



(10) **DE 11 2019 002 413 T5** 2021.01.21

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/216070**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **F16D 27/112 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 002 413.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/014981**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.04.2019**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.11.2019**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **21.01.2021**

(30) Unionspriorität:
2018-092158 11.05.2018 JP

(72) Erfinder:
Sakuraba, Shigeyoshi, Kariya-city, Aichi, JP;
Hayashi, Toshihiro, Kariya-city, Aichi, JP;
Kurohata, Kiyoshi, Kariya-city, Aichi, JP; Konishi,
Toshihiro, Kariya-city, Aichi, JP; Tachibana,
Kazuma, Kariya-city, Aichi, JP

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

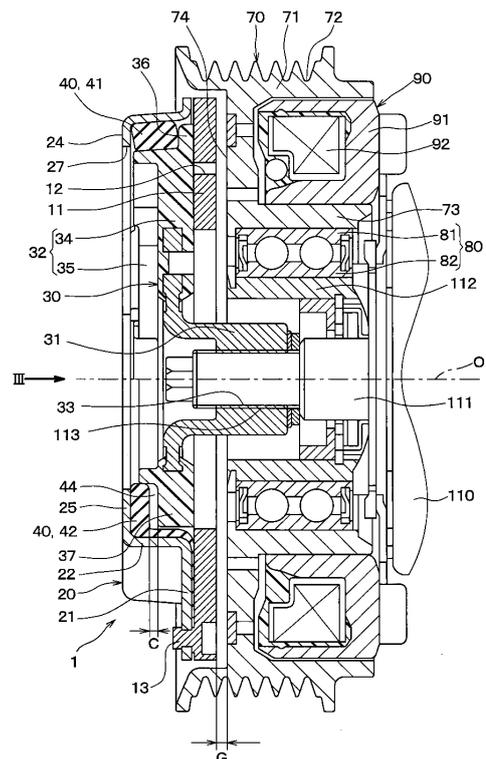
(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetische Kupplung**

(57) Zusammenfassung: Ein Anker (11) ist so konfiguriert, dass er aufgrund einer magnetischen Anziehungskraft mit einem Stellglied (70) in Berührung gerät. Eine äußere Platte (20) ist an einem Anker (11) befestigt, wobei sich die äußere Platte auf einer dem Stellglied (70) gegenüberliegenden Seite des Ankers befindet und so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht. Eine innere Nabe (30) befindet sich zwischen dem Anker (11) und der äußeren Platte (20), um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker (11) oder der äußeren Platte (20) in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht, und die innere Nabe an einer angetriebenen Vorrichtung (110) befestigt ist. Ein Kautschukelement (40) ist zwischen der inneren Nabe (30) und der äußeren Platte (20) vorgesehen, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe (30) und die äußere Platte (20) in einer Richtung voneinander weg auszuüben. Diese elektromagnetische Kupplung ist so konfiguriert, dass die drängende Kraft des Kautschukelements (40) nichtlinear zunimmt, wenn sich das Stellglied (70) und der Anker (11) aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander annähern.



BeschreibungQUERVERWEIS AUF
VERWANDTE ANWENDUNG

[0001] Diese Anmeldung beruht auf der am 11. Mai 2018 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2018 - 92 158, deren Offenbarung hier durch Verweis aufgenommen wird.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine elektromagnetische Kupplung zur Übertragung eines Drehmoments von einem Stellglied auf ein angetriebenes Gerät.

STAND DER TECHNIK

[0003] In den letzten Jahren gab es eine steigende Nachfrage nach einer Geräuschreduzierung von Fahrzeugen, und es wurde gefordert, das Geräusch einer elektromagnetischen Kupplung zu reduzieren. Die in der Patenliteratur 1 offen gelegte elektromagnetische Kupplung hat folgende Elemente: einen Anker, der einem Rotor zugewandt ist, der ein Stellglied ist, eine innere Nabe, die an einer Welle eines Verdichters befestigt ist, der ein angetriebenes Gerät ist, und eine Blattfeder aus Metall, die den Anker und die innere Nabe verbindet. Die Blattfeder drückt den Rotor und den Anker in eine Richtung voneinander weg.

[0004] Bei dieser elektromagnetischen Kupplung zieht bei Erregung einer in dem Rotor vorgesehenen Spule die von der Spule erzeugte magnetische Anziehungskraft den Anker gegen die Drängende Kraft der Blattfeder in die Richtung des Rotors, wodurch der Rotor und der Anker durch eine Reibungskraft miteinander gefügt werden. Dann dreht sich die elektromagnetische Kupplung zusammen mit dem Rotor, um das Drehmoment von dem Rotor auf den Verdichter zu übertragen. Wenn die Spule nicht mehr erregt ist und die magnetische Anziehungskraft verschwindet, bewirkt die Drängende Kraft der Blattfeder, dass sich der Anker von dem Rotor weg bewegt und die Drehmomentübertragung von dem Rotor zu dem Verdichter angehalten wird.

[0005] Bei dieser elektromagnetischen Kupplung verformt sich die Blattfeder bei Annäherung von dem Rotor und dem Anker aufgrund der magnetischen Anziehungskraft, die von der Spule in dem Rotor erzeugt wird, elastisch in der Richtung der Drehachse und in der Umfangsrichtung. Dementsprechend nimmt die Drängende Kraft der Blattfeder mit zunehmendem Verschiebungsbetrag des Ankers nichtlinear zu, und die Aufprallgeschwindigkeit des Rotors und des Ankers wird verringert. Dementsprechend kann diese elektromagnetische Kupplung die beim Aufprall

des Ankers auf den Aktuator entstehenden Aufprallgeräusche (d.h. Kupplungsgeräusche) unterdrücken.

[0006] Eine elektromagnetische Kupplung, die in der Patenliteratur 2 offenbart ist, umfasst einen Anker, der einem Rotor zugewandt ist, eine innere Nabe, die an einer Welle eines Verdichters befestigt ist, und ein Kautschukelement, das eine an dem Anker befestigte Nabenplatte und die innere Nabe in der radialen Richtung verbindet.

[0007] Auch bei dieser elektromagnetischen Kupplung zieht bei Erregung einer in dem Rotor vorgesehenen Spule die von der Spule erzeugte magnetische Anziehungskraft den Anker gegen die drängende Kraft des Kautschukelements in die Richtung des Rotors, so dass der Rotor und der Anker durch Reibungskraft miteinander gefügt werden. Dann dreht sich die elektromagnetische Kupplung zusammen mit dem Rotor, um das Drehmoment von dem Rotor auf den Verdichter zu übertragen. Wenn die Spule nicht mehr erregt ist, und die magnetische Anziehungskraft verschwindet, bewirkt die drängende Kraft des Kautschukelements, dass sich der Anker von dem Rotor wegbewegt, und die Drehmomentübertragung von dem Rotor auf den Verdichter wird angehalten.

[0008] Diese elektromagnetische Kupplung kann durch die elastische Kraft des Kautschukelements die bei der Drehmomentübertragung auftretenden Schwankungen des Torsionsmomentes zwischen der inneren Nabe, der äußeren Platte und dem Anker reduzieren. Dementsprechend kann diese elektromagnetische Kupplung die Geräuschschwingungen während der Drehmomentübertragung reduzieren.

DOKUMENTE ZUM STAND DER TECHNIK

PATENTDOKUMENT

Patentliteratur 1: JP 2000 - 179 582 A

Patentliteratur 2: JP S62 - 167 936 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Bei der in der Patenliteratur 1 offengelegten elektromagnetischen Kupplung sind der Anker und die innere Nabe durch die Blattfeder verbunden. Dementsprechend kann es bei dieser elektromagnetischen Kupplung schwierig sein, durch die Blattfeder Schwankungen des während der Drehmomentübertragung zwischen der äußeren Platte, der äußeren Platte und der inneren Nabe erzeugten Torsionsmomentes aufzufangen. Dementsprechend kann die Geräuschschwingung während der Drehmomentübertragung in dieser elektromagnetischen Kupplung groß sein.

[0010] Da bei der in Patentliteratur 2 offengelegten elektromagnetischen Kupplung die an dem Anker befestigte Nabenplatte und die innere Nabe in der radialen Richtung durch das Kautschukelement verbunden sind, steigt die drängende Kraft des Kautschukelements linear an, während die Spule erregt wird und sich der Rotor und der Anker einander nähern. Dementsprechend kann bei dieser elektromagnetischen Kupplung die Aufprallgeschwindigkeit des Rotors und des Ankers nicht verringert werden, und es können erhebliche Kupplungsgeräusche erzeugt werden.

[0011] Ein Anliegen der vorliegenden Offenbarung ist es, eine elektromagnetische Kupplung bereitzustellen, die so konfiguriert ist, dass sie ein Betätigungsgeräusch zu Beginn einer Drehmomentübertragung und ein Betriebsgeräusch während der Drehmomentübertragung unterdrückt.

[0012] Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Offenbarung hat eine elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie ein Drehmoment von einem Stellglied auf ein angetriebenes Gerät überträgt: einen Anker, der so konfiguriert ist, dass er aufgrund einer magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät; eine äußere Platte, die an dem Anker befestigt ist, wobei sich die äußere Platte auf einer dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers befindet und so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht; eine innere Nabe, die zwischen dem Anker und der äußeren Platte so angeordnet ist, dass sie in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich ist, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist; und ein Kautschukelement, das zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen ist, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg zu vermitteln. Die drängende Kraft des Kautschukelements nimmt nichtlinear zu, wenn sich Stellglied und Anker aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander nähern.

[0013] Gemäß diesem Gesichtspunkt wird der Anker gegen die drängende Kraft des Kautschukelements zum Stellglied gezogen, während die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker erzeugt wird. Zu diesem Zeitpunkt nimmt die Drängende Kraft des Kautschukelements nichtlinear zu, wenn sich der Anker und das Stellglied einander nähern. Dementsprechend wird die Kollisionsgeschwindigkeit des Stellglieds und des Ankers verringert, bevor das Stellglied und der Anker in Berührung geraten. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung das Aufprallgeräusch (d.h. das Kupplungsgeräusch) unterdrücken, das durch die Kollision

von Anker und Stellglied zu Beginn der Drehmomentübertragung entsteht.

[0014] Darüber hinaus kann die elektromagnetische Kupplung durch die elastische Kraft des Kautschukelements die während der Drehmomentübertragung verursachten Schwankungen des Torsionsdrehmoments zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte oder dem Anker reduzieren. Dementsprechend kann diese elektromagnetische Kupplung die Geräuschschwingungen während der Drehmomentübertragung reduzieren.

[0015] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Offenbarung hat eine elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie ein Drehmoment von einem Stellglied auf ein angetriebenes Gerät überträgt, Folgendes beinhaltet: einen Anker, der so konfiguriert ist, dass er aufgrund einer magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät; eine äußere Platte, die an dem Anker befestigt ist, wobei sich die äußere Platte auf einer dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers befindet und so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht; eine innere Nabe, die zwischen dem Anker und der äußeren Platte so angeordnet ist, dass sie in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich ist, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist; und ein Kautschukelement, das zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen ist, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg zu vermitteln. Das Kautschukelement hat einen dünnen Abschnitt, der einen Freiraum mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in einem Zustand definiert, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, und einen Dichtungsabschnitt, der von dem dünnen Abschnitt vorsteht, um die innere Nabe oder die äußere Platte zu berühren, um so das Eindringen von Wasser von innen nach außen durch den Freiraum zu begrenzen.

[0016] Wenn der Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte definiert ist, ist es denkbar, dass Wasser von außen durch den Freiraum in das Innere eindringt. Wenn das Wasser durch das Innere der elektromagnetischen Kupplung hindurchgeht, und der Rotor und der Anker nass werden, und Rost entsteht, kann es zum sogenannten Kupplungsrutschen kommen, und dementsprechend kann die Leistungsfähigkeit der Drehmomentübertragung der elektromagnetischen Kupplung abnehmen.

[0017] Im Hinblick auf die vorstehend genannten Gesichtspunkte hat das Kautschukelement dieses Gesichtspunktes den Dichtungsabschnitt. Dementspre-

chend kann, obwohl der Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte definiert ist, das Eindringen von Wasser von außen nach innen durch den Freiraum unterdrückt werden. Dementsprechend kann die Erzeugung von Rost auf dem Stellglied und dem Anker unterdrückt werden. Dadurch kann diese elektromagnetische Kupplung das sogenannte Kupplungsrutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung von dem Stellglied auf das angetriebene Gerät erhöhen.

[0018] Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Offenbarung hat eine elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie ein Drehmoment von einem Stellglied auf ein angetriebenes Gerät überträgt: einen Anker, der so konfiguriert ist, dass er aufgrund einer magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät; eine äußere Platte, die an dem Anker befestigt ist, wobei die äußere Platte auf einer dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers angeordnet ist, und die äußere Platte so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht; eine innere Nabe, die zwischen dem Anker und der äußeren Platte angeordnet ist, um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht, wobei die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist; ein Kautschukelement, das zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte angeordnet ist, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg zu vermitteln; und einen eine Ringform aufweisenden Flanschabschnitt, der von einem Spalt zwischen dem Anker und der äußeren Platte radial nach außen vorsteht, um den Spalt zwischen dem Stellglied und dem Anker abzudecken.

[0019] Dementsprechend begrenzt der Flanschabschnitt das Eindringen von Wasser in den Spalt zwischen Stellglied und dem Anker von radial außerhalb der elektromagnetischen Kupplung. Dadurch ist es möglich, die Rostbildung auf dem Stellglied und dem Anker zu unterdrücken. Dadurch kann diese elektromagnetische Kupplung das sogenannte Kupplungsrutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung vom Stellglied zum angetriebenen Gerät erhöhen.

[0020] Die Bezugszeichen in Klammern, die den Bauteilen und dergleichen beigefügt sind, geben ein Beispiel für die Entsprechung zwischen den Bauteilen und dergleichen und bestimmten Bauteilen und dergleichen an, die zumindest in einer nachstehend zu beschreibenden Ausführungsform beschrieben sind.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Diagramm, das einen Kältekreislauf veranschaulicht, in dem eine elektromagnetische Kupplung einer ersten Ausführungsform verwendet wird.

Fig. 2 ist eine perspektivische Explosionsdarstellung, die die elektromagnetische Kupplung und einen Rotor entsprechend der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 ist eine Draufsicht auf die elektromagnetische Kupplung gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 4 ist eine Querschnittsdarstellung der elektromagnetischen Kupplung und des Rotors entlang der Linie IV-IV von **Fig. 3**.

Fig. 5 ist eine Draufsicht, die eine äußere Platte der elektromagnetischen Kupplung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 6 ist eine Draufsicht, die eine innere Nabe der elektromagnetischen Kupplung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 7 ist eine Draufsicht, die ein Kautschukelement der elektromagnetischen Kupplung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 8 ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktionsweise der elektromagnetischen Kupplung gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 9 ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktionsweise der elektromagnetischen Kupplung gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 10 ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktionsweise der elektromagnetischen Kupplung gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 11 ist ein charakteristisches Diagramm, das die Beziehungen zwischen einer drängenden Kraft des Kautschukelements der elektromagnetischen Kupplung und einem Anker-Verschiebungsbetrag gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 12 ist eine Querschnittsdarstellung einer elektromagnetischen Kupplung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 13 ist eine vergrößerte Ansicht des Teils XIII von **Fig. 12**.

Fig. 14 ist eine Draufsicht auf die elektromagnetische Kupplung gemäß der zweiten Ausführungsform.

Fig. 15 ist eine Querschnittsdarstellung einer elektromagnetischen Kupplung gemäß einer dritten Ausführungsform.

Fig. 16 ist eine vergrößerte Ansicht des Teils XVI von **Fig. 15**.

Fig. 17 ist eine Draufsicht, die eine innere Nabe der elektromagnetischen Kupplung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

Fig. 18 ist eine Querschnittsdarstellung eines Teils einer elektromagnetischen Kupplung gemäß einer vierten Ausführungsform.

Fig. 19 ist eine Querschnittsdarstellung eines Teils einer elektromagnetischen Kupplung gemäß einer fünften Ausführungsform.

Fig. 20 ist eine Querschnittsdarstellung eines Teils einer elektromagnetischen Kupplung nach einer sechsten Ausführungsform.

Fig. 21 ist eine Querschnittsdarstellung einer elektromagnetischen Kupplung nach einer siebten Ausführungsform.

Fig. 22 ist eine vergrößerte Ansicht des Teils XXII von **Fig. 21**.

Fig. 23 ist eine Draufsicht, die ein Kautschukelement der elektromagnetischen Kupplung gemäß der siebten Ausführungsform zeigt.

Fig. 24 ist eine Draufsicht auf eine elektromagnetische Kupplung gemäß einer achten Ausführungsform.

Fig. 25 ist eine Querschnittsdarstellung eines Teils der elektromagnetischen Kupplung gemäß der Linie XXV-XXV von **Fig. 24**.

AUSFÜHRUNGSFORMEN ZUR VERWERTUNG DER ERFINDUNG

[0021] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden nun unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Teile, die in den folgenden Ausführungsformen identisch oder äquivalent zueinander sind, erhalten die gleichen Bezugszeichen und werden nicht beschrieben.

(Erste Ausführungsform)

[0022] Eine erste Ausführungsform wird beschrieben. Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist eine elektromagnetische Kupplung der vorliegenden Ausführungsform eine Drehmomentübertragungsvorrichtung, die so konfiguriert ist, dass sie intermittierend Drehmoment von einem Rotor **70**, der ein Stellglied ist, auf einen Verdichter **110**, der ein angetriebenes Gerät ist, überträgt.

[0023] Zunächst wird ein Kältekreislauf **100** beschrieben, in dem der Verdichter **110** als angetriebenes Gerät vorgesehen ist. Der Kältekreislauf **100** wird in einer Fahrzeugklimaanlage (nicht abgebildet) zur Klimatisierung eines Fahrzeuginsassenraumes, eines Behälters oder dergleichen verwendet. Der Kältekreislauf **100** ist ein geschlossener Kreislauf, in dem der Verdichter **110**, ein Kühler **101**, ein Expansions-

ventil **102** und ein Verdampfer **103** durch Kältemittelleitungen **104** ringförmig miteinander verbunden sind. Der Verdichter **110** ist so konfiguriert, dass er ein Kältemittel aus der mit dem Verdampfer **103** verbundenen Kältemittelleitung **104** ansaugt, das Kältemittel verdichtet und das Kältemittel abgibt. Der Kühler **101** ist ein Wärmetauscher, der so konfiguriert ist, dass er das vom Verdichter **110** abgegebene Kältemittel veranlasst, Wärme an die Außenluft abzugeben. Das Expansionsventil **102** ist so konfiguriert, dass es das aus dem Kühler **101** ausströmende Kältemittel drucklos macht und expandiert. Der Verdampfer **103** ist ein Wärmetauscher, der so konfiguriert ist, dass er das Kältemittel, das durch das Expansionsventil **102** entspannt und expandiert wurde, verdampft, indem er Wärme mit Luft austauscht, die in den Fahrzeuginsassenraum oder einen Behälter befördert werden soll.

[0024] Als Verdichter **110** kann ein Verdichter mit fester Kapazität, wie z.B. ein Scroll- und ein Flügelzellenverdichter, oder ein Verdichter mit variabler Kapazität, wie z.B. ein Taumelscheibenverdichter, verwendet werden. Der Rotor **70**, der ein Stellglied ist, befindet sich auf einer Seite des Verdichters **110**. Der Rotor **70** ist relativ zu einem Gehäuse und dergleichen des Verdichters **110** drehbar.

[0025] Als Leistungsquelle ist ein Motor **105** am Fahrzeug montiert. Der Motor **105** wird als Leistungsquelle für den Verdichter **110** und als Stromquelle für den Betrieb des Fahrzeugs verwendet. Eine Riemenscheibe **106**, die mit einer Welle des Motors **105** verbunden ist, und der Rotor **70** sind zur Kraftübertragung durch einen Riemen **107** miteinander verbunden. Das vom Motor **105** abgegebene Drehmoment wird über die Riemenscheibe **106** und den Riemen **107** auf den Rotor **70** übertragen. Dementsprechend dreht sich der Rotor **70** zusammen mit dem Motor **105**. Die elektromagnetische Kupplung **1** befindet sich in Bezug auf den Verdichter **110** auf der anderen Seite des Rotors **70**. Das vom Motor **105** auf den Rotor **70** übertragene Drehmoment wird über die elektromagnetische Kupplung **1** auf die Welle des Verdichters **110** übertragen.

[0026] Als nächstes wird der Rotor **70** unter Bezugnahme auf die **Fig. 2**, **Fig. 4** beschrieben. Der Rotor **70** ist aus einem ferromagnetischen Material wie z.B. Eisen hergestellt. Der Rotor **70** hat einen V-förmigen Nutabschnitt **72** an einem Außenumfang **71**. Der V-förmige Abschnitt **72** hat mehrere Nuten, die jeweils einen V-förmigen Querschnitt haben. Der Riemen **107** zur Übertragung des vom Motor **105** abgegebenen Drehmoments ist um den V-förmigen Abschnitt **72** gespannt. Ein Außenring **81** eines Lagers **80** ist an einem inneren Umfangsteil **73** des Rotors **70** befestigt. Ein Innenring **82** des Lagers **80** ist an einem zylindrischen Abschnitt **112** befestigt, der zylindrisch aus dem Gehäuse des Verdichters **110** auf-

genommen ist. Infolgedessen ist der Rotor **70** relativ zu dem Gehäuse des Verdichters **110** drehbar.

[0027] Eine von dem Verdichter **110** abgewandte Stirnfläche **74** des Rotors **70** ist eine Berührungsoberfläche für die Berührung eines Ankers **11** der elektromagnetischen Kupplung **1**. In der folgenden Beschreibung wird die Reibungsfläche als Endfläche **74** des Rotors **70** bezeichnet. Auf einem Teil der Stirnfläche **74** des Rotors **70** ist ein Reibungselement zur Erhöhung des Reibungskoeffizienten vorgesehen. Als Reibungselement wird ein nichtmagnetisches Material wie z.B. ein durch Verfestigung von Aluminiumoxid mit Harz gewonnenes Material oder ein gesinterter Körper aus Metallpulver wie z.B. Aluminium verwendet.

[0028] Ein Stator **90** ist in dem Rotor **70** vorgesehen. Der Stator **90** hat ein Statorgehäuse **91** und eine Spule **92**. Das Statorgehäuse **91** ist aus ferromagnetischem Material wie Harz hergestellt und hat eine Ringform. Die Spule **92** ist mit einem isolierendem Harzmaterial bedeckt und an einer Innenseite des Statorgehäuses **91** aufgenommen. Wenn die Spule **92** des Stators **90** erregt wird, fließt ein magnetischer Fluss in dem magnetischen Kreis, der durch das Statorgehäuse **91**, den Rotor **70** und den Anker **11** die später beschriebene elektromagnetische Kupplung **1** ausgebildet ist. Infolgedessen erzeugt der Stator **90** eine magnetische Anziehungskraft, die den Anker **11** in die Richtung des Rotors **70** zieht.

[0029] Als nächstes wird die elektromagnetische Kupplung **1** beschrieben.

[0030] Wie in den **Fig. 2 - Fig. 4** dargestellt ist, hat die elektromagnetische Kupplung **1** den Anker **11**, eine äußere Platte **20**, eine innere Nabe **30**, ein Kautschukelement **40** und dergleichen.

[0031] Der Anker **11** ist in Ringform aus einem ferromagnetischen Material wie Eisen ausgebildet und so angeordnet, dass er der Stirnfläche **74** des Rotors **70** zugewandt ist. Ein vorbestimmter Freiraum (z.B. etwa 0,5 mm) ist zwischen dem Anker **11** und der Stirnfläche **74** des Rotors **70** ausgebildet, wenn die Spule **92** des Stators **90** nicht erregt ist. Es ist zu beachten, dass der Freiraum zwischen dem Anker **11** und dem Rotor **70** zur Erläuterung in den Zeichnungen relativ groß dargestellt ist.

[0032] Wenn die Spule **92** des Stators **90** erregt wird, wird der Anker **11** durch die vom Stator **90** erzeugte magnetische Anziehungskraft in Richtung des Rotors **70** gezogen, und so kommt der Anker **11** mit dem Rotor **70** in Berührung. Der Anker **11** wird durch Reibungskraft mit der Stirnfläche **74** des Rotors **70** gefügt. In diesem Zustand dreht sich die elektromagnetische Kupplung **1** zusammen mit dem Rotor **70**. In der **Fig. 4** ist eine Drehachse der elektromagnetischen

Kupplung **1** durch eine Strich-Punkt-Linie mit dem Bezugszeichen O gekennzeichnet. In radialer Richtung ist in einem mittleren Teil des Ankers **11** eine bogenförmig in Umfangsrichtung des Ankers **11** verlaufende Nut **12** für die magnetische Abschirmung ausgebildet.

[0033] Wie in den **Fig. 2 - Fig. 5** dargestellt ist, wird die äußere Platte **20** am äußeren Randabschnitt des Ankers **11** durch ein Befestigungselement wie ein Niet **13** befestigt. Die äußere Platte **20** dreht sich zusammen mit dem Anker **11**. Die äußere Platte **20** hat als Teil der äußeren Platte **20** einen Grundplattenabschnitt **21**, der sich entlang des Ankers **11** erstreckt, einen äußeren stehenden Plattenabschnitt **22**, der sich vom Grundplattenabschnitt **21** in Richtung der Drehachse erstreckt, und einen obersten Plattenabschnitt **24, 25**, der mit einem Ende des äußeren stehenden Plattenabschnitts **22** verbunden ist, welches das Ende ist, das dem anderen Ende des äußeren stehenden Plattenabschnitts **22**, der mit dem Grundplattenabschnitt **21** verbunden ist, gegenüberliegt.

[0034] Der oberste Plattenabschnitt **24, 25** liegt im Wesentlichen parallel zum Anker **11**. Der oberste Plattenabschnitt **24, 25** ist mit einer Öffnung **27** versehen, die in axialer Richtung gesehen die Form eines Pluszeichens hat. Der äußere stehende Plattenabschnitt **22** und der oberste Plattenabschnitt **24, 25** sind so ausgebildet, dass sie die pluszeichenförmige Öffnung **27** definieren. In der folgenden Beschreibung wird ein Teil des obersten Plattenabschnitts **24, 25**, der sich in radialer Richtung außerhalb der pluszeichenförmigen Öffnung **27** befindet, als äußerer Plattenabschnitt **24** bezeichnet, und die übrigen Teile, die sich in radialer Richtung innerhalb der pluszeichenförmigen Öffnung **27** befinden, werden als innerer oberster Plattenabschnitt **25** bezeichnet. Der oberste Plattenabschnitt **25** hat die Form eines Bogens. Das heißt, der oberste Plattenabschnitt **24, 25** hat den äußeren Plattenabschnitt **24** und den inneren obersten Plattenabschnitt **25**.

[0035] Wie in den **Fig. 3, Fig. 4, Fig. 6** dargestellt ist, hat die innere Nabe **30** einen Nabenabschnitt **31** mit einer zylindrischen Form und einen Plattenabschnitt **32**, der sich von einem Ende des Nabenabschnitts **31** in radialer Richtung nach außen erstreckt. Der Nabenabschnitt **31** und ein radial innerer Abschnitt des Plattenabschnitts **32** bestehen aus Metall. Ein radial äußerer Abschnitt des Plattenabschnitts **32** besteht aus Harz. Das Metallteil und das Harzteil der inneren Nabe **30** sind einstückig durch Einsatzgießen ausgebildet. Insbesondere ist das Harzteil in Löcher oder Aussparungen des Metallteils eingesetzt, und dementsprechend sind das Metallteil und das Harzteil fest miteinander gefügt.

[0036] Ein Innengewinde **33** ist auf einer inneren Oberfläche des Nabenabschnitts **31** ausgebildet. Das

Innengewinde **33** auf der inneren Oberfläche des Nabenabschnitts **31** ist in Eingriff mit einem Außengewinde **113**, das auf einer äußeren Oberfläche der Welle **111** des Verdichters **110** ausgebildet ist, und dementsprechend ist die innere Nabe **30** an einem Endteil der Welle **111** des Verdichters **110** befestigt.

[0037] Der Plattenabschnitt **32** der inneren Nabe **30** befindet sich innerhalb des äußeren stehenden Plattenabschnitts **22** der äußeren Platte **20** und befindet sich zwischen dem obersten Plattenabschnitt **24**, **25** der äußeren Platte **20** und dem Anker **11**. Aus diesem Grund hat der Abschnitt **32** der inneren Nabe **30** im wesentlichen eine Pluszeichenform. Die innere Nabe **30** ist in die Richtung der Drehachse relativ zu der äußeren Platte **20** und zu dem Anker **11** beweglich.

[0038] Der Plattenabschnitt **32** der inneren Nabe **30** hat als Teil des Plattenabschnitts **32** einen Bodenplattenabschnitt **34**, der parallel zu dem Anker **11** verläuft, und einen inneren stehenden Plattenabschnitt **35**, der sich von dem Bodenplattenabschnitt **34** in die Richtung der Drehachse erstreckt. Der innere stehende Plattenabschnitt **35** der inneren Nabe **30** befindet sich innerhalb des äußeren stehenden Plattenabschnitts **22** der äußeren Platte **20** und erstreckt sich entlang des äußeren stehenden Plattenabschnitts **22**. Dementsprechend ist die innere Nabe **30** bezüglich der Drehrichtung mit der äußeren Platte **20** in Eingriff und dreht sich zusammen mit der äußeren Platte **20** und dem Anker **11**.

[0039] Der Plattenabschnitt **32** der inneren Nabe **30** hat ferner einen äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36**, der dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** zugewandt ist, und einen inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37**, der dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** der äußeren Platte **20** zugewandt ist.

[0040] Der äußere aufnehmende Kautschukabschnitt **36** der inneren Nabe **30** ist von dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** um einen vorbestimmten Freiraum beabstandet. Der innere aufnehmende Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** ist von dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** der äußeren Platte **20** um einen vorbestimmten Freiraum beabstandet. Der innere stehende Plattenabschnitt **35** der inneren Nabe **30** ist von dem äußeren stehenden Plattenabschnitt **22** der äußeren Platte **20** um einen vorbestimmten Freiraum beabstandet.

[0041] Wie in den **Fig. 3**, **Fig. 4**, **Fig. 7** dargestellt ist, hat das Kautschukelement **40** eine Form, die dem Raum zwischen der inneren Nabe **30** und der äußeren Platte **20** entspricht. Das Kautschukelement **40** ist in einem zusammengedrückten Zustand zwischen der inneren Nabe **30** und der äußeren Platte **20** angebracht. Dementsprechend übt das Kautschukele-

ment **40** aufgrund einer vorbestimmten elastischen Kraft eine drängende Kraft auf die innere Nabe **30** und die äußere Platte **20** in einer Richtung voneinander weg aus. Dementsprechend ist der Anker **11**, wenn die Spule **92** des Stators **90** nicht erregt ist, von der Stirnfläche **74** des Rotors **70** beabstandet, wie in der **Fig. 4** dargestellt ist. Wenn dagegen die Spule **92** des Stators **90** erregt wird, wird der Anker **11** durch die magnetische Anziehungskraft, die von dem Stator **90** gegen die drängende Kraft des Kautschukelements **40** erzeugt wird, an die Stirnfläche **74** des Rotors **70** gezogen. In der folgenden Beschreibung wird ein Zustand, in dem die Spule **92** des Stators **90** nicht erregt ist, als „unerregter Zustand“ und ein Zustand, in dem die Spule **92** des Stators **90** erregt ist, als „erregter Zustand“ bezeichnet.

[0042] Das Kautschukelement **40** hat einen dicken Abschnitt **41**, einen dünnen Abschnitt **42** und einen Verbindungsabschnitt **43**. Der dicke Abschnitt **41** wird zwischen dem äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36** der inneren Nabe **30** und dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** eingepasst. In dem nicht erregten Zustand ist der dicke Abschnitt **41** in Berührung mit dem äußeren aufnehmenden Gummiabschnitt **36** der inneren Nabe **30** und dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20**. Das heißt, sowohl in dem erregten als auch in dem nicht erregten Zustand ist der dicke Abschnitt **41** in Berührung mit dem äußeren aufnehmenden Gummiabschnitt **36** der inneren Nabe **30** und dem äußeren Kautschukabschnitt **24** der äußeren Platte **20**, und der dicke Abschnitt **41** übt kontinuierlich die Drängende Kraft auf die innere Nabe **30** und die äußere Platte **20** in einer Richtung voneinander weg aus.

[0043] Der dünne Abschnitt **42** befindet sich zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** der äußeren Platte **20**. In dem nicht erregten Zustand ist die Dicke des dünnen Abschnitts **42** in Richtung der Drehachse kleiner als der Abstand zwischen dem inneren Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem inneren obersten Plattenabschnitt **25**. Dementsprechend ist ein vorbestimmter Freiraum **44** zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** und dem dünnen Abschnitt **42** in dem nicht erregten Zustand ausgebildet. Eine Größe C des Freiraums **44** zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** und dem dünnen Abschnitt **42** ist so eingestellt, dass er kleiner als ein Abstand G vom Rotor **70** zum Anker **11** ist. Dementsprechend verschwindet der Freiraum **44** zwischen dem inneren Kautschukabschnitt **37** und dem dünnen Abschnitt **42**, nachdem die Spule **92** des Rotors **70** unter Spannung gesetzt wurde, während sich der Rotor **70** und der Anker **11** durch die magnetische Anziehungskraft einander nähern. Dementsprechend kommt der dünne Abschnitt

42 sowohl mit dem inneren aufnehmenden Gumiabschnitt **37** der inneren Nabe **30** als auch mit dem inneren Kautschukabschnitt **25** der äußeren Platte **20** in Berührung, während sich der Rotor **70** und der Anker **11** einander annähern. Infolgedessen beginnt der dünne Abschnitt **42** die Drängende Kraft auf die innere Nabe **30** und die äußere Platte **20** in einer Richtung voneinander weg zu übertragen, wenn der dünne Abschnitt **42** mit ihnen in Berührung gerät.

[0044] Der Verbindungsabschnitt **43** ist zwischen dem inneren, stehenden Plattenabschnitt **35** der inneren Nabe **30** und dem äußeren, stehenden Plattenabschnitt **22** der äußeren Platte **20** eingepasst. Der Verbindungsabschnitt **43** ist zwischen der inneren Nabe **30** und der äußeren Platte **20** angeordnet. Der Verbindungsabschnitt **43** puffert Schwankungen des Drehmoments und überträgt das Drehmoment von der äußeren Platte **20** auf die innere Nabe **30**, während das Drehmoment von dem Rotor **70** auf den Verdichter **110** übertragen wird.

[0045] Dementsprechend wird das Drehmoment, wenn sich der Rotor **70** im erregten Zustand dreht, der Reihe nach auf den Rotor **70**, den Anker **11**, die äußere Platte **20**, das drehbare Element **40**, die innere Nabe **30** und die Welle **111** übertragen.

[0046] Als nächstes wird der Betrieb der elektromagnetischen Kupplung **1** beim Umschalten von dem erregten in den nicht erregten Zustand unter Bezugnahme auf die **Fig. 8 - Fig. 10** beschrieben.

[0047] Wie aus der **Fig. 8** ersichtlich ist, ist der vorbestimmte Freiraum **44** zwischen dem dünnen Abschnitt **42** und dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** in dem nicht erregten Zustand definiert.

[0048] Wenn die Erregung der Spule **92** des Rotors **70** beginnt, nähern sich der Rotor **70** und der Anker **11** durch die magnetische Anziehungskraft einander an. Wie in der **Fig. 9** dargestellt ist, verschwindet der Freiraum **44** zwischen dem inneren obersten Plattenabschnitt **42** und dem dünnen Abschnitt **42**, während sich der Rotor **70** und der Anker **11** einander annähern, und der dünne Abschnitt **42** gerät mit dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** der äußeren Platte **20** in Berührung.

[0049] Anschließend wird der dünne Abschnitt **42** in der Richtung der Drehachse zusammengedrückt, bis der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung geraten, wie aus der **Fig. 10** ersichtlich ist. Dementsprechend übt der dünne Abschnitt **42** die Drängende Kraft auf die innere Nabe **30** und die äußere Platte **20** in einer Richtung voneinander weg aus.

[0050] Obwohl dies nicht dargestellt ist, ist sowohl in dem nicht erregten Zustand als auch in einem Zustand, in dem der Rotor **70** und der Anker **11** einander berühren, der dicke Abschnitt **41** in Berührung mit dem äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36** der inneren Nabe **30** und dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20**. Der dicke Abschnitt **41** wird in der Richtung der Drehachse zusammengedrückt und übt kontinuierlich eine Drängende Kraft auf die innere Nabe **30** und die äußere Platte **20** in einer Richtung voneinander weg aus.

[0051] Die **Fig. 11** ist ein charakteristisches Diagramm, das ein Beispiel für die Verhältnisse zwischen einem Verschiebungsbetrag des Ankers **11** und der drängenden Kraft des Kautschukelements **40** von dem Beginn der Erregung der Spule **92** bis zu dem Zeitpunkt der Berührung zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11** zeigt.

[0052] Eine gestrichelte Linie B in der **Fig. 11** zeigt eine Änderung der Drückkraft in einem Fall an, in dem das Kautschukelement **40** nur den dicken Abschnitt **41** und nicht den dünnen Abschnitt **42** aufweist. In diesem Fall nimmt die Drängende Kraft des Kautschukelements **40** von einem Punkt **P0**, der den Beginn der Erregung darstellt, zu einem Punkt **P1**, der den Zeitpunkt darstellt, an dem eine anfängliche Verformung des dicken Abschnitts **41** endet, dramatisch zu und steigt linear von dem Punkt **P1** zu einem Punkt **P3**, der den Zeitpunkt darstellt, an dem der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung kommen. Dies liegt daran, dass der dicke Abschnitt **41** des Kautschukelements **40** kontinuierlich die drängende Kraft auf den äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36** der inneren Nabe **30** und den äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** aus dem nicht erregten Zustand zu dem Zeitpunkt überträgt, zu dem der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung geraten.

[0053] Im Gegensatz dazu zeigt die durchgezogene Linie A eine Änderung der Drängende Kraft in dem Fall an, in dem das Kautschukelement **40** den dicken Abschnitt **41**, den dünnen Abschnitt **42** und den verbindenden Abschnitt **43** aufweist. In diesem Fall nimmt die Drängende Kraft des Kautschukelements **40** von dem Punkt **P0**, der den Beginn der Erregung darstellt, bis zu dem Punkt **P1**, der den Zeitpunkt darstellt, an dem eine anfängliche Verformung des dicken Abschnitts **41** endet, dramatisch zu und steigt linear mit der Zunahme des Verformungsbetrags des Ankers **11** vom Punkt **P1** bis zu einem vorbestimmten Punkt **P2** an. Anschließend steigt die Drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear von dem vorbestimmten Punkt **P2** bis zu dem Punkt **P3** an, der den Zeitpunkt darstellt, zu dem der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung geraten. Das liegt daran, dass der dünne Abschnitt **42** des Kautschukelements **40** mit dem inneren aufnehmenden Gum-

miabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** der äußeren Platte **20** um den vorbestimmten Punkt **P2** herum in Berührung gerät, an dem sich der Rotor **70** und der Anker **11** einander nähern, und der dünne Abschnitt **42** des Kautschukelements **40** beginnt, die Drängende Kraft auf den inneren aufnehmenden Gummiabschnitt **37** und den inneren obersten Plattenabschnitt **25** auszuüben. Da der dünne Abschnitt **42** und der dicke Abschnitt **41** in Richtung der Drehachse von dem vorbestimmten Punkt **P2**, an dem der Anker **11** verschoben wird, bis zu dem Punkt **P3**, an dem der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung geraten, zusammengedrückt werden, nimmt dementsprechend die Drängende Kraft von dem vorbestimmten Punkt **P2** aus dramatisch und nichtlinear zu.

[0054] Die elektromagnetische Kupplung **1** der vorstehend beschriebenen Ausführungsform hat folgende Auswirkungen.

(1) In der vorliegenden Ausführungsform nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, wenn sich der Rotor **70** und der Anker **11** aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander annähern. Da demnach die Drängende Kraft des Kautschukelements **40** als Widerstand gegen die magnetische Anziehungskraft wirkt, nimmt die Bewegungsgeschwindigkeit des Rotors **70** und des Ankers **11** ab, bevor der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung geraten. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung **1** das Aufprallgeräusch (d.h. das Kupplungsgeräusch) unterdrücken, das durch die Kollision des Ankers **11** und des Rotors **70** zu Beginn der Drehmomentübertragung entsteht.

(2) In der vorliegenden Ausführungsform ist der Verbindungsabschnitt **43** des Kautschukelements **40** zwischen dem inneren stehenden Plattenabschnitt **35** der inneren Nabe **30** und dem äußeren stehenden Plattenabschnitt **22** der äußeren Platte **20** eingepasst und gibt die drängende Kraft in der Drehrichtung auf die innere Nabe **30** und die äußere Platte **20** ab. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung **1** durch die elastische Kraft des Verbindungsabschnitts **43** die während der Drehmomentübertragung verursachten Schwankungen des Torsionsmoments zwischen der inneren Nabe **30**, der äußeren Platte **20** und dem Anker **11** reduzieren. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung **1** die Geräuschschwingungen während der Drehmomentübertragung unterdrücken.

(3) In der vorliegenden Ausführungsform hat das Kautschukelement **40** den dicken Abschnitt **41** und den dünnen Abschnitt **42**. Der dicke Abschnitt **41** bleibt auch in dem nicht erregten Zustand in Berührung mit der inneren Nabe **30**

und der äußeren Platte **20**. Im Gegensatz dazu kommt der dünne Abschnitt **42** mit der inneren Nabe **30** und der äußeren Platte **20** in Berührung, unmittelbar bevor der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung kommen. Das heißt, das Kautschukelement **40** ist so konfiguriert, dass ein Bereich, in dem das Kautschukelement **40** mit der inneren Nabe **30** oder der äußeren Platte **20** in Berührung gerät, unmittelbar bevor der Rotor **70** und der Anker **11** miteinander in Berührung kommen, größer ist als ein Bereich, in dem das Kautschukelement **40** im nicht erregten Zustand mit der inneren Nabe **30** oder der äußeren Platte **20** in Berührung gerät. Demnach kann die elektromagnetische Kupplung **1** mit der Zunahme des Verschiebungsbetrages des Ankers **11** die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear erhöhen.

(4) In der vorliegenden Ausführungsform ist die Größe **C** des Freiraums **44** zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem dünnen Abschnitt **42** in dem nicht erregten Zustand kleiner als der Abstand **G** zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11**. Demzufolge kann der Freiraum **44** zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem dünnen Abschnitt **42** verschwinden, während sich der Rotor **70** und der Anker einander annähern.

(Zweite Ausführungsform)

[0055] Eine zweite Ausführungsform wird beschrieben. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in einem Teil der Konfigurationen der äußeren Platte **20** und des Kautschukelements **40** und ähnelt in anderen Abschnitten der ersten Ausführungsform. Dementsprechend werden nur Abschnitte beschrieben, die sich von denen der ersten Ausführungsform unterscheiden.

[0056] Wie aus den **Fig. 12 - Fig. 14** ersichtlich ist, befindet sich in der zweiten Ausführungsform in dem nicht erregten Zustand der dünne Abschnitt **42** des Kautschukelements **40** in Berührung mit dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30**. Dementsprechend ist in der zweiten Ausführungsform der vorbestimmte Freiraum **44** zwischen dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** der äußeren Platte **20** und dem dünnen Abschnitt **42** definiert. Auch in der zweiten Ausführungsform ist die Größe **C** des Freiraums **44** kleiner als der Abstand **G** zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11** wie in der ersten Ausführungsform.

[0057] In der zweiten Ausführungsform weist die äußere Platte **20** einen Vorsprung **26** auf, der von dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** in Richtung des dünnen Abschnitts **42** vorsteht. In der folgenden Be-

schreibung wird der Vorsprung **26** der äußeren Platte **20** als ein Vorsprung **26** der äußeren Platte bezeichnet. Der Vorsprung **26** der äußeren Platte **26** ragt aus dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** in den Freiraum **44** zwischen dem inneren obersten Plattenabschnitt **25** und dem dünnen Abschnitt **42**. In dem nicht erregten Zustand befindet sich der Vorsprung **26** der äußeren Platte in Berührung mit dem dünnen Abschnitt **42**. Zwei äußere Plattenvorsprünge **26** sind so ausgebildet, dass sie sich in der Umfangsrichtung des inneren obersten Plattenabschnitts **25** erstrecken.

[0058] Auch in der zweiten Ausführungsform nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, wenn sich der Rotor **70** und der Anker **11** aufgrund der magnetischen Anziehungskraft wie in der ersten Ausführungsform einander annähern. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung **1** das zu Beginn der Drehmomentübertragung entstehende Kupplungsgeräusch unterdrücken.

[0059] Falls der Freiraum **44** zwischen dem dünnen Abschnitt **42** und der inneren Nabe **30** oder der äußeren Platte **20** definiert ist, ist es denkbar, dass durch den Freiraum **44** Wasser von aussen in das Innere eindringt. Wenn das Wasser durch das Innere der elektromagnetischen Kupplung **1** hindurchgeht und der Rotor **70** und der Anker **11** nass werden und Rost entsteht, kann es zum sogenannten Kupplungsruutschen kommen, und dementsprechend kann die Drehmomentübertragungsleistung der elektromagnetischen Kupplung **1** abnehmen. In der **Fig. 12** ist ein Weg, durch den das Wasser von der Außenseite der elektromagnetischen Kupplung **1** eintreten kann, durch einen gestrichelten Pfeil **W** gekennzeichnet.

[0060] Angesichts der vorstehend beschriebenen Punkte kann gemäß der zweiten Ausführungsform durch den Vorsprung **26** das Eindringen von Wasser von aussen durch den Freiraum **44** in das Innere der elektromagnetischen Kupplung **1** der äußeren Platte unterdrückt werden, obwohl der Freiraum **44** zwischen der äußeren Platte **20** und dem dünnen Abschnitt **42** definiert ist. Dadurch kann verhindert werden, dass auf dem Rotor **70** und dem Anker **11** Rost entsteht. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung **1** das sogenannte Kupplungsruutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung erhöhen.

(Dritte Ausführungsform)

[0061] Eine dritte Ausführungsform wird beschrieben. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in einem Teil der Konfigurationen der inneren Platte und des Kautschukelements **40** und ähnelt in anderen Abschnitten der ersten Ausführungsform. Dementsprechend

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

[0062] Wie aus den **Fig. 15 - Fig. 17** ersichtlich ist, ist in der dritten Ausführungsform der vorbestimmte Freiraum **44** zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem dünnen Abschnitt **42** des Kautschukelements **40** im nicht erregten Zustand wie in der ersten Ausführungsform definiert. In der dritten Ausführungsform hat die innere Nabe **30** einen Vorsprung **38**, der von dem inneren aufnehmenden Gummiabschnitt **37** in die Richtung des dünnen Abschnitts **42** vorsteht. In der folgenden Beschreibung wird der Vorsprung **38** der inneren Nabe **30** als innerer Nabenvorsprung **38** bezeichnet. Der Vorsprung **38** der inneren Nabe **38** ragt von dem inneren aufnehmenden Gummiabschnitt **37** zwischen dem inneren aufnehmenden Gummiabschnitt **37** und dem dünnen Abschnitt **42** in den Freiraum **44**. In dem nicht erregten Zustand befindet sich der innere Nabenvorsprung **38** in Berührung mit dem dünnen Abschnitt **42**. Zwei innere Nabenvorsprünge **38** sind so ausgebildet, dass sie sich in der Umfangsrichtung des inneren aufnehmenden Gummiabschnitts **37** erstrecken.

[0063] Auch in der dritten Ausführungsform nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, wenn sich der Rotor **70** und der Anker **11** aufgrund der magnetischen Anziehungskraft wie in der ersten Ausführungsform einander nähern. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung **1** das zu Beginn der Drehmomentübertragung entstehende Kupplungsgeräusch unterdrücken.

[0064] Gemäß der dritten Ausführungsform kann das Eindringen von Wasser von außen in das Innere der elektromagnetischen Kupplung **1** durch den Freiraum **44** durch den inneren Nabenvorsprung **38** begrenzt werden, obwohl der Freiraum **44** zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem dünnen Abschnitt **42** definiert ist. Daher ist es möglich, die Rostbildung am Rotor **70** und am Anker **11** zu verhindern. Dementsprechend kann auch die elektromagnetische Kupplung **1** der dritten Ausführungsform das sogenannte Kupplungsruutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung erhöhen.

(Vierte Ausführungsform)

[0065] Eine vierte Ausführungsform wird beschrieben. Bei der vierten Ausführungsform ist die Form des Kautschukelements **40** gegenüber der ersten Ausführungsform verändert, und die anderen Teile sind ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, so dass nur der Unterschied zur ersten Ausführungsform beschrieben wird.

[0066] Wie aus der **Fig. 18** ersichtlich ist, unterscheidet sich die Form des dicken Abschnitts **41** des Kautschukelements **40** in der vierten Ausführungsform von der Form der ersten Ausführungsform. Insbesondere in einem Querschnitt parallel zu der Drehachse hat der dicke Abschnitt **41** des Kautschukelements **40** in dem nicht erregten Zustand eine trapezförmige Form, in der eine Seite **45**, die dem äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36** zugewandt ist, lang ist und eine Seite **46**, die dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** zugewandt ist, kurz ist. Der dicke Abschnitt **41** des Kautschukelements **40** ist sowohl in dem nicht erregten als auch im erregten Zustand mit dem äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36** und dem äußeren Deckplattenabschnitt **24** in Berührung. In der vierten Ausführungsform darf das Kautschukelement **40** nicht den dünnen Abschnitt **42** aufweisen.

[0067] In der vierten Ausführungsform, nachdem die Erregung der Spule **92** begonnen hat, nimmt ein Bereich, in dem der äußere oberste Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** und der dicke Abschnitt **41** des Kautschukelements **40** miteinander in Berührung stehen, allmählich zu, wenn sich der Rotor **70** und der Anker **11** aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander annähern. Dementsprechend nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, und die Kollisionsgeschwindigkeit des Rotors **70** und des Ankers **11** wird verringert. Auch in der vierten Ausführungsform kann das bei dem Beginn der Drehmomentübertragung entstehende Kupplungsgeräusch unterdrückt werden.

(Fünfte Ausführungsform)

[0068] Eine fünfte Ausführungsform wird beschrieben. In der fünften Ausführungsform wird die Form des Kautschukelements **40** gegenüber der vierten Ausführungsform verändert, und die übrigen Teile sind ähnlich wie in der vierten Ausführungsform, so dass nur der Unterschied zu der vierten Ausführungsform beschrieben wird.

[0069] In der fünften Ausführungsform hat der dicke Abschnitt **41** des Kautschukelements **40** in dem nicht erregten Zustand in einem Querschnitt parallel zu der Drehachse eine geneigte Seite **47**, die dem äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36** der inneren Nabe **30** zugewandt ist, wie aus der **Fig. 19** ersichtlich ist. Die geneigte Seite **47** des Kautschukelements **40** erstreckt sich von einem Teil, das in Berührung mit dem äußeren aufnehmenden Gummiabschnitt **36** der inneren Nabe **30** steht, radial nach außen und ist von dem äußeren aufnehmenden Gummiabschnitt **36** weg geneigt. Die geneigte Seite **47** des Kautschukelements **40** ist so konfiguriert, dass ein maximaler Abstand F zwischen dem äußeren aufnehmenden Kautschukabschnitt **36** und der geneigten Seite **47** größer als der Abstand G zwischen dem

Rotor **70** und dem Anker **11** ist. In der fünften Ausführungsform muss das Kautschukelement **40** nicht den dünnen Abschnitt **42** aufweisen.

[0070] In der fünften Ausführungsform, nachdem die Erregung der Spule **92** begonnen hat, nimmt ein Bereich, in dem der äußere aufnehmende Kautschukabschnitt **36** der inneren Nabe **30** und die geneigte Seite **47** des Kautschukelements **40** miteinander in Berührung stehen, allmählich zu, wenn sich der Rotor **70** und der Anker **11** aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander annähern. Dementsprechend nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, und die Kollisionsgeschwindigkeit des Rotors **70** und des Ankers **11** wird verringert. Auch in der fünften Ausführungsform kann das bei dem Beginn der Drehmomentübertragung entstehende Kupplungsgeräusch unterdrückt werden.

(Sechste Ausführungsform)

[0071] Eine sechste Ausführungsform wird beschrieben. Bei der sechsten Ausführungsform wird die Form des Kautschukelements **40** gegenüber der vierten Ausführungsform verändert, und die übrigen Teile sind ähnlich wie bei der vierten Ausführungsform, so dass nur der Unterschied zuder vierten Ausführungsform beschrieben wird.

[0072] In der sechsten Ausführungsform hat der dicke Abschnitt **41** des Kautschukelements **40** in dem nicht erregten Zustand in einem Querschnitt parallel zu der Drehachse eine geneigte Seite **48**, die dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** zugewandt ist, wie aus der **Fig. 20** ersichtlich ist. Die geneigte Seite **48** des Kautschukelements **40** erstreckt sich von einem Teil, das mit dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** in Berührung steht, radial nach innen und ist von dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** weg geneigt. Die geneigte Seite **48** des Kautschukelements **40** ist so konfiguriert, dass ein maximaler Abstand F zwischen dem äußeren obersten Plattenabschnitt **24** und der geneigten Seite **48** größer als der Abstand G zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11** ist. In der sechsten Ausführungsform darf das Kautschukelement **40** nicht den dünnen Abschnitt **42** aufweisen.

[0073] In der sechsten Ausführungsform, nachdem die Erregung der Spule **92** begonnen hat, nimmt ein Bereich, in dem der äußere oberste Plattenabschnitt **24** der äußeren Platte **20** und die geneigte Seite **48** des Kautschukelements **40** miteinander in Berührung stehen, allmählich zu, wenn sich der Rotor **70** und der Anker **11** aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander annähern. Dementsprechend nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, und die Kollisionsgeschwindigkeit des Rotors **70** und des Ankers **11** wird verringert. Auch in der sechsten Ausführungsform kann das

beim Beginn der Drehmomentübertragung entstehende Kupplungsgeräusch unterdrückt werden.

(Siebte Ausführungsform)

[0074] Eine siebte Ausführungsform wird beschrieben. In der siebten Ausführungsform ist ein Teil der Konfiguration des Kautschukelements **40** gegenüber der ersten Ausführungsform verändert, und die anderen Teile sind ähnlich wie in der ersten Ausführungsform, so dass nur der Unterschied zu der ersten Ausführungsform beschrieben wird.

[0075] Wie aus den **Fig. 21 - Fig. 23** ersichtlich ist, ist in der siebten Ausführungsform der vorbestimmte Freiraum **44** zwischen dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37** der inneren Nabe **30** und dem dünnen Abschnitt **42** des Kautschukelements **40** in dem nicht erregten Zustand wie in der ersten Ausführungsform definiert. In der siebten Ausführungsform hat das Kautschukelement **40** einen Dichtungsabschnitt **49**, der von dem dünnen Abschnitt **42** in der Richtung des inneren aufnehmenden Kautschukabschnitts **37** vorsteht. Der Dichtungsabschnitt **49** ragt aus dem dünnen Abschnitt **42** in den Freiraum **44** zwischen dem dünnen Abschnitt **42** und dem inneren aufnehmenden Gummiabschnitt **37**. In dem nicht erregten Zustand ist der Dichtungsabschnitt **49** in Berührung mit dem inneren aufnehmenden Kautschukabschnitt **37**. Der Dichtungsabschnitt **49** des dünnen Abschnitts **42** erstreckt sich in der Umfangsrichtung. Dementsprechend kann der Dichtungsabschnitt **49** das Eindringen von Wasser von außen durch den Freiraum **44** nach innen begrenzen. In den **Fig. 21, Fig. 22** ist ein Weg, durch den das Wasser von der Außenseite der elektromagnetischen Kupplung **1** eindringen kann, durch einen gestrichelten Pfeil **W** gekennzeichnet.

[0076] Da in der siebten Ausführungsform der dichtende Abschnitt **49** durch den Freiraum **44** den Wassereintritt von außen nach innen begrenzt, ist es möglich, die Rostbildung an dem Rotor **70** und an dem Anker **11** zu verhindern. Entsprechend kann in der siebten Ausführungsform das Rutschen der Kupplung unterdrückt und die Zuverlässigkeit der Drehmomentübertragung wie in der zweiten und dritten Ausführungsform erhöht werden.

[0077] In der siebten Ausführungsform, wenn die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11** erzeugt wird, nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, wenn sich der Rotor **70** und der Anker **11** wie in der ersten Ausführungsform einander annähern. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung **1** das zu Beginn der Drehmomentübertragung entstehende Kupplungsgeräusch unterdrücken.

(Achte Ausführungsform)

[0078] Eine achte Ausführungsform wird im Folgenden beschrieben. Bei der achten Ausführungsform wird ein Teil der Konfigurationen gegenüber der ersten Ausführungsform geändert, und die anderen Teile sind ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, so dass nur der Unterschied zu der ersten Ausführungsform beschrieben wird.

[0079] Wie aus den **Fig. 24, Fig. 25** ersichtlich ist, hat die elektromagnetische Kupplung **1** der achten Ausführungsform einen Flanschabschnitt **50**, der aus einem Spalt zwischen dem Anker **11** und der äußeren Platte **20** radial nach außen ragt. Der Abschnitt **50** des Flansches hat eine Ringform. Der Abschnitt **50** des Flansches besteht aus einem Kautschuk. Der Abschnitt **50** des Flansches erstreckt sich über den gesamten Umfang der elektromagnetischen Kupplung **1**, um den Spalt zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11** abzudecken. Dementsprechend kann der Abschnitt **50** des Flansches den Eintritt des Wassers in den Spalt zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11** begrenzen. Der Kautschukabschnitt **50** kann ein Teil des in der ersten bis siebten Ausführungsform beschriebenen Kautschukelements **40** oder ein von dem Kautschukelement **40** getrenntes Bauteil sein.

[0080] Da in der achten Ausführungsform der Flanschabschnitt **50** den Wassereintritt in den Spalt zwischen dem Rotor **70** und dem Anker **11** von außen begrenzt, ist es möglich, die Rostbildung an dem Rotor **70** und an dem Anker **11** zu verhindern. Dementsprechend können die Konfigurationen der achten Ausführungsform auch das sogenannte Kupplungs-rutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung erhöhen.

(Andere Ausführungsformen)

[0081] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt sondern kann bei Bedarf geändert werden. Die oben beschriebenen Ausführungsformen sind nicht unabhängig voneinander und können angemessen kombiniert werden, es sei denn, die Kombination ist offensichtlich unmöglich. Ferner versteht es sich von selbst, dass in jeder der oben genannten Ausführungsformen Bestandteile der Ausführungsform nicht notwendigerweise wesentlich sind, außer in einem Fall, in dem die Bestandteile besonders klar als wesentliche Bestandteile spezifiziert sind, in einem Fall, in dem die Bestandteile im Prinzip eindeutig als wesentliche Bestandteile angesehen werden, und dergleichen. Ferner ist in jeder der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen, wenn Zahlenwerte wie Anzahl, Zahlenwert, Menge, Bereich und dergleichen der Bestandteile der Ausführungsform genannt werden, die vorliegende Offenbarung nicht auf die spezifische Anzahl beschränkt, es sei denn, die Zah-

lenwerte sind insbesondere in dem Fall ausdrücklich unentbehrlich, in dem die Zahlenwerte offensichtlich im Prinzip auf eine bestimmte Anzahl beschränkt sind und dergleichen. Auch die Form, das Positionsverhältnis und dergleichen des in den obigen Ausführungsformen erwähnten Bauteils oder dergleichen sind, sofern nicht anders angegeben, nicht auf die genannten beschränkt, sondern im Prinzip auf die spezifische Form, das Positionsverhältnis und dergleichen beschränkt, oder dergleichen.

[0082] Zum Beispiel ist in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen die innere Nabe **30** so konfiguriert, dass sie relativ zu der äußeren Platte **20** nicht drehbar ist. Die Konfiguration ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die innere Nabe **30** kann mit dem Anker **11** so in Eingriff gebracht werden, dass sie nicht relativ zu dem Anker **11** drehbar ist.

[0083] In den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind z.B. der dicke Abschnitt **41**, der dünne Abschnitt **42** und der Verbindungsabschnitt **43** als ein einziges Bauteil, d.h. der Kautschukabschnitt **40**, integriert. Das Kautschukelement **40** kann jedoch so getrennt werden, dass der dicke Abschnitt **41**, der dünne Abschnitt **42** und der Verbindungsabschnitt **43** separate Bauteile sind.

[0084] Zum Beispiel befindet sich in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen der dicke Abschnitt **41** in radialer Richtung der elektromagnetischen Kupplung **1** außerhalb des dünnen Abschnitts **42**. Die Anordnung des dicken Abschnitts **41** und des dünnen Abschnitts **42** des Kautschukelements **40** kann jedoch vertauscht werden.

(Schlussfolgerung)

[0085] Gemäß einem ersten Gesichtspunkt, der in einigen oder allen der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschrieben wird, hat die elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie ein Drehmoment vom Stellglied auf das angetriebene Gerät überträgt, den Anker, die äußere Platte, die innere Nabe und das Kautschukelement. Der Anker ist so konfiguriert, dass er aufgrund der magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät. Die äußere Platte ist an dem Anker befestigt, wobei sich die äußere Platte auf der dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers befindet und so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht. Die innere Nabe befindet sich zwischen dem Anker und der äußeren Platte, um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist. Das Kautschukelement ist zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen, um eine drängende Kraft auf die innere

Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg auszuüben. In der elektromagnetischen Kupplung nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements **40** nichtlinear zu, wenn sich der Rotor und der Anker aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander annähern.

[0086] Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt ist das Kautschukelement so konfiguriert, dass ein Bereich, in dem das Kautschukelement unmittelbar bevor das Stellglied und der Anker miteinander in Berührung geraten, mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in Kontakt ist, größer ist als ein Bereich, in dem das Kautschukelement mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in Kontakt ist, von einem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, bis zu einem Zustand, in dem das Stellglied und der Anker miteinander in Kontakt kommen.

[0087] Dementsprechend nimmt die drängende Kraft des Kautschukelements nichtlinear zu, da der Bereich, in dem das Kautschukelement die innere Nabe oder die äußere Platte berührt, unmittelbar bevor das Stellglied und der Anker in Berührung kommen, groß wird. Da die drängende Kraft des Kautschukelements als Widerstand gegen die magnetische Anziehungskraft zwischen Stellglied und Anker wirkt, nimmt die Bewegungsgeschwindigkeit des Stellglieds und des Ankers ab, bevor das Stellglied und der Anker miteinander in Berührung kommen. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung das Kupplungsgeräusch, das zu Beginn der Drehmomentübertragung entsteht, unterdrücken.

[0088] Gemäß einem dritten Gesichtspunkt hat das Kautschukelement einen dicken Abschnitt und einen dünnen Abschnitt. Der dicke Abschnitt ist von einem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, bis zu einem Zustand, in dem das Stellglied und der Anker miteinander in Berührung kommen, kontinuierlich mit der inneren Nabe und der äußeren Platte in Berührung. Der dünne Abschnitt definiert einen Freiraum mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in dem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird. Der dünne Abschnitt ist so konfiguriert, dass der Freiraum verschwindet, während sich das Stellglied und der Anker einander annähern.

[0089] Dementsprechend übt der dicke Abschnitt hauptsächlich Widerstand gegen die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker aus, von dem Zeitpunkt an, an dem die magnetische Anziehungskraft zwischen Stellglied und Anker erzeugt wird, bis zu einem bestimmten Zeitpunkt, an dem sich das Stellglied und der Anker einander annähern. Wenn der Freiraum zwischen dem dün-

nen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte zu einem bestimmten Zeitpunkt verschwindet, während sich das Stellglied und der Anker einander annähern, üben sowohl der dicke als auch der dünne Abschnitt einen Widerstand gegen die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker aus. Dementsprechend erhöht sich der Widerstand gegen die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht-linear von einem bestimmten Zeitpunkt an, während sich das Stellglied und der Anker einander annähern, bis zu einem Zeitpunkt, an dem das Stellglied und der Anker miteinander in Berührung geraten. Dementsprechend kann die elektromagnetische Kupplung die Kupplungsgeräusche unterdrücken, die zu Beginn der Drehmomentübertragung entstehen.

[0090] Gemäß einem vierten Gesichtspunkt ist die Größe des Freiraums zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte in dem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, kleiner als der Abstand zwischen Stellglied und Anker.

[0091] Dementsprechend kann der Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte zu einem bestimmten Zeitpunkt verschwinden, während sich das Stellglied und der Anker einander annähern.

[0092] Gemäß einem fünften Gesichtspunkt hat die elektromagnetische Kupplung weiterhin einen Vorsprung, der von der inneren Nabe oder der äußeren Platte in die Richtung des dünnen Abschnitts in den Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte vorsteht.

[0093] Dementsprechend begrenzt der Vorsprung, selbst wenn der Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte definiert ist, das Eindringen von Wasser durch den Freiraum von außen nach innen. Entsprechend kann die Bildung von Rost an dem Stellglied und an dem Anker unterdrückt werden. Infolgedessen kann diese elektromagnetische Kupplung die Zuverlässigkeit der Drehmomentübertragung vom Stellglied zu dem angetriebenen Gerät erhöhen.

[0094] Gemäß einem sechsten Gesichtspunkt hat das Kautschukelement einen Dichtungsabschnitt, der aus dem dünnen Abschnitt herausragt, um die innere Nabe oder die äußere Platte zu berühren und so das Eindringen von Wasser von innen nach außen durch den Freiraum zu begrenzen.

[0095] Dementsprechend begrenzt der Dichtungsabschnitt selbst dann, wenn der Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte definiert ist, das Eindringen von

Wasser durch den Freiraum von außen in das Innere. Entsprechend kann die Rostbildung am Stellglied und am Anker unterdrückt werden. Dadurch kann diese elektromagnetische Kupplung das sogenannte Kupplungsrutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit der Drehmomentübertragung vom Stellglied zum angetriebenen Gerät erhöhen.

[0096] Gemäß einem siebten Gesichtspunkt hat das Kautschukelement in einem Querschnitt parallel zu der Drehachse eine trapezförmige Form, deren eine Seite, die der inneren Nabe oder der äußeren Platte zugewandt ist, länger ist als eine gegenüberliegende Seite in dem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen Stellglied und Anker nicht erzeugt wird.

[0097] Dementsprechend vergrößert sich ein Bereich, in dem das trapezförmige Kautschukelement in Berührung mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte steht, wenn sich das Stellglied und der Anker aufgrund der magnetischen Anziehungskraft annähern. Dementsprechend steigt die drängende Kraft des Kautschukelements nichtlinear mit zunehmendem Verschiebungsbetrag des Ankers, und die Kollisionsgeschwindigkeit des Stellglieds und des Ankers wird verringert. Entsprechend kann die elektromagnetische Kupplung die Kupplungsgeräusche unterdrücken, die zu Beginn der Drehmomentübertragung entstehen.

[0098] Gemäß einem achten Gesichtspunkt hat das Kautschukelement in dem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen Stellglied und Anker nicht erzeugt wird, in einem Querschnitt parallel zu der Drehachse eine geneigte Seite. Die geneigte Seite ist von einem Teil, an dem die geneigte Seite mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in Berührung gerät, in einer vorbestimmten Richtung von der inneren Nabe oder der äußeren Platte weg geneigt. Der maximale Abstand zwischen der geneigten Seite und der inneren Nabe oder der äußeren Platte ist größer als der Abstand zwischen dem Stellglied und dem Anker.

[0099] Dementsprechend vergrößert sich ein Bereich, in dem das Kautschukelement in Berührung mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte steht, wenn sich das Stellglied und der Anker aufgrund der magnetischen Anziehungskraft annähern. Dementsprechend steigt die drängende Kraft des Kautschukelements nichtlinear mit zunehmendem Verschiebungsbetrag des Ankers, und die Kollisionsgeschwindigkeit des Stellglieds und des Ankers wird verringert. Entsprechend kann die elektromagnetische Kupplung die Kupplungsgeräusche unterdrücken, die zu Beginn der Drehmomentübertragung entstehen.

[0100] Gemäß einem neunten Gesichtspunkt hat die elektromagnetische Kupplung ferner einen ringförmigen Abschnitt mit einem Flansch, der aus einem Spalt zwischen dem Stellglied und der äußeren Platte radial nach außen vorsteht, um den Spalt zwischen dem Stellglied und dem Anker abzudecken.

[0101] Dementsprechend begrenzt der Flanschabschnitt das Eindringen von Wasser in den Spalt zwischen dem Stellglied und dem Anker von radial außerhalb der elektromagnetischen Kupplung. Daher ist es möglich, die Entstehung von Rost an dem Stellglied und dem Anker zu unterdrücken. Dadurch kann diese elektromagnetische Kupplung das sogenannte Kupplungsrutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung von dem Stellglied zu dem angetriebenen Gerät erhöhen.

[0102] Gemäß einem zehnten Gesichtspunkt hat die elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie das Drehmoment von dem Stellglied auf das angetriebene Gerät überträgt, den Anker, die äußere Platte, die innere Nabe und das Kautschukelement. Der Anker ist so konfiguriert, dass er aufgrund der magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät. Die äußere Platte ist an dem Anker befestigt, wobei sich die äußere Platte auf der dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers befindet und so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht. Die innere Nabe befindet sich zwischen dem Anker und der äußeren Platte, um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist. Das Kautschukelement ist zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg auszuüben. Das Kautschukelement hat den dünnen Abschnitt und den Dichtungsabschnitt. Der dünne Abschnitt definiert einen Freiraum mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in dem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird. Der Dichtungsabschnitt ragt aus dem dünnen Abschnitt heraus, um die innere Nabe oder die äußere Platte zu berühren und so zu verhindern, dass Wasser von außen durch den Freiraum in das Innere eindringt.

[0103] Da das Kautschukelement dieses Gesichtspunkts den Dichtungsabschnitt hat, kann das Eindringen von Wasser von außen durch den Freiraum nach innen begrenzt werden, obwohl der Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte definiert ist. Entsprechend kann die Erzeugung von Rost auf dem Stellglied und dem Anker unterdrückt werden. Dadurch kann diese elektromagnetische Kupplung das sogenannte Kupp-

lungsrutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung von dem Stellglied zu dem angetriebenen Gerät erhöhen.

[0104] Gemäß einem elften Gesichtspunkt hat die elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie das Drehmoment vom Stellglied auf das angetriebene Gerät überträgt, den Anker, die äußere Platte, die innere Nabe, das Kautschukelement und den Kautschukabschnitt. Der Anker ist so konfiguriert, dass er aufgrund der magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät. Die äußere Platte ist an dem Anker befestigt, wobei sich die äußere Platte auf der dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers befindet und so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht. Die innere Nabe befindet sich zwischen dem Anker und der äußeren Platte, um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist. Das Kautschukelement ist zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg auszuüben. Der Abschnitt des Flansches hat eine Ringform und ragt aus einem Spalt zwischen dem Anker und der äußeren Platte radial nach außen, um den Spalt zwischen Stellglied und Anker abzudecken.

[0105] Dementsprechend begrenzt der Flanschabschnitt das Eindringen von Wasser in den Spalt zwischen dem Stellglied und dem Anker von radial außerhalb der elektromagnetischen Kupplung. Daher ist es möglich, die Entstehung von Rost an dem Stellglied und dem Anker zu unterdrücken. Dadurch kann diese elektromagnetische Kupplung das sogenannte Kupplungsrutschen unterdrücken und die Zuverlässigkeit bei der Drehmomentübertragung vom Stellglied zum angetriebenen Gerät erhöhen.

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 201892158 [0001]
- JP 2000179582 A [0008]
- JP 62167936 A [0008]

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie ein Drehmoment von einem Stellglied (70) zu einer angetriebenen Vorrichtung (110) überträgt, wobei die elektromagnetische Kupplung Folgendes umfasst:

einen Anker (11), der so konfiguriert ist, dass er aufgrund einer magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät;

eine äußere Platte (20), die an dem Anker befestigt ist, wobei die äußere Platte auf einer dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers angeordnet ist, wobei die äußere Platte so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht;

eine innere Nabe (30), die zwischen dem Anker und der äußeren Platte angeordnet ist, um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist; und

ein Kautschukelement (40), das zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen ist, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg auszuüben, wobei

das Kautschukelement so konfiguriert ist, dass es die drängende Kraft nichtlinear erhöht, wenn sich das Stellglied und der Anker aufgrund der magnetischen Anziehungskraft einander annähern.

2. Elektromagnetische Kupplung gemäß Anspruch 1, wobei, das Kautschukelement so konfiguriert ist, dass ein Bereich, in dem das Kautschukelement mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in Berührung ist, unmittelbar bevor das Stellglied und der Anker miteinander in Berührung geraten, größer ist als ein Bereich, in dem das Kautschukelement mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte von einem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, bis zu einem Zustand, in dem das Stellglied und der Anker miteinander in Berührung geraten, miteinander in Berührung sind.

3. Elektromagnetische Kupplung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Kautschukelement hat einen dicken Abschnitt (41), der von einem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, bis zu einem Zustand, in dem das Stellglied und der Anker miteinander in Berührung geraten, kontinuierlich in Berührung mit der inneren Nabe und der äußeren Platte steht, und einen dünnen Abschnitt (42), der einen Freiraum (44) mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in einem Zustand definiert, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, wobei der dünne Abschnitt so

konfiguriert ist, dass der Freiraum verschwindet, während sich das Stellglied und der Anker einander annähern.

4. Elektromagnetische Kupplung gemäß Anspruch 3, wobei eine Größe (C) des Freiraums, der zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte in dem Zustand definiert ist, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, kleiner als ein Abstand (G) zwischen dem Stellglied und dem Anker ist.

5. Elektromagnetische Kupplung nach Anspruch 3 oder 4, weiter umfassend:

einen Vorsprung (26, 38), der von der inneren Nabe oder der äußeren Platte zu dem dünnen Abschnitt hin in den Freiraum zwischen dem dünnen Abschnitt und der inneren Nabe oder der äußeren Platte vorsteht.

6. Elektromagnetische Kupplung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei das Kautschukelement einen Dichtungsabschnitt (49) hat, der von dem dünnen Abschnitt vorsteht, um mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in Berührung zu kommen, so dass das Eindringen von Wasser nach innen von außen durch den Freiraum begrenzt wird.

7. Elektromagnetische Kupplung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei in einem Querschnitt parallel zu der Drehachse das Kautschukelement eine Trapezform hat, deren eine Seite (45), die der inneren Nabe oder der äußeren Platte zugewandt ist, in einem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, länger als eine gegenüberliegende Seite ist.

8. Elektromagnetische Kupplung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei

in einem Querschnitt parallel zur Drehachse das Kautschukelement eine geneigte Seite (47, 48) hat, die in einem Zustand, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, in einer vorbestimmten Richtung von der inneren Nabe oder der äußeren Platte von einem Teil, das in Berührung mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte steht, weg geneigt ist, und ein maximaler Abstand (F) von der geneigten Seite zu der inneren Nabe oder zu der äußeren Platte größer ist als ein Abstand (G) zwischen dem Stellglied und dem Anker.

9. Elektromagnetische Kupplung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, weiter umfassend:

einen Flanschabschnitt (50), der eine Ringform aufweist und von einem Spalt zwischen dem Stellglied und dem Anker radial nach außen vorsteht, um den Spalt zwischen dem Stellglied und dem Anker abzudecken.

10. Elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie ein Drehmoment von einem Stellglied (70) auf eine angetriebene Vorrichtung (110) überträgt, wobei die elektromagnetische Kupplung umfasst:

einen Anker (11), der so konfiguriert ist, dass er aufgrund einer magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät;

eine äußere Platte (20), die an dem Anker befestigt ist, wobei die äußere Platte auf einer dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers angeordnet ist, wobei die äußere Platte so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht;

eine innere Nabe (30), die zwischen dem Anker und der äußeren Platte angeordnet ist, um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist; und

ein Kautschukelement (40), das zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen ist, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die äußere Platte in einer Richtung voneinander weg auszuüben, wobei

das Kautschukelement hat

einen dünnen Abschnitt (42), der einen Freiraum (44) mit der inneren Nabe oder der äußeren Platte in einem Zustand definiert, in dem die magnetische Anziehungskraft zwischen dem Stellglied und dem Anker nicht erzeugt wird, und

einen Dichtungsabschnitt (49), der von dem dünnen Abschnitt vorsteht, um die innere Nabe oder die äußere Platte zu berühren, um das Eindringen von Wasser nach innen von außen durch den Freiraum zu begrenzen.

11. Elektromagnetische Kupplung, die so konfiguriert ist, dass sie ein Drehmoment von einem Stellglied (70) auf eine angetriebene Vorrichtung (110) überträgt, wobei die elektromagnetische Kupplung umfasst:

einen Anker (11), der so konfiguriert ist, dass er aufgrund der magnetischen Anziehungskraft mit dem Stellglied in Berührung gerät;

eine äußere Platte (20), die an dem Anker befestigt ist, wobei die äußere Platte auf einer dem Stellglied gegenüberliegenden Seite des Ankers angeordnet ist, wobei die äußere Platte so konfiguriert ist, dass sie sich zusammen mit dem Anker dreht;

eine innere Nabe (30), die zwischen dem Anker und der äußeren Platte angeordnet ist, um in einer Richtung entlang einer Drehachse beweglich zu sein, wobei die innere Nabe mit dem Anker oder der äußeren Platte in Bezug auf eine Drehrichtung in Eingriff steht und die innere Nabe an der angetriebenen Vorrichtung befestigt ist; und

ein Kautschukelement (40), das zwischen der inneren Nabe und der äußeren Platte vorgesehen ist, um eine drängende Kraft auf die innere Nabe und die ä-

ußere Platte in einer Richtung voneinander weg auszuüben; und

einen Flanschabschnitt (50), der eine Ringform aufweist und von einem Spalt zwischen dem Anker und der äußeren Platte radial nach außen vorsteht, um den Spalt zwischen dem Stellglied und dem Anker abzudecken.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

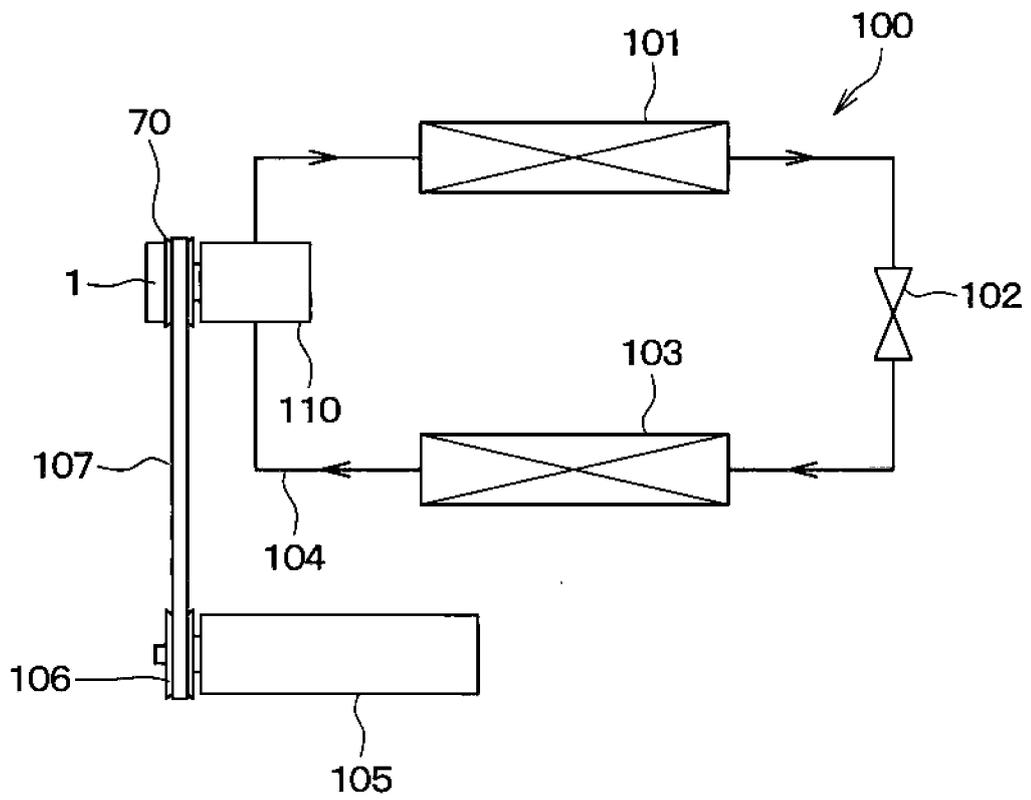


FIG. 2

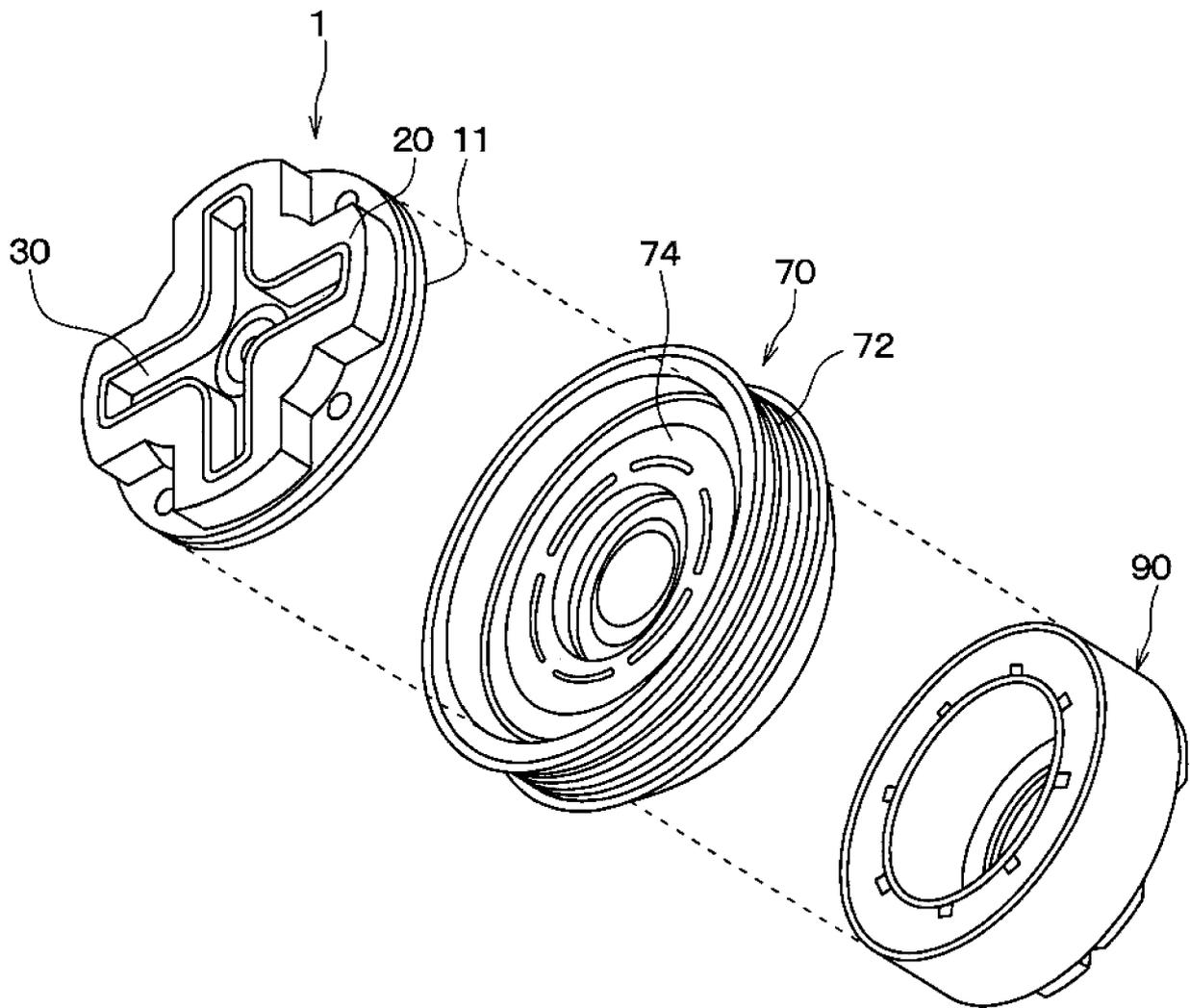


FIG. 3

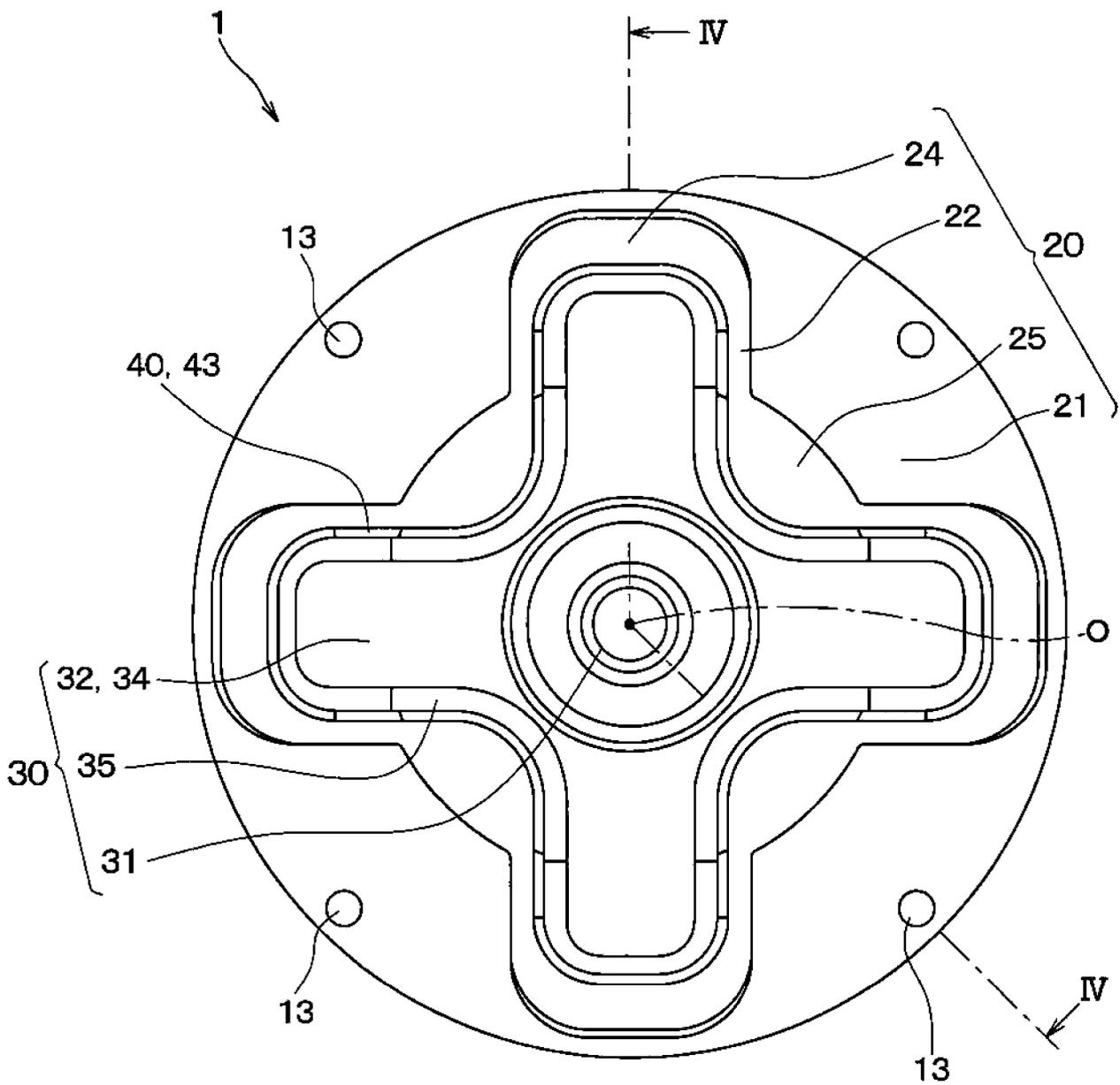


FIG. 4

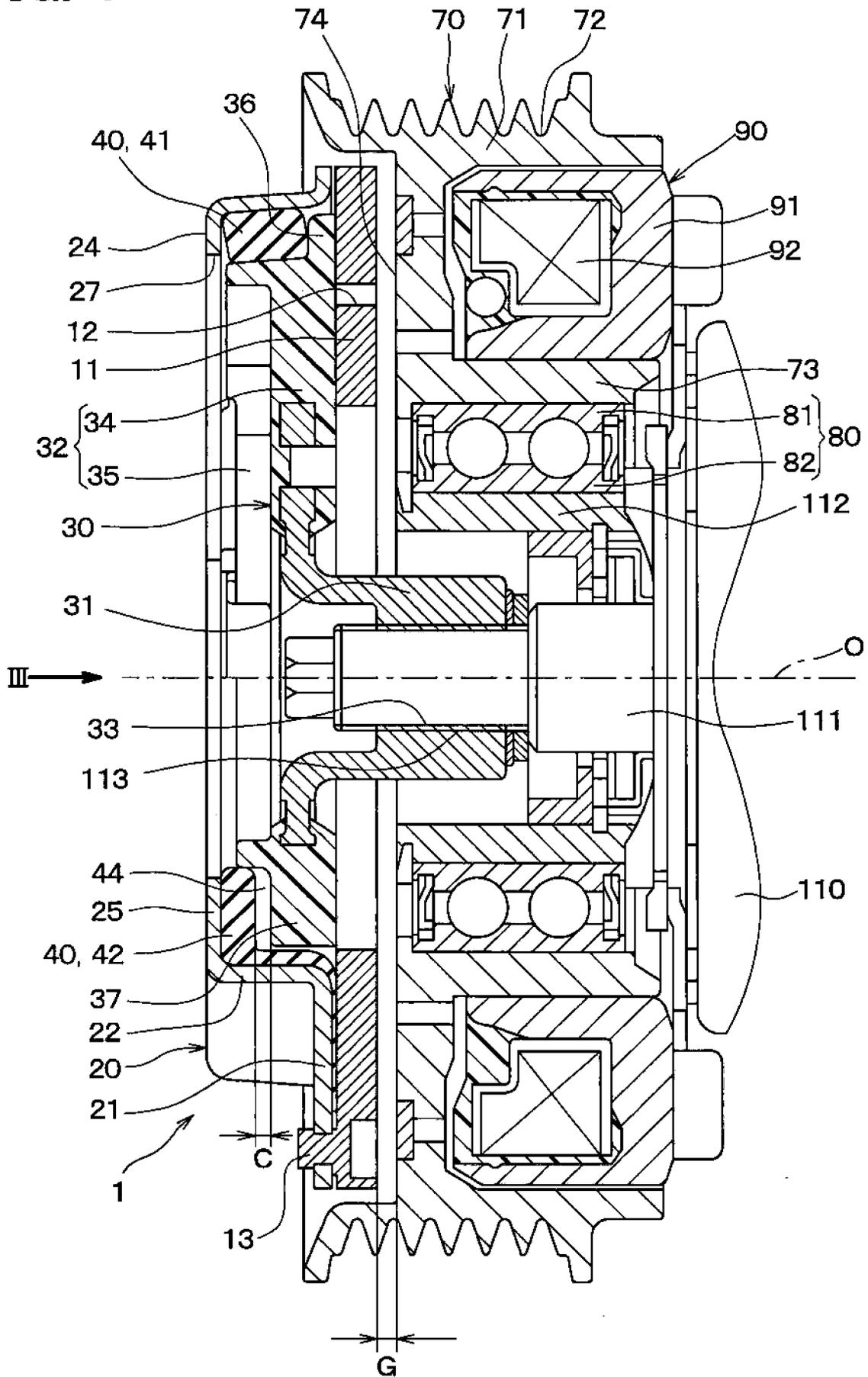


FIG. 5

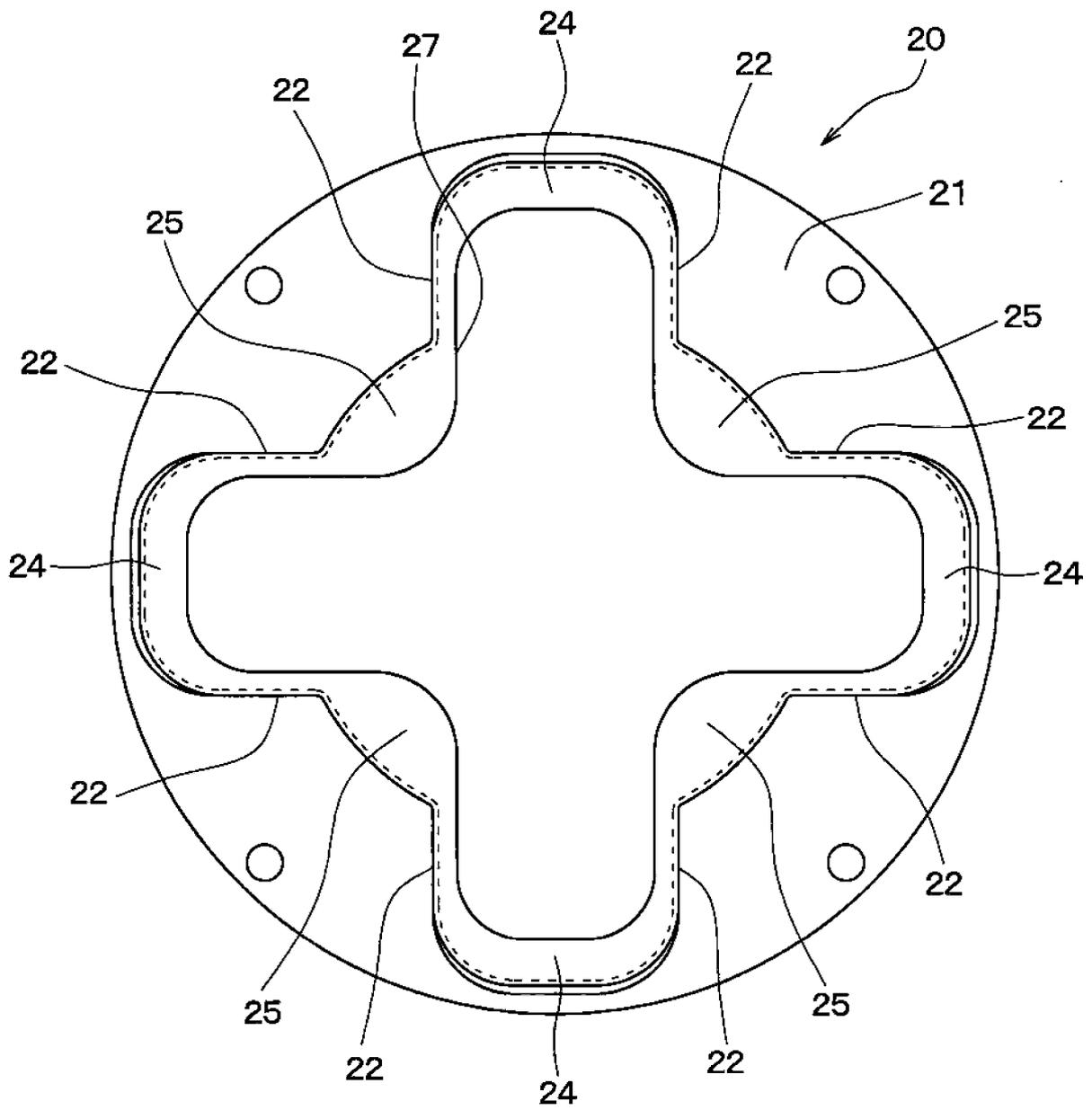


FIG. 6

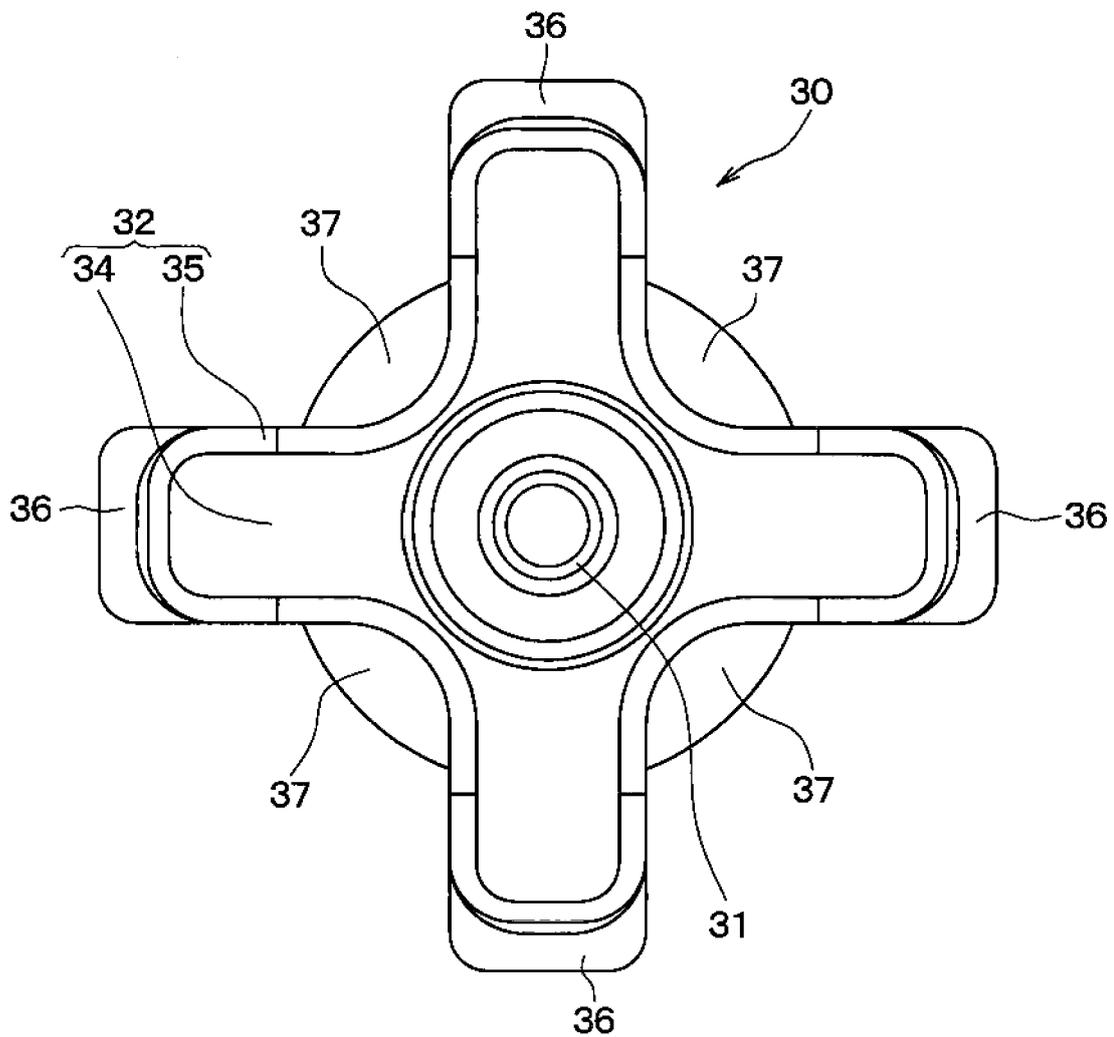


FIG. 7

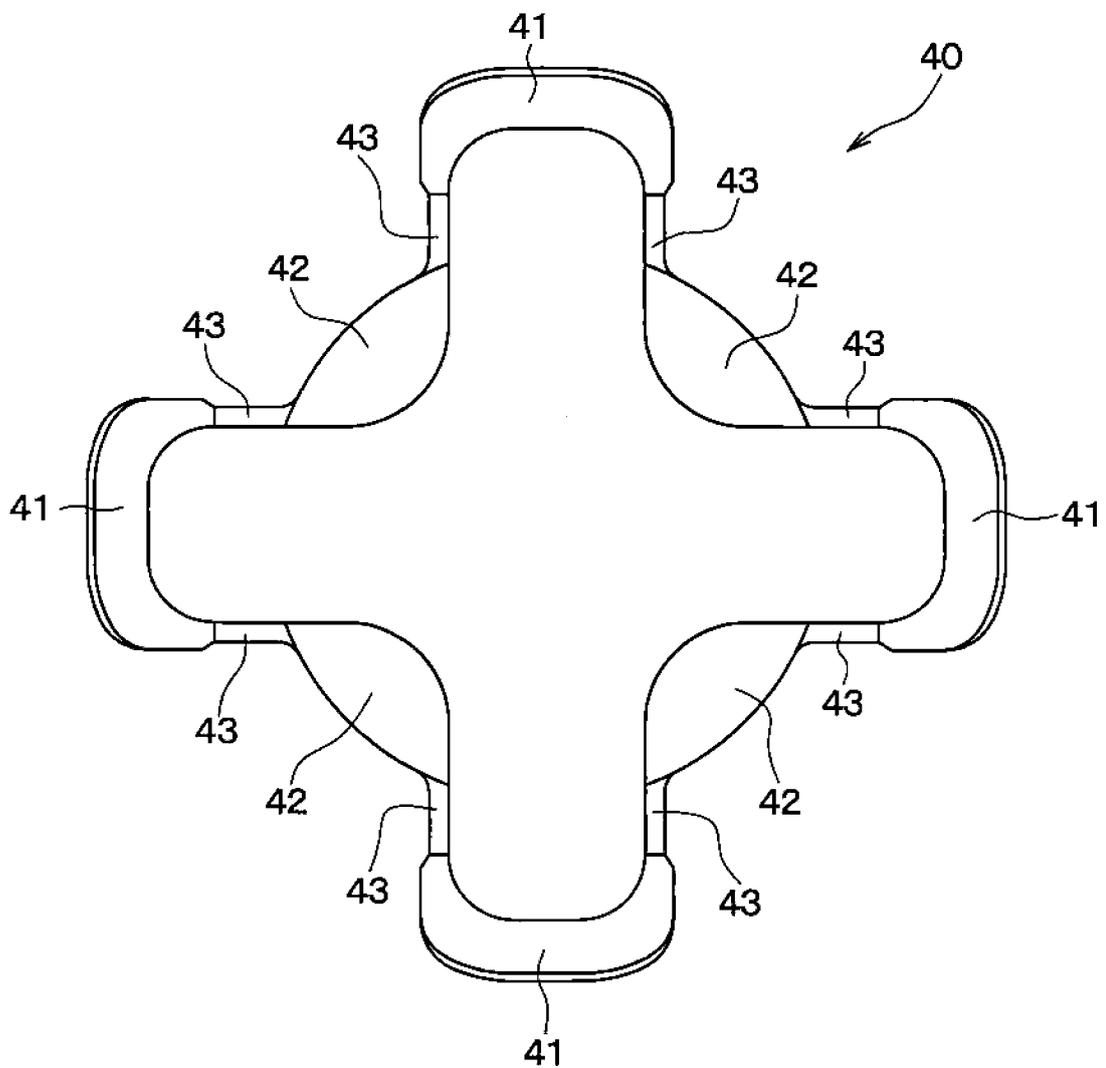


FIG. 10

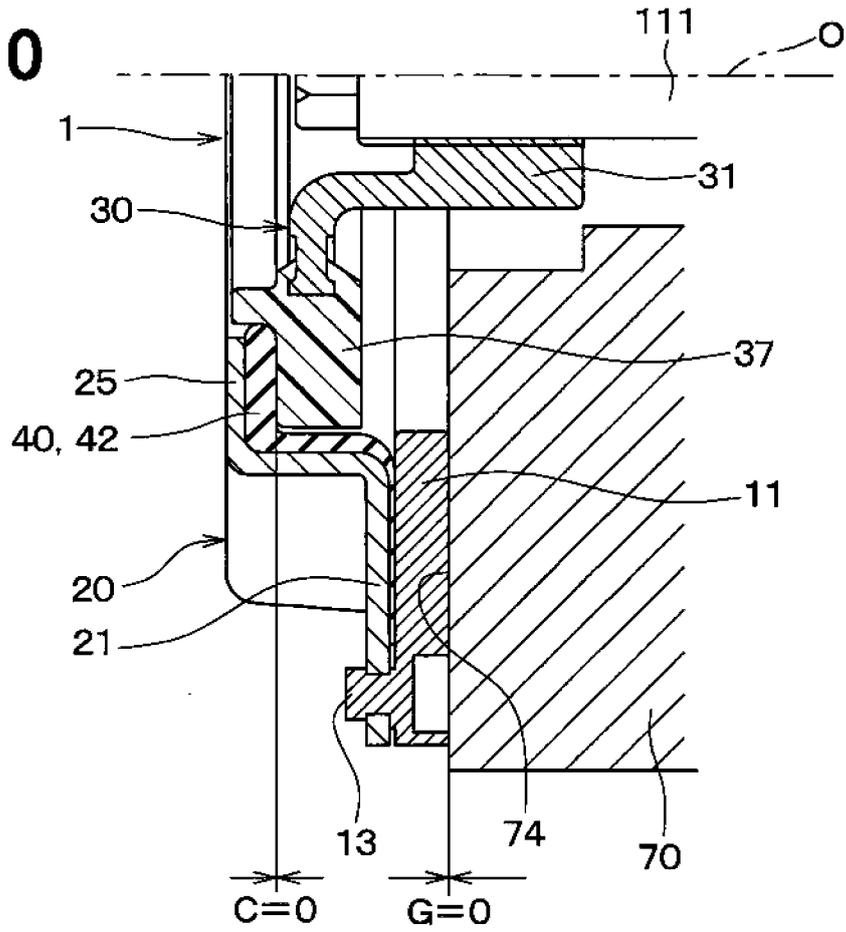


FIG. 11

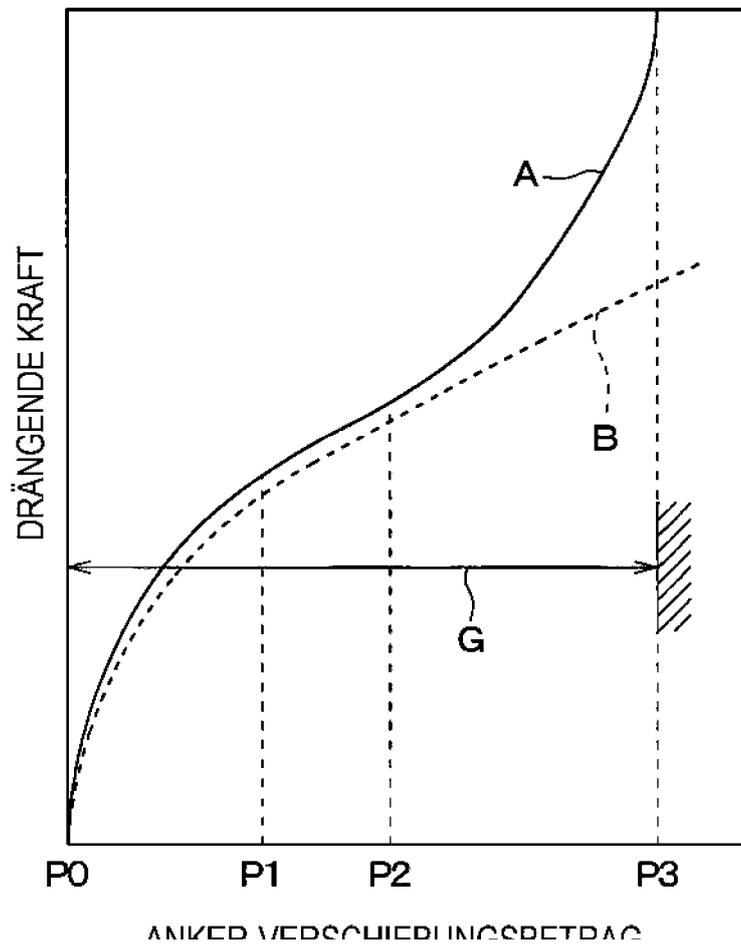


FIG. 12

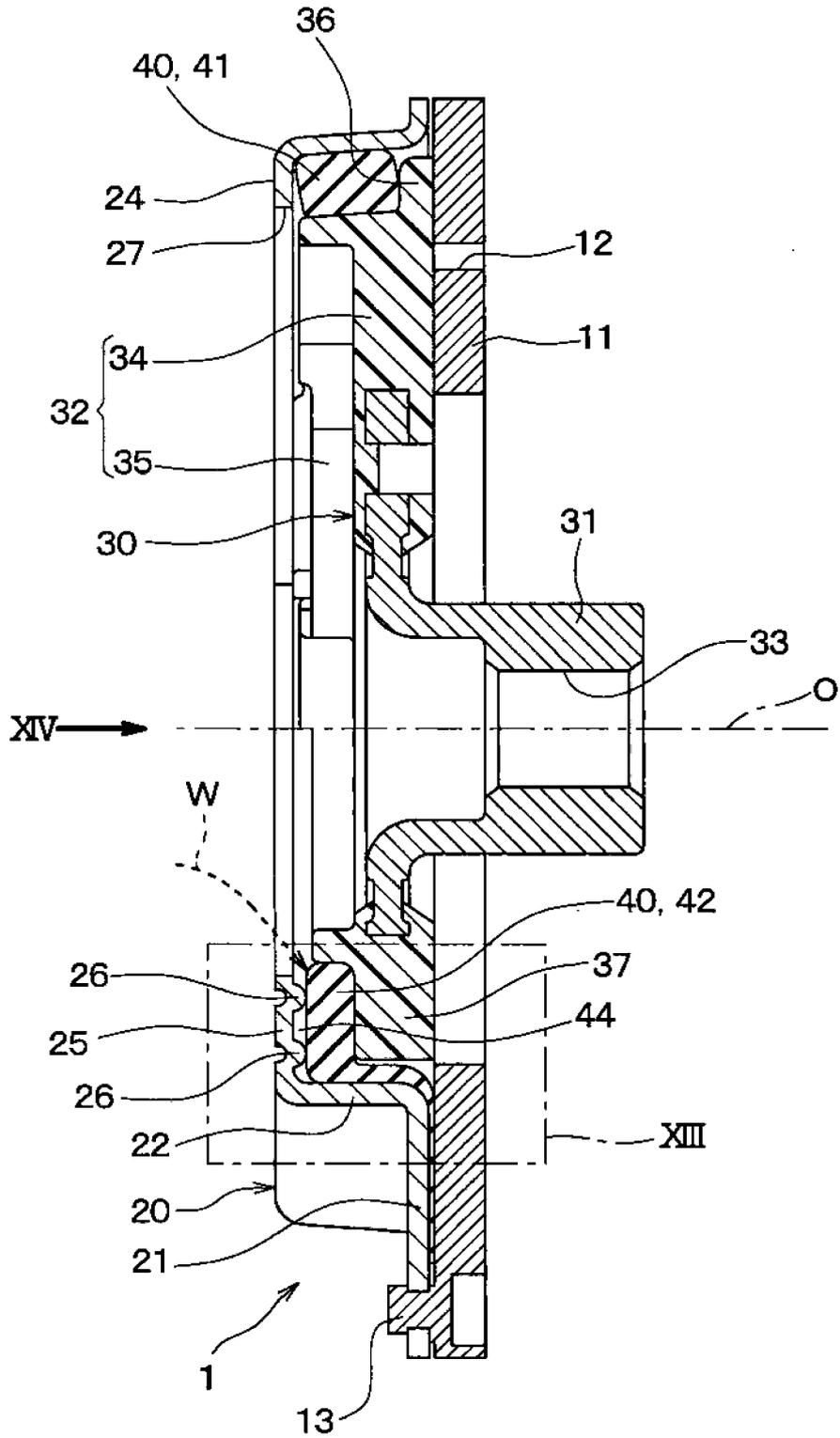


FIG. 13

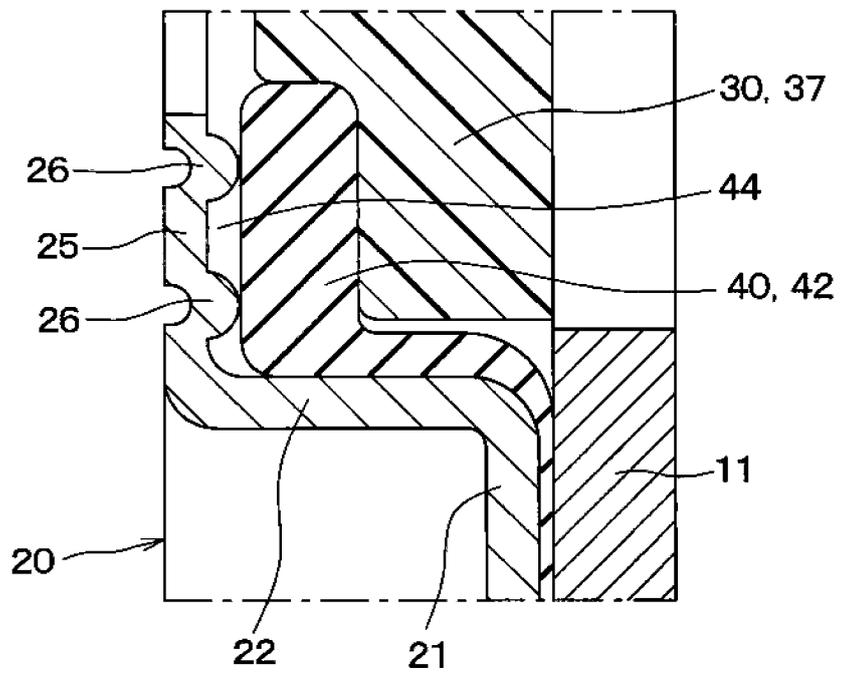


FIG. 14

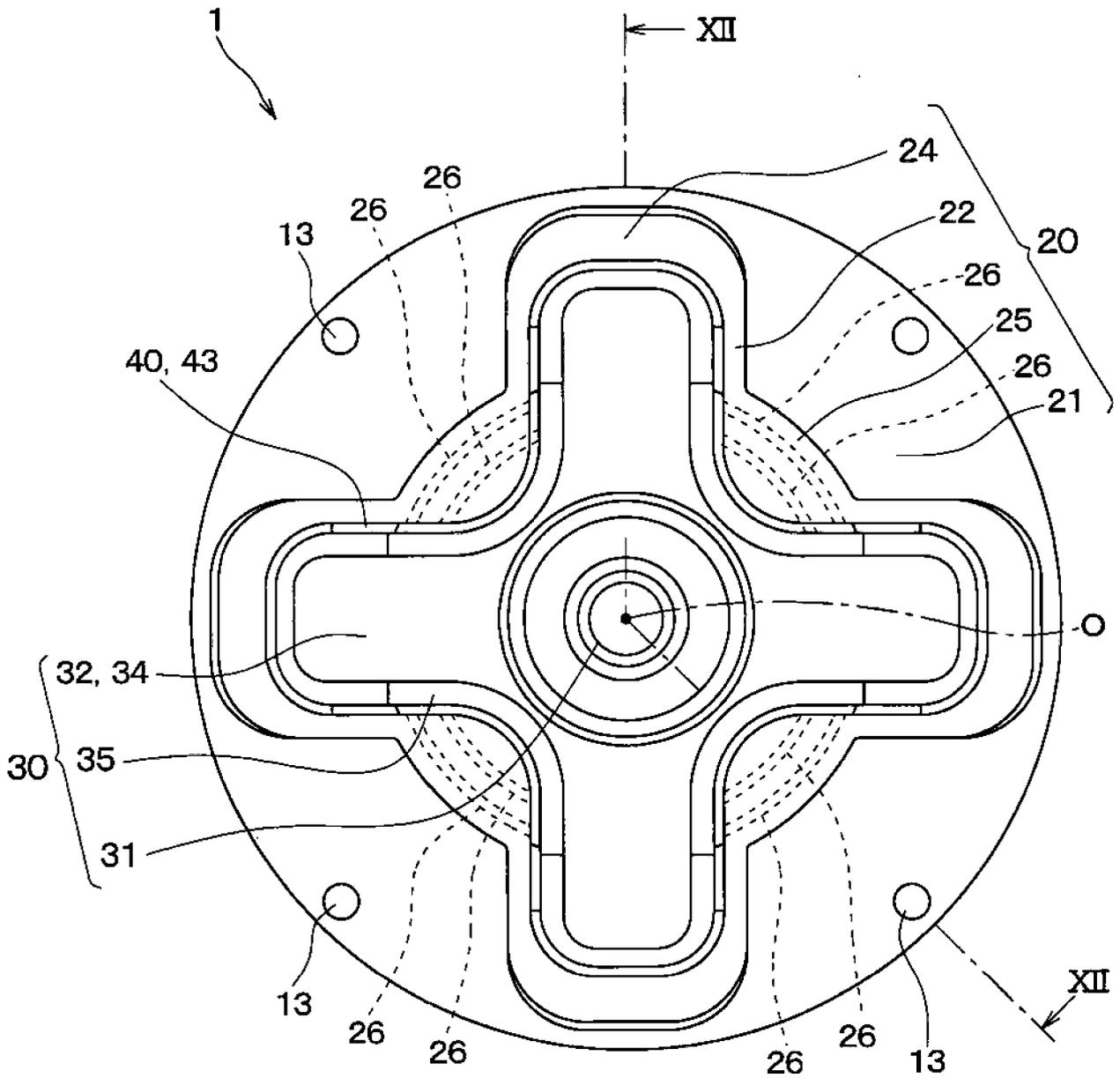


FIG. 15

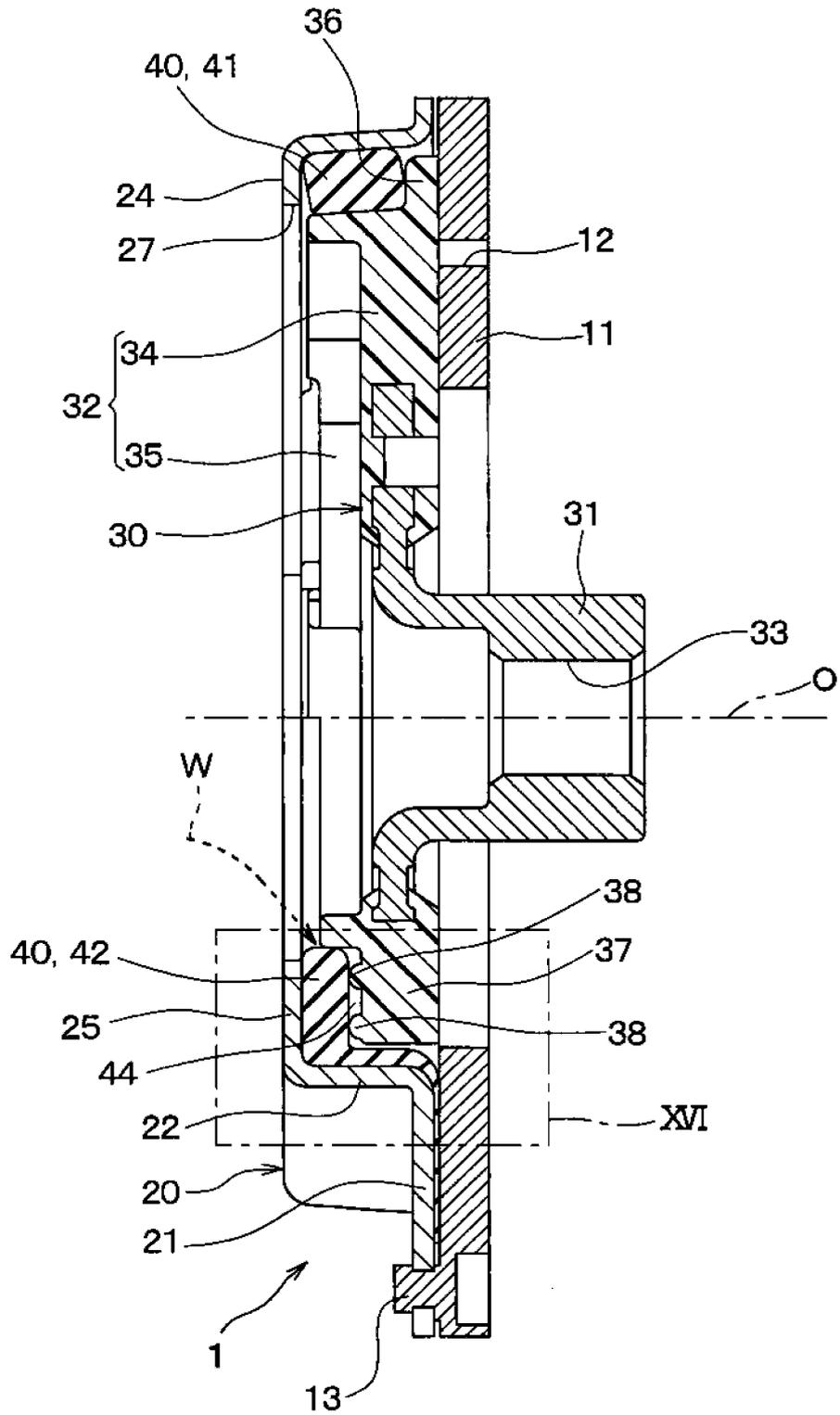


FIG. 16

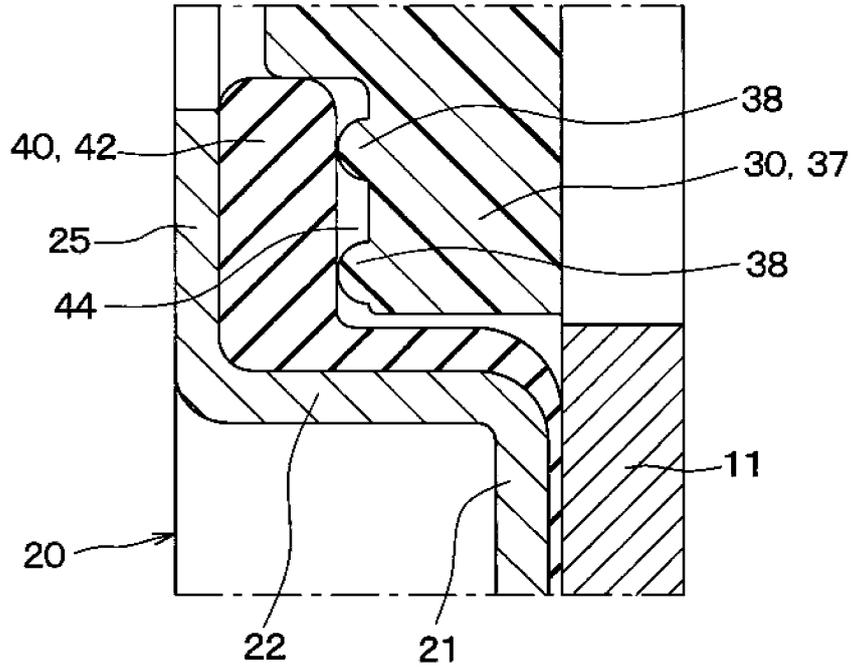


FIG. 17

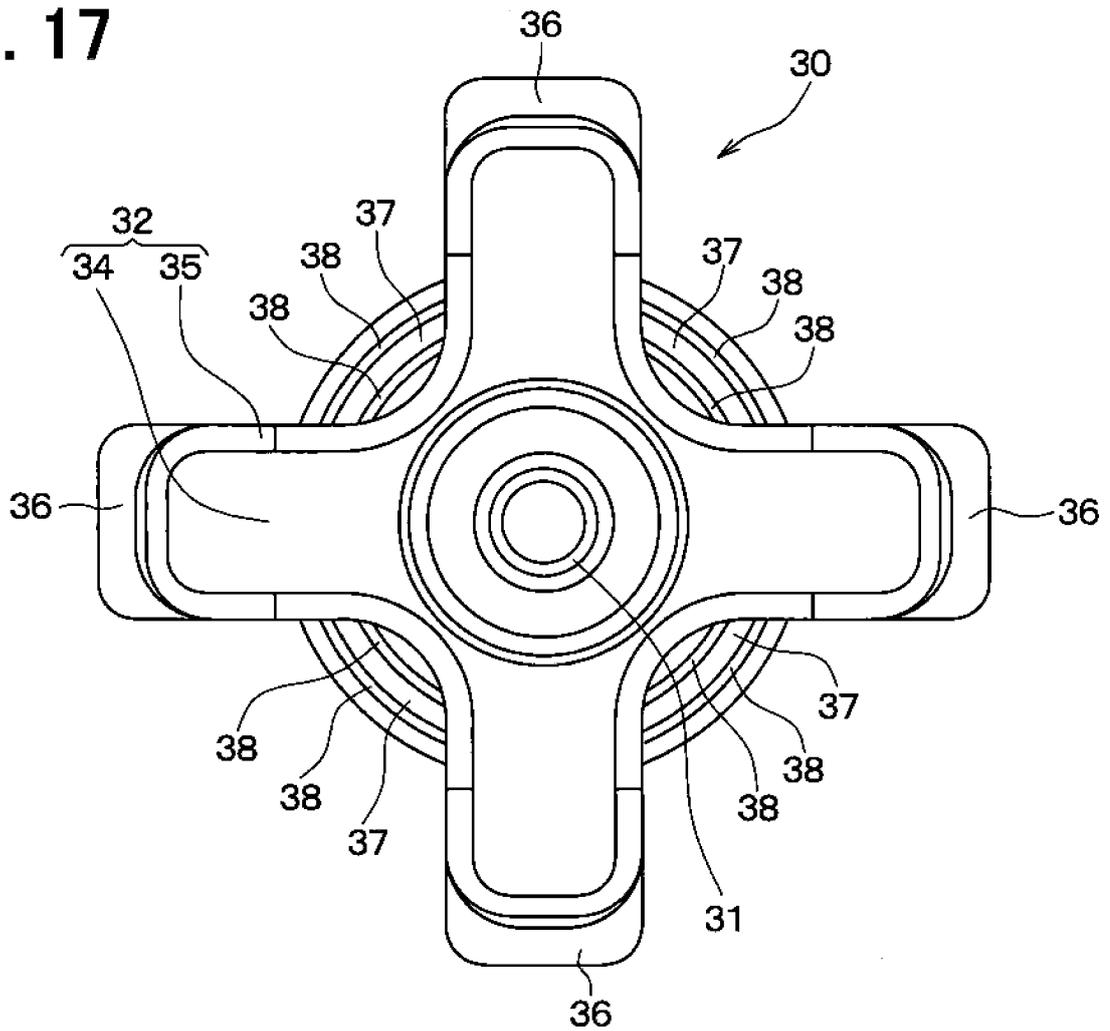


FIG. 18

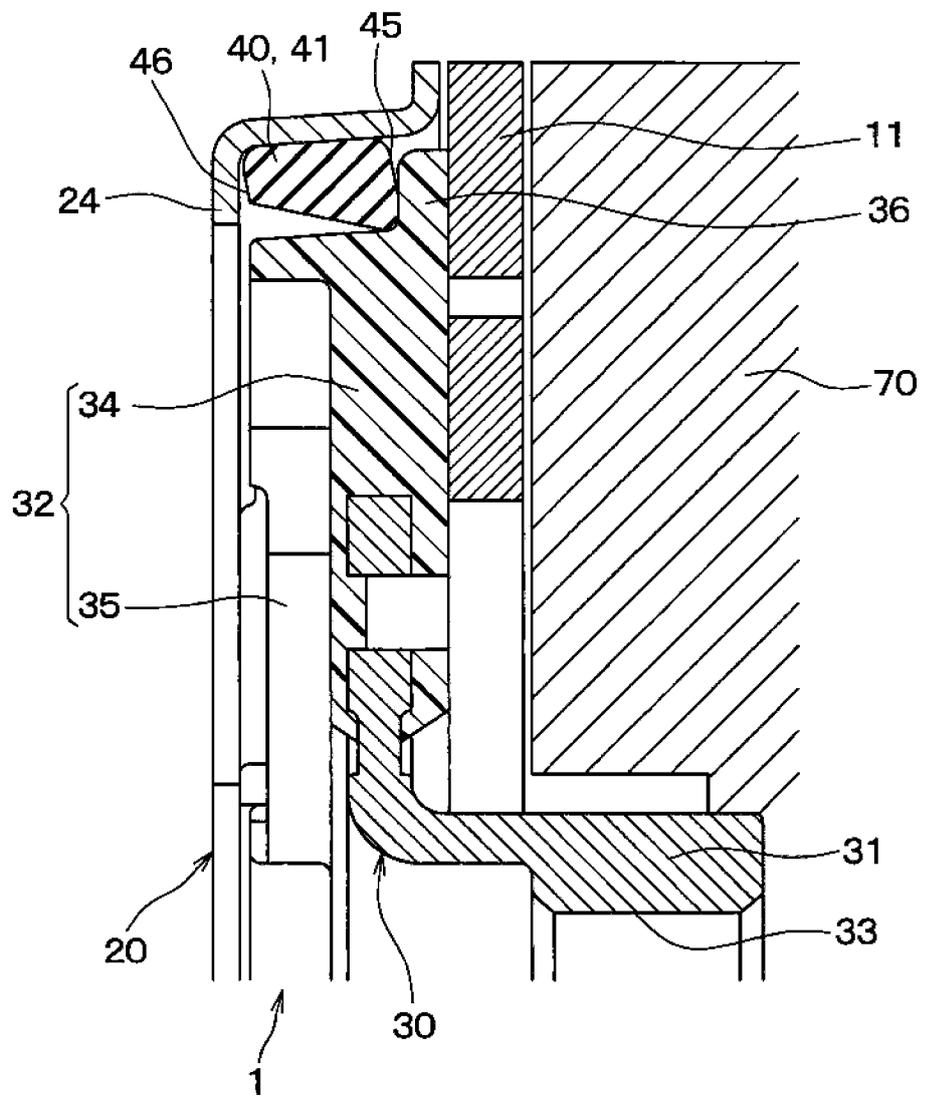


FIG. 19

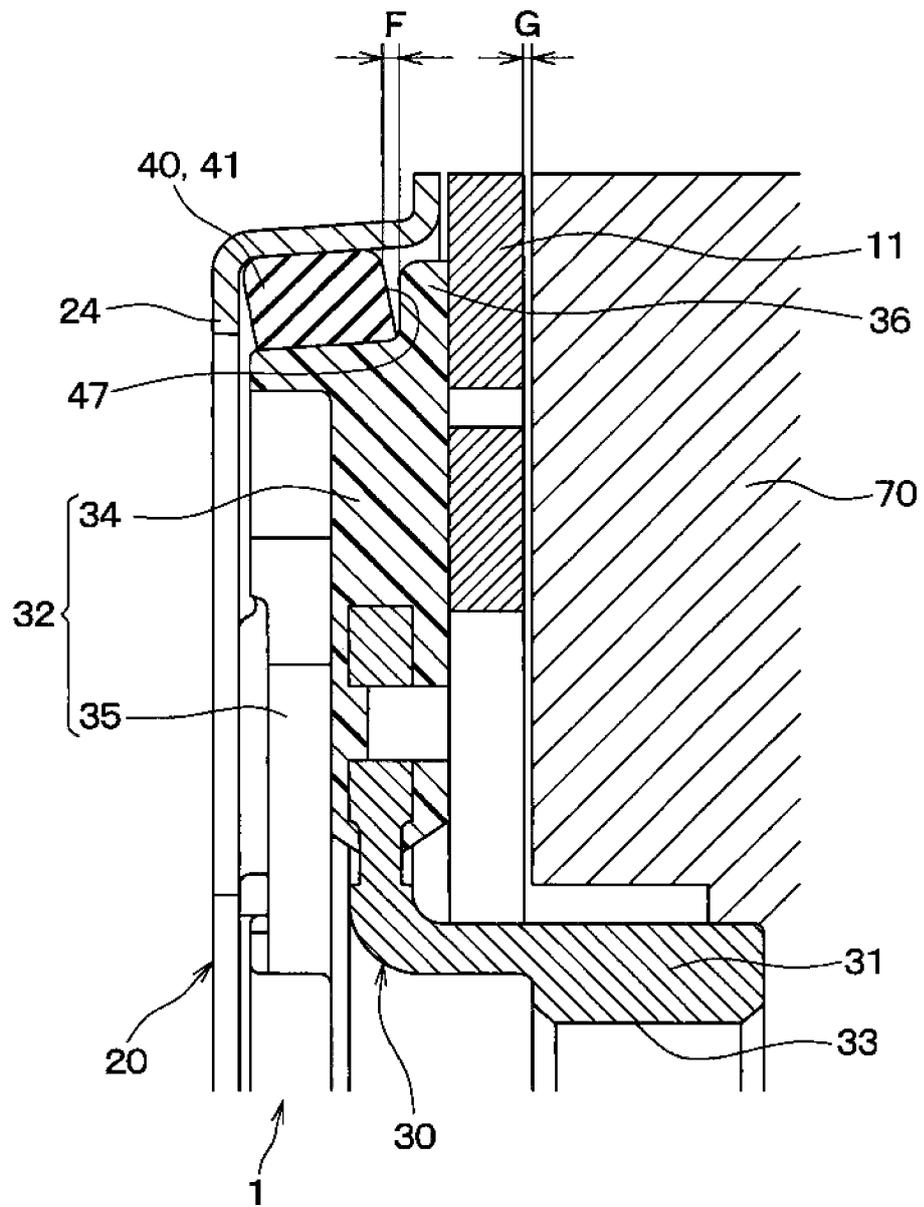


FIG. 20

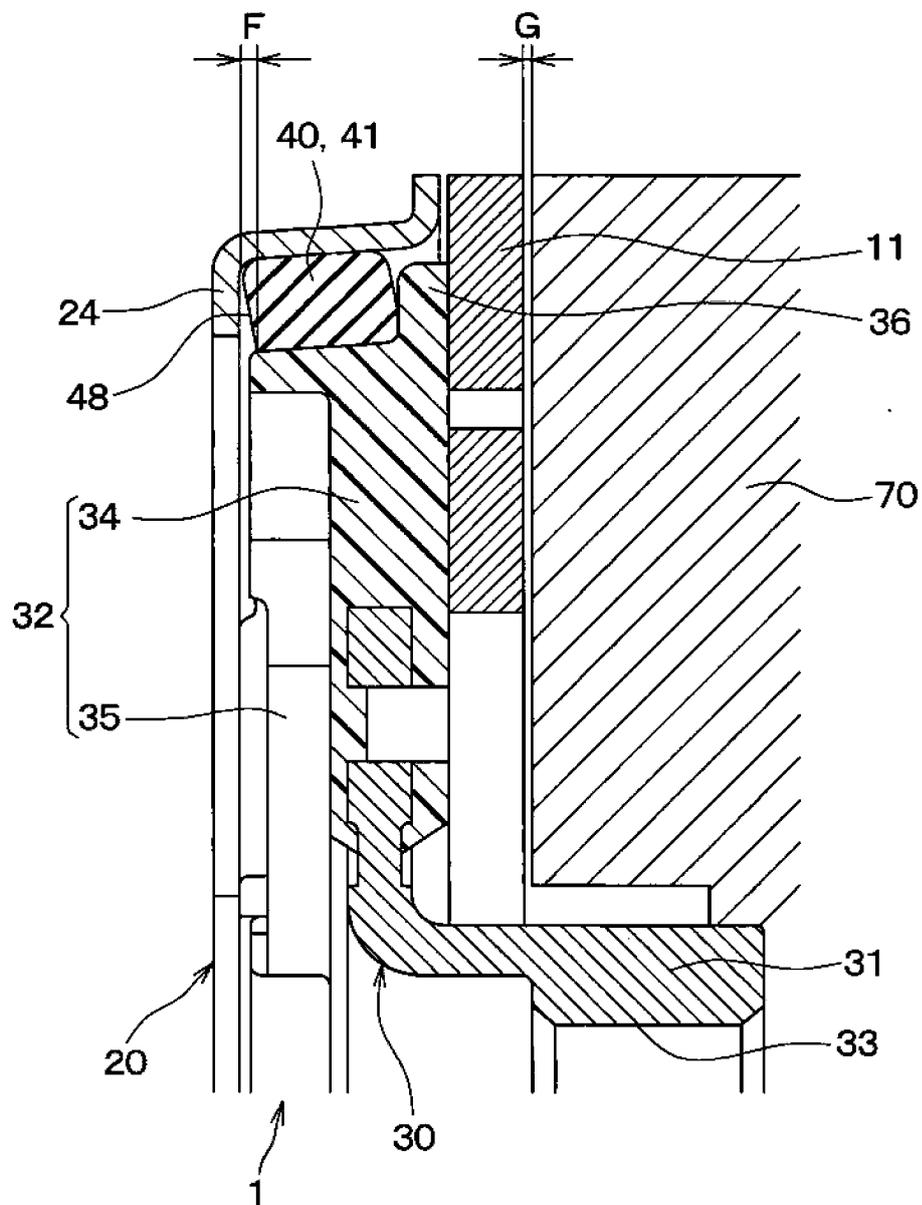


FIG. 21

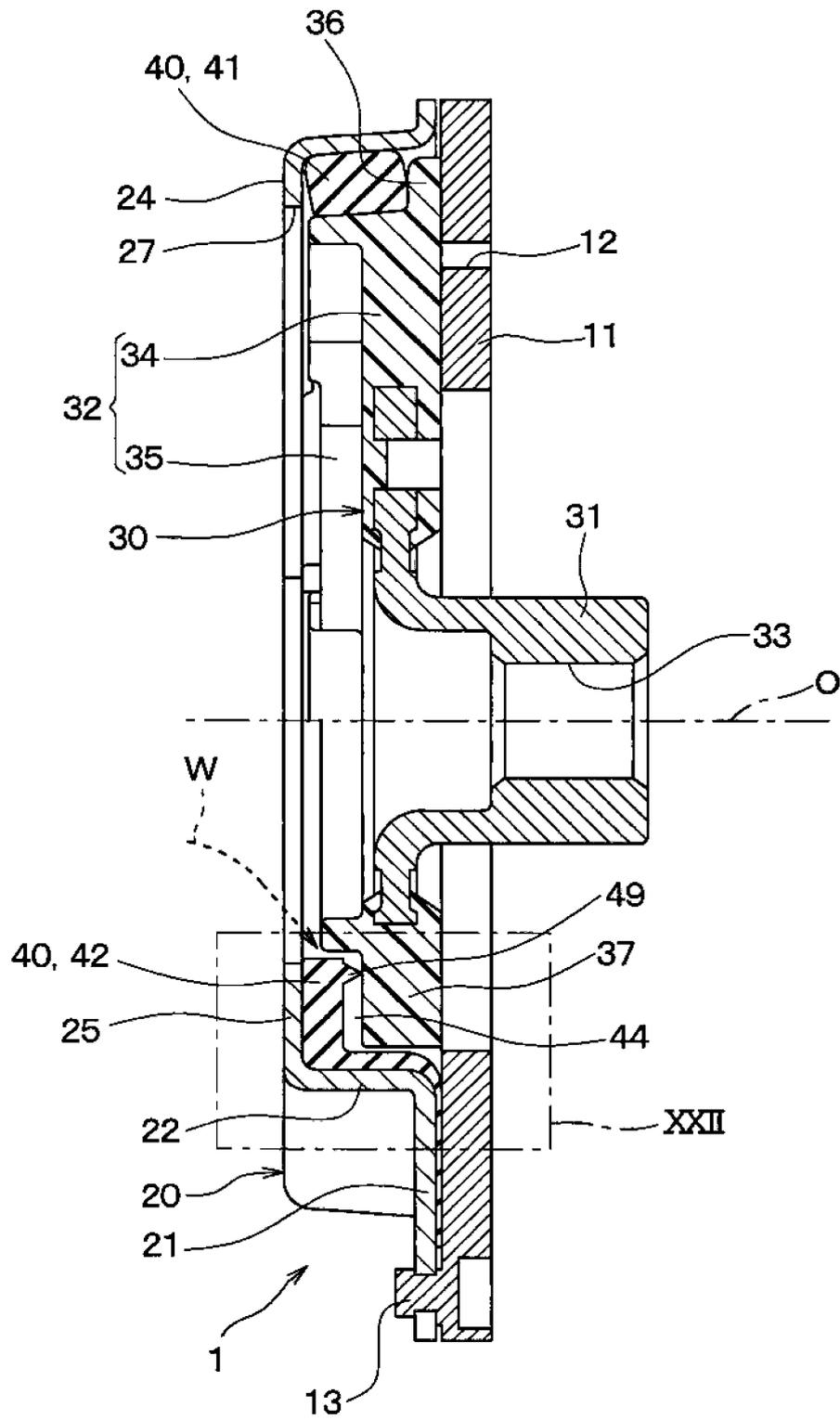


FIG. 22

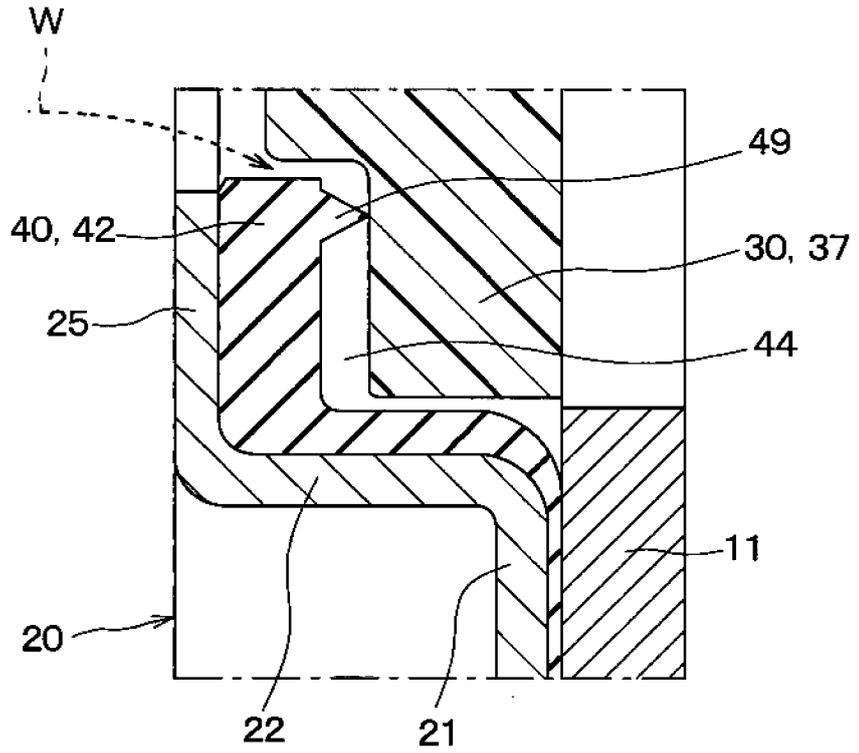


FIG. 23

