



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/047760**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 004 603.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/026641**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.07.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.03.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **18.07.2024**

(51) Int Cl.: **H02K 3/34 (2006.01)**
H02K 1/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-156910 **27.09.2021** **JP**

(71) Anmelder:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP**

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

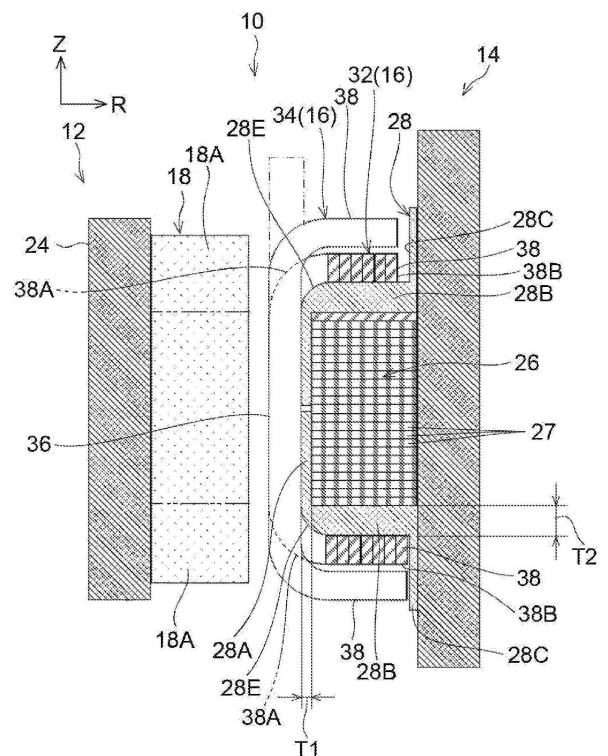
(72) Erfinder:
**Hayashi, Yuji, Kariya-city, Aichi, JP; Yamamoto,
Toshio, Kariya-city, Aichi, JP; Tateishi, Yusuke,
Kariya-city, Aichi, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

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

(57) Zusammenfassung: Ein Stator (14) beinhaltet einen Ankerkern (26) mit einer Ringform, Spulen (16) und einen Isolator (28). Die Spulen (16) sind entlang des Ankerkerns angeordnet. Jede der Spulen (16) ist eine gewickelte leitende Wicklung. Jede der Spulen (16) beinhaltet ein Paar gegenüberliegender Abschnitte (36), die derart angeordnet sind, dass sie in einer Umfangsrichtung mit einem vorbestimmten Abstand dazwischen ausgerichtet sind. Die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte jeder der Spulen stellen Zwischenabschnitte der entsprechenden Spule dar. Jede der Spulen beinhaltet ein Paar von ersten und zweiten Spulenendabschnitten (38), die die gegenüberliegenden Abschnitte miteinander verbinden. Der Isolator (28) ist zwischen dem Stator und den Spulen angeordnet. Der Isolator beinhaltet eine Basis (50), die aus einem isolierenden Material besteht, und ein oder mehrere weichmagnetische Elemente (52), die jeweils aus einem weichmagnetischen Material bestehen, wobei das eine oder die mehreren weichmagnetischen Elemente in der Basis enthalten sind.



Beschreibung**QUERVERWEIS AUF ZUGEHÖRIGE ANMELDUNGEN**

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2021-156910, die am 27. September 2021 eingereicht wurde und beansprucht die Priorität dieser Anmeldung.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft Anker und Motoren.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Patentliteratur 1 offenbart einen nutzenlosen bzw. schlitzlosen Motor, der einen Stator und einen Rotor beinhaltet.

[0004] Der Stator beinhaltet einen Ringkern, eine Vielzahl von äußeren Spulen, die am Innenumfang des Ringkerns angebracht ist, und eine Vielzahl von inneren Spulen, die am Innenumfang des Ringkerns angebracht ist. Der Rotor beinhaltet eine Vielzahl von Permanentmagneten, die am Außenumfang des Rotors angebracht ist. Der Rotor ist coaxial derart angeordnet, dass er dem Stator mit einem Spalt dazwischen gegenüberliegt. Der Stator des in der Patentschrift offenbarten nutzenlosen Motors beinhaltet einen im Wesentlichen rohrförmigen zylindrischen Isolator, der einen Ringkörper enthält. Im Ringkörper des Isolators sind voneinander getrennte Nuten bzw. Schlitze ausgebildet. Die Schlitze sind in eine erste Gruppe von Schlitzen und eine zweite Gruppe von Schlitzen unterteilt. In der Außenumfangswand des Ringkörpers des Isolators sind Öffnungen ausgebildet, die mit den jeweiligen Schlitzen der ersten Gruppe in Verbindung stehen, und in der Innenumfangswand des Ringkörpers des Isolators sind Öffnungen ausgebildet, die mit den jeweiligen Schlitzen der zweiten Gruppe in Verbindung stehen; die Schlitze der ersten Gruppe und die Schlitze der zweiten Gruppe sind abwechselnd in Umfangsrichtung des Isolators angeordnet. Jede äußere Spule ist derart gewickelt, dass sie einen entsprechenden der Schlitze umgibt, während sie durch die wenigstens eine Öffnung geführt wird, die mit wenigstens einem der entsprechenden Schlitze der ersten Gruppe in Verbindung steht. Jede innere Spule ist derart gewickelt, dass sie einen entsprechenden der Schlitze der zweiten Gruppe umgibt, während sie durch die wenigstens eine Öffnung geführt wird, die mit einem entsprechenden wenigstens einen der Schlitze der zweiten Gruppe in Verbindung steht. Dies erleichtert die Herstellung des Stators mit größeren Spulenabständen.

PATENTLITERATUR

[0005] Patentliteratur 1 Japanische Patentanmeldung Veröffentlichungs-Nr. 2011-176982

ERFINDUNGSZUSAMMENFASSUNG

[0006] Der Isolator des in der Patentveröffentlichung offenbarten nutzenlosen bzw. schlitzlosen Motors trägt nicht oder in geringerem Maße zu dem vom Rotor erzeugten Drehmoment bei. Dies kann dazu führen, dass der in der Patentveröffentlichung offenbarte Motor viel Raum für eine Verbesserung des Drehmoments lässt, ohne dass die Größe zunimmt.

[0007] Unter diesem Gesichtspunkt zielt die vorliegende Offenbarung darauf ab, Anker und Motoren bereitzustellen, von denen jeder in der Lage ist, das Drehmoment zu verbessern, ohne dass die Größe zunimmt.

[0008] Eine erste beispielhafte Ausgestaltung der vorliegenden Offenbarung stellt einen Anker zur Lösung eines derartigen, vorstehend dargelegten Problems bereit. Der Anker beinhaltet einen Ankern Kern, der eine Ringform aufweist, und eine Vielzahl von Spulen, die entlang des Ankernkerns angeordnet ist. Jede der Spulen ist eine gewickelte leitende Wicklung. Jede der Spulen beinhaltet ein Paar gegenüberliegender Abschnitte, die derart angeordnet sind, dass sie in einer Umfangsrichtung mit einem vorbestimmten Abstand dazwischen ausgerichtet sind. Die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte jeder Spule stellen Zwischenabschnitte der entsprechenden Spule dar. Jede der Spulen beinhaltet ein Paar von ersten und zweiten Spulenendabschnitten, die die gegenüberliegenden Abschnitte miteinander verbinden. Der Anker beinhaltet einen Isolator, der zwischen dem Statorkern und den Spulen angeordnet ist. Der Isolator beinhaltet eine Basis, die ein isolierendes Material aufweist, und ein oder mehrere weichmagnetische Elemente, die jeweils aus einem weichmagnetischen Material bestehen. Das eine oder die mehreren weichmagnetischen Elemente sind in der Basis enthalten.

[0009] Ein Motor beinhaltet den Anker.

[0010] Diese Konfiguration ermöglicht es dem Anker und dem Motor, das Drehmoment zu verbessern, ohne dass die Größe zunimmt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0011] Weitere Ausgestaltungen der vorliegenden Offenbarung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung, in der:

Fig. 1 eine teilweise perspektivische Querschnittsansicht zeigt, die einen Rotor und einen

Stator eines Motors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 2 eine axiale Schnittdarstellung des Motors in axialer Richtung zeigt;

Fig. 3 eine Draufsicht zeigt, die den Stator und den Rotor darstellt;

Fig. 4 eine Querschnittansicht des Stators und des Rotors zeigt;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht zeigt, die den Stator darstellt;

Fig. 6A eine perspektivische Ansicht einer kurzen Spule zeigt;

Fig. 6B eine axiale Schnittdarstellung der kurzen Spule zeigt;

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer langen Spule zeigt;

Fig. 8A eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil des Stators und einen Teil des Rotors darstellt;

Fig. 8B eine schematische Ansicht eines Teils eines Isolators zeigt;

Fig. 9 ein Diagramm zeigt, das eine Anschlusskonfiguration von U-, V- und W-Phasen-Spulen darstellt;

Fig. 10 eine schematische Ansicht zeigt, die einen Anschluss und eine Anordnung der U-, V- und W-Phasen-Spulen darstellt;

Fig. 11 eine perspektivische Ansicht zeigt, die den Isolator und eine von einem Stator Kern über den Isolator getragene Spule darstellt;

Fig. 12 eine perspektivische Ansicht zeigt, die den Isolator und die vom Stator Kern über den Isolator getragene U-, V- und W-Phasen-Spulen darstellt;

Fig. 13 eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die den Fluss des Magnetflusses von Magneten zum Stator Kern darstellt;

Fig. 14 eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 15A eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 15B eine Draufsicht auf den Isolator von einer Oberflächenseite des Isolators aus gesehen zeigt, auf der Hohlräume gemäß einem ersten zusätzlichen Beispiel definiert sind;

Fig. 15C eine Draufsicht auf den Isolator von einer Oberflächenseite des Isolators aus gesehen zeigt, auf der Hohlräume gemäß einem

zweiten zusätzlichen Beispiel definiert sind;

Fig. 15D eine Draufsicht auf den Isolator von einer Oberflächenseite des Isolators aus gesehen zeigt, auf der Hohlräume gemäß einem dritten zusätzlichen Beispiel definiert sind;

Fig. 16 eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 17 eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 18 eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 19 eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 20 eine vergrößerte axiale Schnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem achten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 21 eine vergrößerte Querschnittansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 22 eine perspektivische Ansicht zeigt, die einen Stator Kern und Spulen eines Stators, die einen Motor darstellen, gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 23 eine Querschnittansicht eines Rotors und des Stators des Motors gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 24 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A von **Fig. 23** zeigt;

Fig. 25 eine Querschnittansicht eines Rotors und eines Stators des Motors gemäß einem elften Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 26 eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B von **Fig. 25** zeigt;

Fig. 27 eine perspektivische Ansicht zeigt, die einen Isolator, der einen Teil des Motors darstellt, gemäß dem elften Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 28 eine axiale Schnittansicht zeigt, die einen Stator und einen Rotor gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 29 eine Schnittdarstellung entlang der Linie C-C von **Fig. 28** zeigt;

Fig. 30 eine vergrößerte Querschnittsansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem dreizehnten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 31 eine vergrößerte Querschnittsansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem vierzehnten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 32 eine vergrößerte Querschnittsansicht zeigt, die einen Teil eines Stators und einen Teil eines Rotors gemäß einem fünfzehnten Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 33 eine vergrößerte perspektivische Ansicht eines Beispiels zeigt, bei dem erste und zweite Enden einer Wicklung jeweils eine Spule darstellen;

Fig. 34 eine vergrößerte perspektivische Ansicht eines weiteren Beispiels zeigt, bei dem erste und zweite Enden einer Wicklung jeweils eine Spule darstellen; und

Fig. 35 eine vergrößerte perspektivische Ansicht eines weiteren Beispiels zeigt, bei dem erste und zweite Enden einer Wicklung jeweils eine Spule bilden.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Erstes Ausführungsbeispiel

[0012] Nachstehend ist ein Motor 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 1** bis **13** beschrieben. Eine Pfeilrichtung Z, die in ausgewählten Figuren gezeigt ist, stellt eine erste Seite einer axialen Richtung des Rotors 12 dar, um die sich der Rotor 12 dreht, eine Pfeilrichtung R, die in ausgewählten Figuren gezeigt ist, stellt eine nach außen gerichtete radiale Richtung der axialen Richtung dar, und eine Pfeilrichtung C stellt eine erste Seite einer Umfangsrichtung um die axiale Richtung dar. Die nachstehend einfach beschriebene axiale Richtung stellt die axiale Richtung des Rotors 12 dar, sofern nicht anders angegeben, die nachstehend einfach beschriebenen radialen Richtungen stellen die entsprechenden radialen Richtungen des Rotors 12 dar, sofern nicht anders angegeben, und die nachstehend einfach beschriebene Umfangsrichtung stellt die Umfangsrichtung des Rotors 12 dar, sofern nicht anders angegeben.

[0013] Wie in **Fig. 1** bis **3** dargestellt ist, ist der Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels als bürstenloser Innenläufermotor eingerichtet, der einen Rotor 12 und einen als Anker dienenden Stator 14 beinhaltet;

der Rotor 12 ist radial innerhalb des Stators 14 angeordnet. **Fig. 1** bis **5** stellen eine beispielhafte Konfiguration des Motors 10 dar. Die Anzahl der Spulen 16, die Anzahl der Magnete 18 und die Formen der in **Fig. 1** bis **5** dargestellten Details des Motors 10 können sich von den nachstehend beschriebenen unterscheiden.

[0014] Der Rotor 12 beinhaltet eine rotierende Welle 22 und Lagerpaare 20. Die rotierende Welle 22 ist über die Lagerpaare 20 drehbar gelagert. Der Rotor 12 beinhaltet einen Rotorkern 24. Der Rotorkern 24 hat eine zylindrische röhrenförmige Form und ist an der rotierenden Welle 22 befestigt. Der Rotor 12 beinhaltet eine Vielzahl von Magneten 18, die an einem radialen Außenumfang des Rotorkerns 24 befestigt sind.

[0015] Der Rotorkern 24 beinhaltet ein erstes zylindrisches rohrförmiges Element 24A, ein zweites zylindrisches rohrförmiges Element 24B und ein kreisförmiges Plattenelement 24C. Das erste zylindrische rohrförmige Element 24A hat eine zylindrische, rohrförmige Form und ist derart eingerichtet, dass die rotierende Welle 22 in das erste zylindrische rohrförmige Element 24A gepresst wird. Das zweite zylindrische rohrförmige Element 24B hat eine zylindrische, rohrförmige Form und ist radial innerhalb des ersten zylindrischen rohrförmigen Elements 24A angeordnet. Jedes der ersten und zweiten zylindrischen rohrförmigen Elemente 24A und 24B hat in axialer Richtung gegenüberliegende erste und zweite Enden. Das kreisförmige Plattenelement 24C ist dazu eingerichtet, das erste Ende des ersten zylindrischen rohrförmigen Elements 24A und das erste Ende des zweiten zylindrischen rohrförmigen Elements 24B zu verbinden. Das zweite zylindrische rohrförmige Element 24B hat einen radialen Außenumfang, der den radialen Außenumfang des Rotorkerns 24 darstellt. Der radiale Außenumfang des zweiten zylindrischen rohrförmigen Elements 24B hat eine zylindrische Form, die sich in Umfangsrichtung erstreckt. Am radialen Außenumfang des zweiten zylindrischen rohrförmigen Elements 24B sind die nachstehend näher beschriebenen Magnete 18 befestigt.

[0016] Jeder Magnet 18 weist eine magnetische Verbindung auf, deren intrinsische Koerzitivkraft 400 [kA/m] oder mehr beträgt und deren remanente Flussdichte 1,0 [T] oder mehr beträgt. Jeder Magnet 18 kann zum Beispiel eine magnetische Verbindung wie $\text{NdFe}_{11}\text{TiN}$, $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{iN}_3$ oder FeNi aufweisen. Jeder Magnet 18 hat gegenüberliegende N-Pol- und S-Pol-Außenflächen. Die Magnete 18 sind am radialen Außenumfang des zweiten rohrförmigen zylindrischen Elements 24B derart angebracht, dass die N-Pol-Außenflächen und S-Pol-Außenflächen der Magnete 18 in Umfangsrichtung abwechselnd angeordnet sind. Die Anzahl der Mag-

nete 18 kann z. B. in Abhängigkeit von der erforderlichen Leistung des Motors 10 bestimmt werden.

[0017] Der Stator 14 beinhaltet, wie in **Fig. 5** dargestellt ist, einen als Ankerkern dienenden Statorkern 26, einen Isolator 28 und die Spulen 16.

[0018] Der Statorkern 26 hat eine ringförmige Form.

[0019] Der Isolator 28 ist auf dem Statorkern 26 befestigt. Der Isolator 28 ist z. B. auf den Statorkern 26 aufgeklebt oder darin eingepasst.

[0020] Die Spulen 16 sind über den Isolator 28 am Statorkern 26 befestigt.

[0021] Der Stator 14 des ersten Ausführungsbeispiels ist dazu eingerichtet, eine zahnlose Struktur ohne Teile (Zähne) des Statorkerns 26 in den Spulen 16 aufzuweisen.

[0022] Der Statorkern 26 weist ein weichmagnetisches Material, wie z. B. Stahl, auf und hat, wie in **Fig. 1** und **5** dargestellt ist, eine ringförmige Form. Der Statorkern 26 hat in radialer Richtung eine Dickenabmessung, die größer ist als die Abmessung eines Spulendabschnitts 38 jeder Spule 16 in radialer Richtung; der Aufbau jeder Spule 16 ist nachstehend im Detail beschrieben.

[0023] Die am Rotorkern 24 befestigten Magnete 18 haben eine Mittelposition in der axialen Richtung, um die sie in Umfangsrichtung angeordnet sind. Der Statorkern 12 und der Rotor 12 sind coaxial angeordnet, so dass eine Mittelposition des Statorkerns 26 in axialer Richtung mit der Mittelposition der Magnete 18 in axialer Richtung übereinstimmt.

[0024] Der Statorkern 26 des ersten Ausführungsbeispiels weist eine Vielzahl von Kernblechen 27 auf, von denen jedes aus einer Stahlplatte besteht, die derart gestapelt sind, dass ihre Dickenrichtungen entlang der axialen Richtung verlaufen; die Kernbleche 27 werden integral miteinander verbunden, z. B. durch Nieten oder Schweißen. Die Kernbleche 27 des ersten Ausführungsbeispiels weisen dieselbe Dicke auf.

[0025] Der Isolator 28 umfasst, wie in den **Fig. 8A** und **8B** dargestellt ist, ein mit Metallpartikeln vermishten Harz. Wenn der Isolator 28 am Statorkern 26 befestigt ist, bedeckt der Isolator 28 den radialen Innenumfang des Statorkerns 26 und die erste und zweite axiale Endfläche des Statorkerns 26 in der axialen Richtung. Der detaillierte Aufbau des Isolators 28 ist nachstehend beschrieben.

[0026] Jede Spule 16 ist, wie in den **Fig. 5** bis **7** dargestellt, eine leitende Wicklung, d. h. ein leitender Draht, der in Form eines Rings gewickelt ist. Eine

Wicklung 30, die jede Spule 16 des ersten Ausführungsbeispiels darstellt, hat, wie in **Fig. 6A** und **6B** dargestellt ist, eine im Wesentlichen rechteckige Form in ihrem Querschnitt senkrecht zu ihrer Längsrichtung. Der rechteckige Querschnitt der Wicklung 30 jeder Spule 16 hat eine erste Abmessung L1 in einer ersten Richtung, die durch den Pfeil A1 angegeben wird, und eine zweite Abmessung L2 in einer zweiten Richtung, die durch den Pfeil A2 angegeben wird und senkrecht zur ersten Richtung A1 verläuft; die erste Abmessung L1 ist größer als die zweite Abmessung L2. Die Wicklung 30 kann ein Bündel aus einer Vielzahl von leitenden Drähten aufweisen. Jedes benachbarte Paar von leitenden Drähten in dem Bündel hat einen elektrischen Widerstand, der größer ist als ein elektrischer Widerstand jedes leitenden Drahtes selbst. Die Wicklung 30 kann eine im Wesentlichen ovale Form oder eine im Wesentlichen elliptische Form haben. Als Wicklung 30 kann zweckmäßigerweise ein Lackdraht, beispielsweise ein Kupferlackdraht oder ein Aluminiumlackdraht, verwendet werden.

[0027] Die Spulen 16, die den Stator 14 des ersten Ausführungsbeispiels darstellen, beinhalten, wie in **Fig. 5** bis **7** dargestellt ist, einen ersten Typ von Spulen 16 und einen zweiten Typ von Spulen 16. Die Länge jeder Spule 16 des ersten Typs in axialer Richtung unterscheidet sich von der Länge jeder Spule 16 des zweiten Typs in axialer Richtung. Jede Spule 16 des ersten Typs, deren Länge in axialer Richtung kürzer ist als jede Spule 16 des zweiten Typs, wird als eine kurze Spule 32 bezeichnet, die in **Fig. 6A** dargestellt ist. Im Gegensatz dazu wird jede Spule 16 des zweiten Typs, deren Länge in axialer Richtung länger ist als jede Spule 16 des ersten Typs, als eine lange Spule 34 bezeichnet, die in **Fig. 7** dargestellt ist. Die Anzahl der Spulen 16 kann z. B. basierend auf der erforderlichen Leistung des Motors 10 bestimmt werden.

[0028] Wird die Wicklung 30 derart gewickelt, dass sie in der zweiten Richtung A2 in Form eines Rechtecks gestapelt ist, entsteht ein Spulenmodul mit ersten und zweiten Enden in axialer Richtung. Anschließend wird durch Biegen des ersten und des zweiten Endes des Spulenmoduls nach radial außen die kurze Spule 32 gebildet.

[0029] Im Einzelnen weist jede kurze Spule 32 ein Paar gegenüberliegender Abschnitte 36 und ein Paar von ersten und zweiten Spulenendabschnitten 38 auf. Die gegenüberliegenden Abschnitte 36 sind derart angeordnet, dass sie in Umfangsrichtung mit einem vorbestimmten Abstand dazwischen ausgerichtet sind. Jeder der gegenüberliegenden Abschnitte 36 hat gegenüberliegende erste und zweite axiale Enden. Der erste Spulenendabschnitt 38 verbindet die ersten axialen Enden der jeweiligen ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte

36 miteinander, und der zweite Spulenendabschnitt 38 verbindet die zweiten axialen Enden der jeweiligen ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 miteinander. Die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 jeder kurzen Spule 32 stellen Zwischenabschnitte der entsprechenden kurzen Spule 32 dar, und die ersten und zweiten Spulenendabschnitte 38 jeder kurzen Spule 32 stellen jeweilige axiale Enden der entsprechenden kurzen Spule 32 dar.

[0030] Die Wicklung 30, die jede kurze Spule 32 darstellt, weist in axialer Richtung gegenüberliegende erste und zweite Enden 40 auf. Jeder der ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 weist gegenüberliegende äußere und innere Umfangsabschnitte auf. Das erste Ende 40 der Wicklung 30 wird vom äußeren Umfangsabschnitt eines der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 in Richtung der ersten Seite Z der axialen Richtung gezogen. Das zweite Ende 40 der Wicklung 30 wird von dem inneren Umfangsabschnitt des anderen der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 in Richtung der ersten Seite Z der axialen Richtung gezogen.

[0031] Nachstehend ist eines der ersten und zweiten Enden 40 der Wicklung 30, die jede kurze Spule 32 darstellt, auch als Wicklungsanfangsende 40A bezeichnet, und das andere der ersten und zweiten Enden 40 der Wicklung 30, die jede kurze Spule 32 darstellt, ist auch als Wicklungsabschlussende 40B bezeichnet.

[0032] Die Wicklungskonfiguration jeder kurzen Spule 32 führt dazu, dass die Anzahl der Stapel des ersten Spulenendabschnitts 38 der Wicklung 30 kleiner ist als die Anzahl der Stapel des zweiten Spulenendabschnitts 38 der Wicklung 30. Im Einzelnen ist die Anzahl der Stapel des ersten Spulenendabschnitts 38 der Wicklung 30 auf 6 eingestellt, und die Anzahl der Stapel des zweiten Spulenendabschnitts 38 der Wicklung 30 ist auf 7 eingestellt. Die Anzahl der Stapel der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 der Wicklung 30 ist auf 7 eingestellt.

[0033] Die paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 jeder kurzen Spule 32 bilden, wie in **Fig. 6B** dargestellt ist, die jeweiligen Zwischenabschnitte der entsprechenden kurzen Spule 32 in axialer Richtung; die paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 erstrecken sich in axialer Richtung.

[0034] Der erste Spulenendabschnitt 38 in axialer Richtung ist derart angeordnet, dass er über die ersten Enden der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 in Richtung der ersten Seite Z der axialen Richtung nach außen ragt.

[0035] Der erste Spulenendabschnitt 38 beinhaltet ein Paar von gebogenen Abschnitten 38A und ein Spulenende 38B. Die gebogenen Abschnitte 38A sind von den jeweiligen ersten Enden der paarweise gegenüberliegenden Abschnitte 36 radial nach außen gebogen. Das Spulenende 38B, das die sich erstreckenden Enden der gebogenen Abschnitte 38A verbindet, ist derart angeordnet, dass es sich radial nach außen erstreckt. Eine Grenze zwischen dem ersten Ende jedes der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 und dem entsprechenden der gebogenen Abschnitte 38A wird als Biegeanfangspunkt 38C bezeichnet. Eine Grenze zwischen jedem der gebogenen Abschnitte 38A und dem Spulenende 38B wird als Biegeendpunkt 38D bezeichnet.

[0036] Der zweite Spulenendabschnitt 38 in axialer Richtung ist derart angeordnet, dass er über die zweiten Enden der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 in Richtung der zweiten Seite der axialen Richtung vorsteht.

[0037] Der zweite Spulenendabschnitt 38 beinhaltet ein Paar von gebogenen Abschnitten 38A und ein Spulenende 38B. Die gebogenen Abschnitte 38A sind von den jeweiligen zweiten Enden der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 radial nach außen gebogen. Das Spulenende 38B, das die sich erstreckenden Enden der gebogenen Abschnitte 38A verbindet, ist derart angeordnet, dass es sich radial nach außen erstreckt. Eine Grenze zwischen dem zweiten Ende jedes der paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 und dem entsprechenden der gebogenen Abschnitte 38A wird als Biegeanfangspunkt 38C bezeichnet. Eine Grenze zwischen jedem der gebogenen Abschnitte 38A und dem Spulenende 38B wird als Biegeendpunkt 38D bezeichnet.

[0038] Die Spulenendabschnitte 38 der kurzen Spule 32 werden auch als gebogene Spulenendabschnitte 380 bezeichnet. Das heißt, die gebogenen Spulenendabschnitte 380 sind derart angeordnet, dass sie der ersten axialen Endfläche oder der zweiten axialen Endfläche des Statorkerns 26 in axialer Richtung am nächsten liegen.

[0039] Jede lange Spule 34 hat, wie in **Fig. 6A** und **7** dargestellt ist, im Wesentlichen dieselbe Konfiguration wie die jeder kurzen Spule 32, mit Ausnahme des folgenden unterschiedlichen Punktes. Insbesondere hat jede kurze Spule 32 eine Abmessung H1 in axialer Richtung, und jede lange Spule 34 hat eine Abmessung H2 in axialer Richtung. Der Unterschied zwischen der Konfiguration jeder langen Spule 34 und der jeder kurzen Spule 32 besteht darin, dass die Abmessung H2 größer ist als die Abmessung H1. Beschreibungen von gleichen Teilen zwischen

den kurzen und langen Spulen 32 und 34, denen gleiche Bezugszeichen zugeordnet sind, sind ausgelassen. Den Abschnitten der langen Spule 34, die jeweils mit Abschnitten der kurzen Spule 32 identisch sind, werden die für die Abschnitte der kurzen Spule 32 verwendeten Bezugszeichen zugeordnet, um Beschreibungen der langen Spule 34 auszulassen. Die Länge der Wicklung 30, die die lange Spule 34 darstellt, ist größer als die Länge der Wicklung 30, die die kurze Spule 32 darstellt, was dazu führt, dass der elektrische Widerstand der langen Spule 34 höher ist als der elektrische Widerstand der kurzen Spule 32.

[0040] Nachstehend sind die Drahtverbindungen zwischen den Spulen 16 beschrieben.

[0041] Die Spulen 16 sind z. B. in Form einer Sternschaltung verbunden.

[0042] Die Spulen 16 sind in U-, V- und W-Phasen 42U, 42V und 42W unterteilt. Jede der U-, V- und W-Phasen 42U, 42V und 42W weist zwei kurze Spulen 32 und zwei lange Spulen 34 auf. Die U-, V- und W-Phasen 42U, 42V und 42W stellen einen Sternpunkt bzw. Neutralpunkt 44 bereit. In der U-Phase 42U sind die lange Spule 34, die kurze Spule 32, die lange Spule 34 und die kurze Spule 32 in dieser Reihenfolge vom Sternpunkt 44 aus in Reihe geschaltet. In der V-Phase 42V sind die lange Spule 34, die kurze Spule 32, die lange Spule 34 und die kurze Spule 32 in dieser Reihenfolge vom Sternpunkt 44 aus in Reihe geschaltet. In der W-Phase 42W sind die lange Spule 34, die kurze Spule 32, die lange Spule 34 und die kurze Spule 32 in dieser Reihenfolge vom Sternpunkt 44 aus in Reihe geschaltet. Eine Stromschiene verbindet beispielsweise jedes benachbarte Paar von Spulen 16, d. h. die kurzen und langen Spulen 32 und 34.

[0043] Für die U-Phase 42U bilden die vom Sternpunkt 44 am weitesten entfernte kurze Spule 32, die lange Spule 34, die kurze Spule 32 und die dem Sternpunkt 44 am nächsten liegende lange Spule 34 eine Spulenanschlusseinheit 46U. Für die V-Phase 42V bilden die am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernte kurze Spule 32, die lange Spule 34, die kurze Spule 32 und die dem Sternpunkt 44 am nächsten liegende lange Spule 34 eine Spulenanschlusseinheit 46V. Für die W-Phase 42W bilden die vom Sternpunkt 44 am weitesten entfernte lange Spule 34, die kurze Spule 32, die lange Spule 34 und die dem Sternpunkt 44 am nächsten liegende kurze Spule 32 eine Spulenanschlusseinheit 46W.

[0044] Die langen und kurzen Spulen 34 und 32 jeder der U-, V- und W-Phasen-Spulenanschlusseinheiten 46U, 46V und 46W haben einen vorgegebenen resultierenden Widerstand. Das heißt, die Anzahl der langen Spulen 34 der U-Phasen-Spule-

nanschlusseinheit 46U, die Anzahl der langen Spulen 34 der V-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46V und die Anzahl der langen Spulen 34 der W-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46W sind derart eingestellt, dass sie identisch zueinander sind, und die Anzahl der kurzen Spulen 32 der U-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46U, die Anzahl der kurzen Spulen 32 der V-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46V und die Anzahl der kurzen Spulen 32 der W-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46W sind derart eingestellt, dass sie identisch zueinander sind.

[0045] Die vorstehend genannten Einstellungen ermöglichen es, dass der resultierende Widerstand der langen und kurzen Spulen 34 und 32 der U-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46U, der resultierende Widerstand der langen und kurzen Spulen 34 und 32 der V-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46V und der resultierende Widerstand der langen und kurzen Spulen 34 und 32 der W-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46W miteinander identisch sind. Der resultierende Widerstand einer der Spulenanschlusseinheiten 46U, 46V und 46W, der mit dem einer anderen Spulenanschlusseinheit 46U, 46V und 46W identisch ist, bedeutet, dass die Differenz zwischen dem resultierenden Widerstand einer der Spulenanschlusseinheiten 46U, 46V und 46W und dem einer anderen Spulenanschlusseinheit 46U, 46V und 46W innerhalb von plus oder minus 5% gehalten wird.

[0046] Fig. 10 stellt eine Anordnung der Spulen 16 der U-Phase 42U, der Spulen 16 der V-Phase 42V und der Spulen 16 der W-Phase 42W dar. Wie in Fig. 10 und 8A dargestellt ist, sind die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt ist, und die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt ist, derart angeordnet, dass sie entlang des Statorkerns 26 in Umfangsrichtung nebeneinander liegen. Die lange Spule 34 der W-Phase 42W, die sich am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt befindet, ist derart angeordnet, dass sie die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die sich am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt befindet, und die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die sich am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt befindet, überspannt.

[0047] Die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt ist, und die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich auf der gegenüberliegenden Seite des Sternpunkts 44 befindet, sind derart angeordnet, dass sie entlang des Statorkerns 26 in Umfangsrichtung nebeneinander liegen. Die lange Spule 34 der U-Phase 42U, die sich auf der gegenüberliegenden Seite des Sternpunktes 44 befindet, ist derart angeordnet, dass sie die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt ist, und die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich auf der gegen-

überliegenden Seite des Sternpunktes 44 befindet, überspannt.

[0048] Die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich auf der gegenüberliegenden Seite des Sternpunkts 44 befindet, und die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, sind derart angeordnet, dass sie entlang des Stator kernels 26 in Umfangsrichtung nebeneinander liegen. Die lange Spule 34 der V-Phase 42V, die sich auf der gegenüberliegenden Seite des Sternpunktes 44 befindet, ist derart angeordnet, dass sie die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich auf der gegenüberliegenden Seite des Sternpunktes 44 befindet, und die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, überspannt.

[0049] Die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, und die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die sich in der Nähe des Sternpunkts 44 befindet, sind derart angeordnet, dass sie entlang des Stator kernels 26 in Umfangsrichtung nebeneinander liegen. Die lange Spule 34 der W-Phase 42W, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, ist derart angeordnet, dass sie die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, und die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, überspannt.

[0050] Die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, und die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, sind derart angeordnet, dass sie entlang des Stator kernels 26 in Umfangsrichtung nebeneinander liegen. Die lange Spule 34 der U-Phase 42U, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, ist derart angeordnet, dass sie die kurze Spule 32 der V-Phase 42V, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, und die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, überspannt.

[0051] Die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, und die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die sich am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt befindet, sind derart angeordnet, dass sie in Umfangsrichtung entlang des Stator kernels 26 nebeneinander liegen. Die lange Spule 34 der V-Phase 42V, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, ist derart angeordnet, dass sie die kurze Spule 32 der W-Phase 42W, die sich neben dem Sternpunkt 44 befindet, und die kurze Spule 32 der U-Phase 42U, die sich am weitesten vom Sternpunkt 44 entfernt befindet, überspannt.

[0052] Nachstehend ist die Struktur des Isolators 28 beschrieben.

[0053] Der Isolator 28, an dem die Spulen 16 befestigt sind, beinhaltet, wie in **Fig. 8A** dargestellt ist, ein Innenumfangsabdeckelement 28A, das als Eingriffselement der gegenüberliegenden Abschnitte dient; das Innenumfangsabdeckelement 28A deckt den radialen Innenumfang des Stator kernels 26 ab. Der Isolator 28 beinhaltet zusätzlich ein Paar von ersten und zweiten Endflächenabdeckelementen 28B, die als ein Paar von ersten und zweiten spulenseitigen Eingriffselementen dienen. Das erste Endflächenabdeckelement 28B deckt die erste Endfläche des Stator kernels 26 ab, und das zweite Endflächenabdeckelement 28B deckt die zweite Endfläche des Stator kernels 26 ab. Das Innenumfangsabdeckelement 28A hat eine Dickenabmessung T1 in radialer Richtung und das erste und das zweite Endflächenabdeckelement 28B haben jeweils eine Dickenabmessung T2 in axialer Richtung; die Dickenabmessung T2 ist größer als die Dickenabmessung T1.

[0054] Der Isolator 28 beinhaltet zusätzlich ein Paar von ersten und zweiten Außenumfangsflanschen 28C. Jede der ersten und zweiten Endflächenabdeckungen 28B hat eine radiale Außenumfangskante, und jeder der ersten und zweiten Außenumfangsflansche 28C ist derart angeordnet, dass er sich von der radialen Außenumfangskante der entsprechenden der ersten und zweiten Endflächenabdeckungen 28B in axialer Richtung nach außen erstreckt.

[0055] Der Isolator 28 beinhaltet zusätzlich, wie in **Fig. 11** dargestellt ist, eine Vielzahl von Umfangspositionierungselementen 28D zum Positionieren der kurzen Spulen 32 in Umfangsrichtung. Jedes Umfangspositionierungselement 28D hat eine konvexe Form, die vom Innenumfang eines der ersten und zweiten Außenumfangsflansche 28C radial nach innen ragt. Insbesondere sind die Umfangspositionierungselemente 28D, die von einem der ersten und zweiten Außenumfangsflansche 28C vorstehen, in regelmäßigen Abständen in Umfangsrichtung angeordnet.

[0056] Jede kurze Spule 32 ist speziell derart angeordnet, dass eines der ersten und zweiten Spuleneinabschnitte 38 zwischen einem entsprechenden benachbarten Paar von Umfangspositionierungselementen 28D angeordnet ist, die von einem der ersten und zweiten Umfangsflansche 28C vorstehen.

[0057] Dadurch kann jede kurze Spule 32 in Umfangsrichtung positioniert werden.

[0058] Die Umfangspositionierungselemente 28D können vom Innenumfang des ersten oder des zweiten Außenumfangsflansches 28C bereitgestellt werden oder sie können vom Innenumfang des ersten und des zweiten Außenumfangsflansches 28C bereitgestellt werden. Dadurch kann jede kurze Spule 32 derart angeordnet werden, dass

(I) der erste Spulenendabschnitt 38 zwischen ein entsprechendes benachbartes Paar von Umfangspositionierungselementen 28D, die von dem ersten äußeren Umfangsflansch 28C vorstehen, eingefügt ist,

(II) der zweite Spulendabschnitt 38 zwischen ein entsprechendes benachbartes Paar von Umfangspositionierungselementen 28D, die aus dem zweiten äußeren Umfangsflansch 28C herausragen, eingefügt ist.

[0059] Der Isolator 28 weist eine zweigeteilte Konfiguration auf, die, wie in **Fig. 8A** dargestellt ist, erste und zweite Segmente aufweist, die in der Mitte des Innenumfangsabdeckelements 28A in axialer Richtung getrennt sind.

[0060] **Fig. 8A, 10 und 12** zeigen, dass die paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 der kurzen Spulen 32 und die paarweise gegenüberliegenden ersten und zweiten Abschnitte 36 der langen Spulen 34 durch das Innenumfangsabdeckelement 28A entlang des radialen Innenumfangs des Stator Kerns 26 angeordnet sind, während jeder gegenüberliegende Abschnitt 36 eine radial konstante Position in Bezug auf die Mittelposition des Stator Kerns 26 hat.

[0061] Insbesondere der zweite gegenüberliegende Abschnitt 36 einer ausgewählten kurzen Spule 32 der U-Phase, der in **Fig. 12** dargestellt ist, der erste gegenüberliegende Abschnitt einer ausgewählten kurzen Spule 32 der V-Phase, der in Umfangsrichtung an die ausgewählte kurze Spule 32 der U-Phase angrenzt, und die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 einer ausgewählten langen Spule 34 der W-Phase haben eine vorbestimmte Anordnungsbeziehung.

(I) Der zweite gegenüberliegende Abschnitt 36 der ausgewählten kurzen Spule 32 der U-Phase und der erste gegenüberliegende Abschnitt 36 der ausgewählten kurzen Spule 32 der V-Phase, der der ausgewählten kurzen Spule 32 der U-Phase in Umfangsrichtung benachbart ist, sind derart angeordnet, dass sie in Umfangsrichtung einander benachbart sind.

(II) Der zweite gegenüberliegende Abschnitt 36 der ausgewählten kurzen Spule 32 der U-Phase und der erste gegenüberliegende Abschnitt 36 der ausgewählten kurzen Spule 32 der V-Phase, der in Umfangsrichtung an die ausgewählte kurze Spule 32 der U-Phase angrenzt, sind zwischen dem ersten und dem zweiten gegenüberliegenden Abschnitt 36 der ausgewählten langen Spule 34 der W-Phase angeordnet.

[0062] Wie in **Fig. 10 und 12** dargestellt ist, sind die anderen ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 der kurzen Spulen 32 der U-, V- und W-Phasen und die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte der langen Spulen 36 der U-, V- und W-Phasen in ähnlicher Weise entlang des radialen Innenumfangs des Stator Kerns 26 angeordnet, um eine Anordnungsbeziehung ähnlich der vorstehenden Anordnungsbeziehung zu erfüllen. Die gegenüberliegende Abschnitte 36 jeder kurzen Spule 32 haben eine vorbestimmte Mittelposition in axialer Richtung, und die gegenüberliegende Abschnitte 36 jeder langen Spule 34 haben ebenfalls eine vorbestimmte Mittelposition in Höhenrichtung. Jeder Magnet 18 hat ebenfalls eine vorbestimmte Mittelposition in der Höhenrichtung.

[0063] Die Magnete 18 sind in Umfangsrichtung derart angeordnet, dass jeder Magnet 18 radial (i) wenigstens einem der gegenüberliegenden Abschnitte 36 einer entsprechenden wenigstens einen kurzen Spule 32 und (ii) wenigstens einem der gegenüberliegenden Abschnitte 36 einer entsprechenden wenigstens einen der langen Spulen 34 gegenüberliegt, während die Mittelpositionen der gegenüberliegenden Abschnitte 36 der Spulen 32 und 34 und die Mittelpositionen der Magnete 18 in axialer Richtung die gleiche Höhe haben.

[0064] Jede kurze Spule 32 ist derart angeordnet, dass die erste Richtung A1 der Wicklung 30, die die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 der entsprechenden kurzen Spule 32 bildet, auf einen entsprechenden wenigstens einen der Magneten 18 ausgerichtet ist. In ähnlicher Weise ist jede lange Spule 34 derart angeordnet, dass die erste Richtung A1 der Wicklung 30, die die ersten und den zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 der entsprechenden langen Spule 34 bildet, auf einen entsprechenden wenigstens einen der Magneten 18 ausgerichtet ist.

[0065] **Fig. 8A, 10 und 12** zeigen, dass der erste Spulenendabschnitt 38 jeder kurzen Spule 32 durch das erste Endflächenabdeckelement 28B des Isolators 28 entlang der ersten Endfläche des Stator Kerns 26 angeordnet ist, und der zweite Spulenendabschnitt 38 jeder kurzen Spule 32 durch das zweite Endflächenabdeckelement 28B des Isolators 28 entlang der zweiten Endfläche des Stator Kerns 26 angeordnet ist. Zusätzlich ist der erste Spulendabschnitt 38 jeder langen Spule 34 durch (i) das erste Endflächenabdeckelement 28B und (ii) die ersten Spulendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten Paares der kurzen Spulen 32 entlang der ersten Endfläche des Stator Kerns 26 angeordnet. In ähnlicher Weise ist der zweite Spulendabschnitt 38 jeder langen Spule 34 durch (i) das zweite Endflächenabdeckelement 28B und (ii) die zweiten Spulendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten

Paares der kurzen Spulen 32 entlang der zweiten Endfläche des Statorkerns 26 angeordnet.

[0066] Insbesondere ist der erste Spulenendabschnitt 38 jeder langen Spule 34 derart angeordnet, dass er die ersten Spulenendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten Paares der kurzen Spulen 32 in axialer Richtung überlappt, und der zweite Spulenendabschnitt 38 jeder langen Spule 34 ist derart angeordnet, dass er die zweiten Spulenendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten Paares der kurzen Spulen 32 in axialer Richtung überlappt.

[0067] Im Einzelnen haben (i) der erste und der zweite Spulenendabschnitt 38 einer in **Fig. 12** dargestellten ausgewählten kurzen Spule 32 der U-Phase, (ii) der erste und der zweite gegenüberliegende Abschnitt einer ausgewählten kurzen Spule 32 der V-Phase, die in Umfangsrichtung an die ausgewählte kurze Spule 32 der U-Phase angrenzt, und (iii) der erste und der zweite Spulenendabschnitt 38 einer ausgewählten langen Spule 34 der W-Phase eine vorbestimmte Anordnungsbeziehung, dass

(I) der erste Spulenendabschnitt 38 der in **Fig. 12** dargestellten ausgewählten langen Spule 34 der W-Phase derart angeordnet ist, dass er ein Außenumfangsende des ersten Spulenendabschnitts 38 des zweiten gegenüberliegenden Abschnitts 36 einer ausgewählten kurzen Spule 32 der U-Phase und ein Außenumfangsende des ersten gegenüberliegenden Abschnitts 36 der ausgewählten kurzen Spule 32 der V-Phase überlappt,

(II) der zweite Spulenendabschnitt 38 der in **Fig. 12** dargestellten ausgewählten langen Spule 34 der W-Phase derart angeordnet ist, dass er ein Außenumfangsende des zweiten Spulenendabschnitts 38 des zweiten gegenüberliegenden Abschnitts 36 der ausgewählten kurzen Spule 32 der U-Phase und ein Außenumfangsende des zweiten gegenüberliegenden Abschnitts 36 der ausgewählten kurzen Spule 32 der V-Phase überlappt.

[0068] Wie in **Fig. 10** und **12** dargestellt ist, sind die anderen ersten Spulenendabschnitte 38 der kurzen Spulen 32 der U-, V- und W-Phasen und die anderen ersten Spulenendabschnitte 38 der langen Spulen 34 der U-, V- und W-Phasen in ähnlicher Weise entlang der ersten Endflächen des Statorkerns 26 angeordnet, um eine Anordnungsbeziehung ähnlich der vorstehenden Anordnungsbeziehung zu erfüllen, und die anderen zweiten Spulenendabschnitte 38 der kurzen Spulen 32 der U-, V- und W-Phasen und die anderen zweiten Spulenendabschnitte 38 der langen Spulen 34 der U-, V- und W-Phasen sind in ähnlicher Weise entlang der zweiten Endflächen des Statorkerns 26 angeordnet, um eine ähnliche Anordnungs-

beziehung wie die vorstehende Anordnungsbeziehung zu erfüllen.

[0069] Nachstehend ist beschrieben, wie der Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels arbeitet, um die vorteilhaften Eigenschaften zu erreichen.

[0070] Ein Umschalten der Erregung zwischen der U-Phasen-Spuleneinheit 46U, der V-Phasen-Spuleneinheit 46V und der W-Phasen-Spuleneinheit 46W, die einen Teil des Stators 14 darstellen, im Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels bewirkt ein rotierendes Magnetfeld innerhalb des Stators 14. Das rotierende Magnetfeld veranlasst den Rotor 12, sich zu drehen.

[0071] Die Anzahl der langen Spulen 34 der U-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46U, die Anzahl der langen Spulen 34 der V-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46V und die Anzahl der langen Spulen 34 der W-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46W werden derart eingestellt, dass sie zueinander identisch sind, und die Anzahl der kurzen Spulen 32 der U-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46U, die Anzahl der kurzen Spulen 32 der V-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46V und die Anzahl der kurzen Spulen 32 der W-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46W werden derart eingestellt, dass sie zueinander identisch sind.

[0072] Mit den vorstehenden Einstellungen sind der resultierende Widerstand der langen und kurzen Spulen 34 und 32 der U-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46U, der resultierende Widerstand der langen und kurzen Spulen 34 und 32 der V-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46V und der resultierende Widerstand der langen und kurzen Spulen 34 und 32 der W-Phasen-Spulenanschlusseinheit 46W identisch.

[0073] Dadurch ist es weniger wahrscheinlich, dass ein elektrisches Ungleichgewicht zwischen den U-, V- und W-Phasen-Spulenanschlusseinheiten 46U, 46V und 46W auftritt, was zu einer geringeren Drehmomentwelligkeit des Motors 10 führt.

[0074] Die ersten und zweiten Spulenendabschnitte 38 jeder langen Spule 34 sind radial außerhalb der ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 gebogen, so dass sie senkrecht zu den ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitten 36 stehen, und die ersten und zweiten Spulenendabschnitte 38 jeder kurzen Spule 32 sind radial außerhalb der ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 gebogen, so dass sie senkrecht zu den ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitten 36 stehen. Außerdem ist der erste Spulenendabschnitt 38 jeder langen Spule 34 derart angeordnet, dass er die ersten Spulenendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten Paares der kurzen Spulen 32 in axialer Richtung überlappt, und

der zweite Spulenendabschnitt 38 jeder langen Spule 34 ist derart angeordnet, dass er die zweiten Spulenendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten Paares der kurzen Spulen 32 in axialer Richtung überlappt.

[0075] Die vorstehende Konfiguration des Motors 10 führt zu einer reduzierten Größe des Motors 10 in axialer Richtung.

[0076] Der Querschnitt der Wicklung 30, die jede Spule 16 darstellt, hat eine rechteckige Form, deren Längsrichtung auf die erste Richtung A1 ausgerichtet ist. Darüber hinaus ist jede kurze Spule 32 derart angeordnet, dass die erste Richtung A1 der Wicklung 30, die den ersten und den zweiten gegenüberliegenden Abschnitt 36 der entsprechenden kurzen Spule 32 darstellt, auf einen entsprechenden wenigstens einen der Magneten 18 ausgerichtet ist. In ähnlicher Weise ist jede lange Spule 34 derart angeordnet, dass die erste Richtung A1 der Wicklung 30, die den ersten und den zweiten gegenüberliegenden Abschnitt 36 der entsprechenden langen Spule 34 darstellt, auf einen entsprechenden wenigstens einen der Magneten 18 ausgerichtet ist.

[0077] Die vorstehenden Konfigurationen führen zu reduzierten Flächen jeder Wicklung 30, die den Magneten 18 gegenüberliegen, während die Fläche des Querschnitts der entsprechenden Wicklung 30 gewährleistet ist. Dies verhindert einen Anstieg des elektrischen Widerstands der Wicklung 30 und verhindert eomem Anstieg der Kupferverluste aufgrund von Wirbelströmen, die in den gegenüberliegenden Abschnitten 36 verursacht werden.

[0078] Außerdem ist der Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels derart eingerichtet, dass die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 eine einlagige Struktur bilden, die entlang des radialen Innenumfangs des Statorkerns 26 angeordnet ist. Dies führt dazu, dass die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 entlang des radialen Innenumfangs des Statorkerns 26 im Hinblick auf die axiale Richtung leichter gekrümmt werden können, wodurch der Motor 10 einen verbesserten Spulenraumfaktor aufweisen kann.

[0079] Die gegenüberliegenden ersten und zweiten Enden der Wicklung 30, die jede Spule 16 darstellen, sind in Richtung der ersten Seite Z der axialen Richtung angeordnet, während die Anzahl der Stapel des ersten Spulenendabschnitts 38 der Wicklung 30 kleiner ist als die Anzahl der Stapel des zweiten Spulenendabschnitts 38 der Wicklung 30. Durch diese Konfiguration kann die Länge des gewickelten Abschnitts der Wicklung 30 in jeder Spule 16 kleiner sein, was zu einem geringeren elektrischen Widerstand jeder Spule 16 führt.

[0080] Nachstehend ist eine spezifische Konfiguration beschrieben, die auf den Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels angewendet wird; die spezifische Konfiguration trägt zu einer Verbesserung des Ausgangsdrehmoments des Motors 10 bei, während die Größe des Motors 10 beibehalten wird.

[0081] Der Stator Kern 26 des ersten Ausführungsbeispiels hat eine Abmessung in axialer Richtung, und jeder Magnet 18 hat eine Abmessung in axialer Richtung. Die Abmessung des Statorkerns 26 des ersten Ausführungsbeispiels ist in axialer Richtung, wie in **Fig. 8A** dargestellt ist, kleiner als die Abmessung jedes Magneten 18 in axialer Richtung. Zusätzlich zu dieser Konfiguration ist der gesamte Stator Kern 26 derart eingerichtet, dass er der Anordnung der Magnete 18 des Rotors 12 gegenüberliegt. Das gesamte Innenumfangsabdeckelement 28A des Isolators 28 und die gesamten ersten und zweiten Endflächenabdeckelemente 28B sind derart angeordnet, dass sie der Anordnung der Magnete 18 des Rotors 12 gegenüber liegen. Das heißt, jeder Magnet 18 hat einen ersten Abschnitt in der axialen Richtung, der derart angeordnet ist, dass er nach außen über die erste Endfläche des Statorkerns 26 in der axialen Richtung in Richtung der ersten Seite Z der axialen Richtung vorsteht; der erste Abschnitt jedes Magneten 18 wird als ein erster Überhangabschnitt 18A bezeichnet. In ähnlicher Weise hat jeder Magnet 18 einen zweiten Abschnitt in der axialen Richtung, der derart angeordnet ist, dass er nach außen über die zweite Endfläche des Statorkerns 26 in der axialen Richtung in Richtung der zweiten Seite der axialen Richtung vorsteht; der zweite Abschnitt jedes Magneten 18 wird als zweiter Überhangabschnitt 18A bezeichnet.

[0082] Der Isolator 28 weist, wie in **Fig. 8B** dargestellt ist, eine Basis 50 aus einem isolierenden Material und weichmagnetische Elemente 52 auf, von denen jedes aus einem weichmagnetischen Material besteht und in der Basis 50 enthalten ist. Insbesondere weist der gesamte Isolator 28 die Basis 50 und die weichmagnetischen Elemente 52 auf, die in der Basis 50 enthalten sind. Die Basis 50 kann beispielsweise aus einem Harzmaterial bestehen, und als weichmagnetische Elemente 52 können metallische Pulverteilchen verwendet werden.

[0083] Die weichmagnetischen Elemente, d.h. die metallischen Pulverpartikel, 52 haben einen durchschnittlichen Radius, der auf ein Fünftel oder weniger der Dickenabmessung T1 des Innenumfangsabdeckelements 28A in radialer Richtung eingestellt ist. Wenn beispielsweise die Dickenabmessung T1 des Innenumfangsabdeckelements 28A in radialer Richtung auf 0,5 mm eingestellt ist, kann der durchschnittliche Radius der weichmagnetischen Elemente 52 auf weniger als oder gleich 100 µm eingestellt werden.

[0084] Der Isolator 28 kann im Spritzgussverfahren hergestellt werden. Während eines Spritzgussverfahrens zur Herstellung des Isolators 28 werden die weichmagnetischen Elemente 52 in einem geschmolzenen Zustand der Basis 50 dispergiert. Dies führt dazu, dass die weichmagnetischen Elemente 52 weniger stark aneinander haften. Auch nach dem Abkühlen der Basis 50 zu einem festen Zustand bleiben die weichmagnetischen Elemente 52 weniger eng aneinander haften, was dazu führt, dass die Basis 50 zwischen den weichmagnetischen Elementen 52 die elektrische Isolierung dazwischen gewährleistet. Eine chemische Behandlung, wie z. B. Oxidation, der Oberfläche jedes weichmagnetischen Elements 52 kann den Grad der elektrischen Isolierung zwischen den weichmagnetischen Elementen 52 verbessern. Die Beschichtung jedes weichmagnetischen Elements 52 mit einem zusätzlichen Isoliermaterial außer dem Isoliermaterial der Basis 50 kann den Grad der elektrischen Isolierung zwischen den weichmagnetischen Elementen 52 verbessern.

[0085] Der radiale Innenumfang des ersten Endflächenabdeckelements 28B des Isolators 28 weist einen Innendurchmesser auf, der, wie in **Fig. 8A** dargestellt ist, in Richtung der ersten Seite Z der axialen Richtung hin allmählich größer wird. In ähnlicher Weise weist der radiale Innenumfang des zweiten Endflächenabdeckelements 28B des Isolators 28 einen Innendurchmesser auf, der, wie in **Fig. 8A** dargestellt ist, in Richtung der zweiten Seite der axialen Richtung allmählich größer wird.

[0086] Dies führt dazu, dass der radiale Innenumfang des ersten und zweiten Endflächenabdeckelements 28B des Isolators 28 konvex gekrümmt ist und eine gekrümmte Oberfläche 28E bildet. Dies ermöglicht es, dass die Form des radialen Innenumfangs jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckelemente 28B des Isolators 28 mit der inneren gekrümmten Oberfläche des entsprechenden der gebogenen Abschnitte 38A jeder kurzen Spule 32 der gewickelten Wicklung 30 übereinstimmt.

[0087] Der Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels, auf den die vorstehend dargelegte spezifische Konfiguration angewendet wurde, beinhaltet den Isolator 28. Der Isolator 28 weist die Basis 50 aus einem isolierenden Material und die weichmagnetischen Elemente 52 aus einem weichmagnetischen Material, die in der Basis 50 enthalten sind, auf. Diese Konfiguration ermöglicht, wie in **Fig. 13** dargestellt ist, dass der von den Magneten 18 erzeugte magnetische Fluss durch die im Isolator 28 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 (siehe **Fig. 8B**) in den Stator Kern 26 eingeleitet wird, was zu einem verringerten magnetischen Widerstand zwischen dem Stator Kern 26 und den Magneten 18 führt. Durch diese Verringerung des magnetischen Widerstands zwischen dem Stator Kern 26 und den Magneten 18

wird der von den Magneten 18 erzeugte magnetische Fluss (siehe Pfeil B in **Fig. 13**) effizient genutzt, was zu einer Erhöhung des Ausgangsdrehmoments des Motors 10 und einer Verringerung der Größe des Motors 10 führt.

[0088] Der Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels, auf den die vorstehend beschriebene spezifische Konfiguration angewendet wurde, ermöglicht es, dass ein Teil des von den ersten und zweiten Überhangabschnitten 18A der Magnete 18 erzeugten magnetischen Flusses in die im Isolator 28 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 eingeleitet wird, was zu einem weiter verringerten magnetischen Widerstand zwischen dem Stator Kern 26 und den Magneten 18 führt. Diese weitere Verringerung des magnetischen Widerstands zwischen dem Stator Kern 26 und den Magneten 18 nutzt den magnetischen Fluss effizienter, was zu einer weiteren Erhöhung des Ausgangsdrehmoments des Motors 10 und einer weiteren Verringerung der Größe des Motors 10 führt.

[0089] Der Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels, auf den die vorstehend beschriebene spezifische Konfiguration angewandt wurde, ermöglicht es, dass die von den Spulen 16, d. h. den Wicklungen 30, erzeugte Wärme durch die im Isolator 28 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 unmittelbar auf den Stator Kern 26 übertragen wird. Dies führt zu einer höheren Wärmeableitungsleistung der Spulen 16 im Vergleich zu einem Fall, in dem der Isolator 28 nur aus Harzmaterial besteht, was zu einer weiteren höheren Leistung des Motors 10 beiträgt.

[0090] Der Motor 10 des ersten Ausführungsbeispiels, auf den die vorstehend beschriebene spezifische Konfiguration angewandt wurde, beinhaltet die weichmagnetischen Elemente, wie z.B. metallische Pulverpartikel, 52 die im Isolator 26 enthalten sind, und der durchschnittliche Radius der weichmagnetischen Elemente 52 ist derart eingestellt, dass er ein Fünftel oder weniger der Dickenabmessung T1 des Innenumfangsabdeckelements 28A in radialer Richtung beträgt. Diese Konfiguration ermöglicht es, selbst wenn die Dickenabmessung T1 des Innenumfangsabdeckelements 28A kleiner ist als die Dickenabmessung T2 jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckelemente 28B, dass die weichmagnetischen Elemente 52 während eines Spritzgussverfahrens zur Herstellung des Isolators 28 gleichmäßig in dem Innenumfangabdeckelement 28A verteilt werden.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0091] Nachstehend ist ein Motor 54 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 14** beschrieben. Ausgewählten Bauteilen und Kompo-

nenen des Motors 54 des zweiten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Bauteilen und Komponenten des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Bauteilen und Komponenten des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Bauteile und Komponenten des Motors 54 entfallen.

[0092] Die Konfiguration des Motors 54 des zweiten Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch mit der Konfiguration des Motors 10, mit Ausnahme der folgenden unterschiedlichen Punkte.

[0093] Im Einzelnen beinhaltet der Motor 54 als Spulen 16 erste Spulen 56 und zweite Spulen 58. Jede erste Spule 56 hat in axialer Richtung gegenüberliegende erste und zweite Spulendabschnitte 38, und jeder der ersten und zweiten Spulendabschnitte 38 ist gebogen. Jede zweite Spule 58 hat gegenüberliegende erste und zweite Spulendabschnitte 38 in axialer Richtung, und jeder der ersten und zweiten Spulendabschnitte 38 jeder zweiten Spule 58 erstreckt sich gerade, ohne in Bezug auf die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 gebogen zu sein. Außerdem hat der Isolator 28 eine ungeteilte Konfiguration in axialer Richtung.

[0094] Das Einsetzen des ungeteilten Isolators 28 in eine Form, in die der rohrförmige zylindrische Kern 26 eingebaut wurde, ermöglicht es zum Beispiel, den ungeteilten Isolator 28 und den rohrförmigen zylindrischen Kern 26 miteinander zu verbinden. Ein weiteres Beispiel ist das Einsetzen von in Umfangsrichtung geteilten Kernsegmenten in den ungeteilten Isolator 28, der in die Form gespritzt wurde, von der radialen Außenseite des ungeteilten Isolators 28 aus, wodurch die Kernsegmente mit dem ungeteilten Isolator 28 integriert werden können.

[0095] Insbesondere umfasst der gesamte Isolator 28 des Motors 54 wie beim Motor 10 die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52.

[0096] Der erste Spulendabschnitt 38 jeder ersten Spule 56 beinhaltet ein Paar von gebogenen Abschnitten 38A und ein Spulenende 38B. Jeder gebogene Abschnitt 38A weist einen radial inneren und einen radial äußeren Abschnitt auf. Der radial innere Abschnitt jedes gebogenen Abschnitts 38A ist vom ersten Ende des entsprechenden der paarweise gegenüberliegenden Abschnitte 36 radial nach außen gebogen. Der radial äußere Abschnitt eines jeden gebogenen Abschnitts 38A ist derart gebogen, dass er sich in axialer Richtung erstreckt. Das Spulenende 38B, das die sich erstreckenden Enden der gebogenen Abschnitte 38A verbindet, ist

derart angeordnet, dass es sich in der axialen Richtung erstreckt. In ähnlicher Weise beinhaltet der zweite Spulendabschnitt 38 jeder ersten Spule 56 ein Paar von gebogenen Abschnitten 38A und ein Spulenende 38B. Jeder gebogene Abschnitt 38A weist einen radial inneren und einen radial äußeren Abschnitt auf. Der radial innere Abschnitt jedes gebogenen Abschnitts 38A ist vom zweiten Ende des entsprechenden der paarweise gegenüberliegenden Abschnitte 36 radial nach außen gebogen. Der radial äußere Abschnitt eines jeden gebogenen Abschnitts 38A ist derart gebogen, dass er sich in axialer Richtung erstreckt. Das Spulenende 38B, das die sich erstreckenden Enden der gebogenen Abschnitte 38A verbindet, ist derart angeordnet, dass es sich in der axialen Richtung erstreckt. Der erste Spulendabschnitt 38 jeder zweiten Spule 58 ist derart angeordnet, dass er die Spulenden 38B der ersten Spulendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten Paares der ersten Spulen 56 radial überlappt. In ähnlicher Weise ist der zweite Spulendabschnitt 38 jeder zweiten Spule 58 derart angeordnet, dass er die Spulenden 38B der zweiten Spulendabschnitte 38 eines entsprechenden benachbarten Paares der ersten Spulen 56 radial überlappt.

[0097] Der Motor 54 des zweiten Ausführungsbeispiels hat daher ein höheres Ausgangsdrehmoment als der Motor 10 bei geringerer Größe.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0098] Nachstehend ist ein Motor 60 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 15A** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 60 des dritten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 60 entfallen.

[0099] Die Konfiguration des Motors 60 des dritten Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch mit der Konfiguration des Motors 10, mit der Ausnahme, dass sich die Konfiguration jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckungselemente 28B gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel von derjenigen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet.

[0100] Das erste Endflächenabdeckungselement 28B weist eine Innenfläche auf, die dem Statorkern 26 gegenüberliegt. Der Isolator 28 weist einen ersten Hohlraum 28F auf, der in der Innenfläche des ersten

Endflächenabdeckungselements 28B ausgebildet ist und sich in Umfangsrichtung erstreckt. In ähnlicher Weise weist das zweite Endflächenabdeckungselement 28B eine dem Stator Kern 26 gegenüberliegende Innenfläche auf. Der Isolator 28 weist einen zweiten Hohlraum 28F auf, der in der Innenfläche des Endflächenabdeckungselements 28B ausgebildet ist und sich in Umfangsrichtung erstreckt. Dadurch kann das erste Endflächenabdeckungselement 28B durch den ersten Hohlraum 28F vom Stator Kern 26 getrennt werden, und das zweite Endflächenabdeckungselement 28B kann durch den zweiten Hohlraum 28F vom Stator Kern 26 getrennt werden.

[0101] Insbesondere ist an der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B eine radiale Innenkante 28G ausgebildet, die als Innenumfang des ersten Hohlräume 28F definiert ist, und an ihr ist eine radiale Außenkante 28H ausgebildet, die als Außenumfang des ersten Hohlräume 28F definiert ist. Die radialen Innen- und Außenkanten 28G und 28H des ersten Endflächenabdeckungselements 28B sind in axialer Richtung in Kontakt mit der ersten Endfläche des Stator Kerns 26 angeordnet.

[0102] In ähnlicher Weise ist an der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B eine radiale Innenkante 28G ausgebildet, die als Innenumfang des zweiten Hohlräume 28F definiert ist, und an ihr ist eine radiale Außenkante 28H ausgebildet, die als Außenumfang des zweiten Hohlräume 28F definiert ist. Die radiale Innen- und Außenkanten 28G und 28H des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B sind in axialer Richtung in Kontakt mit der zweiten Endfläche des Stator Kerns 26 angeordnet.

[0103] Die radialen Innen- und Außenkanten 28G und 28H des ersten Endflächenabdeckungselements 28B, das an den ersten Hohlraum 28F angrenzt, und die radialen Innen- und Außenkanten 28G und 28H des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B, das an den zweiten Hohlraum 28F angrenzt, dienen dazu, die Position des Isolators 28 relativ zum Stator Kern 26 in axialer Richtung zu bestimmen.

[0104] Die radialen Innen- und Außenkanten 28G und 28H des ersten Endflächenabdeckungselements 28B des Isolators 28, die neben dem ersten Hohlraum 28F liegen, sind auf der ersten Endfläche des Stator Kerns 26 in axialer Richtung angeordnet. Zusätzlich sind die radialen Innen- und Außenkanten 28G und 28H des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B des Isolators 28, die neben dem zweiten Hohlraum 28F liegen, auf der zweiten Endfläche des Stator Kerns 26 in axialer Richtung angeordnet.

[0105] Diese Konfiguration des Motors 60 ermöglicht es, dass der magnetische Fluss, der in die im Isolator 28 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 eingedrungen ist, hauptsächlich durch die radiale Innenkanten 28G, die sich neben den jeweiligen ersten und zweiten Hohlräume 28F befinden, in den Stator Kern eingeführt wird. Dies führt zu einer kleineren Fläche von Magnetfluss-Ein-/Ausfluss-Abschnitten des Isolators 26 zum/vom Stator Kern 26, wodurch es möglich ist, Eisenverluste, hauptsächlich wie Wirbelstromverluste, die im Stator Kern 26 erzeugt werden, zu reduzieren.

[0106] Die Konfiguration jedes der ersten und zweiten Hohlräume 28F ist nicht auf die in **Fig. 15A** dargestellte Konfiguration beschränkt. Insbesondere kann nur eine der radialen Innen- und Außenkanten 28G und 28H des ersten Endflächenabdeckungselements 28B des Isolators 28, die sich neben dem ersten Hohlraum 28F befinden, auf der ersten Endfläche des Stator Kerns 26 in axialer Richtung angeordnet sein, und nur eine der radialen Innen- und Außenkanten 28G und 28H des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B des Isolators 28, die sich neben dem zweiten Hohlraum 28F befinden, kann auf der zweiten Endfläche des Stator Kerns 26 in axialer Richtung angeordnet sein.

[0107] **Fig. 15B** stellt ein erstes zusätzliches Beispiel für die Konfiguration jedes der ersten und zweiten Hohlräume 28F dar.

[0108] Wie in **Fig. 15B** dargestellt ist, ragt ein radialer Mittelabschnitt der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B als ein erster Vorsprung 28S in Richtung der ersten Endfläche des Stator Kerns 26 in axialer Richtung vor und erstreckt sich in Umfangsrichtung, so dass er in axialer Richtung eine Ringform aufweist. Ein radialer Mittelabschnitt der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B ragt als zweiter Vorsprung 28S in Richtung der zweiten Endfläche des Stator Kerns 26 in der axialen Richtung vor und erstreckt sich in der Umfangsrichtung, so dass er in axialer Richtung eine Ringform aufweist. Der erste Vorsprung 28S der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B definiert erste Hohlräume 28F benachbart auf beiden Seiten des ersten Vorsprungs 28S, und der zweite Vorsprung 28S der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B definiert zweite Hohlräume 28F benachbart auf beiden Seiten des zweiten Vorsprungs 28S. Das heißt, der erste Vorsprung 28S der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B grenzt an die erste Endfläche des Stator Kerns 26 in der axialen Richtung, und der zweite Vorsprung 28S der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B grenzt an die zweite Endfläche des Stator Kerns 26 in der axialen Richtung.

[0109] Fig. 15C stellt ein zweites zusätzliches Beispiel für die Konfiguration des ersten und zweiten Hohlraums 28F dar.

[0110] Wie in Fig. 15C dargestellt ist, ist auf der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B eine Vielzahl von ersten Vorsprüngen 28S ausgebildet, die in Umfangsrichtung mit Abständen dazwischen angeordnet sind. Jeder der ersten Vorsprünge 28S hat eine im Wesentlichen zylindrische Form entlang der axialen Richtung und ragt in Richtung der ersten Endfläche des Statorkerns 26 in der axialen Richtung. In ähnlicher Weise ist auf der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B eine Vielzahl von zweiten Vorsprüngen 28S ausgebildet, die in Umfangsrichtung mit Abständen dazwischen angeordnet sind. Jeder der zweiten Vorsprünge 28S hat eine im Wesentlichen zylindrische Form entlang der axialen Richtung und ragt in Richtung der zweiten Endfläche des Statorkerns 26 in der axialen Richtung. Die ersten Vorsprünge 28S der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B definieren erste Hohlräume 28F darum, und die zweiten Vorsprünge 28S der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B definieren zweite Hohlräume 28F darum. Das heißt, die ersten Vorsprünge 28S der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B grenzen an die erste Endfläche des Statorkerns 26 in axialer Richtung, und die zweiten Vorsprünge 28S der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B grenzen an die zweite Endfläche des Statorkerns 26 in axialer Richtung.

[0111] Fig. 15D stellt ein drittes zusätzliches Beispiel für die Konfiguration des ersten und zweiten Hohlraums 28F dar.

[0112] Wie in Fig. 15D dargestellt ist, ist auf der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B eine Vielzahl von ersten Vorsprüngen 28S ausgebildet, die in Umfangsrichtung mit Abständen dazwischen angeordnet sind. Jeder der ersten Vorsprünge 28S erstreckt sich in der entsprechenden radialen Richtung mit Blick auf die axiale Richtung und ragt in Richtung der ersten Endfläche des Statorkerns 26 in der axialen Richtung. In ähnlicher Weise ist an der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B eine Vielzahl von zweiten Vorsprüngen 28S ausgebildet, die in Umfangsrichtung mit Abständen dazwischen angeordnet sind. Jeder der zweiten Vorsprünge 28S erstreckt sich in der entsprechenden radialen Richtung mit Blick auf die axiale Richtung und ragt in Richtung der zweiten Endfläche des Statorkerns 26 in der axialen Richtung. Die ersten Vorsprünge 28S der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B definieren erste Hohlräume 28F darum, und die zweiten Vorsprünge 28S der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements

28B definieren zweite Hohlräume 28F darum. Das heißt, die ersten Vorsprünge 28S der Innenfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B grenzen an die erste Endfläche des Statorkerns 26 in axialer Richtung, und die zweiten Vorsprünge 28S der Innenfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B grenzen an die zweite Endfläche des Statorkerns 26 in axialer Richtung.

Viertes Ausführungsbeispiel

[0113] Nachstehend ist ein Motor 62 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf Fig. 16 beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 62 des vierten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 62 entfallen.

[0114] Der Statorkern 26 des Motors 62 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel ist derart eingerichtet, dass die Anzahl der Kernbleche 27 des Statorkerns 26 kleiner ist als die der Kernbleche 27 des Statorkerns 26 des Motors 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Wie beim Motor 10 umfasst der gesamte Isolator 28 des Motors 62 die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52.

[0115] Insbesondere ist die Dickenabmessung T2 jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckungselemente 28B des Isolators 28 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel größer als das jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckungselemente 28B des Isolators 28 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Eine Abmessung H3, die zwischen einer Außenendfläche des ersten Endflächenabdeckungselements 28B in der axialen Richtung und einer Außenendfläche des zweiten Endflächenabdeckungselements 28B in der axialen Richtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel definiert ist, ist derart eingestellt, dass sie mit derjenigen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel identisch ist.

[0116] Der Motor 62 des vierten Ausführungsbeispiels weist im Vergleich zu dem Motor 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel eine geringere Anzahl von Kernblechen 27 auf, die den Stator 26 darstellen, was zu einem geringeren Gewicht des Motors 62 führt.

Fünftes Ausführungsbeispiel

[0117] Nachstehend ist ein Motor 64 gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 17** beschrieben. Ausgewählten Bauteilen und Komponenten des Motors 64 des fünften Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Bauteilen und Komponenten des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Bauteilen und Komponenten des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Bauteile und Komponenten des Motors 64 entfallen.

[0118] Die Konfiguration des Motors 64 des fünften Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch mit der Konfiguration des Motors 10, mit der Ausnahme, dass der Isolator 28 des fünften Ausführungsbeispiels, der die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 umfasst, den Stator Kern 26 darstellt.

[0119] Im Einzelnen ist der Motor 64 derart eingerichtet, dass der Isolator 28, der die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 umfasst, den Stator Kern 26 darstellt, wodurch sich die Anzahl der Komponenten des Motors 64 reduzieren lässt. Außerdem führt die Konfiguration des Stator Kerns 26, der die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 umfasst, zu einem geringeren Gewicht des Motors 64.

Sechstes Ausführungsbeispiel

[0120] Nachstehend ist ein Motor 66 gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 18** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 66 des sechsten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 66 entfallen.

[0121] Bei einem Isolator 28 gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel wurde das in **Fig. 8A** dargestellte Innenumfangsabdeckelement 28A entfernt. Darüber hinaus beinhaltet der Motor 66 einen Schichtisolator 29, der den radialen Innenumfang des Stator Kerns 26 anstelle des Innenumfangsabdeckelements 28A abdeckt. Wie beim Motor 10 weist der gesamte Isolator 28 des Motors 66 die Basis 50

und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 auf.

[0122] Der Schichtisolator 29 hat eine Bandform mit einer Dickenabmessung, die kleiner ist als die Dickenabmessung T1 des Innenumfangsabdeckelements 28A in radialer Richtung. Der Schichtisolator 29 ist entlang des radialen Innenumfangs des Stator Kerns 26 angeordnet, um den radialen Innenumfang des Stator Kerns 26 abzudecken. Als Schichtisolator 29 kann vorzugsweise ein dünner Blattisolator verwendet werden.

[0123] Der Schichtisolator 29 des Motors 66 gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel hat eine Dickenabmessung, die in radialer Richtung kleiner ist als die Dickenabmessung T1 des Innenumfangsabdeckelements 28A. Dadurch kann der radiale Innenumfang des Stator Kerns 26 um die Dickendifferenz zwischen der Dickenabmessung des Schichtisolator 29 und der des Innenumfangsabdeckelements 28A näher an der Anordnung der Magnete 18 angeordnet werden. Dies führt dazu, dass der magnetische Spalt zwischen dem Stator Kern 26 und der Anordnung der Magnete 18 kleiner wird, was zu einer weiteren Erhöhung des Ausgangsdrehmoments des Motors 66 und einer weiteren Reduzierung der Größe des Motors 66 führt.

Siebtes Ausführungsbeispiel

[0124] Nachstehend ist ein Motor 68 gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 19** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 68 des siebten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 68 entfallen.

[0125] Die Konfiguration des Motors 68 des siebten Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch mit der Konfiguration des Motors 10, mit Ausnahme der folgenden unterschiedlichen Punkte.

[0126] Insbesondere besteht der erste Unterschied darin, dass ein Isolator 28 gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel komprimierte magnetische Partikel 98 aufweist.

[0127] Der zweite Unterschied besteht darin, dass die Dickenabmessung T2 jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckelemente 28B, die im Motor 68 gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel enthalten sind, kleiner ist als die des Motors 10. Der

dritte Unterschied besteht darin, dass der Isolator 28 des Motors 68 gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel als axial ungeteilter einlagiger Isolator 28 eingerichtet ist. Wie der Motor 10 weist der gesamte Isolator 28 des Motors 68 die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 auf.

[0128] Insbesondere weist der Isolator 28 gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel einen Magnetkern aus komprimiertem Pulver auf, der durch Komprimieren der magnetischen Partikel 98 hergestellt wird, von denen jedes mit einer Isolierbeschichtung 98A beschichtet ist.

[0129] Der Motor 68 des vorstehend beschriebenen siebten Ausführungsbeispiels hat daher ein höheres Ausgangsdrehmoment als der Motor 10 bei geringerer Baugröße.

Achtes Ausführungsbeispiel

[0130] Nachstehend ist ein Motor 70 gemäß dem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 20** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 70 des achten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 70 entfallen.

[0131] Die Konfiguration des Motors 70 des achten Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch mit der Konfiguration des Motors 10, mit Ausnahme der folgenden unterschiedlichen Punkte.

[0132] Insbesondere besteht der erste Unterschied darin, dass ein Teil des Statorkerns 26 des achten Ausführungsbeispiels als ein integral geformtes Element 71 eingerichtet ist, das aus einem weichmagnetischen Material oder einem Material, das ein weichmagnetisches Material enthält, besteht. Der zweite Unterschied besteht darin, dass die Dickenabmessung T2 jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckelemente 28B, die in dem Motor 70 gemäß dem achten Ausführungsbeispiel enthalten sind, kleiner ist als die des Motors 10. Der dritte Unterschied besteht darin, dass der Isolator 28 des Motors 70 als axial ungeteilter einlagiger Isolator 28 eingerichtet ist. Wie der Motor 10 umfasst der gesamte Isolator 28 des Motors 70 die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52.

[0133] Insbesondere hat der Statorkern 26 der achten Ausführungsform ein erstes und ein zweites

Ende in axialer Richtung, und das erste und das zweite Ende des Statorkerns 26 in axialer Richtung sind als einstückig geformte Elemente 71 ausgebildet, von denen jedes aus einem weichmagnetischen Material oder einem Material, das ein weichmagnetisches Material enthält, gebildet ist. Durch Gießen, Schmieden oder Schneiden eines eisenbasierten Stahlmaterials können die einstückig geformten Elemente 71 beispielsweise auf dem Statorkern 26 ausgebildet werden. Alternativ können die einstückig geformten Elemente 71 durch Formpressen und Sintern von eisenbasierten Pulvern auf dem Statorkern 26 geformt werden. Alternativ können die einstückig geformten Teile 71 auch durch Spritzgießen oder Formpressen eines Harzes, das eisenhaltige Pulver enthält, auf dem Statorkern 26 geformt werden. Alternativ dazu ermöglicht das Formen eines derartigen Magnetkerns aus komprimiertem Pulver, wie er als Motor 68 des siebten Ausführungsbeispiels offenbart ist, die Bildung der einstückig geformten Elemente 71 auf dem Statorkern 26. Durch Stapeln von Stahlblechen, deren Innendurchmesser sich von dem der für den Statorkern 26 verwendeten Stahlbleche unterscheidet, können die einstückig geformten Elemente 71 auf dem Statorkern 26 ausgebildet werden.

[0134] Der Motor 70 des vorstehend beschriebenen achten Ausführungsbeispiels hat daher ein höheres Ausgangsdrehmoment als der Motor 10 bei geringerer Größe.

Neuntes Ausführungsbeispiel

[0135] Nachstehend ist ein Motor 72 gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 21** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 72 des neunten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 72 entfallen.

[0136] Die Konfiguration des Motors 72 des neunten Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch mit der Konfiguration des Motors 10, mit der Ausnahme, dass ein Isolator 28 gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Eingriffsvorsprüngen 28J beinhaltet.

[0137] Die Eingriffsvorsprünge 28J sind einstückig an der Innenfläche des Innenumfangsabdeckelements 28A ausgebildet und ragen von dort radial nach innen, d.h. zur Spulenseite hin, hervor. Außerdem sind die Eingriffsvorsprünge 28J in Umfangsrichtung mit regelmäßigen Abständen dazwischen

angeordnet. Jeder Eingriffsvorsprung 28J ist derart angeordnet, dass er zwischen einem entsprechend ausgewählten, benachbarten Paar von gegenüberliegenden Abschnitten der Spulen 16 eingreift. Wie zum Beispiel das Innenumfangsabdeckelement 28A weist jeder Eingriffsvorsprung 28J die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 auf.

[0138] Der Motor 72 des vorstehend beschriebenen neunten Ausführungsbeispiels ermöglicht es, dass jeder Eingriffsvorsprung 28J des Isolators 28 näher an der Anordnung der Magnete 18 angeordnet wird. Dies führt daher zu einem kleineren magnetischen Spalt zwischen dem Isolator 28 und der Anordnung der Magnete 18, was zu einer weiteren Erhöhung des Ausgangsdrehmoments des Motors 72 und einer weiteren Reduzierung der Größe des Motors 72 führt.

Zehntes Ausführungsbeispiel

[0139] Nachstehend ist ein Motor 74 gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 22, 23 und 24** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 74 des zehnten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 74 entfallen. Insbesondere wird in **Fig. 23** auf die Schraffierung von Abschnitten verzichtet.

[0140] Der Motor 74 des zehnten Ausführungsbeispiels beinhaltet eine Vielzahl von Spulen 16. Jede der Spulen 16 hat gegenüberliegende erste und zweite Spulenendabschnitte 38 in axialer Richtung, und jeder der ersten und zweiten Spulenendabschnitte 38 jeder Spule 16 erstreckt sich gerade, ohne in Bezug auf die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte 36 gebogen zu sein. Die Spulen 16 sind entlang des radialen Innenumfangs des Statorkerns 26 angeordnet. Bei **Fig. 22** ist die Darstellung des Isolators 28 weggelassen. Insbesondere ist der Motor 74 des zehnten Ausführungsbeispiels, der sich von dem Motor 10 unterscheidet, derart eingerichtet, dass der erste gegenüberliegende Abschnitt 36 oder der zweite gegenüberliegende Abschnitt 36 jeder Spule 16 nicht zwischen den ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitten 36 einer der benachbarten Spulen 16 angeordnet ist. Mit anderen Worten, der erste gegenüberliegende Abschnitt 36 oder der zweite gegenüberliegende Abschnitt 36 jeder Spule 16 ist derart angeordnet, dass er in Umfangsrichtung an den zweiten gegen-

überliegende Abschnitt 36 oder den ersten gegenüberliegenden Abschnitt 36 einer der benachbarten Spulen 16 angrenzt.

[0141] Der Isolator 28 beinhaltet, wie in **Fig. 23 und 24** dargestellt ist, Spulenelemente 28K. Jedes der Spulenelemente 28K ragt von einem axialen Mittelabschnitt des Innenumfangsabdeckelements 28A radial nach innen. Die Spulenelemente 28K sind in Umfangsrichtung mit regelmäßigen Abständen dazwischen angeordnet. Die Anzahl der Spulenelemente 28K ist derart gewählt, dass sie der Anzahl der Spulen 16 entspricht. Das heißt, die Wicklung 30 jeder Spule 16 ist um das entsprechende Spulenelement 28K gewickelt, so dass jedes Spulenelement 28K in einem Raum angeordnet ist, der innerhalb der entsprechenden Spule 16 definiert ist. Wie z. B. das Innenumfangsabdeckelement 28A umfasst jedes Spulenelement 28K die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52.

[0142] Der Motor 74 des vorstehend beschriebenen zehnten Ausführungsbeispiels ermöglicht es, jedes Spulenelement 28K des Isolators 28 näher an der Anordnung der Magnete 18 anzuordnen. Dies führt daher zu einem kleineren magnetischen Spalt zwischen dem Isolator 28 und der Anordnung der Magnete 18, was zu einer weiteren Erhöhung des Ausgangsdrehmoments des Motors 74 und einer weiteren Reduzierung der Größe des Motors 74 führt.

Elfte Ausführungsbeispiel

[0143] Nachstehend ist ein Motor 76 gemäß dem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 25, 26 und 27** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 76 des elften Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 76 entfallen. Insbesondere wird in **Fig. 25** auf die Schraffierung von Abschnitten verzichtet.

[0144] Die Konfiguration des Motors 76 des elften Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch mit der Konfiguration des Motors 74 des zehnten Ausführungsbeispiels, mit der Ausnahme, dass der Motor 76 einen Isolator 28 aufweist, der eine Vielzahl von Segmenten beinhaltet; diese Segmente werden als Isolatorsegmente 28 bezeichnet. Die Anzahl der Isolatorsegmente 28 ist identisch mit der Anzahl der Spulen 16. Jedes Isolatorsegment 28 weist ein

Innenumfangsabdeckelement 28A, ein Spulenelement 28K und einen Innenerstreckungsträger 28L auf.

[0145] Das Innenumfangsabdeckelement 28A hat eine Abmessung in axialer Richtung, die größer ist als die Abmessung des Stator Kerns 26 in axialer Richtung. Der Innenerstreckungsträger 28L befindet sich radial innerhalb des Innenumfangsabdeckelement 28A und erstreckt sich parallel zum Innenumfangsabdeckelement 28A. Das Spulenelement 28K schließt sich radial an einen in Umfangsrichtung und axial mittleren Abschnitt des Innenumfangsabdeckelement 28A und an einen in Umfangsrichtung und axial mittleren Abschnitt des Innenerstreckungsträgers 28L an. Die Wicklung 30 jeder Spule 16 ist um das Spulenelement 28k des entsprechenden Isolatorsegments 28 gewickelt, so dass jede Spule 16 um das Spulenelement 28K des entsprechenden Isolatorsegments 28 angeordnet ist. Jedes Isolatorsegment 28 weist die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 auf.

[0146] Der Motor 76 des vorstehend beschriebenen elften Ausführungsbeispiels ermöglicht es, den Innenerstreckungsträger 28L jedes Isolatorsegments 28 näher an der Anordnung der Magnete 18 anzuordnen. Dies führt daher zu einem kleineren magnetischen Spalt zwischen der Anordnung der Isolatorsegmente 28 und der Anordnung der Magnete 18, was zu einer weiteren Erhöhung des Ausgangsdrehmoments des Motors 76 und einer weiteren Verringerung der Größe des Motors 76 führt.

[0147] Jedes Isolatorsegment 28 kann eine Vielzahl von konvexen Vorsprüngen 28T (siehe Strich-Doppelpunkt-Linien in **Fig. 26**) oder gestuften Abschnitten beinhalten, die an einem radialen Außenumfang des Innenumfangsabdeckelement 28A ausgebildet sind. Die konvexen Vorsprünge 28T oder gestuften Abschnitte ermöglichen es, die axialen Positionen der Spulen 16 und der Isolatorsegmente 28 in Bezug auf den Stator Kern 26 zu definieren. Die konvexen Vorsprünge 28T können in Umfangsrichtung ganz oder teilweise auf dem radialen Außenumfang des Innenumfangsabdeckelement 28A ausgebildet sein.

[0148] Für jedes Isolatorsegment 28 können das Innenumfangsabdeckelement 28A, das Spulenelement 28K und der Innenerstreckungsträger 28L einstückig hergestellt oder teilweise hergestellt und anschließend einstückig miteinander kombiniert werden.

Zwölftes Ausführungsbeispiel

[0149] Nachstehend ist ein Motor 78 gemäß dem zwölften Ausführungsbeispiel der vorliegenden

Offenbarung unter Bezugnahme auf **Fig. 28** und **29** beschrieben. Ausgewählten Komponenten und Teilen des Motors 78 des zwölften Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch mit entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden, und daher können Beschreibungen der ausgewählten Komponenten und Teile des Motors 78 entfallen.

[0150] Der Motor 78 des zwölften Ausführungsbeispiels beinhaltet einen Stator Kern 26, der eine Vielzahl von Zähnen 26A beinhaltet, und jede Spule 16 ist um den entsprechenden der Zähne 26A gewickelt. Jeder der Zähne 26A hat gegenüberliegende axiale Endflächen in der axialen Richtung und Umfangsendflächen in der Umfangsrichtung.

[0151] Der Isolator 28 beinhaltet axiale Endflächenabdeckabschnitte 28B, die für jeden Zahn 26A bereitgestellt sind und sich entlang der jeweiligen axialen Endflächen des entsprechenden Zahns 26A befinden. Der Isolator 28 beinhaltet auch Umfangsendflächenabdeckabschnitte 28M, die für jeden Zahn 26A bereitgestellt sind und sich entlang der jeweiligen Umfangsendflächen des entsprechenden Zahns 26A befinden.

[0152] Die Wicklung 30, die jede Spule 16 darstellt, ist um die axialen Endflächenabdeckabschnitte 28B und die Umfangsendflächenabdeckabschnitte 28M gewickelt, die für den entsprechenden Zahn 26A bereitgestellt sind. Insbesondere hat jeder der axialen Endflächenabdeckabschnitte 28B gegenüberliegende Außen- und Innenflächen, deren Außenfläche der Spule 16 gegenüberliegt, und jeder der Umfangsendflächenabdeckabschnitte 28M hat gegenüberliegende Außen- und Innenflächen, deren Außenfläche der Spule 16 gegenüberliegt. Die Außenfläche jedes der axialen Endflächenabdeckabschnitte 28B ist konvex zur Spule 16 hin gekrümmt, um als gekrümmte Fläche 28N zu dienen. In ähnlicher Weise ist die Außenfläche jedes der Umfangsendflächenabdeckabschnitte 28M konvex zur Spule 16 hin gekrümmt, um als gekrümmte Außenfläche 28P zu dienen. Dies ermöglicht es, dass die Form der gekrümmten Außenfläche 28N jedes der axialen Endflächenabdeckabschnitte 28B mit der inneren Form der gewickelten Wicklung 30 der entsprechenden Spule 16 übereinstimmt, und ermöglicht es auch, dass die Form der gekrümmten Außenfläche 28P jedes der Umfangsendflächenabdeckabschnitte 28M mit der inneren Form der gewickelten Wicklung 30 der entsprechenden Spule 16 übereinstimmt.

[0153] Der Isolator 28 beinhaltet Innenpositionierungselemente 28Q und Außenpositionierungselemente 28R. Jedes der Innenpositionierungsele-

mente 28Q und Außenpositionierungselemente 28R ist dazu eingerichtet, die radiale Position der entsprechenden Spule 16 zu bestimmen. Der gesamte Isolator 28 des Motors 78 weist die Basis 50 und die weichmagnetischen Elemente 52 auf, die in der Basis 50 enthalten sind.

[0154] Die Konfiguration des Motors 78 des zwölften Ausführungsbeispiels führt zu einer weiteren Erhöhung des Ausgangsdrehmoments des Motors 78 und zu einer weiteren Reduzierung der Größe des Motors 78.

[0155] Der gesamte Isolator 28 gemäß jedem der Ausführungsbeispiele weist die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 auf, aber die vorliegende Offenbarung ist darauf nicht beschränkt. Insbesondere kann ein Teil des Isolators 28, wie in **Fig. 30** und **31** dargestellt ist, die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 aufweisen.

[0156] Konkret stellt **Fig. 30** einen Motor 80 des dreizehnten Ausführungsbeispiels dar. Nur das Innenumfangsabdeckelement 28A des Isolators 28, das im Motor 80 enthalten ist, weist, wie in **Fig. 30** dargestellt ist, die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 auf. In **Fig. 31** ist ein Motor 82 des vierzehnten Ausführungsbeispiels dargestellt. Jedes der ersten und zweiten Endflächenabdeckabschnitte 28B des Isolators 28, die in dem Motor 82 enthalten sind, weist, wie in **Fig. 31** dargestellt ist, nur die Basis 50 und die in der Basis 50 enthaltenen weichmagnetischen Elemente 52 auf. Ausgewählten Komponenten und Teilen jedes der Motoren 80 und 82 des dreizehnten und vierzehnten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen mit den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels identisch sind, werden die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Komponenten und Teilen des Motors 10 verwendet werden.

[0157] Der Rotor 12 und der Stator 14 sind gemäß jedem der Ausführungsbeispiele derart angeordnet, dass sie sich radial gegenüber liegen, aber die vorliegende Offenbarung ist nicht auf diese Anordnung beschränkt. In **Fig. 32** ist ein Motor 84 des fünfzehnten Ausführungsbeispiels dargestellt. Der Rotor 12 und der Stator 14 des Motors 84 sind, wie in **Fig. 32** dargestellt ist, derart angeordnet, dass sie einander axial gegenüber liegen. Ausgewählten Bauteilen und Komponenten des Motors 84 des fünfzehnten Ausführungsbeispiels, die im Wesentlichen identisch sind mit entsprechenden Bauteilen und Komponenten des Motors 10 des ersten Ausführungsbeispiels, sind die gleichen oder gleichwertige Bezugszeichen zugeordnet, die von den entsprechenden Bauteilen und Komponenten des Motors 10 verwendet werden.

[0158] In jedem der Ausführungsbeispiele dient ein Bauteil, an dem die Magnete 18 angebracht sind, als Rotor 12, und ein Bauteil, an dem die Spulen 16 angebracht sind, als Stator 14, aber die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die obige Konfiguration beschränkt.

[0159] Insbesondere kann die vorliegende Offenbarung auf eine Konfiguration angewendet werden, bei der ein Bauteil, an dem die Spulen 16 angebracht sind, als Rotor oder Anker 12 dient, und ein Bauteil, an dem die Magnete 18 angebracht sind, als Stator 14 dient. Die vorliegende Offenbarung kann auf einen Stromgenerator angewendet werden, der einen Rotor beinhaltet, der durch externe Energie drehbar ist.

[0160] Jede Spule 16 kann eine Wicklung 30 aufweisen, die in einer der **Fig. 33** bis **35** dargestellt ist. **Fig. 33** zeigt ein Beispiel, bei dem die Wicklung 30, die jede Spule 16 darstellt, ein Paar von Wicklungskomponenten 88 umfasst, die in der zweiten Richtung A2 gestapelt sind. **Fig. 34** stellt ein weiteres Beispiel dar, bei dem die Wicklung 30, die jede Spule 16 darstellt, ein Paar von Wicklungskomponenten 88 umfasst, die in der ersten Richtung A1 gestapelt sind. **Fig. 35** zeigt ein weiteres Beispiel, bei dem die Wicklung 30, die jede Spule 16 darstellt, vier Wicklungskomponenten 88 aufweist, die in der ersten und der zweiten Richtungen A1 und A2 gestapelt sind.

[0161] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorstehend genannten Ausführungsbeispiele beschränkt und kann daher im Rahmen der vorliegenden Offenbarung auf verschiedene Weise modifiziert werden. Die in der vorliegenden Offenbarung beschriebenen Konfigurationen können frei kombiniert werden.

[0162] Obwohl die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung hierin beschrieben wurden, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele und ihre Konfigurationen beschränkt, sondern beinhaltet alle Modifikationen und/oder Abwandlungen, solange sie innerhalb eines Gleichwertigkeitsbereichs der vorliegenden Offenbarung liegen. Außerdem fallen (i) verschiedene Kombinationen und Ausführungsbeispiele und (ii) modifizierte Kombinationen und Ausführungsbeispiele, die durch Hinzufügen eines oder mehrerer Elemente zu den verschiedenen Kombinationen und Ausführungsbeispielen gebildet werden können, in den Anwendungsbereich und die technische Idee der vorliegenden Offenbarung.

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 2021156910 [0001]
- JP 2011176982 [0005]

Patentansprüche

1. Anker (14), umfassend:
 einen Ankerkern (26), der eine Ringform aufweist;
 und
 eine Vielzahl von Spulen (16), die entlang des Ankerkerns angeordnet sind, wobei jede der Spulen (16) eine gewickelte leitende Wicklung ist,
 wobei jede der Spulen (16) umfasst:
 ein Paar gegenüberliegender Abschnitte (36), die derart angeordnet sind, dass sie in einer Umfangsrichtung mit einem vorbestimmten Abstand dazwischen ausgerichtet sind, wobei die ersten und zweiten gegenüberliegenden Abschnitte jeder der Spulen Zwischenabschnitte der entsprechenden der Spulen darstellen; und
 ein Paar von ersten und zweiten Spulenendabschnitten (38), die die gegenüberliegenden Abschnitte miteinander verbinden; und
 einen Isolator (28), der zwischen dem Statorkern und den Spulen angeordnet ist,
 wobei der Isolator umfasst:
 eine Basis (50), die aus einem isolierenden Material besteht; und
 ein oder mehrere weichmagnetische Elemente (52), die jeweils aus einem weichmagnetischen Material bestehen, wobei das eine oder die mehreren weichmagnetischen Elemente in der Basis enthalten sind.

2. Anker nach Anspruch 1, wobei:
 der Isolator ferner ein Eingriffselement der gegenüberliegenden Abschnitte (28A) umfasst, das zwischen dem Ankerkern und den gegenüberliegenden Abschnitten der Spulen angeordnet ist; und
 das eine oder die mehreren weichmagnetischen Elemente wenigstens in dem Eingriffselement der gegenüberliegenden Abschnitte des Isolators enthalten sind.

3. Anker nach Anspruch 2, wobei:
 der Isolator ferner wenigstens einen Eingriffsvorsprung (28J) umfasst, der von dem Eingriffselement der gegenüberliegenden Abschnitte in Richtung einer Seite der Spulen vorsteht, wobei der wenigstens eine Eingriffsvorsprung derart angeordnet ist, dass er in ein entsprechend ausgewähltes benachbartes Paar der gegenüberliegenden Abschnitte der Spulen eingreift; und
 das eine oder die mehreren weichmagnetischen Elemente in dem wenigstens einen Eingriffsvorsprung enthalten sind.

4. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei:
 der Isolator ferner umfasst:
 ein erstes und ein zweites spulenseitiges Eingriffselement (28B),
 das erste spulenseitige Eingriffselement zwischen dem ersten Spulenendabschnitt und dem Ankerkern angeordnet ist,

das zweite spulenseitige Eingriffselement zwischen dem zweiten Spulenendabschnitt und dem Ankerkern angeordnet ist,
 das eine oder die mehreren weichmagnetischen Elemente wenigstens in jedem der ersten und zweiten Spulenendabdeckelemente enthalten sind.

5. Anker nach Anspruch 4, wobei:
 sowohl das erste als auch das zweite spulenseitige Eingriffselement (28B) eine dem Ankerkern gegenüberliegende Oberfläche aufweist;
 der Isolator ferner umfasst:
 einen ersten Hohlraum (28F), der entlang der gegenüberliegenden Oberfläche des ersten spulenseitigen Eingriffselements ausgebildet ist, so dass das erste spulenseitige Eingriffselement von dem Ankerkern getrennt ist; und
 einen zweiten Hohlraum (28F), der entlang der gegenüberliegenden Oberfläche des zweiten spulenseitigen Eingriffselements ausgebildet ist, so dass das zweite spulenseitige Eingriffselement von dem Ankerkern getrennt ist;
 die gegenüberliegende Oberfläche sowohl des ersten als auch des zweiten spulenseitigen Eingriffselements eine darauf ausgebildete erste Kante (28G) aufweist, die als ein innerer Umfang des ersten Hohlrums definiert ist, wobei die erste Kante derart angeordnet ist, dass sie in Kontakt mit dem Ankerkern steht; und
 die gegenüberliegende Oberfläche sowohl des ersten als auch des zweiten spulenseitigen Eingriffselements eine zweite Kante (28H) aufweist, die als ein äußerer Umfang des zweiten Hohlrums definiert ist, wobei die zweite Kante derart angeordnet ist, dass sie in Kontakt mit dem Ankerkern steht.

6. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei:
 sowohl das erste als auch das zweite spulenseitige Eingriffselement eine spulenseitige Oberfläche aufweist, die wenigstens einer der Spulen gegenüberliegt; und
 die spulenseitige Oberfläche sowohl des ersten als auch des zweiten spulenseitigen Eingriffselements konvex nach außen gekrümmt ist, um eine gekrümmte Oberfläche (28E, 28N, 28P) zu bilden; und
 jede der Spulen entlang der gekrümmten Oberfläche der spulenseitigen Oberfläche von sowohl dem ersten als auch dem zweiten spulenseitigen Eingriffselement angeordnet ist.

7. Anker nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei:
 der Isolator eine Vielzahl von Spulenelementen beinhaltet, wobei jede der Spulen um das entsprechende der Spulenelemente gewickelt ist; und
 das eine oder die mehreren weichmagnetischen Elemente in jedem der Spulenelemente enthalten sind.

8. Motor (10, 54, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84), umfassend:
entweder einen Stator (14) oder einen Rotor (12),
wobei der Stator oder der Rotor den Anker nach
einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst; und
wobei der andere der beiden, Stator oder Rotor,
eine Vielzahl von Magneten (18) umfasst, die derart
angeordnet sind, dass sie den gegenüberliegenden
Abschnitten jeder der Spulen radial oder axial
gegenüberliegen.

Es folgen 31 Seiten Zeichnungen

FIG.2

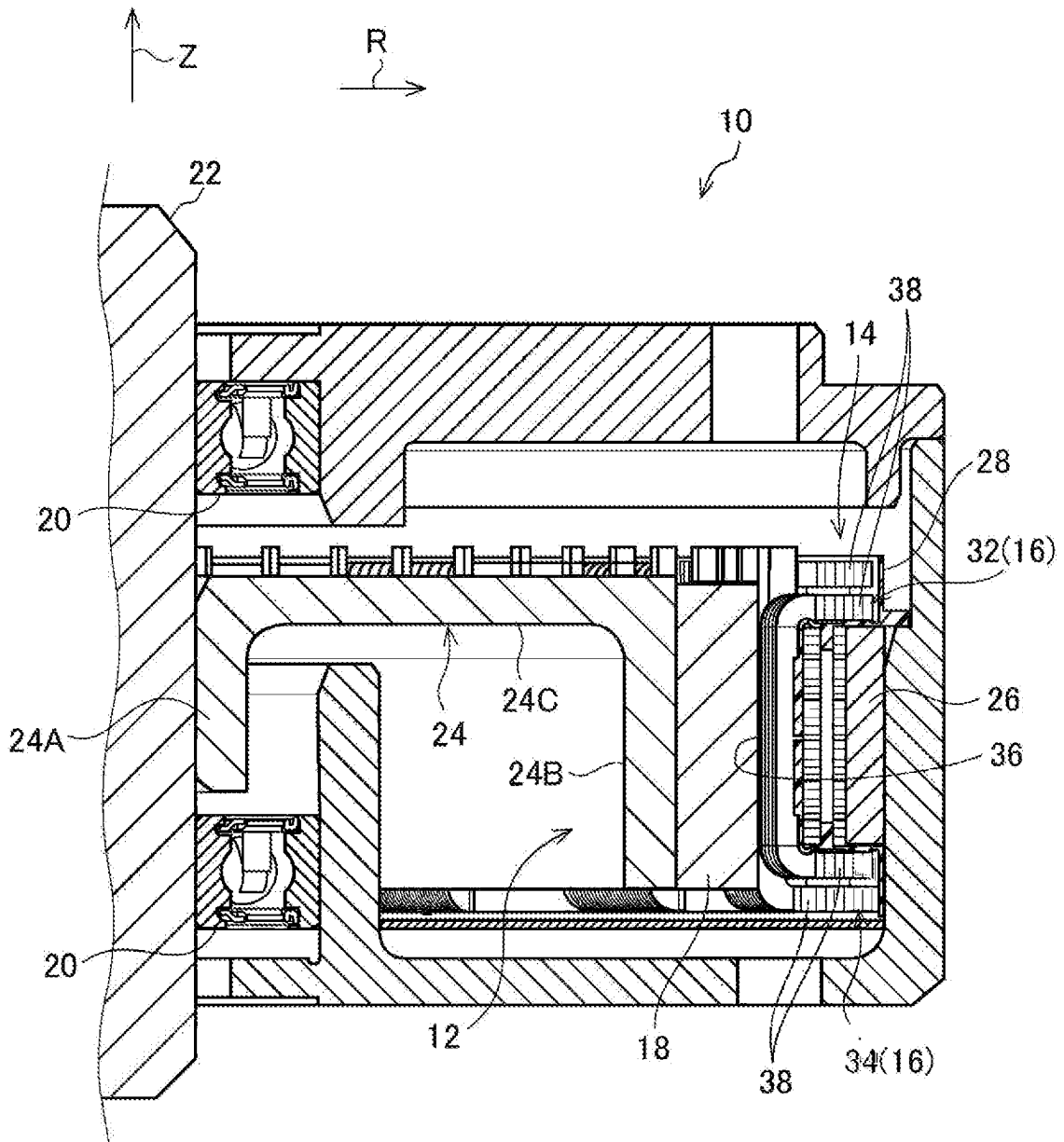


FIG.4

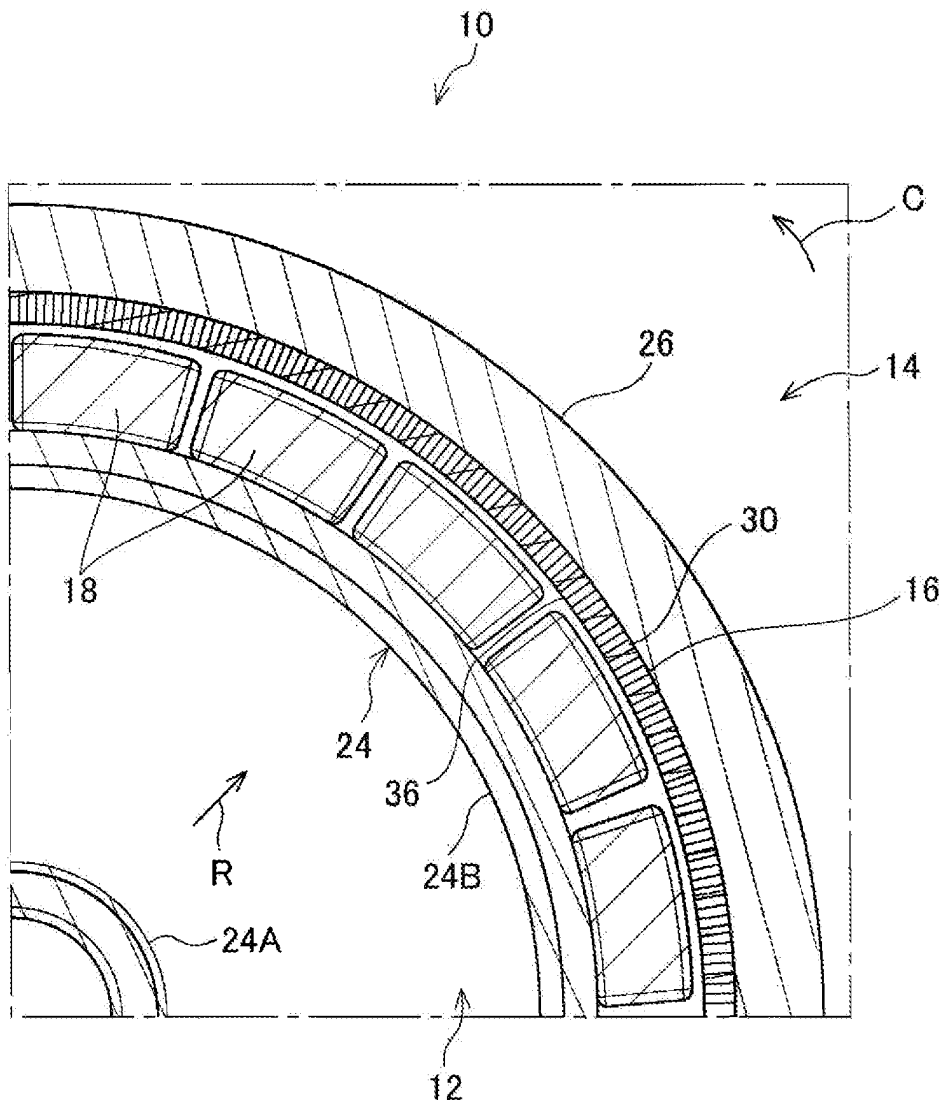


FIG.5

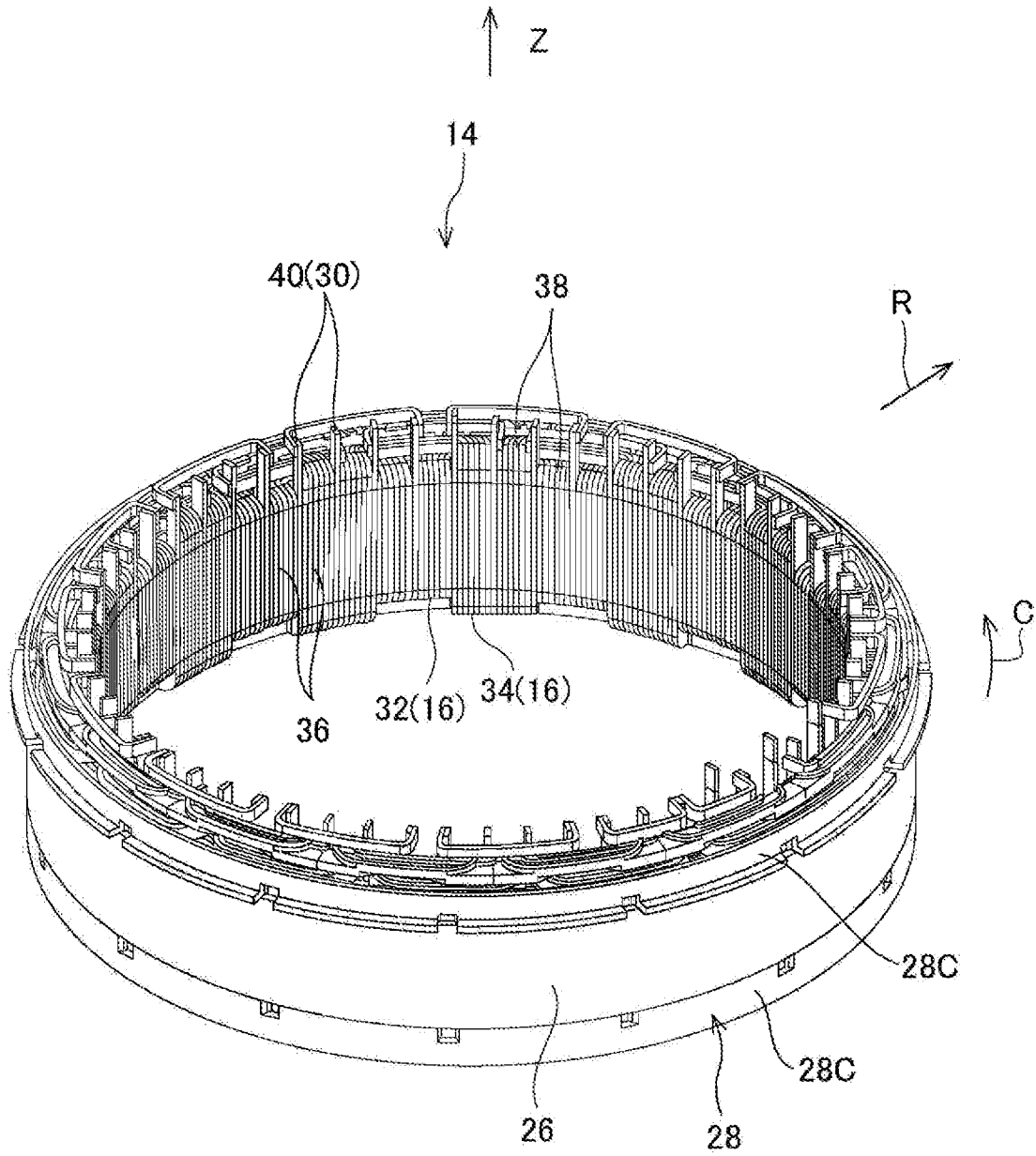


FIG.6A

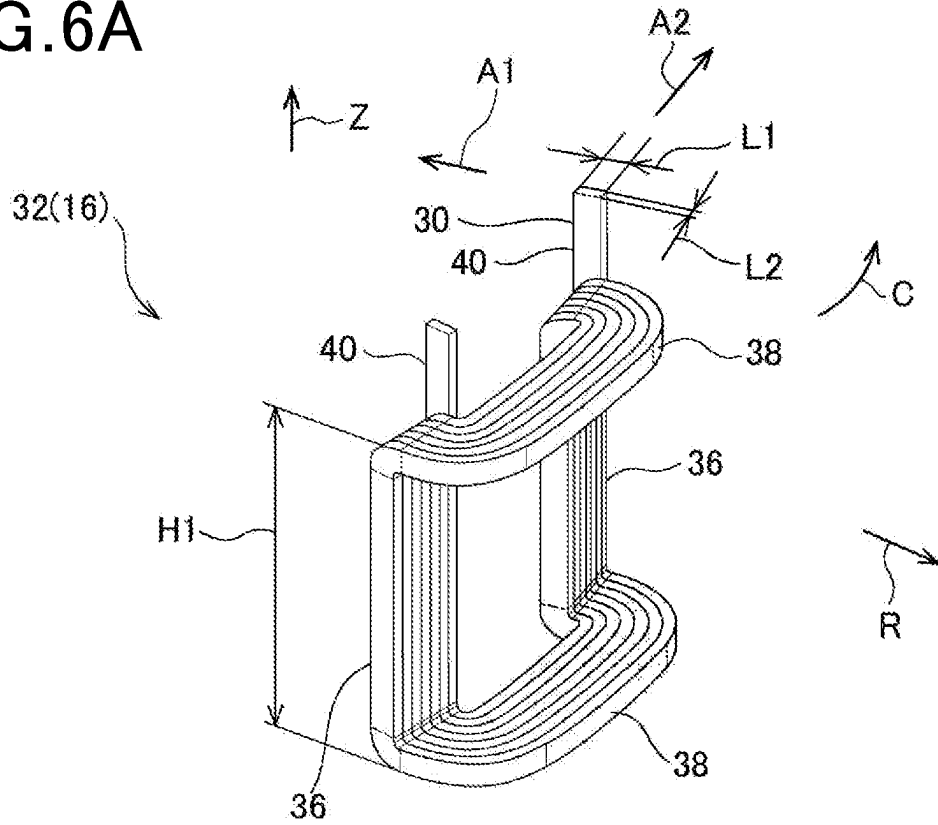


FIG.6B

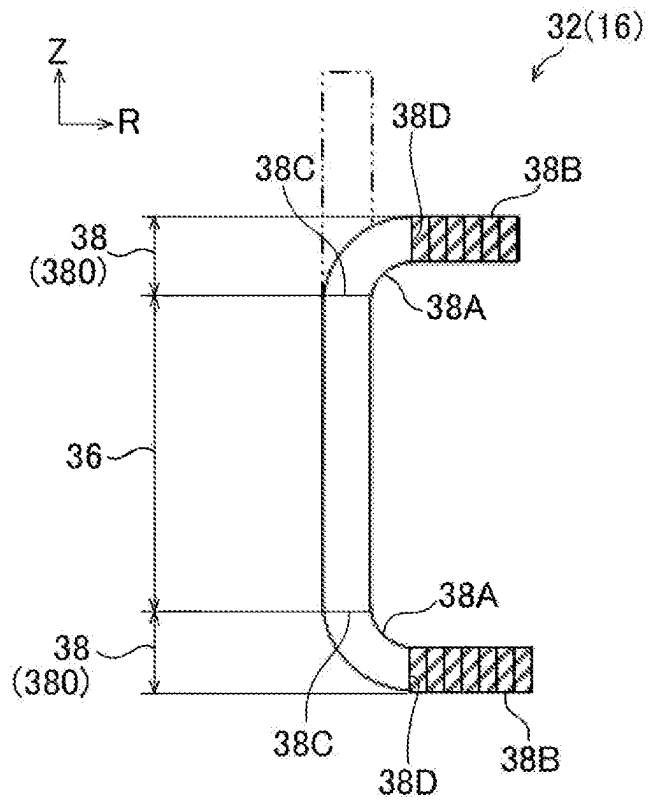


FIG.7

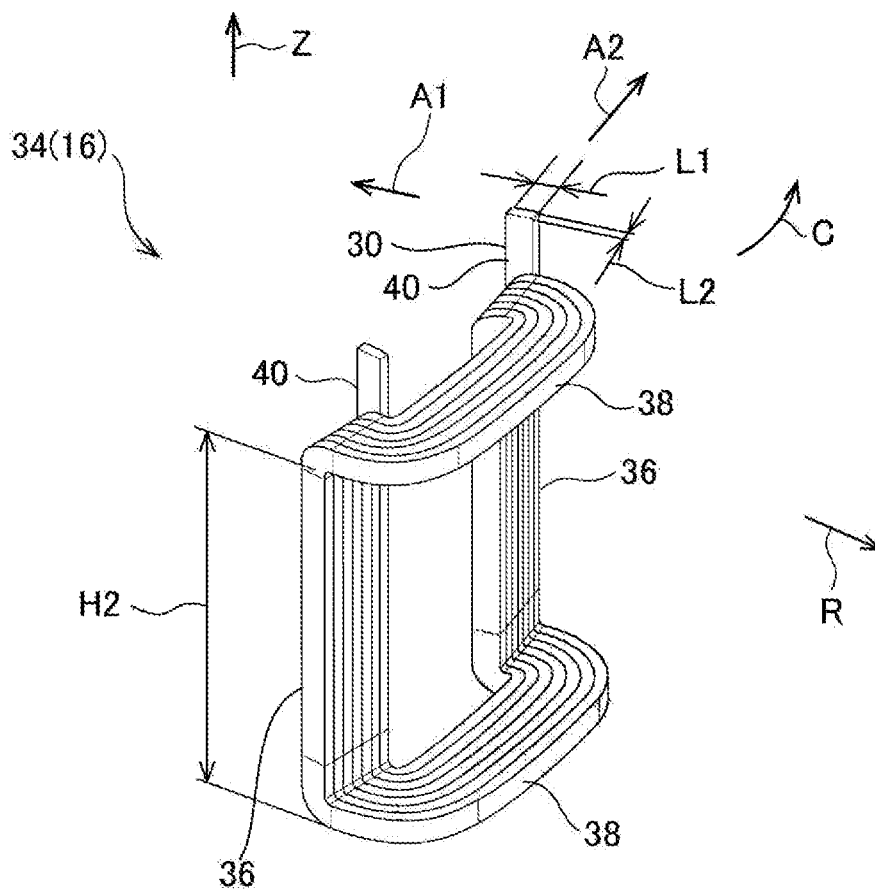


FIG.8A

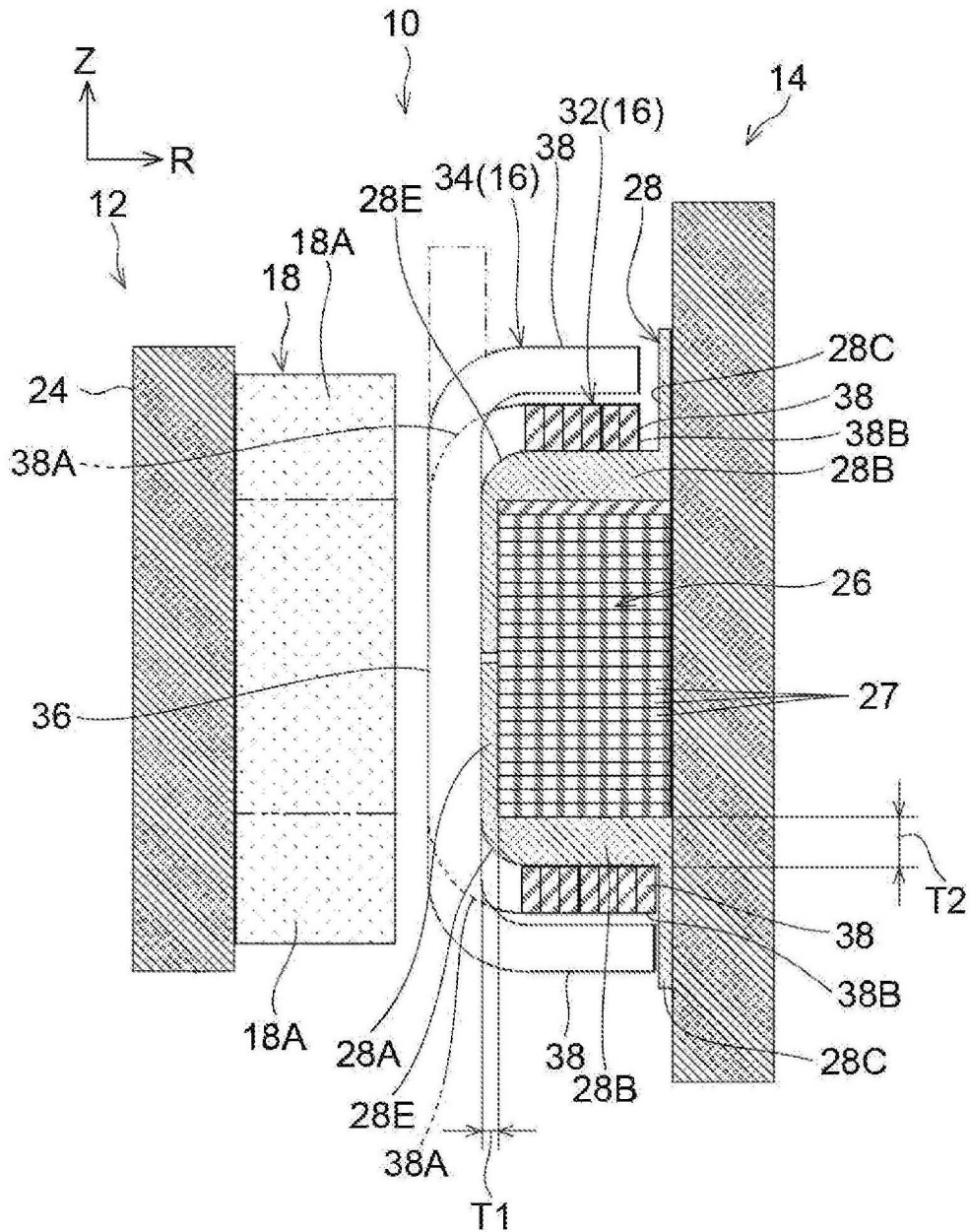


FIG.8B

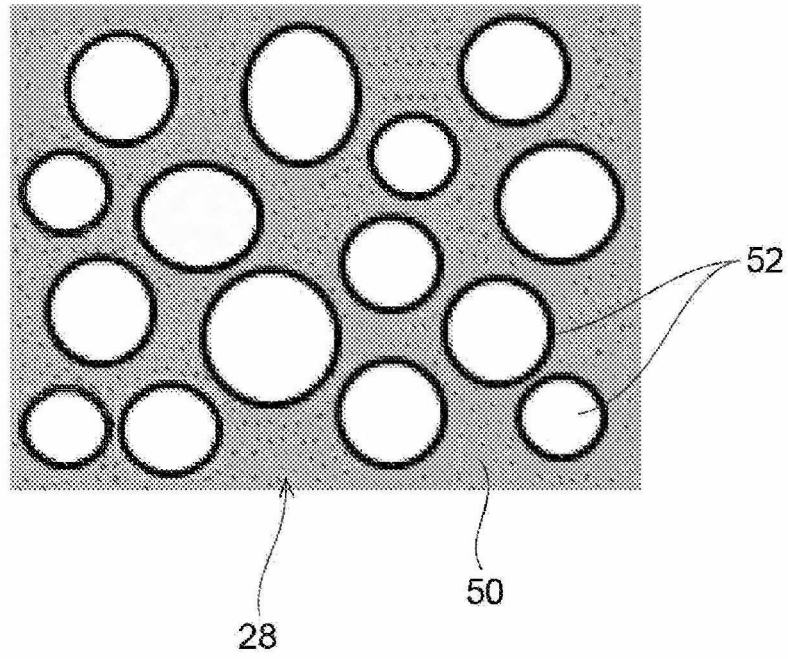


FIG.9

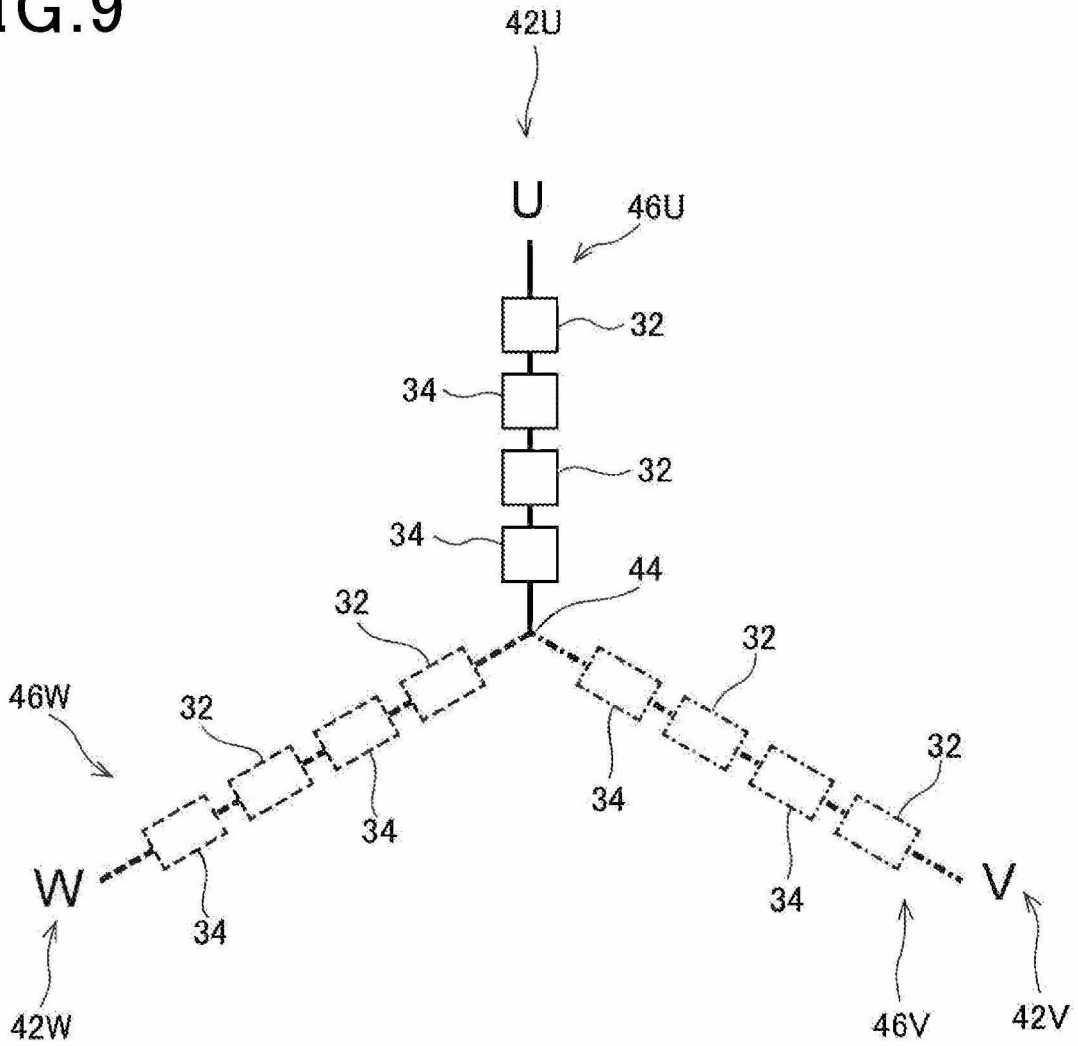


FIG.10

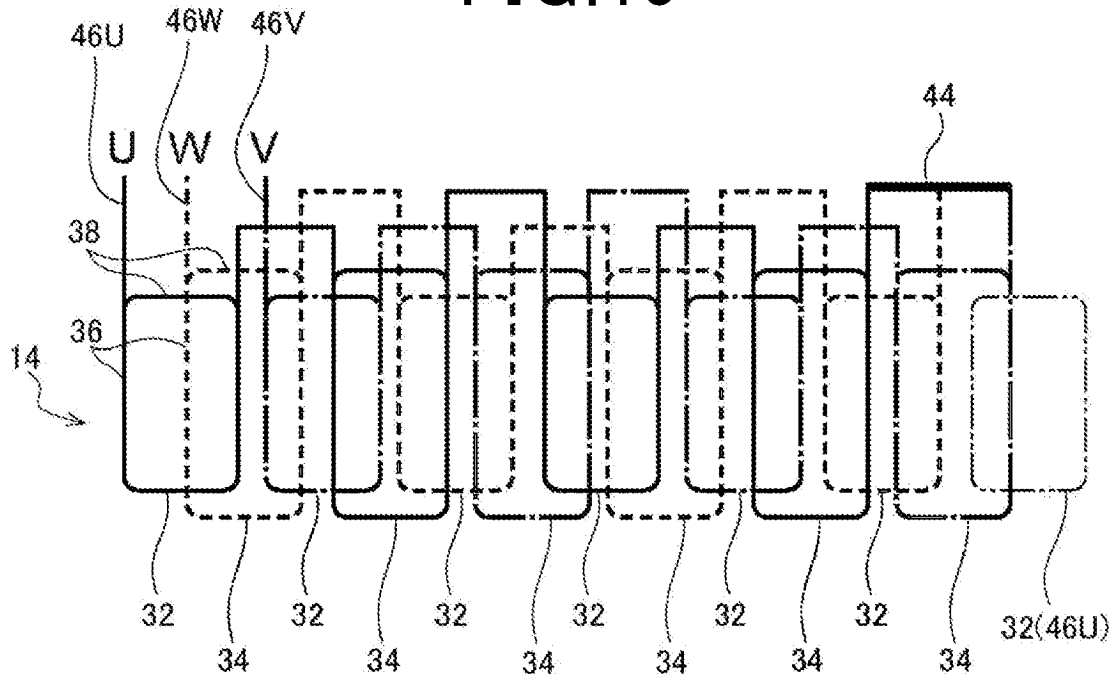


FIG.11

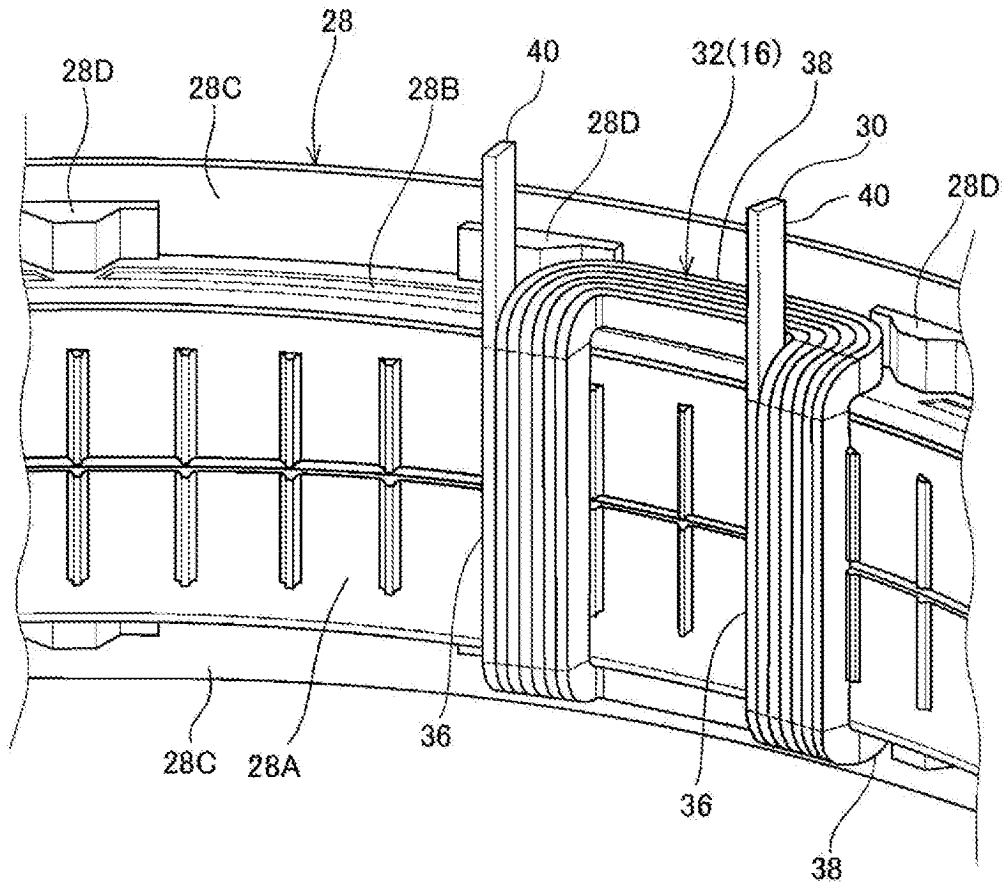


FIG. 13

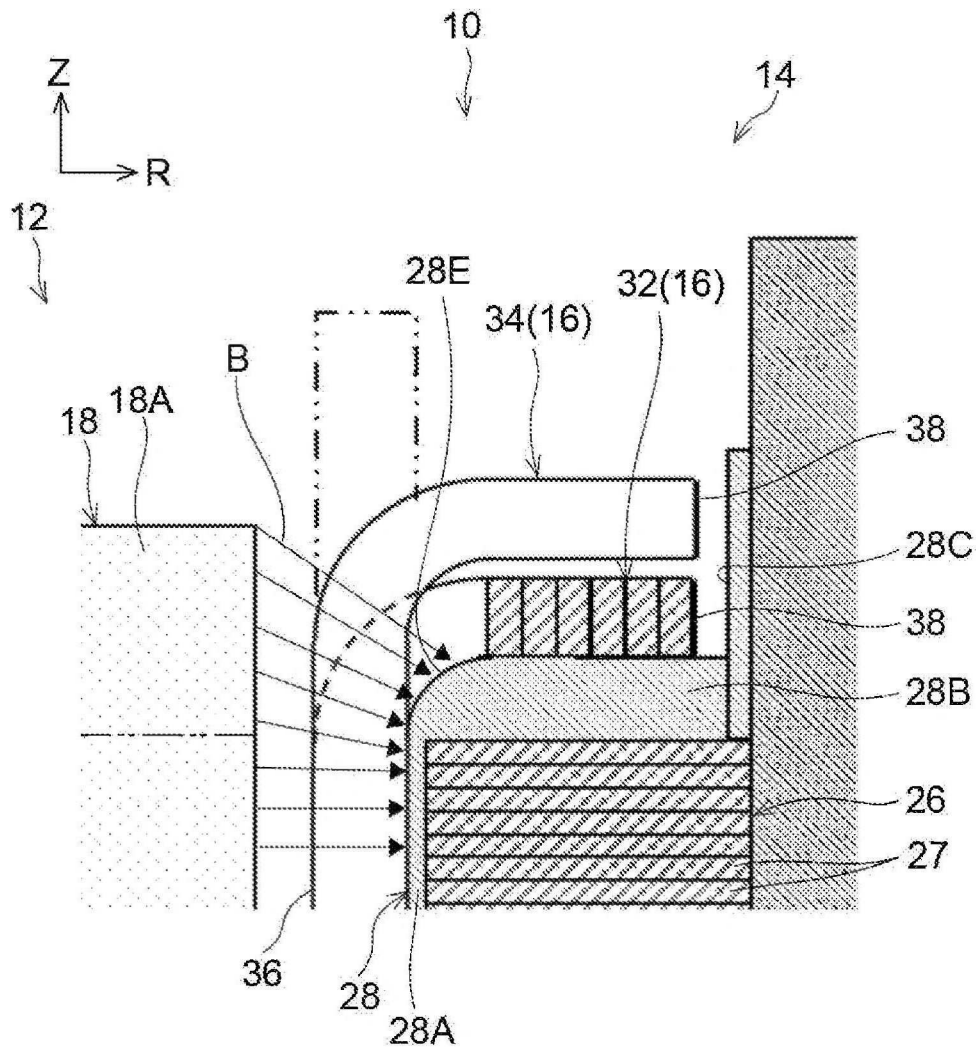


FIG.14

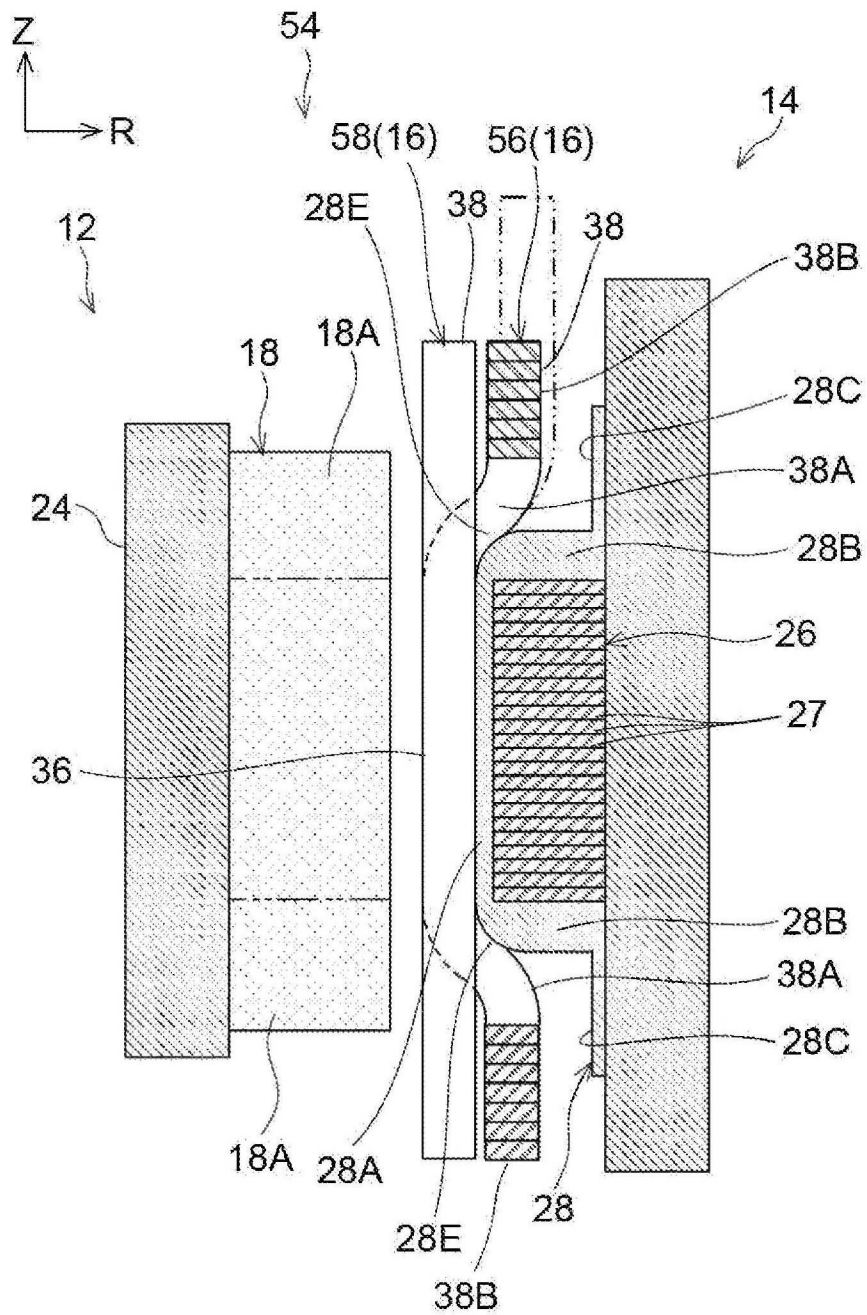


FIG. 15A

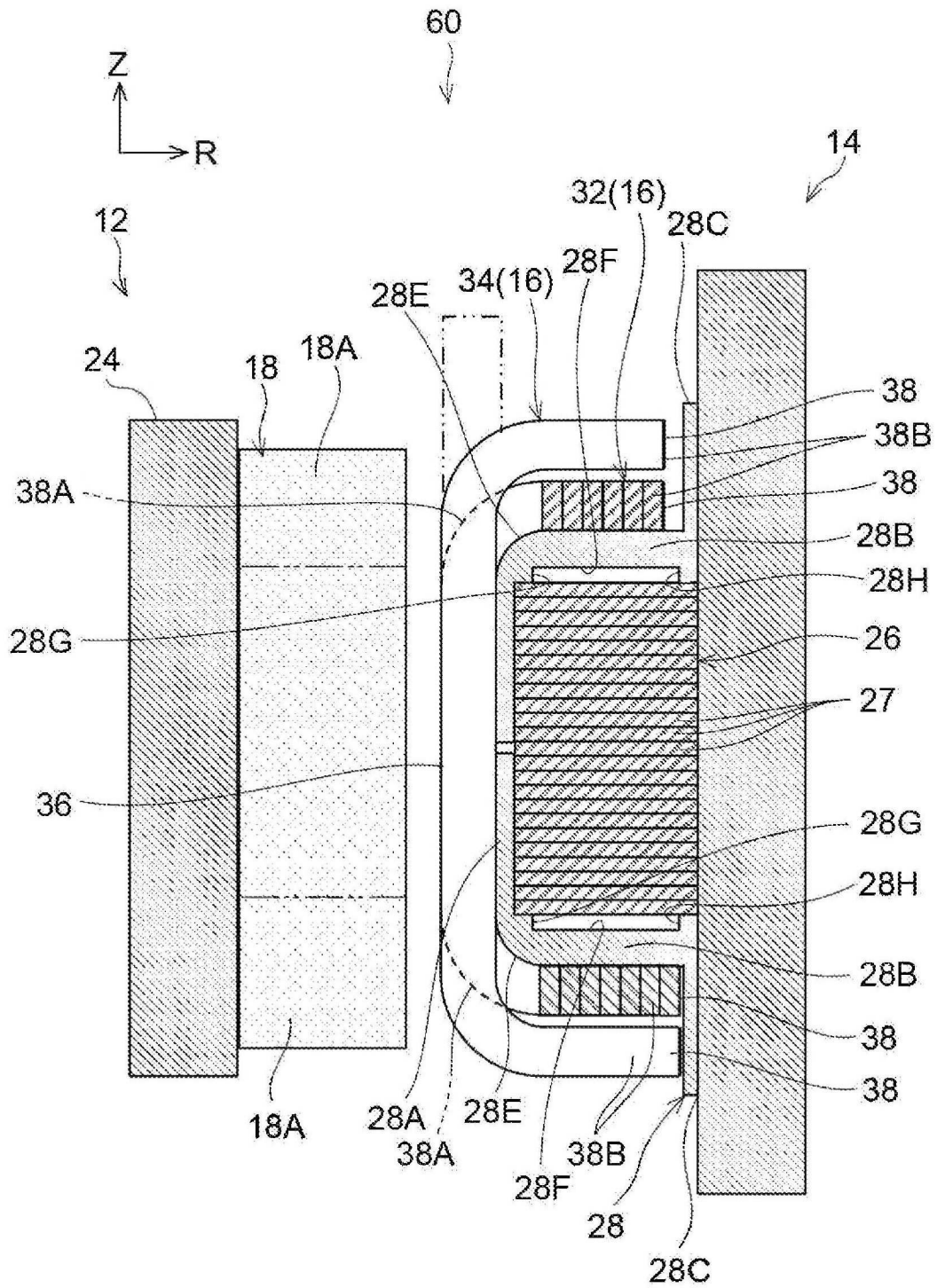


FIG.15B

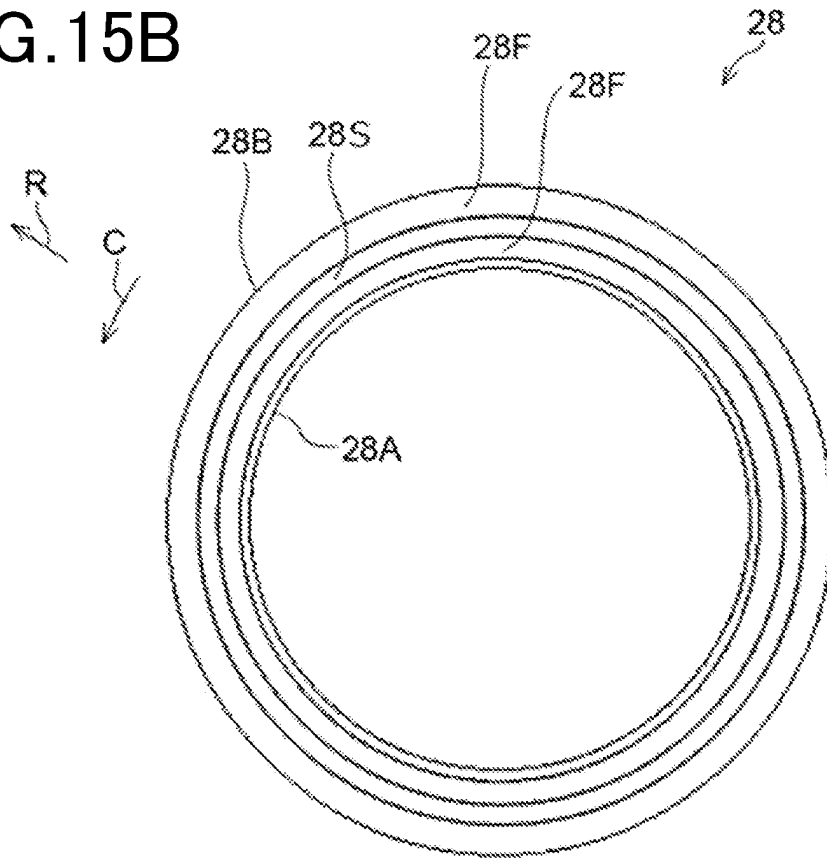


FIG.15C

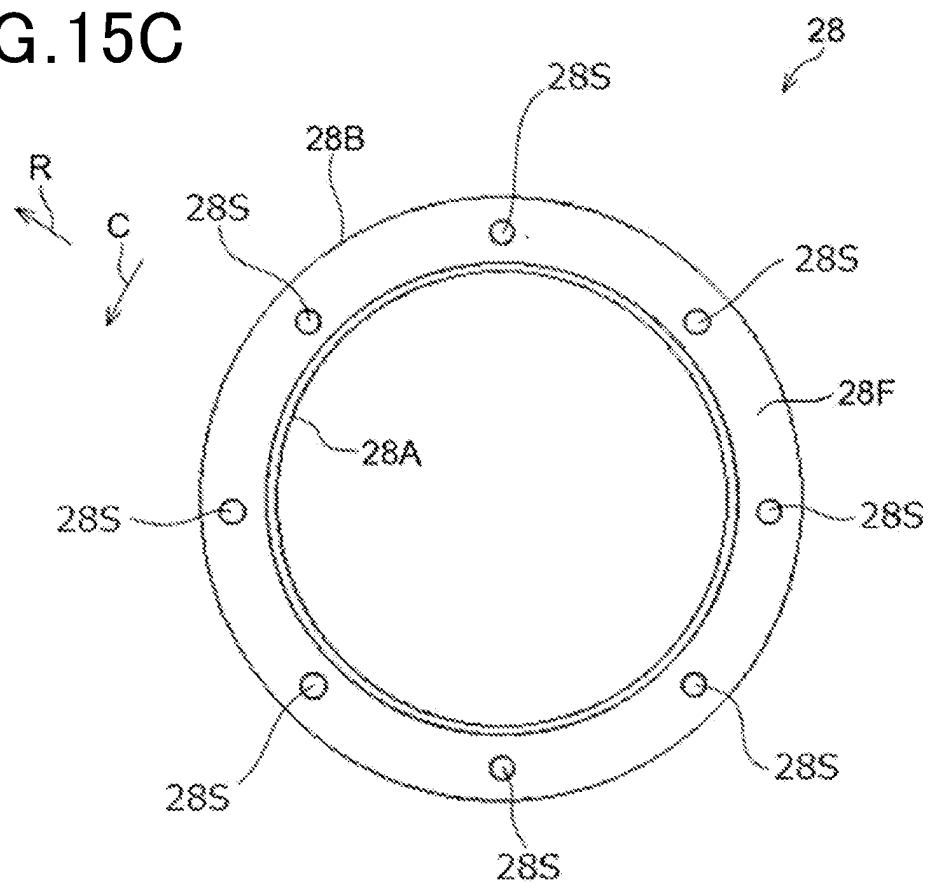


FIG.15D

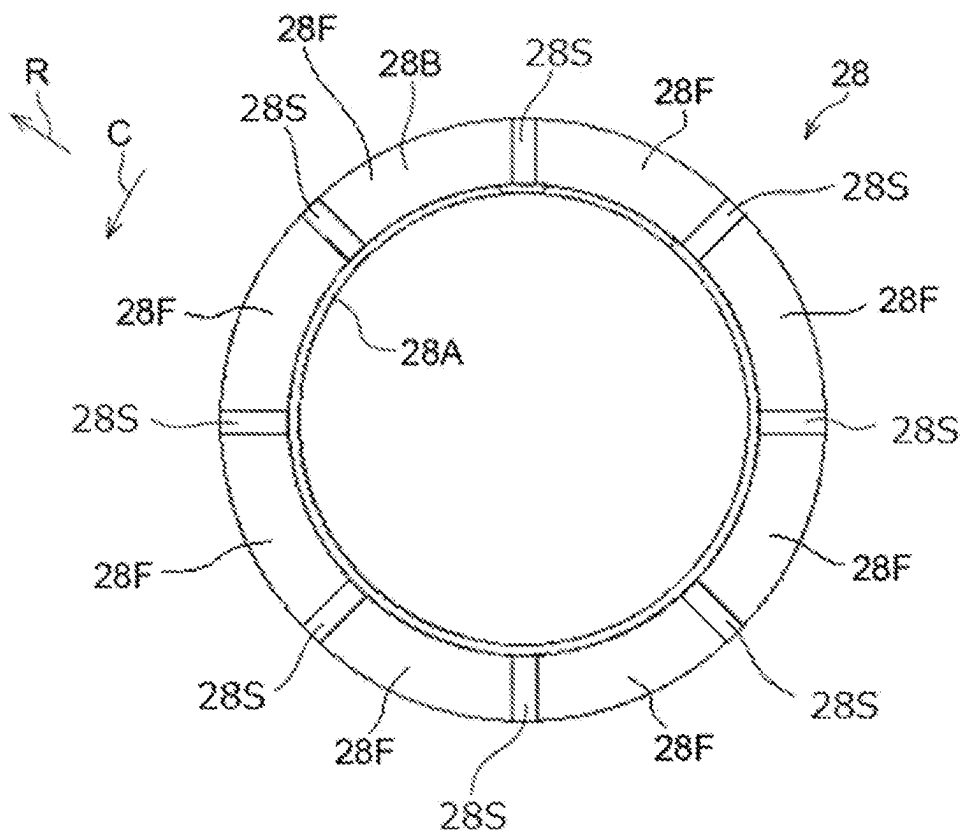


FIG. 16

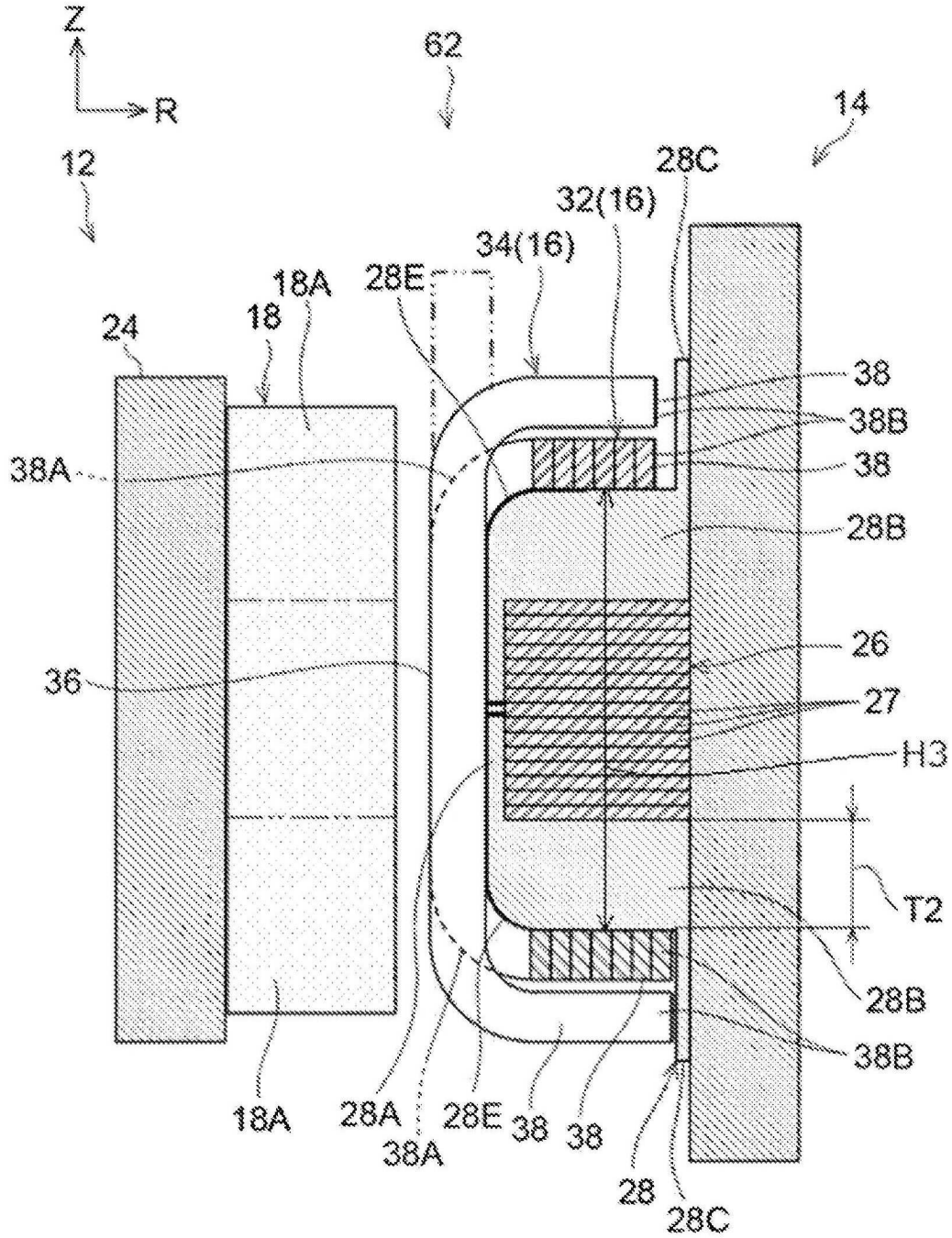


FIG.17

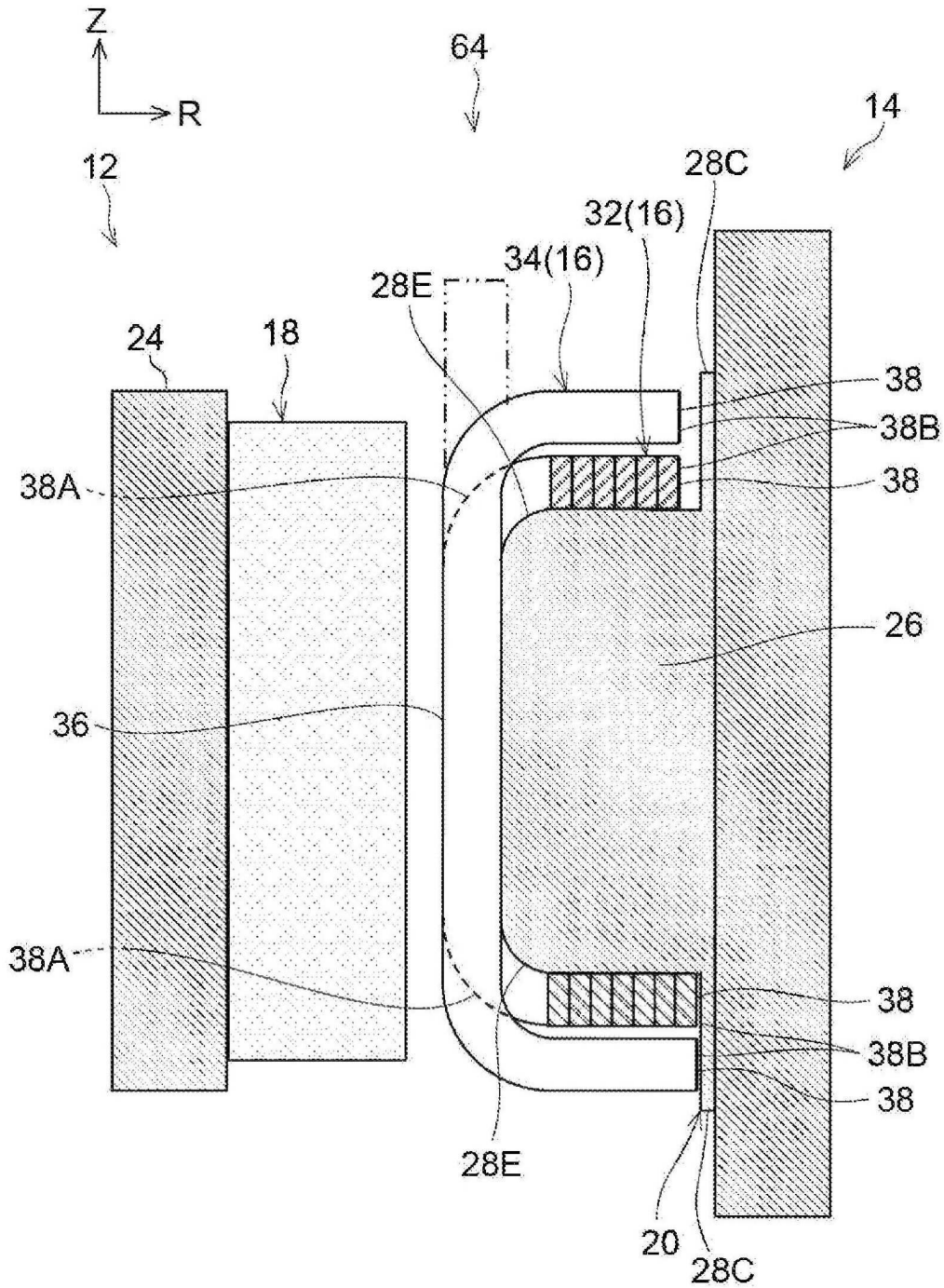


FIG.18

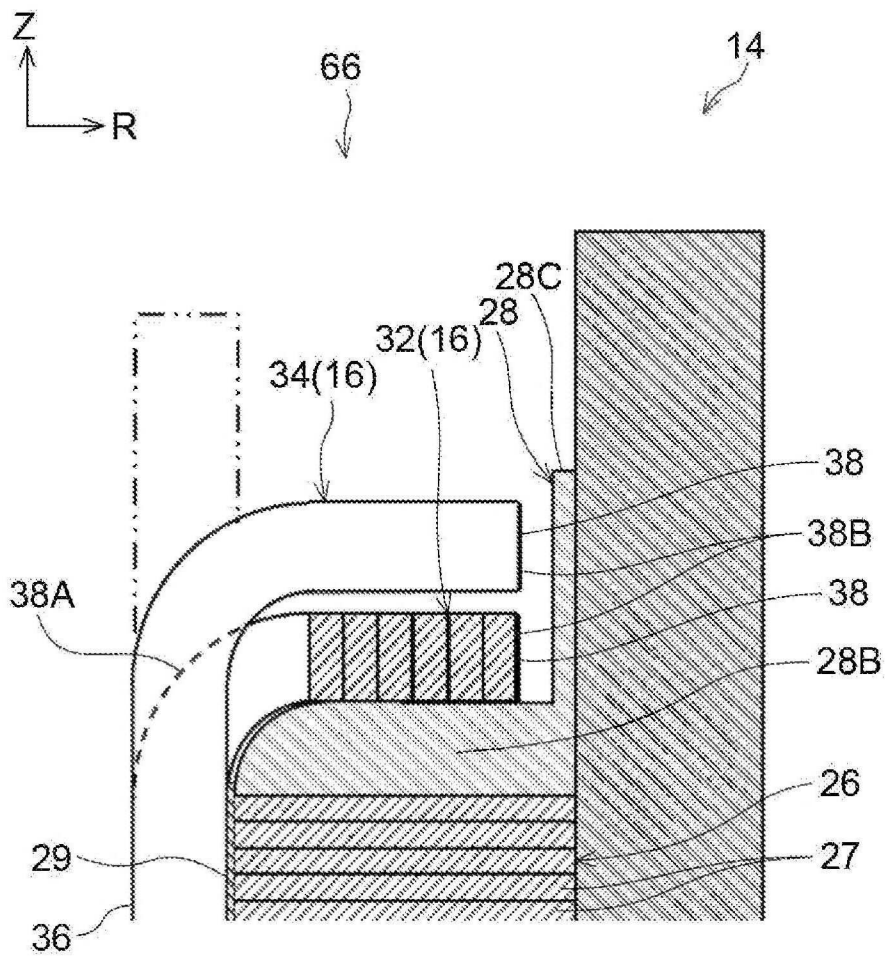


FIG. 19

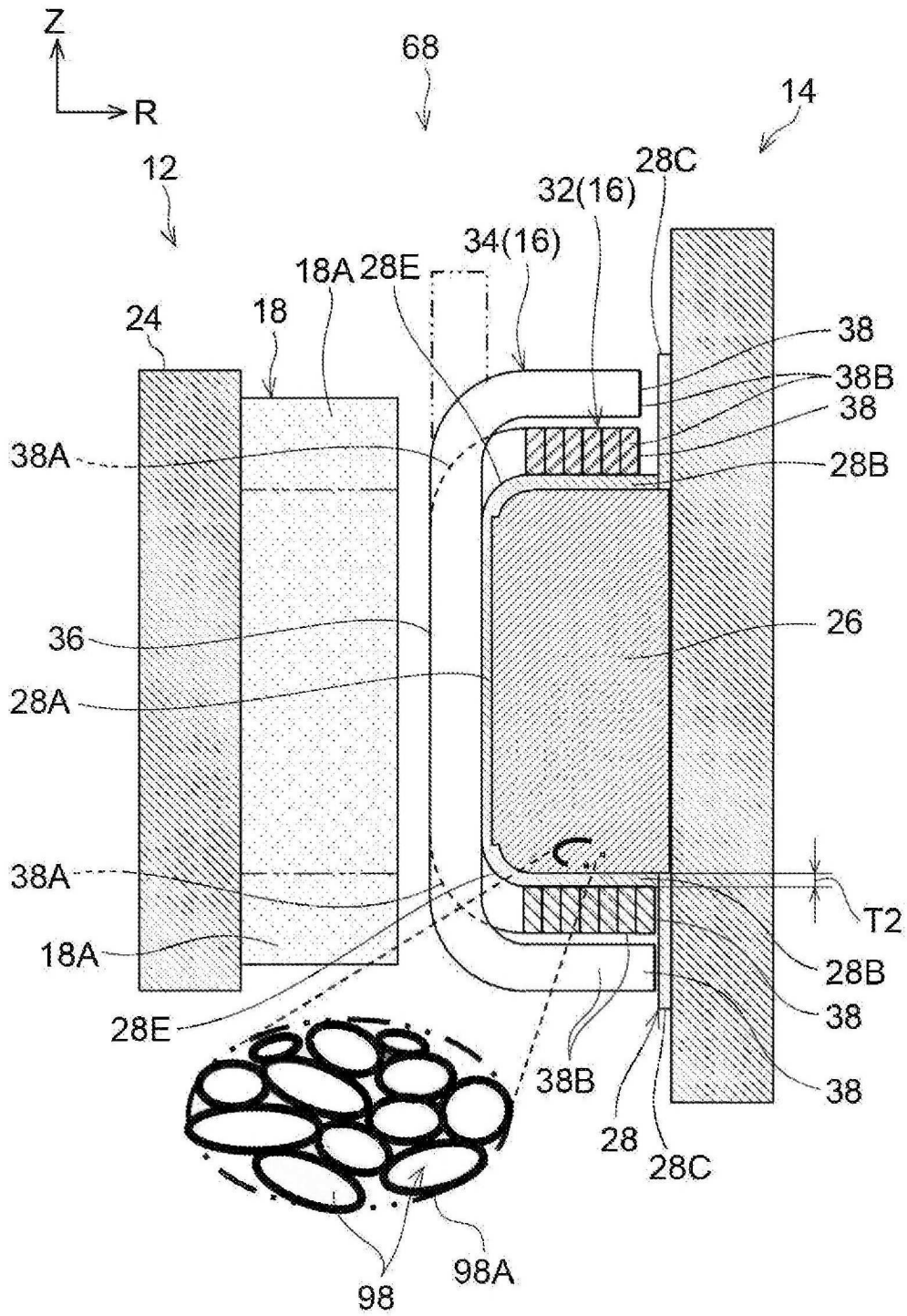


FIG.20

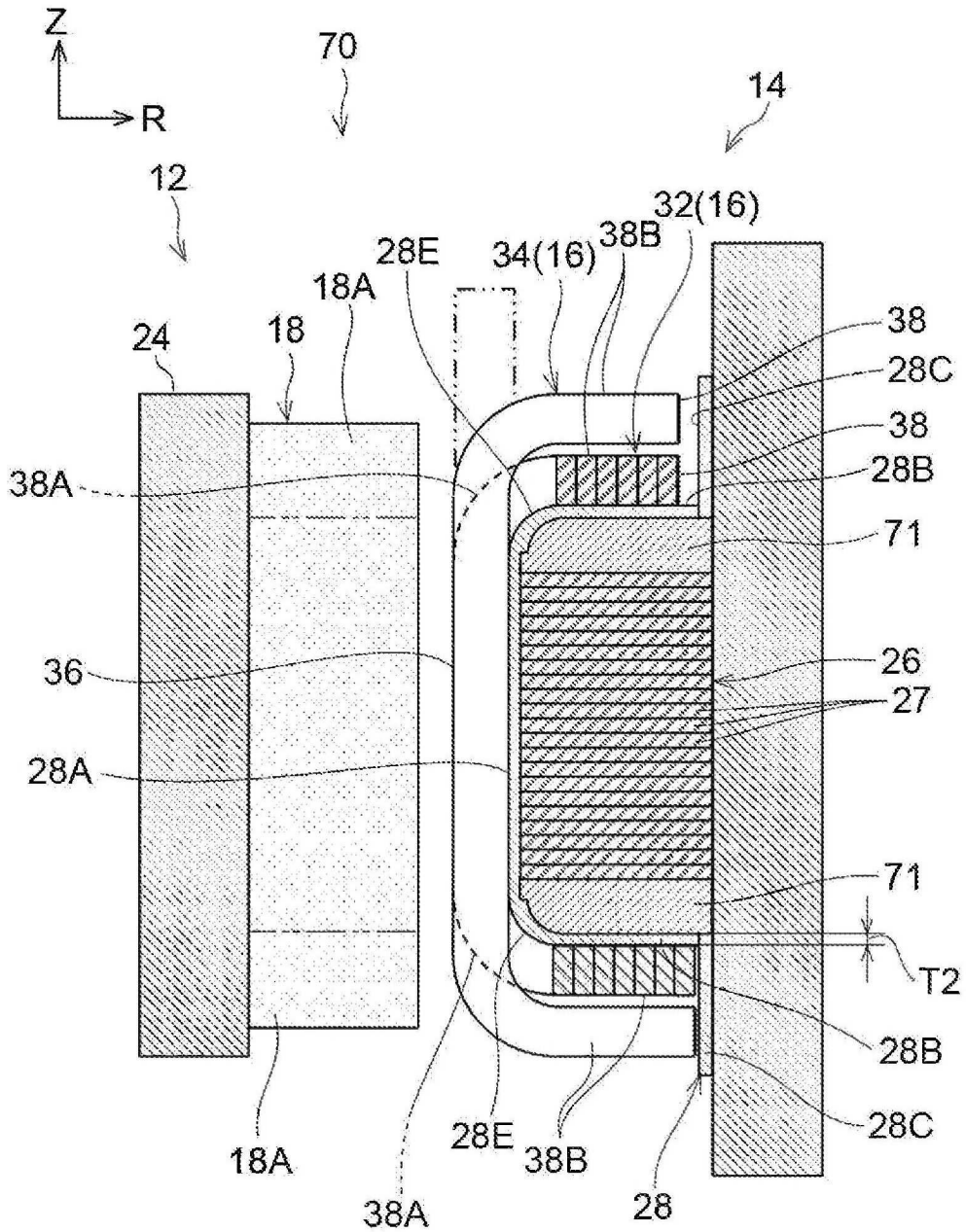


FIG.21

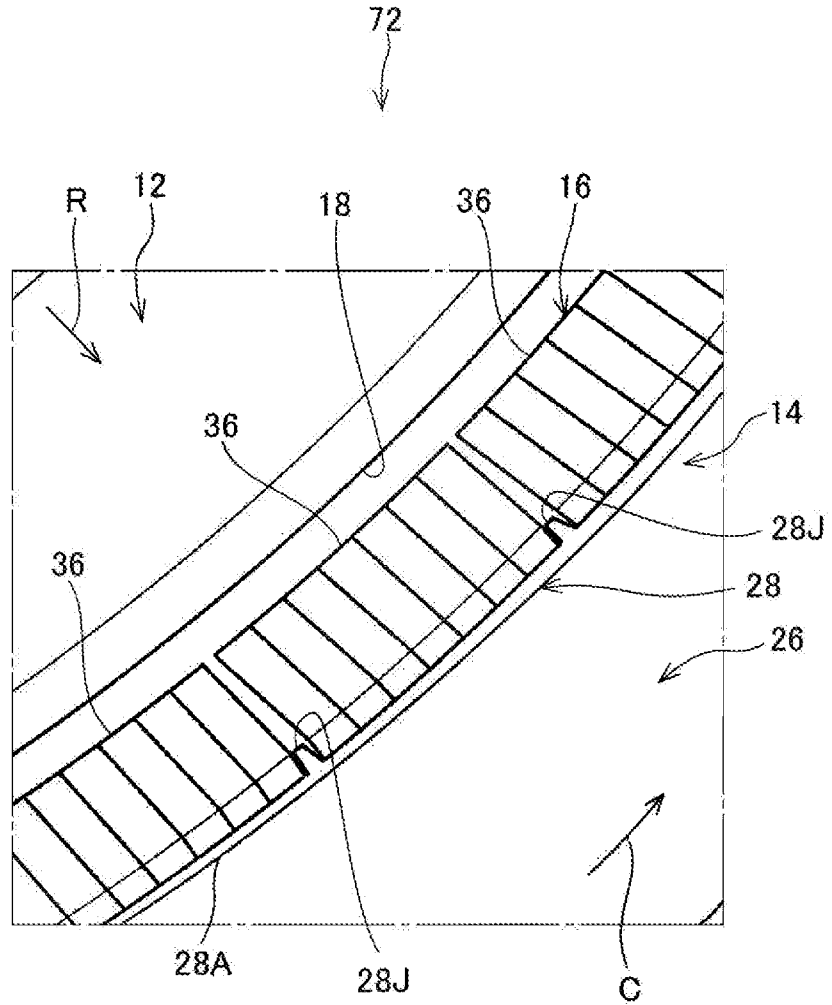


FIG.22

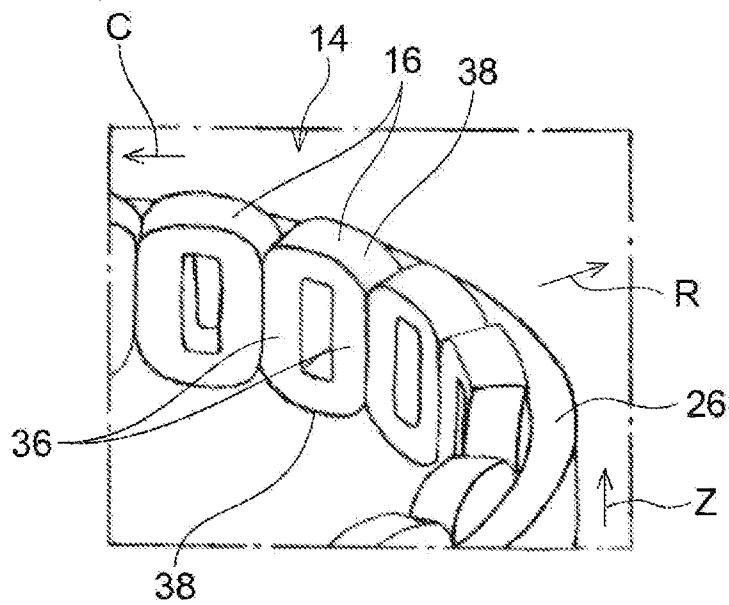


FIG.23

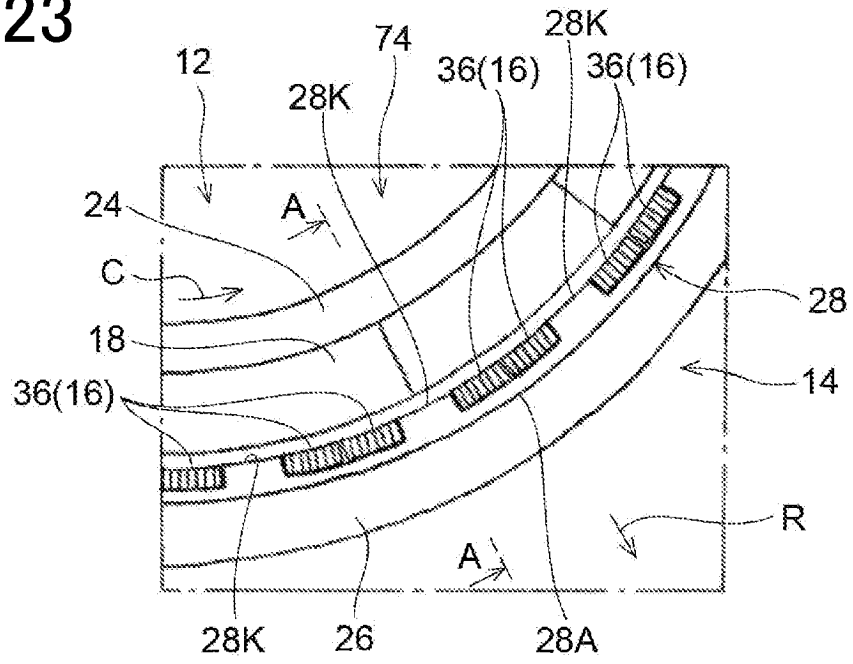


FIG.24

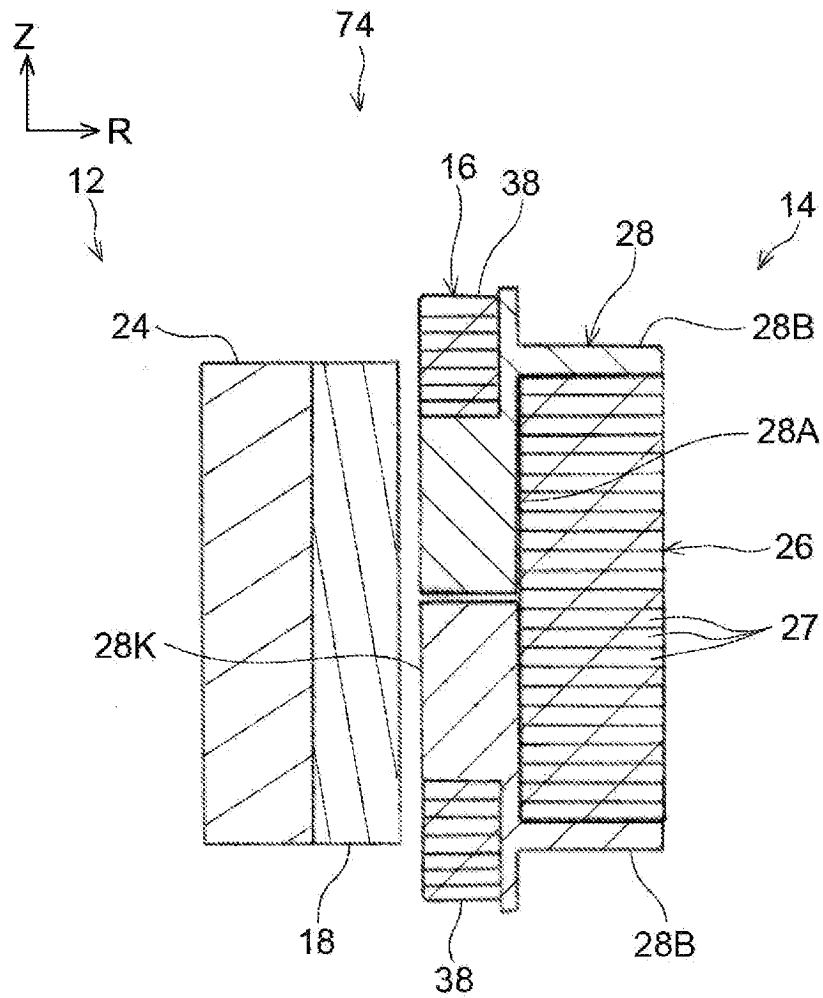


FIG.25

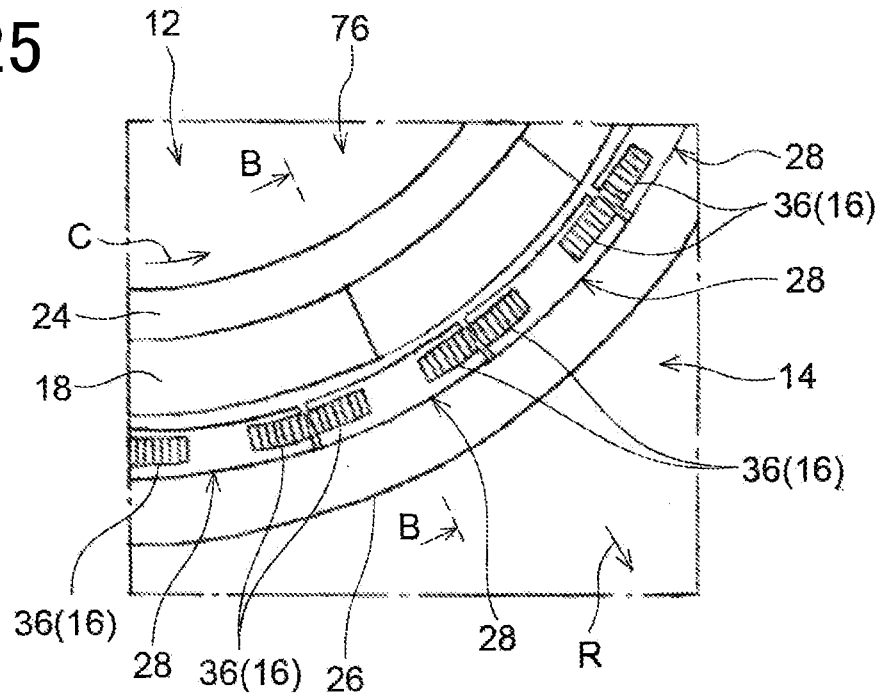


FIG.26

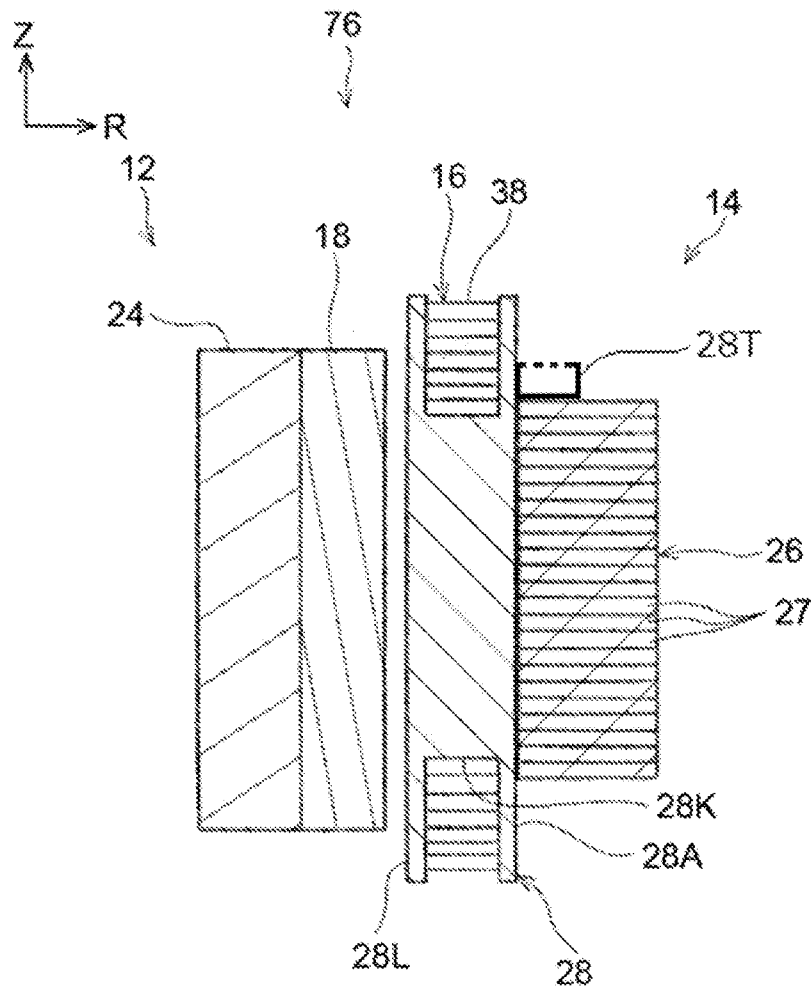


FIG.27

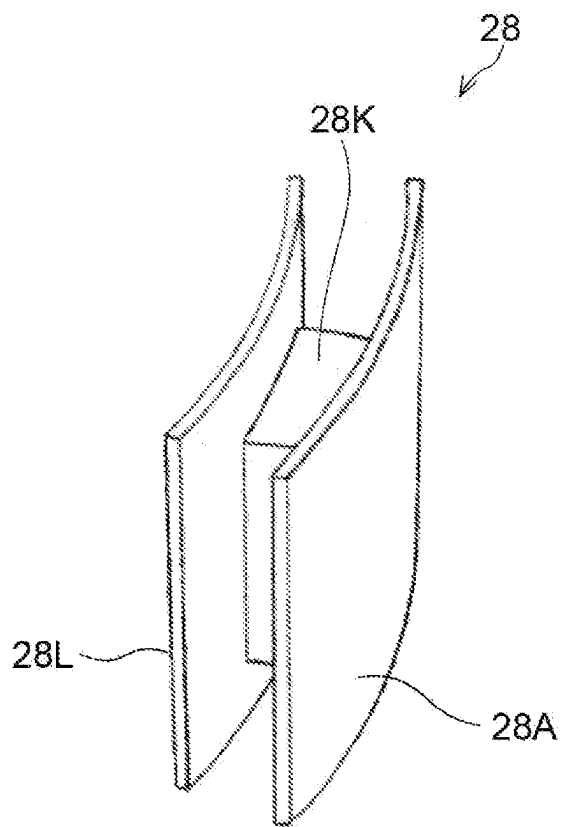


FIG.28

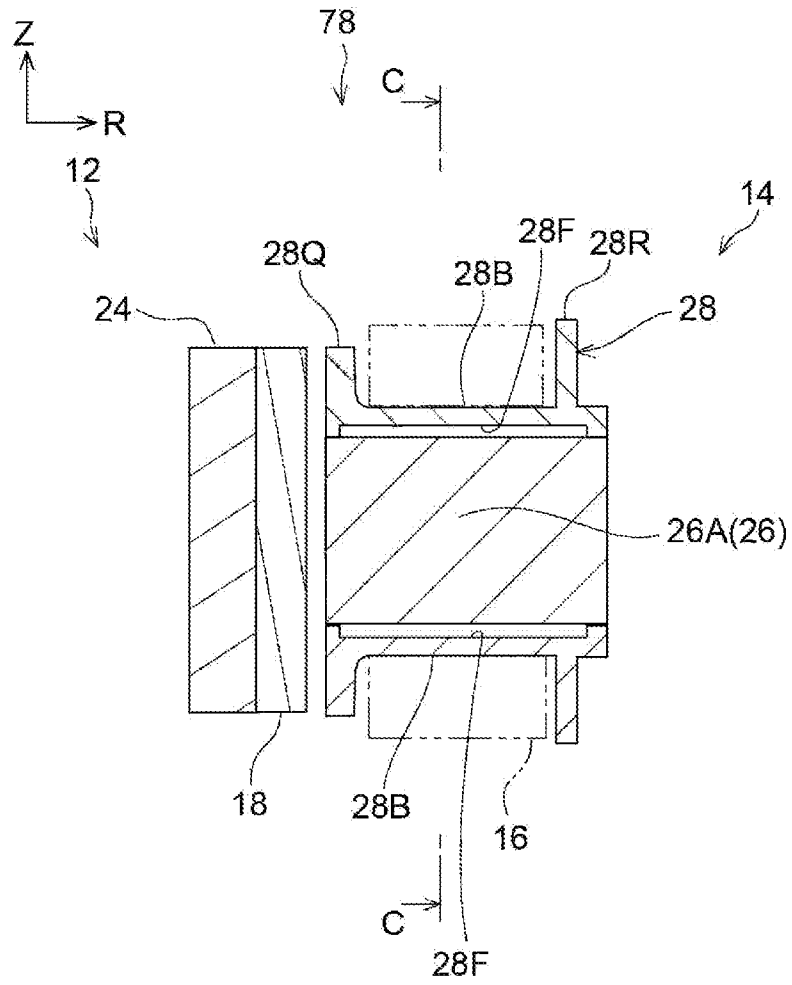


FIG.29

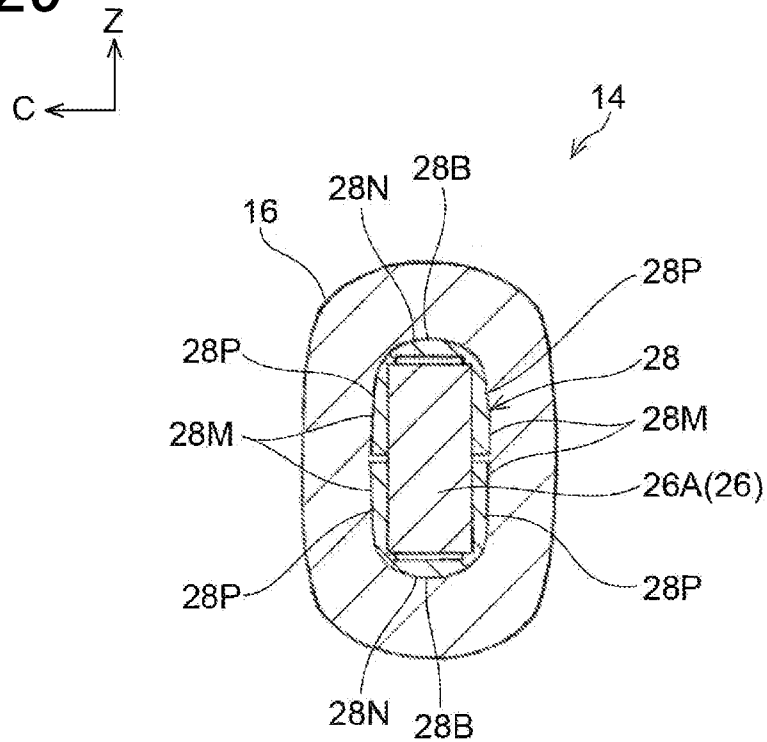


FIG.31

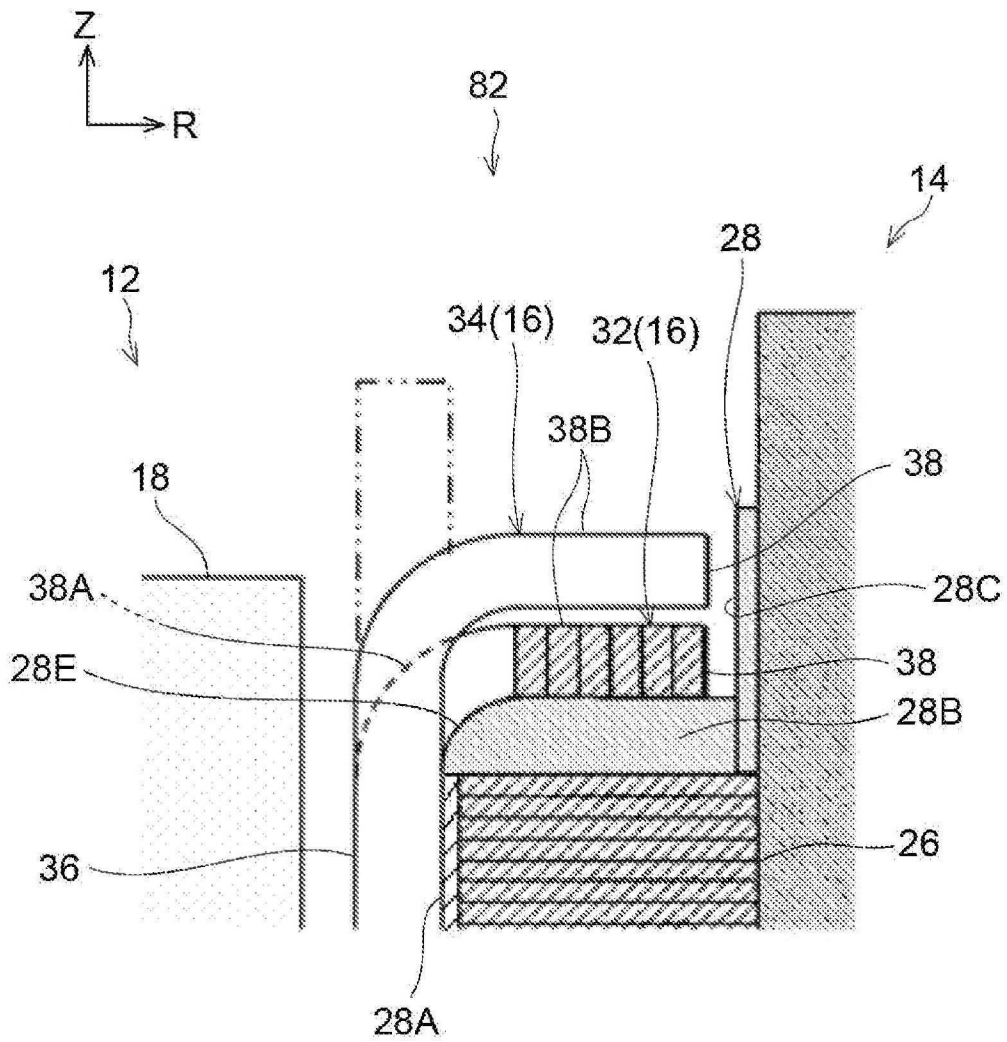


FIG.32

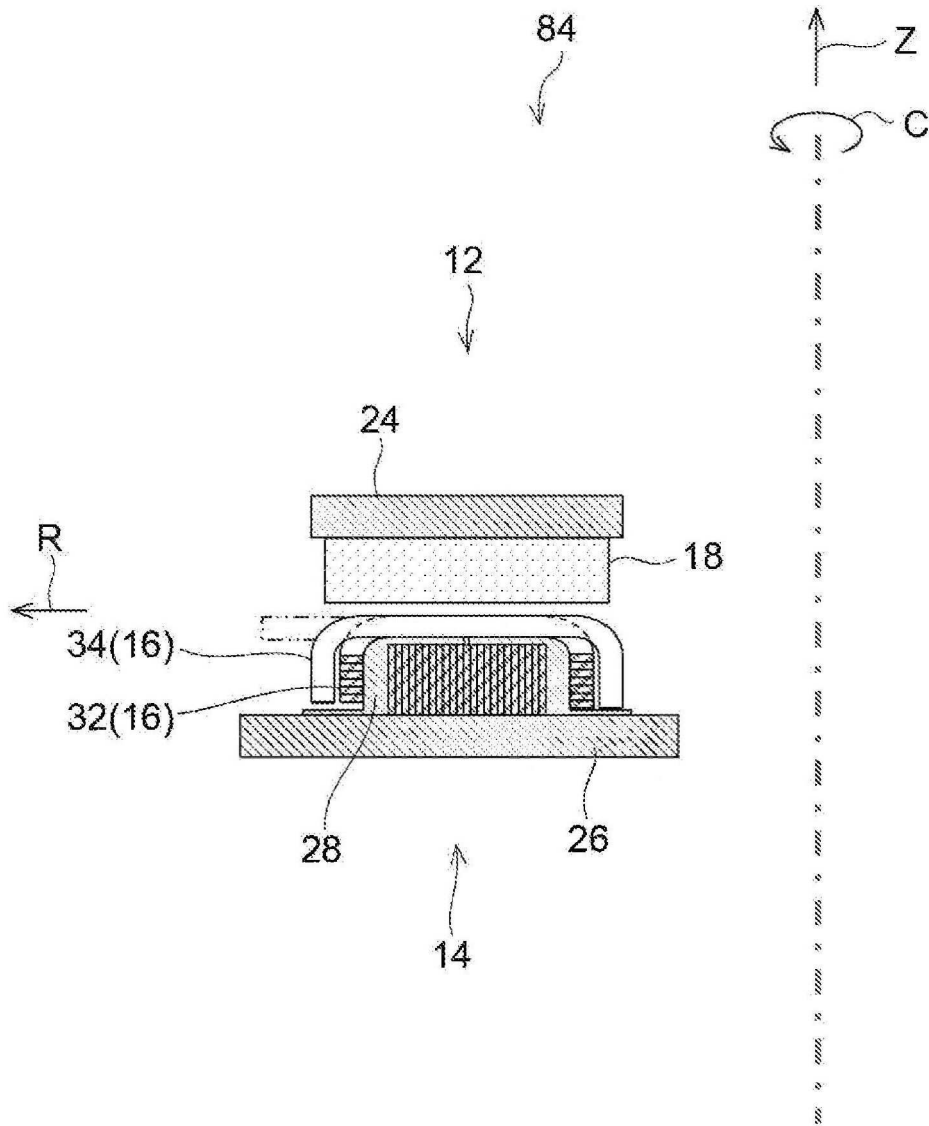


FIG.33

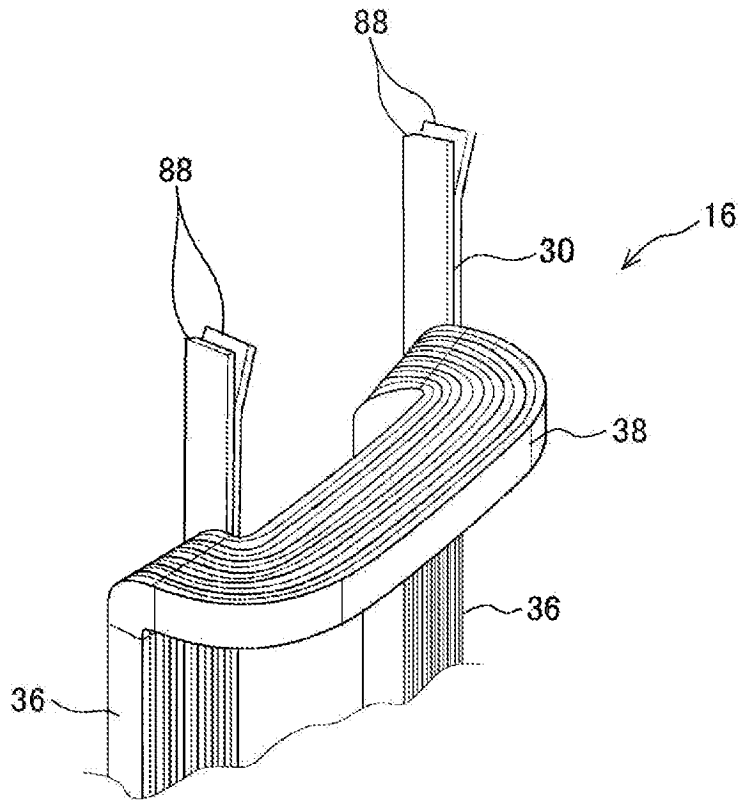


FIG.34

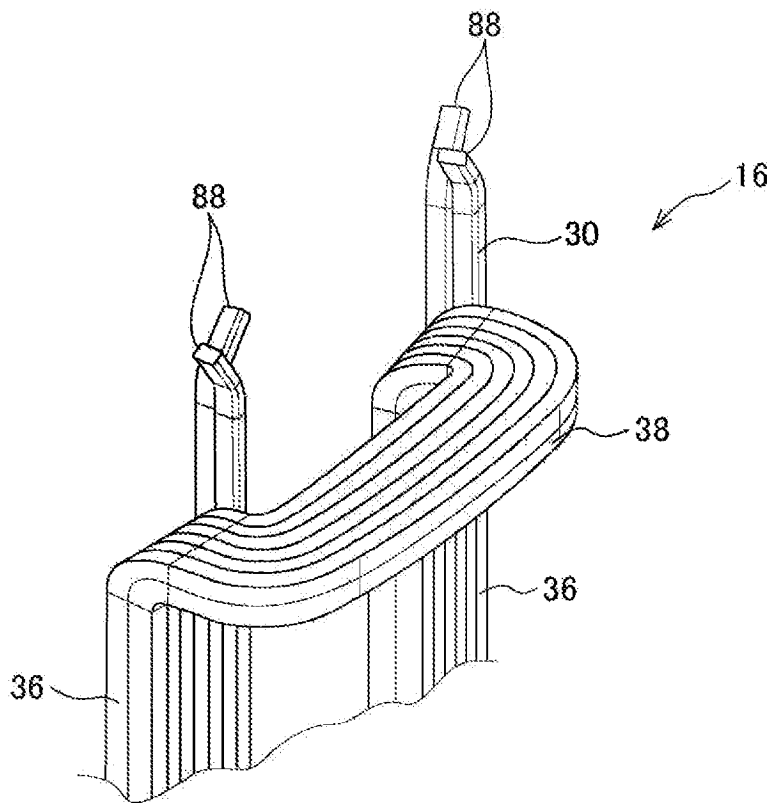


FIG.35

