oder sodass auf Schaltstufen verzichtet werden kann. Daher kann das gesamte Antriebssystem kompakter sein.

[Sechste Ausführungsform]

[0074] Die sechste Ausführungsform betrifft eine Anwendung einer elektrischen Rotationsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung auf ein Antriebssystem eines elektrischen Hybridfahrzeugs.

[0075] [Fig. 12](#) zeigt den Aufbau eines Antriebssystems eines Fahrzeugs, in dem eine elektrische Rotationsmaschine gemäß der ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsform eingesetzt ist. Das Antriebssystem umfasst eine Kugelscheibe **38** für einen Verbrennungsmotor **33** und eine Scheibe **40**, die mit der Welle der elektrischen Rotationsmaschine **34** verbunden ist, die über einen Metallriemen **39** miteinander verbunden sind. Daher sind der Verbrennungsmotor **33** und die elektrische Rotationsmaschine **34** nebeneinander angeordnet. In diesem Beispiel eines Fahrzeugantriebssystems kann die elektrische Rotationsmaschine **34** als Motor oder als Generator oder als Motor-Generator betrieben werden.

[0076] Bei dieser Ausführungsform können die Kurbelscheibe **38**, der Metallriemen **39** und die Scheibe **40** einen Geschwindigkeitsänderungsmechanismus (Gangschaltung) bilden mit einem bestimmten Geschwindigkeitsverhältnis zwischen dem Verbrennungsmotor **33** und der elektrischen Rotationsmaschine **34**. Zum Beispiel wenn das Radiusverhältnis zwischen der Kurbelscheibe **38** und der Scheibe **40** 2:1 ist, kann die elektrische Rotationsmaschine **34** sich mit einer doppelt so hohen Drehzahl wie der Verbrennungsmotor **33** drehen und beim Start des Verbrennungsmotors **33** kann das Drehmoment der elektrischen Rotationsmaschine halb so groß sein wie das Drehmoment, welches erforderlich ist, um den Verbrennungsmotor **33** zu starten. Das heißt, dass die elektrische Rotationsmaschine **34** größtmäßig kleiner ausgelegt werden kann.

[0077] Beispiele von Fahrzeugen, die eine elektrische Rotationsmaschine nach der ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsform verwenden sind unten aufgelistet.

[0078] Ein Beispiel ist ein Fahrzeug, welches aufweist: Einen Verbrennungsmotor, der die Räder antreibt, eine Batterie, die Strom abgibt oder lädt, einen Motor-Generator, der mechanisch mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors verbunden ist, angetrieben durch den von der Batterie gelieferten Strom zum Antreiben des Motors und von dem Motor angetrieben, um Strom zu erzeugen und den erzeugten Strom an die Batterie abzugeben, einen Stromwandler, der den zum Motorgenerator gespeisten Strom steuert sowie den Strom der vom Motor-Generator geliefert wird und eine Steuereinheit, die den Stromwandler steuert, wobei der Motor-Generator eine elektrische Rotationsmaschine nach dem ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsbeispiel ist. Das Fahrzeug ist ein übliches Fahrzeug, welches einen Verbrennungsmotor zum Antreiben der Räder benutzt oder ein elektrisches Hybridfahrzeug, welches einen Verbrennungsmotor und einen Motor-Generator zum Antreiben der Räder benutzt.

[0079] Ein zweites Beispiel ist ein Fahrzeug, welches umfasst: einen Verbrennungsmotor zum Antreiben der Räder, eine Batterie, die Strom lädt oder abgibt, einen Motor-Generator, der mit dem von der Batterie gelieferten Strom gespeist wird, um die Räder anzutreiben und der eine Antriebskraft von den Rädern empfängt, um Strom zu erzeugen und diesen erzeugten Strom an die Batterie zu liefern, einen Stromwandler, der den zum Motor-Generator gespeisten Strom und den von dem Motor-Generator gelieferten Strom steuert und eine Steuereinheit, die den Stromwandler steuert, bei dem der Motor-Generator eine elektrische Rotationsmaschine nach dem ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsbeispiel ist. Dieses Fahrzeug ist ein elektrisches Hybridfahrzeug, welches den Verbrennungsmotor und einen Motor-Generator verwendet, um die Räder anzutreiben.

[0080] Ein drittes Beispiel ist ein Fahrzeug, welches umfasst: Eine Batterie, die Strom lädt oder abgibt, ein Motor-Generator, der von dem von der Batterie gelieferten Strom gespeist wird, um die Räder anzutreiben und der eine Antriebskraft von den Rädern empfängt, um Strom zu erzeugen und diesen an die Batterie zu liefern, einen Stromwandler, der den Strom steuert, der an den Motor-Generator geliefert wird und den Strom, der vom Motor-Generator erzeugt wird und eine Steuereinheit, die den Stromwandler steuert, wobei der Motor-Generator eine elektrische Rotationsmaschine gemäß dem ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsbeispiel ist. Dieses Fahrzeug ist ein Elektrofahrzeug, welches eine elektrische Rotationsmaschine benutzt, um die Räder anzutreiben.

[Siebte Ausführungsform]

[0081] Das siebte Beispiel betrifft ein Anwendungs-

beispiel einer elektrischen Rotationsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung bei einer Waschmaschine.

[0082] Die konventionelle Technik einer Waschmaschine birgt das Problem in sich, dass, wenn das Drehmoment des Motors über eine Scheibe mit einem Riemen und ein Antriebsritzel übertragen wird, ein bemerkenswerter Pegel von Schleif- oder Schlaggeräuschen zwischen dem Riemen und dem Antriebsritzel erzeugt wird. Für eine Waschmaschine von direkt angetriebenem Typ, in dem das Drehmoment des Motors direkt auf den Rotor oder die Schleudertrommel übertragen wird, hat die Verwendung einer elektrischen Technik einer magnetfeldschwächenden Steuerung, um den Hochdrehzahlbereich zu vergrößern ihre Grenzen, da der Strom zur Abschwächung des Magnetfelds Hitze erzeugt und die Effizienz senkt. Da die oben beschriebene Direktantriebswaschmaschine keine drehzahlreduzierenden Mechanismen aufweist, muss der Motor in einem großen Drehzahlbereich im Wasch- und Spülmodus bei niedriger Geschwindigkeit und hohem Drehmoment und im Schleudermodus mit hoher Geschwindigkeit und großer Ausgangsleistung fertig werden und dementsprechend muss die Waschmaschine groß sein.

[0083] Wenn eine elektrische Rotationsmaschine mit variablem Magnetfluss gemäß der vorliegenden Erfindung als Motor verwendet wird und die Mitten der Magnetpole gleicher Polarität der Unterrotoren des Motors in dem Wasch- und Spülmodus ausgerichtet sind, wird die Menge des effektiven Flusses von den Permanentmagneten, die den Statormagnetpolen gegenüberliegen erhöht und es wird ein hohes Drehmoment erhalten. Andererseits, beim Betrieb mit hoher Drehzahl, wie zum Beispiel im Schleudergang, wird durch Drehen der Unterrotoren relativ zueinander derart, dass die Mitten der Magnetpole gleicher Polarität zueinander ausgerichtet sind, die Menge des effektiven Flusses von den Permanentmagneten, die den Statormagnetpolen gegenüberliegen abgesenkt, es wird nämlich ein Magnetfeldabschwächungseffekt mechanisch erzeugt, wodurch eine konstante Ausgangscharakteristik im Hochdrehzahlbereich erzielt wird.

[Achtes Ausführungsbeispiel]

[0084] Das achte Ausführungsbeispiel betrifft ein Beispiel einer elektrischen Rotationsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung angewendet bei einem Generator in einem Windkraftgeneratorsystem.

[0085] Bei einem konventionellen Windkrafterzeugungssystem wird ein hohes Drehmoment bei niedriger Drehzahl erhalten, wobei es jedoch Schwierigkeiten im Hochdrehzahlbereich gibt, aufgrund des engen Bereichs der Drehzahländerungen. Verschiede-

ne Ansätze wurden zur Lösung dieses Problems in Betracht gezogen. Ein Ansatz besteht darin, den Hochdrehzahlbereich durch eine elektrische Steuerungstechnik zur Abschwächung des Magnetfelds zu erweitern. Ebenso wurde bei einigen Stromerzeugungssystemen zur Erzielung eines gegebenen Leistungsabgabenniveaus in einem großen Drehzahlbereich ein Generator verwendet, der mit einem Getriebemechanismus und einem Anstellwinkelverstellmotor versehen ist, um verschiedenen Windbedingungen gerecht zu werden. Andere Systeme verwenden eine Vorrichtung, die die Fasenwicklungen des Generators zwischen einer Wicklung für niedrige Drehzahl und einer Wicklung für hohe Drehzahl schaltet, in Abhängigkeit von der Drehzahl der Hauptwelle. Das elektrische Steuerverfahren, welches das Magnetfeld abschwächt, um den Hochdrehzahlbereich zu erweitern, hat jedoch Grenzen, aufgrund der Hitzeentwicklung und der Effizienzbeeinträchtigung durch den feldabschwächenden Strom. Ebenso hat ein System, welches eine Vorrichtung zum Schalten der Fasenwicklungen in Abhängigkeit von der Drehzahl der Welle folgendes Problem: Das System weist viele Kabel von dem Generator auf und es wird eine Wicklungsschaltsteuereinheit benötigt, wodurch die Verkabelung einen komplizierten Aufbau bekommt.

[0086] Bei einem Windkrafterzeugungssystem, welches eine elektrische Rotationsmaschine nach dem ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsbeispiel verwendet, können die Unterrotoren wie folgt aktiviert werden, damit der Generator mit hoher Effizienz in einem großen Windstärkenbereich effizient arbeiten kann. Wenn der Wind schwach ist oder die Drehgeschwindigkeit niedrig ist, sind die Mitten der Magnetpole gleicher Polarität der Unterrotoren zueinander ausgerichtet, um die Menge des effektiven Magnetflusses von den Permanentmagneten, die den Statormagnetpolen gegenüberliegen ausgerichtet, um eine hohe Ausgabecharakteristik zu erreichen. Andererseits, wenn der Wind stark ist oder die Drehzahl hoch ist, sind die Unterrotoren relativ zueinander derart gedreht, dass die Mitten der Magnetpole gleicher Polarität nicht zueinander ausgerichtet sind, so dass die Menge des effizienten Magnetflusses der Permanentmagneten, die den Statormagnetpolen gegenüberliegen verringert ist, es wird nämlich ein magnetfeldreduzierender Effekt mechanisch erzeugt, wodurch eine konstante Ausgabecharakteristik im Hochdrehzahlbereich erzielt wird.

[0087] Diese Ausführungsform bietet den vorteilhaften Effekt, dass die Menge des effektiven Magnetflusses von den Permanentmagneten mechanisch verändert werden kann. Insbesondere kann bei einem auf der Welle montierten Generator eines Windkrafterzeugungssystems das Magnetfeld mechanisch leicht abgeschwächt werden und ein großer Drehzahlbereich kann effektiv gesteuert werden. Der

Generator kann einfach im Aufbau und leichtgewichtig sein, sodass der Turmaufbau einfach sein kann.

[Neunte Ausführungsform]

[0088] Die neunte Ausführungsform betrifft ein Beispiel für die Anwendung einer erfindungsgemäßen elektrischen Rotationsmaschine bei einem Motor-Generator in einem Transportfahrzeug.

[0089] Permanentmagnetsynchronmotoren haben eine größere Effizienz als Induktionsmotoren und sind vorteilhaft hinsichtlich ihrer Kompaktheit und ihres leichten Gewichtes. Ebenso kann eine höhere Effizienz zu reduzierten Kraftstoffverbrauch und zu einer reduzierten CO₂-Emission führen. Da kompakte leichte Antriebsmotoren für Transportfahrzeuge stark nachgefragt sind, ist der Permanentmagnetsynchronmotor eine vielversprechende Option. Ferner, ist der gesamte Kreis, der nicht nur den Motor beinhaltet sondern auch den Inverter von leichtem Gewicht. Von dem Gesichtspunkt des Schutzes des Hauptkonverters gesehen sollte der Motor so konstruiert sein, dass Spitzenwerte der rückelektromotorischen Kraft der Permanentmagneten wenigstens den Schwellenwert den Überspannungsschutz des zwischengeschalteten Gleichstromschaltkreises nicht überschreitet.

[0090] Wenn der Motor so konstruiert ist, ist jedoch eine größere Inverterkapazität erforderlich.

[0091] Wenn eine elektrische Rotationsmaschine mit variablem Magnetfluss gemäß der vorliegenden Erfindung als Motor verwendet wird und die Mitten der Magnetpole gleicher Polarität der Unterrotoren des Motors unter geringe Drehzahl – hohes Drehmoment Bedingungen ausgerichtet sind, ist die Menge des effektiven Flusses von den Permanentmagnet, die den Statormagnetpolen gegenüber liegen gesteigert und ein hohes Drehmoment wird erhalten. Andererseits, im Hochdrehzahlbetrieb wird durch Drehen der Unterrotoren relativ zueinander derart, dass die Mitten der Magnetpole gleicher Polarität nicht ausgerichtet sind, die Menge des effektiven Flusses der Permanentmagnete, die den Statormagnetpolen gegenüber liegen abgesenkt, der magnetfeldabsenkende Effekt wird nämlich mechanisch erzeugt, wodurch eine konstante Ausgangscharakteristik im Hochdrehzahlbereich erzielt wird.

[0092] Diese Ausführungsform bietet den vorteilhaften Effekt, dass die Menge des effektiven Flusses von Magnetfeldern von den Permanentmagneten mechanisch variiert werden kann. Zusätzlich kann das Magnetfeld in einem Generator eines Transportfahrzeuges mechanisch leicht abgeschwächt werden und ein großer Drehzahlbereich kann effektiv gesteuert werden. Ferner, da der effektive Fluss mechanisch variiert wird, kann die rückelektromechanische

Kraft unterdrückt werden. Als Ergebnis ist die erforderliche Inverterkapazität kleiner. Somit können die Inverterkosten reduziert werden und das gesamte Antriebssystem kann kompakter gebaut werden.

[0093] Die oben stehend beschriebenen Ausführungsformen dienen lediglich zur Illustration der Erfindung und sind nicht restriktiv zu verstehen.

[0094] Die vorliegende Erfindung stellt eine elektrische Rotationsmaschine vor, die in einem mobilen Gerät mit großen Lastvariationen verwendet werden kann, wie zum Beispiel Fahrzeuge, Windkrafterzeugungssysteme oder Transportfahrzeuge und stellt ebenso ein mobiles Gerät vor, welches großen Lastvariationen unterliegt, wie zum Beispiel Fahrzeuge, Windkrafterzeugungssysteme oder Transportfahrzeuge, die diese elektrischen Rotationsmaschinen verwenden.

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 2001-69609 A [[0005](#), [0005](#)]
- JP 2004-64942 A [[0008](#)]

Patentansprüche

1. Elektrische Rotationsmaschine mit:
 einem Stator (1) mit einer Wicklung (2),
 einem dualen Rotor (5, 6), der drehbar unter Beibehaltung eines Spalts gegenüber dem Stator (1) angeordnet und axial entlang einer Welle (3) in einen ersten Rotor (5) und einem zweiten Rotor (6) unterteilt ist, die jeweils Feldmagneten (5A, 6A) mit unterschiedlichen Polaritäten aufweisen, die abwechselnd in Drehrichtung angeordnet sind,
 einem Mechanismus (8, 9, 10) zum kontinuierlichen Variieren der axialen Lage des zweiten Rotors relativ zum ersten Rotor, und
 ein nichtmagnetisches Glied (7), welches zwischen dem ersten Rotor (5) und dem zweiten Rotor (6) angeordnet ist.

2. Elektrische Rotationsmaschine mit:
 einem Stator (1) mit einer Wicklung (2),
 einem Dreifachrotor (5, 6, 12), der drehbar unter Ausbildung eines Spalts zum Stator (1) angeordnet ist und axial entlang einer Welle (3) in einen ersten Rotor (5), einen zweiten Rotor (6) und einen dritten Rotor (12) unterteilt ist, die jeweils Feldmagneten (5A, 6A, 10A) mit unterschiedlichen Polaritäten aufweisen, die in Drehrichtung abwechselnd angeordnet sind, und
 einem Mechanismus (8, 9, 10) zum kontinuierlichen Ändern der Axialpositionen des zweiten Rotors und des dritten Rotors (12) relativ zum ersten Rotor (5).

3. Elektrische Rotationsmaschine mit:
 einem Stator (1) mit einer Wicklung (2),
 einem Rotor (26), der drehbar mit einem Spalt zum Stator (1) angeordnet ist und axial entlang einer Welle in vier oder mehr Unterrotoren (26A bis 26G) unterteilt ist, die jeweils Feldmagneten mit verschiedenen Polaritäten aufweisen, die abwechselnd in Drehrichtung angeordnet sind, und
 einem Kontrollmechanismus zum Steuern der Drehung eines jeden Rotors.

4. Elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 1,
 wobei der erste Rotor (5) auf der Welle (3) befestigt ist,
 wobei der zweite Rotor (6) sich axial bewegen kann während er gedreht wird mittels einer Keilstruktur der Welle, und
 wobei ein Trägermechanismus (8, 9, 10) zum Tragen des zweiten Rotors (6) und zum Justieren dessen axialer Lager vorgesehen ist.

5. Elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 2,
 wobei der erste Rotor (5) des Dreifachrotors auf der Welle (3) befestigt ist,
 wobei der zweite Rotor (6) und der dritte Rotor (12) sich axial bewegen können während diese durch eine Keilstruktur der Welle (3) gedreht werden,

wobei der dritte Rotor (12) benachbart zum ersten Rotor (5) auf der Welle (3) befestigt ist und wobei die elektrische Rotationsmaschine einen Aufbau für den dritten Rotor (12) hat, derart, dass dieser um einen Winkel gedreht wird, bei dem die Anziehungskräfte und die Abstoßungskräfte der Magneten (5A) des ersten Rotors (5) und des dritten Rotors (12) ausgeglichen sind und einen Aufbau für den zweiten Rotor (6), um diesen um einen Winkel zu drehen, bei dem die Mitten der Magnete (6A) des zweiten Rotors (6) mit den Mitten der Magnete entgegengesetzter Polarität des ersten Rotors (5) ausgerichtet sind, ist auf der Welle (3) befestigt.

6. Elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 5, wobei das axiale Längenverhältnis des ersten Rotors (5), der auf der Welle (3) des Dreifachrotors (5, 6, 12) befestigt ist, zu dem zweiten Rotor (6), der relativ zum ersten Rotor (5) drehbar ist, ungefähr 1:1 beträgt.

7. Elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 5, wobei das axiale Längenverhältnis des ersten Rotors (5), der auf der Welle (3) des Dreifachrotors (5, 6, 12) befestigt ist, zum zweiten Rotor (6) und zum dritten Rotor (12), die relativ zum ersten Rotor (5) drehbar sind, ungefähr 1:1:1 beträgt.

8. Fahrzeug mit:
 einem Brennkraftmotor (33), der Räder antreibt,
 einer Batterie (37), die Strom lädt oder abgibt,
 einem Starterwechselrichter (34), der mechanisch mit einer Kurbelwelle des Verbrennungsmotors (3) verbunden ist und angetrieben wird durch von der Batterie (37) gelieferten Strom, um den Motor (33) anzutreiben, und von dem Motor (33) angetrieben, um Strom zu erzeugen und diesen an die Batterie (37) zu liefern,
 einem Stromwandler (36), der die Stromzufuhr zu dem Starterwechselrichter (34) kontrolliert und von dem Starterwechselrichter gelieferten Strom steuert, und
 einer Steuereinheit, die den Stromwandler (36) steuert,
 wobei der Starterwechselrichter eine elektrische Rotationsmaschine (34) gemäß Anspruch 1 ist.

9. Fahrzeug mit:
 einem Brennkraftmotor (33), der Räder antreibt,
 einer Batterie (37), die Strom lädt oder abgibt,
 einem Motor-Generator (34), der mit Strom angetrieben wird, der von der Batterie (37) geliefert wird, um die Räder anzutreiben und der von den Rädern eine Antriebskraft erhält, Strom erzeugt und den erzeugten Strom an die Batterie (37) liefert,
 einem Stromwandler (36), der den an den Motor-Generator (34) gelieferten Strom steuert sowie den von dem Motor-Generator gelieferten Strom, und
 einer Steuereinheit, die den Stromwandler steuert, wobei der Motor-Generator (34) eine elektrische Ro-

tationsmaschine nach Anspruch 1 ist.

10. Fahrzeug mit:
einer Batterie (37), die Strom lädt oder entlädt,
einem Motor-Generator (34), der von dem von der Batterie (37) gelieferten Strom angetrieben wird, um Räder anzutreiben und der eine Antriebskraft von den Rädern erhält, Strom erzeugt und diesen erzeugten Strom an die Batterie (37) liefert,
einem Stromwandler (36), der den an den Motor-Generator (34) gelieferten Strom steuert sowie den Strom, der von dem Motor-Generator (34) geliefert wird, und
einer Steuereinheit, die den Stromwandler (36) steuert, wobei der Motor-Generator eine elektrische Rotationsmaschine (34) nach Anspruch 1 ist.

11. Mobiles Gerät mit:
einer Batterie (37), die Strom lädt oder entlädt, und
einer elektrischen Rotationsmaschine (34), die mit von der Batterie (37) gelieferten Strom angetrieben wird, um das mobile Gerät anzutreiben, wobei das mobile Gerät eine Ausgangscharakteristik mit niedriger Drehzahl, großem Drehmoment und hoher Drehzahl hohe Ausgangsleistung aufweist und wobei die elektrische Rotationsmaschine eine elektrische Rotationsmaschine (34) gemäß Anspruch 1 ist.

12. Klimaanlage mit:
einem Kompressor, der ein Kühlmittel, welches in einem Kühlkreislauf fließt komprimiert,
einem Motor, der als Antriebsquelle für den Kompressor dient,
einem Antriebskreis, der den Motor antreibt,
einem inhäusigen Wärmetauscher, der Wärme mit dem Kühlmittel tauscht, welches in dem Kühlmittelkreislauf in einem Raum zirkuliert,
einem Wärmetauscher, der Wärme mit dem Kühlmittel tauscht, welches in dem Kühlmittelkreislauf außerhalb zirkuliert,
einem Expansionsventil für das Kühlmittel, welches in dem Kühlmittelkreislauf zirkuliert, und
einem Ventil, welches die Flussrichtung des Kühlmittels, welches in dem Kühlmittelkreislauf zirkuliert ändert,
wobei der Motor eine elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 1 ist.

13. Waschmaschine mit:
einer Wasch- und Entwässerungstrommel, die drehbar in einer äußeren Trommel mit einer Welle in ihrer Mitte angelenkt ist,
einem Rotor, der drehbar an einem unteren Ende der Wasch- und Entwässerungstrommel angeordnet ist mit einer Welle, die konzentrisch zu der Welle in der Mitte ist,
einem Schaltmechanismus zum Verbinden der Welle der Wasch- und Entwässerungstrommel mit der Welle des Rotors oder zum Lösen der Welle der Wasch- und Entwässerungstrommel von der Welle des Ro-

tors, und
einem Motor zum Drehen des Rotors, wobei der Motor eine elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 1 ist.

14. Windkraftherzeugungssystem mit:
einer Hauptwelle, an der ein Flügel angebracht ist,
einem mit der Hauptwelle verbundener Generator,
einem Inverter, der elektrisch mit dem Generator verbunden ist,
einer Steuereinheit zum Steuern des Inverters,
Mitteln zum Steuern des Anstellwinkels des Flügels in Abhängigkeit von den Windbedingungen,
einer Bremse zum Stoppen der Drehung des Flügels, und
einem Windmessgerät zum Erfassen der Windbedingungen,
wobei der Generator eine elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 1 ist.

15. Hybridtransportfahrzeug, welches Oberleitungskabel und Schienen erfordert, mit:
einer Mehrzahl von Arten von Energiezufuhrmitteln und Antriebsmitteln,
oder
ein Hybridtransportfahrzeug, welches schienengebunden ist, mit:
einer Mehrzahl von Energiezufuhrmitteln wie Oberleitungen, einem Kondensator, einer Brennstoffzelle, einem Motor oder Generator, der von dem Motor betrieben wird, und
mindestens einem Antriebsmittel zum Drehen des Motors oder der Maschine,
wobei der Motor oder Generator eine elektrische Rotationsmaschine nach Anspruch 1 ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

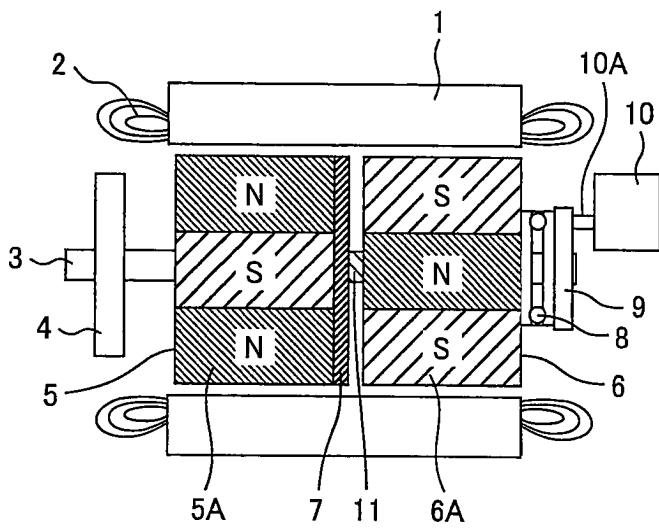


FIG. 1B

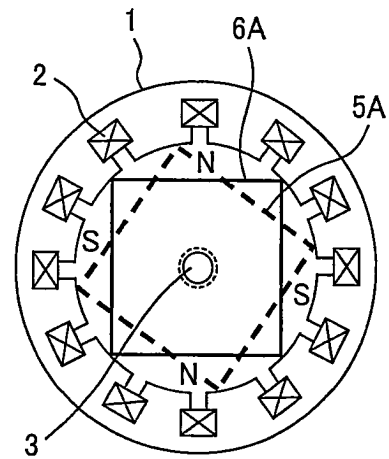


FIG. 2A

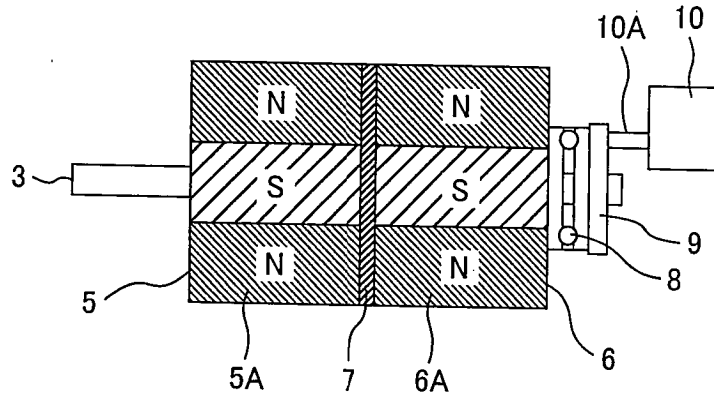


FIG. 2B

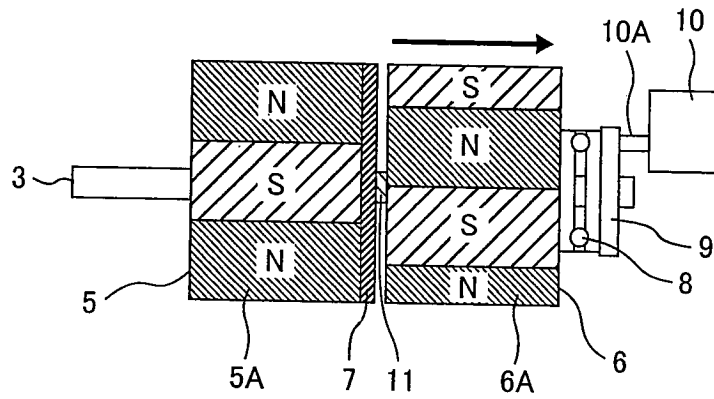


FIG. 2C

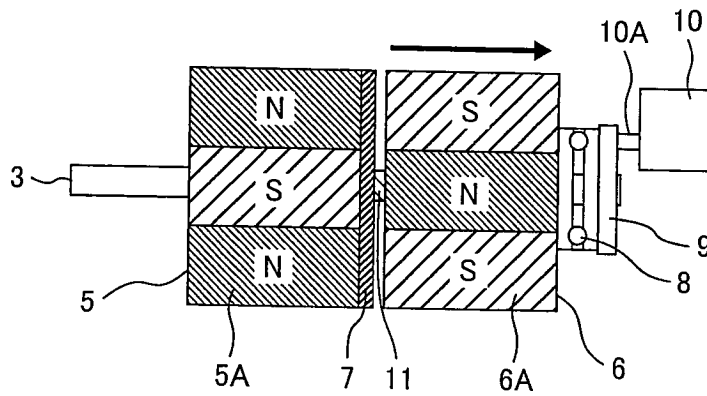


FIG. 3A

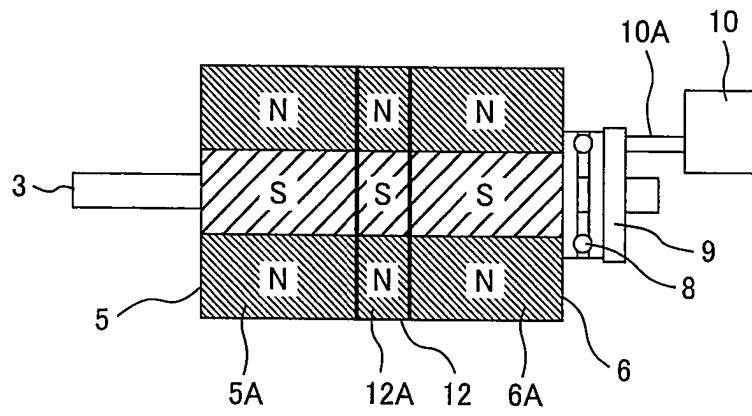


FIG. 3B

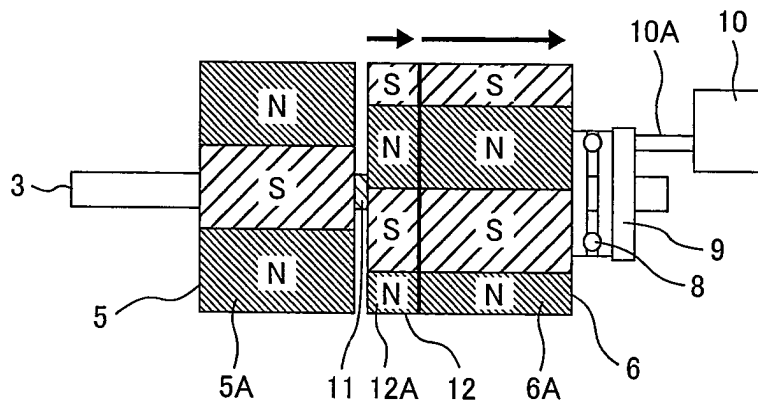


FIG. 3C

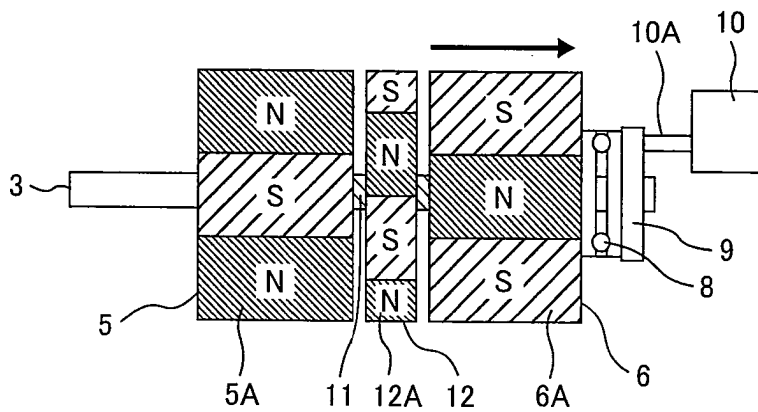


FIG. 4A

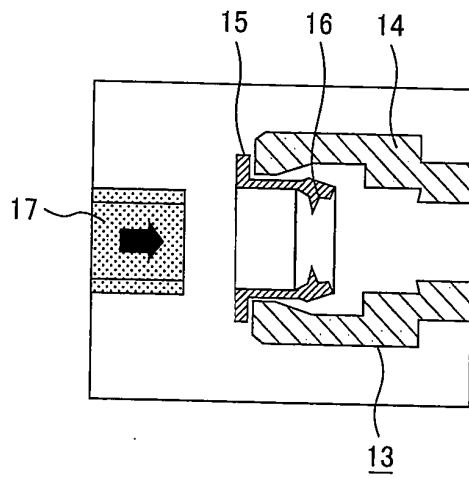


FIG. 4B

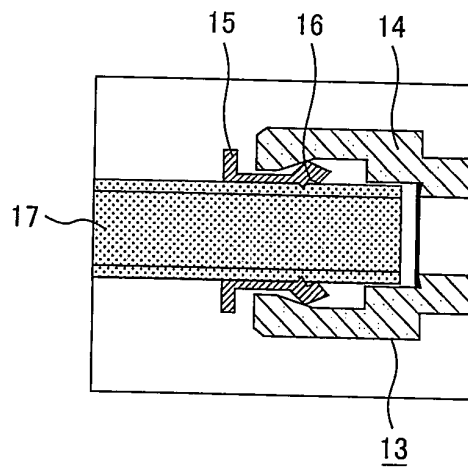


FIG. 4C

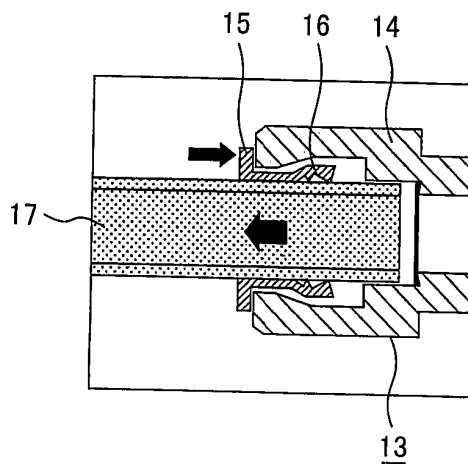


FIG. 5A

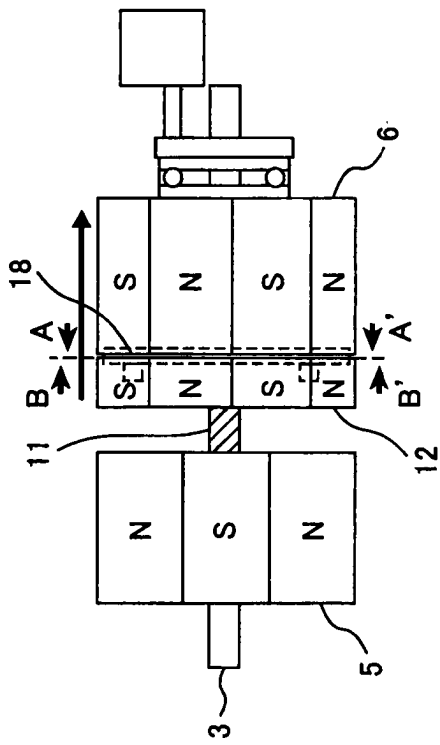


FIG. 5B

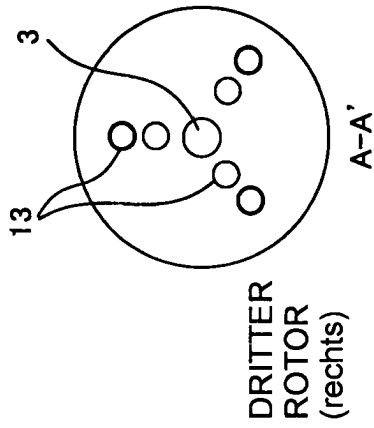


FIG. 5C

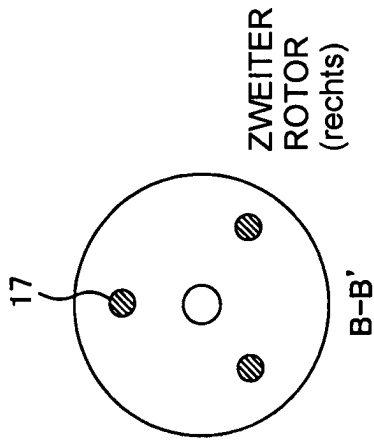


FIG. 5D

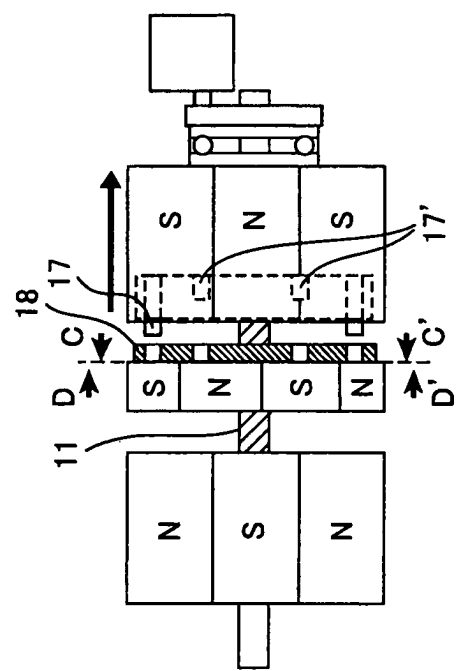


FIG. 5E

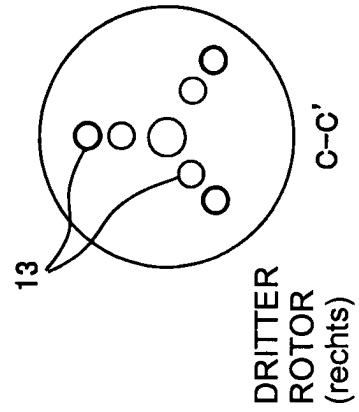


FIG. 5F

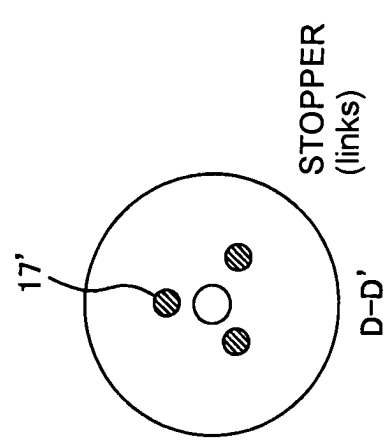


FIG. 6

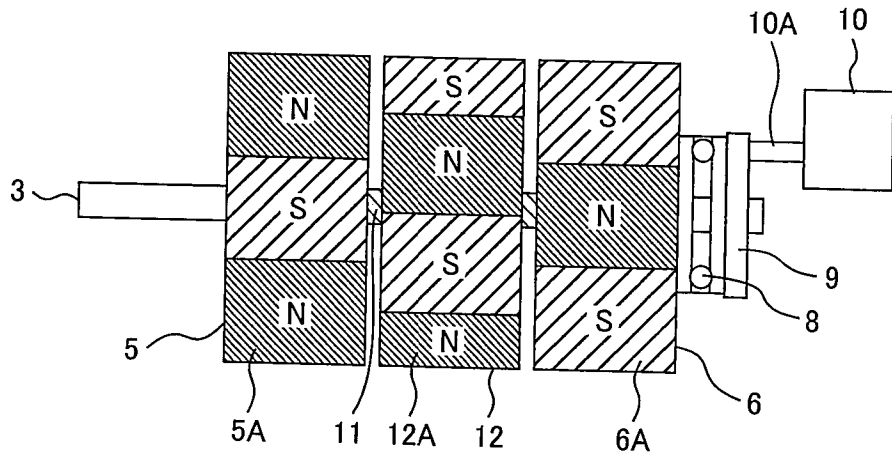


FIG. 7

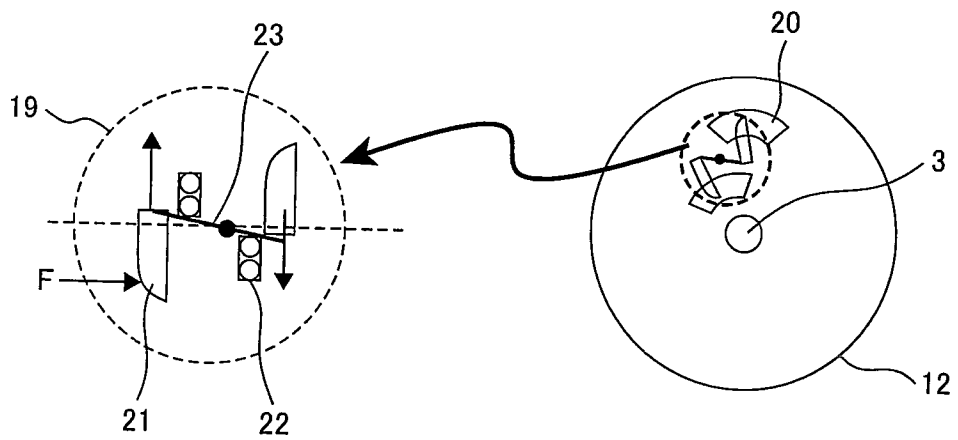


FIG. 8A

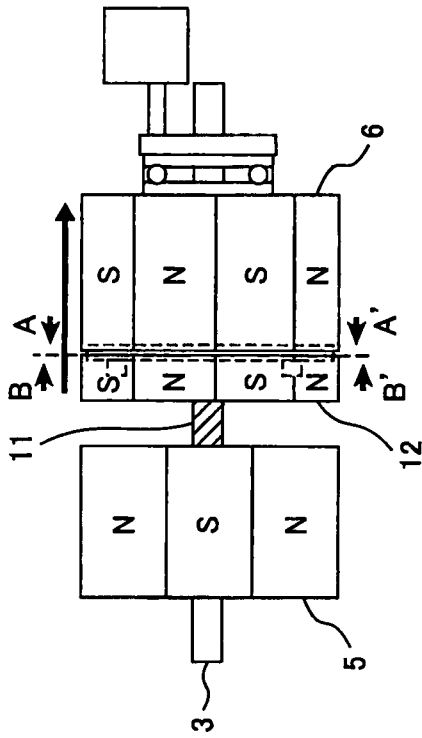


FIG. 8B

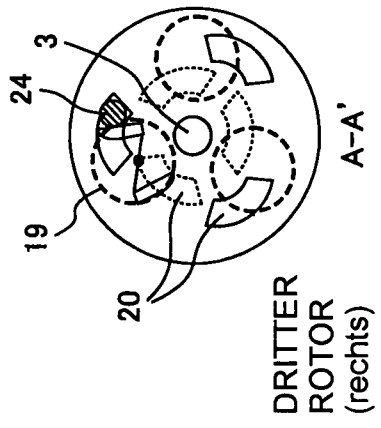


FIG. 8C

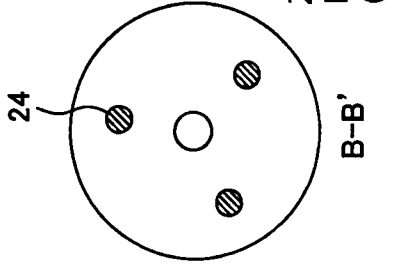


FIG. 8D

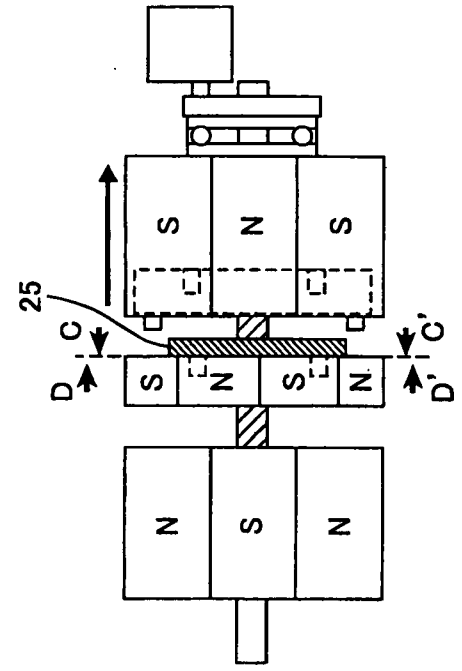


FIG. 8E

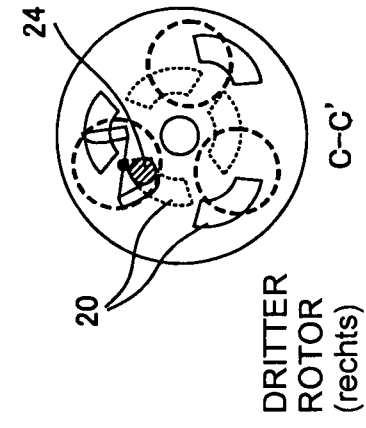


FIG. 8F

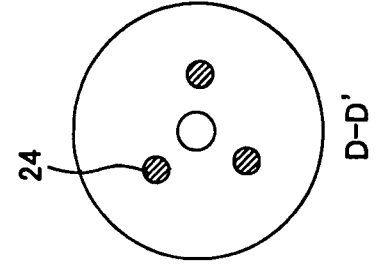


FIG. 9

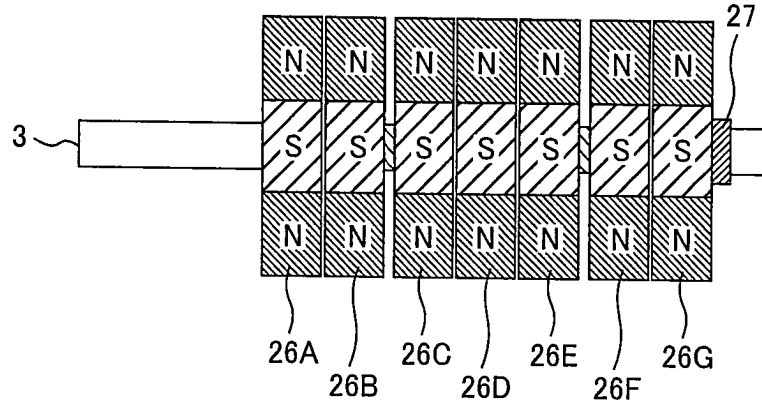


FIG. 10A

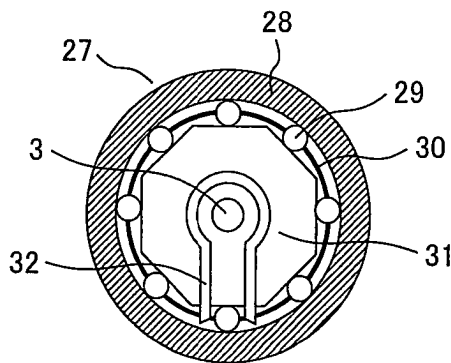


FIG. 10B

FIG. 10C

FIG. 10D

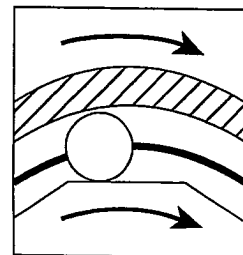
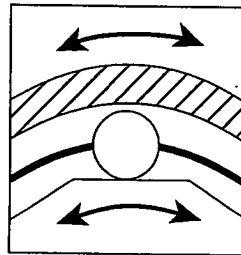
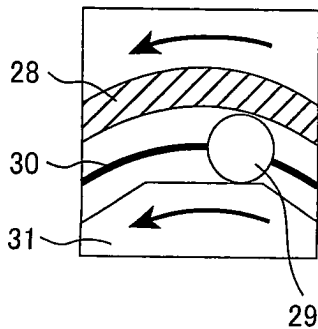


FIG. 11

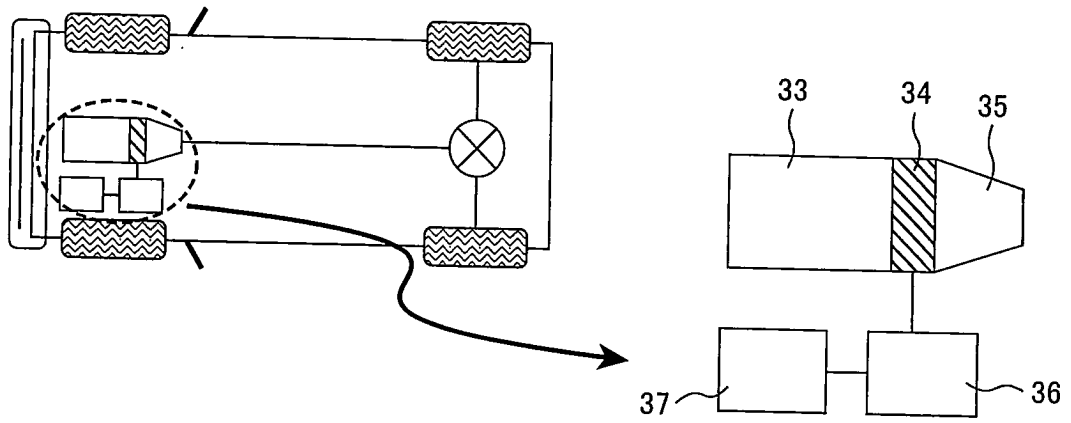


FIG. 12

