(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2019 132 421 B4** 2024.10.17

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 132 421.1**
(22) Anmeldetag: **29.11.2019**
(43) Offenlegungstag: **04.06.2020**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **17.10.2024**

(51) Int Cl.: ***F16K 31/53*** (2006.01)
F16K 31/04 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2018-226715 03.12.2018 JP

(73) Patentinhaber:
NIDEC SANKYO CORPORATION, Nagano, JP

(74) Vertreter:
Becker Kurig & Partner Patentanwälte mbB, 80336 München, DE

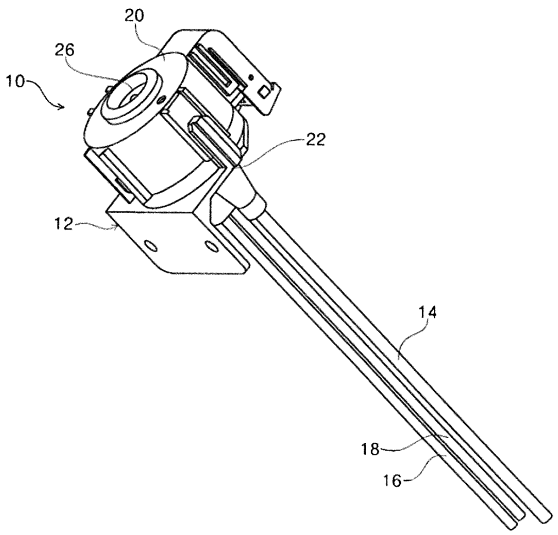
(72) Erfinder:
Yokoe, Satoru, Nagano, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**10 2019 207 841**	**A1**
JP	**5 615 993**	**B1**

(54) Bezeichnung: **VENTILANTRIEBSVORRICHTUNG**

(57) Hauptanspruch: Ventilantriebsvorrichtung (10), umfassend einen Ventilkörperantriebsmechanismus (30) zum Antreiben eines Ventilkörpers (12), dadurch gekennzeichnet, dass
der Ventilkörperantriebsmechanismus (30) umfasst:
ein antriebsseitiges Zahnrad (46), das von einem Motor drehend angetrieben wird,
ein abtriebsseitiges Zahnrad (50), das, in Eingriff mit dem antriebsseitigen Zahnrad (46), den Ventilkörper (12) durch Drehung des antriebsseitigen Zahnrads (46) dreht, und
eine Leistungsübertragungsschalteinheit (52), die zwischen einem Leistungsübertragungszustand, in dem das antriebsseitige Zahnrad (46) mit dem abtriebsseitigen Zahnrad (50) in Eingriff steht und eine Leistung des Motors auf das abtriebsseitige Zahnrad (50) überträgt, und einem Leistungs-Nichtübertragungszustand, in dem ein Eingriffszustand zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad (46) und dem abtriebsseitigen Zahnrad (50) gelöst ist, schalten kann,
wobei
die Leistungsübertragungsschalteinheit (52) umfasst:
zumindest einen vorstehenden Abschnitt, der an dem antriebsseitigen Zahnrad (46) ausgebildet ist und zu einer radialen Richtung des antriebsseitigen Zahnrads (46) vorsteht, und
einen Drehbeschränkungsabschnitt (62, 66), der schwenkbar in Bezug auf das abtriebsseitige Zahnrad (50) an dem abtriebsseitigen Zahnrad (50) angebracht ist und mit dem vorstehenden Abschnitt eingreifen kann,
der Drehbeschränkungsabschnitt (62, 66) aufweist:
eine Schwenkwelle (62a, 66a), die in das abtriebsseitige Zahnrad (50) eingesetzt ist, und
einen Hebelabschnitt (62b, 66b), der sich von der Schwenkwelle (62a, 66a) in Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) erstreckt und eine Vorspannkraft in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) nach außen aufnimmt,
das abtriebsseitige Zahnrad (50) einen Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) aufweist, der den Hebelabschnitt (62b, 66b) berührt und so ein Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts (62, 66) nach außen in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) beschränkt,
der ...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Zumindest eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Ventilantriebsvorrichtung zum Antreiben eines Ventils, das eine Durchflussmenge eines Fluids reguliert.

Stand der Technik

[0002] Herkömmlicherweise existiert eine Kühlmittelventilvorrichtung, die ein Kühlmittel zuführt, um einen Innenraum eines Kühlschranks oder dergleichen zu kühlen. Einige dieser Kühlmittelventilvorrichtungen umfassen eine Ventilantriebsvorrichtung, die ein Ventil antreibt, um eine Zufuhrmenge des Kühlmittels einzustellen, das dem Innenraum des Kühlschranks zugeführt wird (Japanische ungeprüfte Patentanmeldungsveröffentlichung JP 5 615 993 B1 , im Folgenden als Patentdokument 1 bezeichnet).

[0003] DE 10 2019 207 841 A1 offenbart eine Ventilantriebsvorrichtung, enthaltend: eine Basis, die einen Fluideinlass, einen Fluidauslass und eine Ventilsitzfläche aufweist, eine Abdeckung, die eine Ventilkammer abgrenzt, einen Ventilkörper, der in der Ventilkammer an einer Öffnung des Fluideinlasses oder des Fluidauslasses vorgesehen ist, und einen Ventilkörperantriebsmechanismus zum Drehen und Antreiben des Ventilkörpers. Der Ventilkörperantriebsmechanismus enthält: einen Motor, ein antriebsseitiges Zahnrad, ein abtriebsseitiges Zahnrad und eine Leistungsübertragungsschalteinheit, die zwischen einem Leistungsübertragungszustand, in dem das antriebsseitige Zahnrad und das abtriebsseitige Zahnrad in Eingriff stehen und einem Leistungs-Nichtübertragungszustand, in dem ein Eingriffszustand zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad und dem abtriebsseitigen Zahnrad aufgehoben ist, schalten kann.

Dokumente des Standes der Technik

[0004] [Patentdokument 1] Japanische Patentveröffentlichung JP 5 615 993 B1

[Durch die Erfindung zu lösende Probleme]

[0005] Die in dem Patentdokument 1 beschriebene Kühlmittelventilvorrichtung umfasst, auf einer Basis, die mit einem Kühlmitteleinlass, einem Kühlmittelauslass und einer Ventilsitzfläche versehen ist, einen Ventilkörper, der drehbar um eine Position nahe dem Kühlmitteleinlass oder dem Kühlmittelauslass ist, und einen Ventilkörperantriebsmechanismus zum Drehen des Ventilkörpers. Der Ventilkörperantriebsmechanismus umfasst einen Schrittmotor (im Folgenden als Motor bezeichnet), ein Ritzel, das sich integral mit einer Antriebswelle des Motors dreht, und ein Ausgabezahnrad, das mit dem Ritzel in Eingriff steht und sich integral mit dem Ventilkörper dreht.

[0006] Wenn sich der Motor dreht, drehen sich auch das Ausgabezahnrad und damit der Ventilkörper über das Ritzel, das sich integral mit dem Motor dreht. Somit kann der Ventilkörper einen Öffnungsgrad des Kühlmitteleinlasses oder des Kühlmittelauslasses einstellen und daher eine Zufuhrmenge des Kühlmittels regulieren.

[0007] Bei diesem Ventilkörperantriebsmechanismus können durch Drehen des Ritzels in einer Vorwärtsdrehrichtung, das Ausgabezahnrad und der Ventilkörper von einer ersten drehbeschränkten Position in eine zweite drehbeschränkte Position gedreht werden, die durch Drehen des Motors in der Vorwärtsdrehrichtung erhalten wird.

[0008] Wenn der Motor zur Einstellung der Zufuhrmenge des Kühlmittels im vorliegenden Fall in eine Rückwärtsdrehrichtung gedreht wird, um den Motor von der zweiten drehbeschränkten Position in die erste drehbeschränkte Position zu drehen, kommt ein Armabschnitt des Ausgabezahnrads mit einem Anstoßabschnitt des Ritzels in Kontakt, wodurch ein Zustand erreicht wird, in dem die Drehung des Ritzels in der Rückwärtsdrehrichtung beschränkt ist. Infolgedessen versucht der Motor die Drehung in der Rückwärtsdrehrichtung in dem Zustand fortzusetzen, in dem die Drehung des Ritzels in der Rückwärtsdrehrichtung beschränkt ist, so dass ein Schrittverlust im Motor auftritt. Bei dem Schrittverlust des Motors kann es dazu kommen, dass der Armabschnitt und der Anstoßabschnitt miteinander zusammenstoßen und ein Geräusch (Aufprallgeräusch) erzeugen.

[0009] Ein Ziel zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, in einer Ventilantriebsvorrichtung, die einen Ventilkörperantriebsmechanismus zum Antreiben eines Ventilkörpers umfasst, eine Reduktion eines Geräusches während des Antreibens des Ventilkörpers sowie ein sanftes Umschalten der Leistungsübertragung zu ermöglichen und ferner, wenn ein Fluid in der Ventilantriebsvorrichtung fließt, die Gefahr zu reduzieren, dass ein Fremdkörper in einen Teil des Ventilkörperantriebsmechanismus eindringt, in dem die Leistungsübertragung umgeschaltet wird, und dadurch eine Fehlfunktion verursacht wird.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Um das obige Ziel zu erreichen, zeichnet sich eine Ventilantriebsvorrichtung gemäß zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dadurch aus, einen Ventilkörperantriebsmechanismus zum Antreiben eines Ventilkörpers zu umfas-

sen, wobei der Ventilkörperantriebsmechanismus ein antriebsseitiges Zahnrad, das von einem Motor drehend angetrieben wird; ein abtriebsseitiges Zahnrad, das, in Eingriff mit dem antriebsseitigen Zahnrad, den Ventilkörper durch Drehung des antriebsseitigen Zahnrads dreht; und eine Leistungsübertragungsschalteinheit umfasst, die zwischen einem Leistungsübertragungszustand, in dem das antriebsseitige Zahnrad mit dem abtriebsseitigen Zahnrad in Eingriff steht und eine Leistung des Motors auf das abtriebsseitige Zahnrad überträgt, und einem Leistungs-Nichtübertragungszustand, in dem ein Eingriffszustand zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad und dem abtriebsseitigen Zahnrad gelöst ist, schalten kann, die Leistungsübertragungsschalteinheit zumindest einen vorstehenden Abschnitt, der an dem antriebsseitigen Zahnrad ausgebildet ist und in radialer Richtung des antriebsseitigen Zahnrads vorsteht; und einen Drehbeschränkungsabschnitt umfasst, der schwenkbar in Bezug auf das abtriebsseitige Zahnrad an dem abtriebsseitigen Zahnrad angebracht ist und mit dem vorstehenden Abschnitt eingreifen kann, der Drehbeschränkungsabschnitt eine in das abtriebsseitige Zahnrad eingeführte Schwenkwelle; und einen Hebelabschnitt aufweist, der sich von der Schwenkwelle in Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads erstreckt und eine Vorspannkraft in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads nach außen aufnimmt, das abtriebsseitige Zahnrad einen Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt aufweist, der den Hebelabschnitt berührt und so ein Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts nach außen in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads beschränkt, der Hebelabschnitt einen Vorgang zum Berühren des vorstehenden Abschnitts und einen Vorgang zum Verlassen einer Kontaktposition (auch als „Endposition“ bezeichnet) mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt durch Schwenken gegen die Vorspannkraft durchführt, und einen Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt aufweist, der einen Bereich abdeckt, der einen Zwischenraum zwischen dem Hebelabschnitt und dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt bildet.

[0011] Im vorliegenden Aspekt kann durch Umschalten des Eingriffszustands zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad und dem abtriebsseitigen Zahnrad in der Leistungsübertragungsschalteinheit, der Zustand der Leistungsübertragung umgeschaltet werden, wodurch der Motor nicht aus dem Schritt gebracht werden muss und somit ein Geräusch reduziert werden kann.

[0012] Bei der Entwicklung hinsichtlich einer Verbesserung der Leistungsübertragungsschalteinheit zur Reduktion des oben erwähnten Geräusches wurde erkannt, dass die Notwendigkeit besteht, einen Fall zu berücksichtigen, in dem die Ventilantriebsvorrichtung auf einem einen Fremdkörper wie Kupferpulver enthaltenden Fluidpfad installiert wird, in dem ein Fluid fließt. In diesem Fall konnte bestätigt werden, dass in einem Vorgang in der Leistungsübertragungsschalteinheit, bei dem einander ein Vorgang, in dem der Hebelabschnitt den vorstehenden Abschnitt berührt, und ein Vorgang, in dem der Hebelabschnitt eine Kontaktposition mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt durch Schwenken gegen die Vorspannkraft verlässt, abwechseln, der Fremdkörper in einen Bereich eintreten kann, der einen Zwischenraum zwischen dem Hebelabschnitt und dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt bildet. Somit wurde als weiteres Problem erkannt, dass wenn dieser Fremdkörper in den oben erwähnten Bereich eindringt und sich dort ansammelt, der Hebelabschnitt nicht mehr in die ursprüngliche Kontaktposition zurückkehren kann, wodurch die Gefahr besteht, dass eine Fehlfunktion in der Leistungsübertragungsschalteinheit auftritt.

[0013] Um dieses weitere Problem zu lösen, umfasst zumindest eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt, der den oben erwähnten Bereich abdeckt. Selbst wenn die Ventilantriebsvorrichtung in einem Fluidpfad installiert ist, der einen Fremdkörper wie Kupferpulver enthält, kann daher ein Eindringen des Fremdkörpers in den oben erwähnten Bereich durch den Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt verhindert werden und dementsprechend kann die Gefahr verringert werden, dass der Hebelabschnitt nicht mehr in die ursprüngliche Kontaktposition zurückkehren kann. Dadurch kann die Gefahr, dass durch den Fremdkörper eine Fehlfunktion in der Leistungsübertragungsschalteinheit hervorgerufen wird, verringert werden.

[0014] In der vorliegenden Erfindung ist ferner gegeben, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt in dem Hebelabschnitt vorgesehen ist.

[0015] Im vorliegenden Aspekt ist der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt in dem Hebelabschnitt vorgesehen, wodurch das Eindringen von Fremdkörpern mit einer einfachen Struktur und einer einfachen Herstellungsweise unterdrückt werden kann.

[0016] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt in einer Form ausgebildet ist, die den Bereich sowohl in der Kontaktposition des Hebelabschnitts, als auch in einer von der Kontaktposition entfernten Position, kontinuierlich bedeckt.

[0017] Im vorliegenden Aspekt ist der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt in einer Form aus-

gebildet, die den Bereich sowohl in der Kontaktposition des Hebelabschnitts, als auch in einer von der Kontaktposition entfernten Position, kontinuierlich bedeckt, wodurch die Gefahr des Eindringens von Fremdkörpern weitgehend unterdrückt werden kann.

[0018] In der vorliegenden Erfindung ist ferner gegeben, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt in einer Form ausgebildet ist, die in einem Zustand, in dem der Hebelabschnitt den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt berührt, von einer dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt entsprechenden Position innen in der radialen Richtung positioniert ist.

[0019] Im vorliegenden Aspekt ist der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt in einer Form ausgebildet, die innen in der radialen Richtung in Bezug auf die dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt entsprechende Position positioniert ist. Das heißt, das maximale Ausmaß der Form ist wie oben erwähnt definiert, wodurch der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt bereitgestellt werden kann, ohne dass eine Beeinflussung anderer Aufbauelemente im
Umkreis befürchtet werden muss.

[0020] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung in einem Zustand, in dem der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt das Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts beschränkt, in dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt ein Spalt zwischen dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt und der Schwenkwelle ausgebildet ist.

[0021] Im vorliegenden Aspekt ist in dem Zustand, in dem das Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts durch den Kontakt des Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitts mit dem Drehbeschränkungsabschnitt beschränkt ist, ein Spalt in dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt zwischen dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt und der Schwenkwelle ausgebildet, wodurch ein direkter Kontakt zwischen dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt und der Schwenkwelle vermieden werden kann. Infolgedessen ist es nicht notwendig, eine Positionierung des Drehbeschränkungsabschnitts in dem Bereich der Schwenkwelle durchzuführen, und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt kann die Positionierung durch Kontakt mit einem anderen Bereich des Drehbeschränkungsabschnitts als der Schwenkwelle durchführen, wodurch ein Einfluss einer Variation einer Abmessung und dergleichen der Schwenkwelle reduziert werden kann und eine Positionsgenauigkeit eines vorderen Endes des Hebelabschnitts in einem Zustand, in dem der Drehbeschränkungsabschnitt den vorstehenden Abschnitt nicht berührt, stabilisiert werden kann.

[0022] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Hebelabschnitt einen ersten Kontaktabschnitt, der den vorstehenden Abschnitt berührt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad in eine erste Richtung dreht, und einen zweiten Kontaktabschnitt umfasst, der den vorstehenden Abschnitt berührt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad in eine zweite Richtung dreht, die eine der ersten Richtung entgegengesetzte Richtung ist, wobei wenn der vorstehende Abschnitt den ersten Kontaktabschnitt berührt, der Hebelabschnitt durch den vorstehenden Abschnitt gedrückt wird, das abtriebsseitige Zahnrad gedreht wird, ein Zahn des antriebsseitigen Zahnrads und ein Zahn des abtriebsseitigen Zahnrads ineinander eingreifen, und der Leistungsübertragungszustand erreicht wird, und wenn der vorstehende Abschnitt den zweiten Kontaktabschnitt berührt, der Hebelabschnitt gegen die Vorspannkraft in der radialen Richtung nach innen schwenkt, das antriebsseitige Zahnrad leer dreht, ohne dass der Zahn des antriebsseitigen Zahnrads und der Zahn des abtriebsseitigen Zahnrads ineinander eingreifen, und der Leistungs-Nichtübertragungszustand erreicht wird.

[0023] Im vorliegenden Aspekt umfasst der Hebelabschnitt des Drehbeschränkungsabschnitts einen ersten Kontaktabschnitt, der den vorstehenden Abschnitt berührt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad in eine erste Richtung dreht, und einen zweiten Kontaktabschnitt, der den vorstehenden Abschnitt berührt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad in eine zweite Richtung dreht, die eine der ersten Richtung entgegengesetzte Richtung ist, wobei wenn der vorstehende Abschnitt den ersten Kontaktabschnitt berührt, der Drehbeschränkungsabschnitt durch den vorstehenden Abschnitt gedrückt wird, das abtriebsseitige Zahnrad gedreht wird und ein Zahn des antriebsseitigen Zahnrads und ein Zahn des abtriebsseitigen Zahnrads ineinander eingreifen, wodurch der Leistungsübertragungszustand erreicht wird, und wenn der vorstehende Abschnitt den zweiten Kontaktabschnitt berührt, der Drehbeschränkungsabschnitt gegen eine Vorspannkraft, die den Drehbeschränkungsabschnitt vorspannt, in der radialen Richtung nach innen schwenkt, das antriebsseitige Zahnrad sich leer dreht, ohne dass der Zahn des antriebsseitigen Zahnrads und der Zahn des abtriebsseitigen Zahnrads ineinander eingreifen, und der Leistungs-Nichtübertragungszustand aufrechterhalten wird. Folglich kann die Übertragung bzw. Unterbrechung der Leistung vom Motor zum abtriebsseitigen Zahnrad lediglich durch Umschalten eines Abschnitts, den der vorstehende Abschnitt entsprechend der Drehrichtung des antriebsseitigen Zahnrads berührt, durchgeführt

werden und somit kann der Drehbeschränkungsabschnitt auf einfache Weise aufgebaut werden.

[0024] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der zweite Kontaktabschnitt des Hebelabschnitts an einer äußeren Umfangsseite des abtriebsseitigen Zahnrads in radialer Richtung positioniert ist und als eine gekrümmte Oberfläche ausgebildet ist, die sich entlang der Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads erstreckt.

[0025] Da der zweite Kontaktabschnitt des Hebelabschnitts im vorliegenden Aspekt an der äußeren Umfangsseite des abtriebsseitigen Zahnrads in radialer Richtung positioniert ist und als eine gekrümmte Oberfläche ausgebildet ist, die sich entlang der Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads erstreckt, berührt der zweite Kontaktabschnitt den vorstehenden Abschnitt und schwenkt nach innen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads, und wenn der vorstehende Abschnitt sich vom zweiten Kontaktabschnitt entfernt, kann die gekrümmte Oberfläche des zweiten Kontaktabschnitts näher an einem als nächstes zu kontaktierenden vorstehenden Abschnitt positioniert werden, als in einem Fall, in dem der zweite Kontaktabschnitt geradlinig ausgebildet ist. Mit anderen Worten ist der mit dem vorstehenden Abschnitt in Kontakt stehende zweite Kontaktabschnitt an einer Position nahe der durch den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt beschränkten Position von dem vorstehenden Abschnitt getrennt. Dadurch kann, wenn der vorstehende Abschnitt vom zweiten Kontaktabschnitt getrennt ist, ein Impuls, wenn der zweite Kontaktabschnitt und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt in Kontakt kommen, verglichen mit dem Fall, in dem der zweite Kontaktabschnitt geradlinig ausgebildet ist, abgeschwächt werden. Infolgedessen kann das Entstehen eines Geräusches, wenn der zweite Kontaktabschnitt und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt einander bei einem Schwenkvorgang des Drehbeschränkungsabschnitts berühren, unterdrückt werden.

[0026] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung das abtriebsseitige Zahnrad einen Mitdreh-Verhinderungsabschnitt umfasst, der, wenn der vorstehende Abschnitt den zweiten Kontaktabschnitt berührt und der Hebelabschnitt gegen die Vorspannkraft in der radialen Richtung nach innen schwenkt, verhindert, dass der zweite Kontaktabschnitt durch den vorstehenden Abschnitt in eine Drehrichtung des vorstehenden Abschnitts gedrückt wird und das abtriebsseitige Zahnrad sich in einer Drehrichtung dreht, die einer Drehrichtung des antriebsseitigen Zahnrads entspricht.

[0027] Im vorliegenden Aspekt kann durch den Mitdreh-Verhinderungsabschnitt ein Mitdrehen des abtriebsseitigen Zahnrads mit dem antriebsseitigen Zahnrad verhindert werden, ein Leerdreh-Zustand des antriebsseitigen Zahnrads aufrechterhalten werden und der Leistungs-Nichtübertragungszustand zuverlässig aufrechterhalten werden.

[0028] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung eine kreisförmige Bahn, die von einem vorderen Ende des vorstehenden Abschnitts in der radialen Richtung beim Schwenken des antriebsseitigen Zahnrads gebildet wird, als eine erste Kreisbahn angenommen wird, und eine kreisförmige Bahn, die, wenn sich der vorstehende Abschnitt in die erste Richtung dreht und den ersten Kontaktabschnitt berührt, von einem vorderen Ende des ersten Kontaktabschnitts in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads gebildet wird, als eine zweite Kreisbahn angenommen wird, und der zweite Kontaktabschnitt eine Form aufweist, bei der in einem Störbereich, der von einem von der ersten Kreisbahn gebildeten ersten Kreis und einem von der zweiten Kreisbahn gebildeten zweiten Kreis umgeben ist, ein Störvermeidungsabschnitt auf einer Seite des ersten Kontaktabschnitts vorhanden ist.

[0029] Dabei gilt für den „Störvermeidungsabschnitt“ in der Form „der zweite Kontaktabschnitt ... weist eine Form auf, bei der in einem Störbereich, ... ein Störvermeidungsabschnitt auf einer Seite des ersten Kontaktabschnitts vorhanden ist“, dass in dem zweiten Kontaktabschnitt des Hebelabschnitts, der das Gegenstück zum Kontakt mit dem vorstehenden Abschnitt ist, eine in Bezug auf den vorstehenden Abschnitt zurückgezogene Form vorgesehen ist, und der vorstehende Abschnitt in einem Bereich dieser zurückgezogenen Form nicht mit dem Hebelabschnitt in Kontakt steht. Das heißt, dass der zweite Kontaktabschnitt eine Form aufweist, in der in dem Störbereich ein Spalt existiert, in dem ein Teil des zweiten Kontaktabschnitts auf der Seite des ersten Kontaktabschnitts nicht mit dem vorstehenden Abschnitt in Kontakt steht.

[0030] Gemäß dem vorliegenden Aspekt weist der zweite Kontaktabschnitt eine Form auf, in der der Störvermeidungsabschnitt vorhanden ist, wodurch ein Zeitpunkt, zu dem der vorstehende Abschnitt durch die Drehung des antriebsseitigen Zahnrads mit dem zweiten Kontaktabschnitt des Hebelabschnitts in Kontakt kommt, später auftritt als bei einer Form, in der der Störvermeidungsabschnitt nicht vorhanden ist. Dadurch ist die Zeitspanne in einem Zustand der „Trennung“, in den Vorgängen des Kontakts und der Trennung des Hebelabschnitts, kürzer als bei einer Form, in der der Störvermeidungsabschnitt nicht vorhanden ist. In einem

Zustand des „Kontakts“ in den oben beschriebenen Vorgängen des Kontakts und der Trennung kann der Fremdkörper strukturell nicht in den oben erwähnten Bereich eintreten, weshalb, wenn die Zeitspanne des Zustands der „Trennung“ kürzer wird, das Eintreten des Fremdkörpers in den Bereich um einen entsprechenden Anteil erschwert wird.

[0031] Dementsprechend ist es möglich, durch eine Ausgestaltung, in der zusätzlich zum Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt ferner der Störvermeidungsabschnitt vorhanden ist, den Eintritt des Fremdkörpers in den Bereich zu reduzieren, wodurch die Gefahr, dass durch den Fremdkörper eine Fehlfunktion in der Leistungsübertragungsschalteinheit hervorgerufen wird, weiter verringert werden kann.

[0032] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Störvermeidungsabschnitt von einem vertieften Abschnitt zwischen der Kontaktposition des Hebelabschnitts mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt und dem ersten Kontaktabschnitt aufgebaut wird.

[0033] In einem Teil, in dem der zweite Kontaktabschnitt des Hebelabschnitts den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt berührt, kommt es ursprünglich zu keinem Kontakt mit dem vorstehenden Abschnitt.

[0034] Im vorliegenden Aspekt ist der vertiefte Abschnitt zwischen der Kontaktposition des Hebelabschnitts mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt und dem ersten Kontaktabschnitt vorgesehen und der Störvermeidungsabschnitt wird durch diesen vertieften Abschnitt aufgebaut, wodurch in einem Zustand, in dem der Kontaktzustand und die Kontaktposition des Hebelabschnitts mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt stabilisiert sind, auf einfache Weise eine Verzögerung des oben erwähnten Zeitpunkts durch den vertieften Abschnitt realisiert werden kann.

[0035] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung ein vorspringender Abschnitt in dem abtriebsseitigen Zahnrad ausgebildet ist, der nach außen in radialer Richtung und in axialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads von einer Fläche auf einer Seite des abtriebsseitigen Zahnrads vorsteht, und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt in dem vorspringenden Abschnitt innen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads ausgebildet ist.

[0036] Im vorliegenden Aspekt kann der oben beschriebene Effekt für den Bereich auch basierend auf einer Struktur, in der der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt innen in der radialen Richtung des im abtriebsseitigen Zahnrad vorgesehenen vorspringenden Abschnitts ausgebildet ist, erzielt werden.

[0037] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Drehbeschränkungsabschnitt einen Fußabschnitt umfasst, der an einer dem Hebelabschnitt entgegengesetzten Seite der Schwenkwelle in axialer Richtung der Schwenkwelle vorgesehen ist, wobei der Fußabschnitt eine Neigung der Schwenkwelle durch die Vorspannkraft, die den Hebelabschnitt vorspannt, beschränkt.

[0038] Im vorliegenden Aspekt umfasst der Drehbeschränkungsabschnitt einen Fußabschnitt, der an einer dem Hebelabschnitt entgegengesetzten Seite der Schwenkwelle in axialer Richtung der Schwenkwelle vorgesehen ist, wobei der Fußabschnitt eine Neigung der Schwenkwelle durch die Vorspannkraft, die den Hebelabschnitt vorspannt, beschränkt, wodurch die Neigung der Schwenkwelle unterdrückt werden kann. Dadurch kann das Umschalten der Leistungsübertragung durch die Leistungsübertragungsschalteinheit sanft durchgeführt werden.

[0039] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Fußabschnitt sich in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Richtung, in die der Hebelabschnitt vorgespannt ist, erstreckt.

[0040] Es sei darauf hingewiesen, dass in dem vorliegenden Aspekt, die Formulierung „erstreckt sich in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Richtung, in die der Hebelabschnitt vorgespannt ist“ nicht auf eine Richtung beschränkt ist, die um 180 Grad gegenüber der Vorspannrichtung umgekehrt ist, sondern auch eine Richtung umfasst, die eine Vektorkomponente einer Kraft enthält, die in entgegengesetzter Richtung zur Vorspannrichtung wirkt.

[0041] Im vorliegenden Fall ist der Hebelabschnitt durch die Vorspannkraft vorgespannt. Infolgedessen wird an der Schwenkwelle durch die Vorspannkraft ein Drehmoment erzeugt, durch das die Schwenkwelle in Bezug auf die axiale Richtung geneigt wird. Da sich der Fußabschnitt im vorliegenden Aspekt in entgegengesetzter Richtung zu der Richtung erstreckt, in die der Hebelabschnitt vorgespannt ist, wird der Fußabschnitt gegen das abtriebsseitige Zahnrad gedrückt, wenn sich die Schwenkwelle durch das Drehmoment neigt, wodurch ein Neigen der Schwenkwelle zuverlässig beschränkt werden kann.

[0042] In zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es ferner bevorzugt, dass in der Ventilantriebsvorrichtung der Fußabschnitt sich

von der Schwenkwelle in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads nach innen erstreckt.

[0043] Im vorliegenden Fall ist es notwendig, den Drehbeschränkungsabschnitt im abtriebsseitigen Zahnrad an einer Position nahe einer äußeren Umfangsseite des abtriebsseitigen Zahnrads in radialer Richtung vorzusehen, um einen Aufbau zu erhalten, in dem der Hebelabschnitt mit einem vorstehenden Abschnitt des antriebsseitigen Zahnrads eingreifen kann. Folglich wird eine Länge des Fußabschnitts kürzer, wenn ein Aufbau gewählt wird, bei dem sich der Fußabschnitt von der Schwenkwelle nach außen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads erstreckt.

[0044] Da sich gemäß dem vorliegenden Aspekt der Fußabschnitt von der Schwenkwelle in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads nach innen erstreckt, kann die Länge des Fußabschnitts länger gewählt werden, als wenn sich der Fußabschnitt nach außen in radialer Richtung erstreckt. Infolgedessen kann ein Kippen der Schwenkwelle erschwert werden.

[0045] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird in einer Ventilantriebsvorrichtung, die einen Ventilkörperantriebsmechanismus zum Antreiben eines Ventilkörpers umfasst, eine Reduktion eines Geräusches während des Antreibens des Ventilkörpers sowie ein sanftes Umschalten der Leistung ermöglicht und ferner, wenn ein Fluid in der Ventilantriebsvorrichtung fließt, kann die Gefahr reduziert werden, dass ein Fremdkörper in einen Teil des Ventilkörperantriebsmechanismus eindringt, in dem die Leistungsübertragung umgeschaltet wird, und dadurch eine Fehlfunktion verursacht wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0046] Ausführungsformen werden nun lediglich beispielhaft mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, die beispielhaft und nicht einschränkend zu verstehen sind und in denen gleiche Elemente in mehreren Zeichnungen mit denselben Bezugszeichen versehen sind, wobei:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Ventilantriebsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

Fig. 2 eine seitliche Schnittansicht der Ventilantriebsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Ventilkörperantriebsmechanismus in der Ventilantriebsvorrichtung zeigt;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht des Ventilkörperantriebsmechanismus in der Ventilantriebsvorrichtung zeigt;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines ausgabeseitigen Zahnrads in dem Antriebsmechanismus zeigt;

Fig. 6 eine Draufsicht auf das ausgabeseitige Zahnrad zeigt;

Fig. 7 eine perspektivische Explosionsansicht eines abtriebsseitigen Teils des Ventilkörperantriebsmechanismus zeigt;

Fig. 8 eine von oben betrachtete, perspektivische Ansicht eines abtriebsseitigen Zahnrads in dem Antriebsmechanismus zeigt;

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht des abtriebsseitigen Zahnrads, gesehen von einer Oberseite aus einer anderen Richtung als in **Fig.** 8, zeigt;

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht des abtriebsseitigen Zahnrads, gesehen von einer Unterseite, zeigt;

Fig. 11 eine perspektivische Ansicht eines Drehbeschränkungsabschnitts in dem Antriebsmechanismus zeigt;

Fig. 12 eine perspektivische Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen einem Fußabschnitt des Drehbeschränkungsabschnitts und einem Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt des abtriebsseitigen Zahnrads zeigt;

Fig. 13A eine perspektivische Ansicht eines Ventilkörpers, gesehen von einer entgegengesetzten Seite einer Ventilsitzfläche zeigt; und **Fig.** 13B eine perspektivische Ansicht des Ventilkörpers, gesehen von der Seite der Sitzfläche, zeigt;

Fig. 14 ein Diagramm von offenen und geschlossenen Zuständen des Ventilkörperantriebsmechanismus in einzelnen Schritten zeigt;

Fig. 15 Phasenzustände des ausgabeseitigen Zahnrads und des abtriebsseitigen Zahnrads und einen Zustand des Ventilkörpers zeigt;

Fig. 16 Phasenzustände des ausgabeseitigen Zahnrads und des abtriebsseitigen Zahnrads und den Zustand des Ventilkörpers zeigt;

Fig. 17 Phasenzustände des ausgabeseitigen Zahnrads und des abtriebsseitigen Zahnrads und den Zustand des Ventilkörpers zeigt;

Fig. 18 einen Zustand des Ventilkörperantriebsmechanismus bei einem Rückstellvorgang zu einem Ausgangspunkt zeigt;

Fig. 19 den Zustand des Ventilkörperantriebsmechanismus bei dem Rückstellvorgang zum Ausgangspunkt zeigt;

Fig. 20 einen Zustand des Ventilkörperantriebsmechanismus beim Antrieb des Ventilkörpers zeigt;

Fig. 21 den Zustand des Ventilkörperantriebsmechanismus beim Antrieb des Ventilkörpers zeigt;

Fig. 22 eine Beziehung zwischen dem ausgabeseitigen Zahnrad und dem abtriebsseitigen Zahnrad in einer Ausgangsposition zeigt;

Fig. 23A und **Fig.** 23B Zustände zeigen, in denen ein Mitdrehen des abtriebsseitigen Zahnrads mit einem antriebsseitigen Zahnrad durch einen zweiten Drehbeschränkungsabschnitt beschränkt wird;

Fig. 24 eine Beziehung einer Mittenposition einer Schwenkwelle des Drehbeschränkungsabschnitts in Bezug auf das abtriebsseitige Zahnrad zeigt;

Fig. 25 eine schematische Ansicht zum Erläutern einer Beziehung zwischen dem Fußabschnitt und einer auf den Drehbeschränkungsabschnitt wirkenden Vorspannkraft zeigt;

Fig. 26A und **Fig.** 26B schematische Ansichten zum Erläutern eines Effekts aufgrund einer Ausbildung eines zweiten Kontaktabschnitts eines Hebelabschnitts als eine gekrümmte Oberfläche in dem Drehbeschränkungsabschnitt zeigen;

Fig. 27 eine von oben betrachtete, perspektivische Ansicht des Ventilkörperantriebsmechanismus, der einen Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt aufweist, zeigt;

Fig. 28 eine von unten betrachtete, perspektivische Ansicht, in der ein Teil des Ventilkörperantriebsmechanismus von **Fig.** 27 weggelassen ist, zeigt;

Fig. 29 eine perspektivische Ansicht, in der ein Teil des Ventilkörperantriebsmechanismus von **Fig.** 27 weggelassen ist, von einer anderen Richtung von oben betrachtet, zeigt;

Fig. 30 eine perspektivische Ansicht des Drehbeschränkungsabschnitts, der den Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt aufweist, zeigt;

Fig. 31A und **Fig.** 31B Draufsichten zur Erklärung einer Wirkung des den Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt aufweisenden Drehbeschränkungsabschnitts sind, wobei **Fig.** 31A den Hebelabschnitt vor dem Beginn eines Schwenkens und **Fig.** 31B den Hebelabschnitt während des Schwenkens zeigt;

Fig. 32 eine von oben betrachtete, perspektivische Ansicht eines Ventilkörperantriebsmechanismus, der einen Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt mit einer von **Fig.** 27 verschiedenen Struktur aufweist, zeigt;

Fig. 33A und **Fig.** 33B von oben betrachtete Draufsichten auf Hauptteile eines Ventilkörperantriebsmechanismus sind, der einen Störvermeidungsabschnitt aufweist, wobei **Fig.** 31A den Hebelabschnitt vor dem Beginn eines Schwenkens und **Fig.** 31B den Hebelabschnitt während des Schwenkens zeigt;

Fig. 34 eine erläuternde Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen einer Drehposition des antriebsseitigen Zahnrads und einer Schwenkposition des Hebelabschnitts zeigt; und

Fig. 35 ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Drehposition des antriebsseitigen Zahnrads und der Schwenkposition des Hebelabschnitts zeigt.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0047] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung basierend auf den Zeichnungen beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass in den jeweiligen Ausführungsbeispielen gleiche Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen werden, und nur in dem Ausführungsbeispiel, in dem diese Komponenten zuerst auftreten, erklärt werden, wobei die Beschreibung dieser Komponenten in den folgenden Ausführungsbeispielen weggelassen wird.

[0048] Es ist zu beachten, dass in der folgenden Beschreibung zum leichteren Verständnis, die spezifische Struktur eines Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts und eines Störvermeidungsabschnitts später erklärt wird, und zunächst eine allgemeine Beschreibung einer Struktur einer Ventilantriebsvorrichtung gegeben wird, die in der Lage ist, ein Geräusch während des Antreibens des Ventilkörpers zu reduzieren sowie ein sanftes Umschalten einer Leistungsübertragung vorzunehmen.

[0049] Anschließend an diese Beschreibung wird im Detail eine spezifische Struktur und dergleichen des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts beschrieben, der vorgesehen wird, um, wenn ein Fluid in der Ventilantriebsvorrichtung fließt, die Gefahr reduzieren zu können, dass ein Fremdkörper in einen Teil des Ventilkörperantriebsmechanismus eindringt, in dem die Leistungsübertragung umgeschaltet wird, und dadurch eine Fehlfunktion verursacht wird.

[0050] Als nächstes wird die spezifische Struktur und dergleichen des Störvermeidungsabschnitts im Detail beschrieben.

(Ausführungsformen)

(Überblick über Ventilantriebsvorrichtung)

[0051] Eine Ventilantriebsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 1 bis **Fig.** 4 beschrieben. Die Ventilantriebsvorrichtung 10 ist beispielsweise in einem Kühlschrank aufgenommen und stellt eine Zufuhrmenge eines Kühlmittels (Fluids) zum Kühlen eines Innenraums des Kühlschranks ein. Die Ventilantriebsvorrichtung 10 umfasst einen Ventilhauptkörper 12, ein Einlassrohr 14, das sich vom Ventilhauptkörper 12 erstreckt, ein erstes Auslassrohr 16 und ein zweites Auslassrohr 18, die sich parallel zum Einlassrohr 14 erstrecken, und ein Abdeckelement 20, das einen oberen Abschnitt des Ventilhauptkörpers 12 bedeckt. Es sei darauf hingewiesen, dass in der folgenden Beschreibung zwecks Vereinfachung, eine Richtung, in die sich das Einlassrohr 14, das erste Auslassrohr 16 und das zweite Auslassrohr 18 erstrecken, als Oben-Unten-Richtung angenommen wird und der Ventilhauptkörper 12 an einer oberen Seite und das Einlassrohr 14, das erste Auslassrohr 16 und das zweite Auslassrohr 18 an einer untere Seite befindlich angenommen werden.

[0052] In **Fig.** 2 umfasst der Ventilhauptkörper 12 ein Basiselement 22, einen Motor 24, eine Dichtungsabdeckung 26, einen Basishauptkörper 28 und einen Ventilkörperantriebsmechanismus 30. Der Basishauptkörper 28 umfasst eine obere Oberfläche 28a. Das Einlassrohr 14, das erste Auslassrohr 16 und das zweite Auslassrohr 18 sind jeweils an dem Basishauptkörper 28 befestigt. Die Dichtungsabdeckung 26 ist in einem oberen Abschnitt des Basishauptkörpers 28 angebracht. Der Basishauptkörper 28 und die Dichtungsabdeckung 26 bilden eine Ventilkammer 32.

[0053] Wie in **Fig.** 3 gezeigt, ist ein Fluideinlass 28b auf der oberen Oberfläche 28a ausgebildet. Der Fluideinlass 28b kommuniziert mit dem Einlassrohr 14, das an dem Basishauptkörper 28 befestigt ist. Das Kühlmittel (Fluid) wird der Ventilkammer 32 von dem Einlassrohr 14 zugeführt.

[0054] Andererseits ist an dem Basishauptkörper 28 ein Ventilsitzaufbauelement 34 (siehe **Fig.** 2, **Fig.** 3, **Fig.** 7 und **Fig.** 15 bis **Fig.** 17) befestigt. An dem Ventilsitzaufbauelement 34 sind jeweils das erste Auslassrohr 16 und das zweite Auslassrohr 18 befestigt und ein erster Fluidauslass 34a in Kommunikation mit dem ersten Auslassrohr 16 sowie ein zweiter Fluidauslass 34b in Kommunikation mit dem zweiten Auslassrohr 18 sind in dem Ventilsitzaufbauelement 34 vorgesehen. Das der Ventilkammer 32 von dem Einlassrohr 14 zugeführte Fluid strömt von dem ersten Fluidauslass 34a zu dem ersten Auslassrohr 16 oder von dem zweiten Fluidauslass 34b zu dem zweiten Auslassrohr 18.

[0055] Wie in **Fig.** 2 gezeigt, umfasst der Motor 24 einen Stator 36 und einen Rotor 40, an dem ein Antriebsmagnet 38 befestigt ist. Der Stator 36 ist so angeordnet, dass er einen Umfang des Rotors 40 umgibt und die Dichtungsabdeckung 26 dazwischen angeordnet ist.

[0056] In der vorliegenden Ausführungsform umfasst der Stator 36, wie in **Fig.** 2 gezeigt, ein Kernelement 42. Eine Wicklung ist als eine Antriebsspule 37 auf das Kernelement 42 des Stators 36 gewickelt. Ein Ende der im Stator 36 gewickelten Antriebsspule 37 (Wicklung) ist mit einem Ende eines nicht gezeigten Motoranschlusses verbunden. Der nicht gezeigte Motoranschluss liefert Strom an den Stator 36 durch eine elektrische Verbindung mit einem nicht gezeigten Anschluss, Substrat oder dergleichen.

[0057] Wie in **Fig.** 2 und **Fig.** 3 gezeigt, umfasst der Rotor 40 den Antriebsmagnet 38, ein antriebsseitiges Zahnrad 46 und eine Tragwelle 48. An der Tragwelle 48 sind das antriebsseitige Zahnrad 46 und der Antriebsmagnet 38 drehbar an der Tragwelle 48 befestigt. Der Antriebsmagnet 38 ist an dem antriebsseitigen Zahnrad 46 befestigt. Ein oberes Ende der Tragwelle 48 wird von einem Lagerabschnitt 26a gehalten, der in der Dichtungsabdeckung 26 ausgebildet ist, und ein unteres Ende der Tragwelle 48 wird von einem Lagerabschnitt 28c gehalten, der im Basishauptkörper 28 ausgebildet ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Rotor 40 ausgebildet, bei einer Anregung des Stators 36 (Antriebsspule 37), durch den Antriebsmagneten 38 innerhalb der Ventilkammer 32 mit der Tragwelle 48 als Drehmittelpunkt gedreht zu werden.

(Überblick über Ventilkörperantriebsmechanismus)

[0058] Der Aufbau des Ventilkörperantriebsmechanismus 30 wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 3 bis **Fig.** 12 beschrieben. Wie in **Fig.** 3 und **Fig.** 4 gezeigt, umfasst der Ventilkörperantriebsmechanismus 30 den Motor 24, das antriebsseitige Zahnrad 46, ein abtriebsseitiges Zahnrad 50 und eine Leistungsübertragungsschalteinheit 52. Die Leistungsübertragungsschalteinheit 52 wird zwar später beschrieben, aber sie kann zwischen einem Leistungsübertragungszustand, in dem Leistung zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad 46 und dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 übertragen wird, und einem Leistungs-Nichtübertragungszustand, in dem keine Leistung übertragen wird, schalten. In der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Leistungsübertragungsschalteinheit 52 einen vorstehenden Abschnitt 46b des später beschriebenen antriebsseitigen Zahnrads 46 und einen Drehbeschränkungsabschnitt 62.

[0059] Wie in **Fig.** 5 und **Fig.** 6 gezeigt, ist ein Zahnradabschnitt 46a in einem unteren Endabschnitt des antriebsseitigen Zahnrads 46 ausgebildet. Eine Vielzahl von vorstehenden Abschnitten 46b sind über dem Zahnradabschnitt 46a ausgebildet. In einer Umfangsrichtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 sind Zähne des Zahnradabschnitts 46a, die den vorstehenden Abschnitten 46b entsprechen, als Sperrverhinderungszähne 46c ausgebildet.

[0060] Die Vielzahl von vorstehenden Abschnitten 46b stehen von einem Hauptkörper 46d des antriebsseitigen Zahnrads 46 nach außen in einer radialen Richtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 vor. In der vorliegenden Ausführungsform ist der vorstehende Abschnitt 46b beispielsweise als eine flache Plattenform ausgeführt. Es sei aber darauf hingewiesen, dass die Form des vorstehenden Abschnitts 46b nicht auf die flache Plattenform beschränkt ist, sondern jede Form sein kann, die mit dem später beschriebenen Drehbeschränkungsabschnitt 62 eingreifen kann. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Vielzahl von vorstehenden Abschnitten 46b jeweils an Positionen ausgebildet, die einem N-Pol oder einem S-Pol des Antriebsmagneten 38 in der Umfangsrichtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 entsprechen.

[0061] In der vorliegenden Ausführungsform beträgt die Anzahl der Magnetpole des Antriebsmagneten 38 beispielsweise acht. Daher sind in der vorliegenden Ausführungsform die vorstehenden Abschnitte 46b an vier Stellen im antriebsseitigen Zahnrad 46 vorgesehen. Konkret sind die vorstehenden Abschnitte 46b in dem antriebsseitigen Zahnrad 46 in gleichen Abständen in der Umfangsrichtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 vorgesehen, und da die vorstehenden Abschnitte 46b in der vorliegenden Ausführungsform an vier Stellen ausgebildet sind, beträgt der Abstand dazwischen 90 Grad (siehe **Fig.** 18 bis **Fig.** 21). In der vorliegenden Ausführungsform sind die vorstehenden Abschnitte 46b so ausgebildet, dass ihre Dicke einer Zahndicke der Zähne des Zahnradabschnitts 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 entspricht.

[0062] Bezugnehmend auf **Fig.** 6 ist in der vorliegenden Ausführungsform ein Kopfkreisdurchmesser der Sperrverhinderungszähne 46c auf d1 eingestellt. Andererseits ist in dem Zahnradabschnitt 46a der Kopfkreisdurchmesser der Zähne mit Ausnahme der Sperrverhinderungszähne auf d2 eingestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Kopfkreisdurchmesser d1 kleiner als der Kopfkreisdurchmesser d2. Es sei darauf hingewiesen, dass eine durch einen einzelnen Punkt unterbrochene Kreislinie in **Fig.** 6 den Kopfkreisdurchmesser der Sperrverhinderungszähne 46c zeigt und eine durch zwei Punkte unterbrochene Kreislinie den Kopfkreisdurchmesser der Zähne mit Ausnahme der Sperrverhinderungszähne 46c zeigt.

[0063] Als nächstes wird ein Aufbau auf der Seite des abtriebsseitigen Zahnrads 50, das sich mit dem antriebsseitigen Zahnrad 46 mitdreht, beschrieben. Wie in **Fig.** 2 gezeigt, ist eine Tragwelle 54 in die Mitte des abtriebsseitigen Zahnrads 50 in radialer Richtung eingeführt. Das abtriebsseitige Zahnrad 50 ist drehbar in Bezug auf die Tragwelle 54 ausgebildet. Unterhalb des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ist ein Ventilkörper 56 vorgesehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Ventilkörper 56 integral drehbar mit dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 in Bezug auf die Tragwelle 54 ausgebildet. Unterhalb des Ventilkörpers 56 ist das Ventilsitzaufbauelement 34 vorgesehen. Die obere Oberfläche des Ventilsitzaufbauelements 34 ist als eine Ventilsitzfläche 34c ausgeführt.

[0064] Ferner ist in der Mitte des Ventilsitzaufbauelements 34 ein Durchgangsloch 34d vorgesehen und die Tragwelle 54 ist darin eingeführt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Darstellung der Tragwelle 54 in **Fig.** 4 weggelassen ist. In **Fig.** 4 gibt ein Pfeil mit dem Bezugszeichen R1 eine erste Richtung an, die eine Drehrichtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 ist, und ein Pfeil mit dem Bezugszeichen R2 gibt eine zweite Richtung an, die die andere Drehrichtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 ist.

[0065] Ein Halteelement 58 ist an einem oberen Abschnitt des abtriebsseitigen Zahnrads 50 angebracht. Die Tragwelle 54 ist durch das Halteelement 58 hindurchgeführt. Ferner ist das Halteelement 58 als ein zylindrisches Element mit einem im oberen Abschnitt ausgebildeten Flanschabschnitt 58a ausgeführt, und eine Torsionsfeder 60 wird als „Vorspannelement“ durch einen rohrförmigen Abschnitt 58b durchgeführt und von diesem gehalten. Ferner ist der hebelförmige Drehbeschränkungsabschnitt 62 in einem oberen Abschnitt des abtriebsseitigen Zahnrads 50 angebracht.

(Abtriebsseitiges Zahnrad)

[0066] Mit Bezug auf **Fig.** 4 und **Fig.** 7 bis **Fig.** 10 ist ersichtlich, dass an dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 ein Eingriffsabschnitt 50a, in dessen Außenumfangsbereich eine Vielzahl von Zähnen kontinuierlich entlang der Umfangsrichtung ausgebildet sind, und ein Nicht-Eingriffsabschnitt 50b, in dem keine Zähne ausgebildet sind, geformt sind. Ferner sind in dem Außenumfangsbereich des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ein erster Drehbeschränkungsabschnitt 50c, der eine Drehung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 zur ersten Richtung R1 begrenzt, an einem Ende des Eingriffsabschnitts 50a auf der Seite der zweiten Richtung R2, und der Nicht-Eingriffsabschnitt 50b an einem Ende des Eingriffsabschnitts

50a auf der Seite der ersten Richtung R1, vorgesehen.

[0067] Ferner ist ein zweiter Drehbeschränkungsabschnitt 50k als „Mitdreh-Verhinderungsabschnitt“ an einem Ende des Nicht-Eingriffsabschnitts 50b auf der Seite der ersten Richtung R1 vorgesehen. Es sei darauf hingewiesen, dass in **Fig.** 8 und **Fig.** 9, ein mit dem Bezugszeichen R1 versehener Pfeil eine Abtriebsdrehrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 bei einer Drehung des antriebsseitigen Zahnrads 46 in der ersten Richtung angibt, und ein mit dem Bezugszeichen R2 versehener Pfeil eine Abtriebsdrehrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 bei einer Drehung des antriebsseitigen Zahnrads 46 in der zweiten Richtung angibt. Es sei darauf hingewiesen, dass das Bezugszeichen des zweiten Drehbeschränkungsabschnitts 50k in **Fig.** 18 bis **Fig.** 21 weggelassen wird.

[0068] Es sei darauf hingewiesen, dass, wie in der vorliegenden Ausführungsform hauptsächlich in Schritt S0 in **Fig.** 15 gezeigt, bei einem Vergleich eines Referenzkreisdurchmessers des antriebsseitigen Zahnrads 46 mit einem Referenzkreisdurchmesser des abtriebsseitigen Zahnrads 50, der Referenzkreisdurchmesser des abtriebsseitigen Zahnrads 50 größer ausgebildet ist. Ferner ist die Anzahl der Zähne des Zahnradabschnitts 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 kleiner als die Anzahl der Zähne, die an dem Eingriffsabschnitt 50a des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ausgebildet sind. Daher kann in dem Leistungsübertragungszustand, in dem der Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 und der Eingriffsabschnitt 50a des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ineinander eingreifen und sich drehen, die Drehung des Motors 24 verlangsamt auf das abtriebsseitige Zahnrad 50 übertragen werden, wodurch selbst bei einer kleinen Leistungsquelle ein großes Drehmoment erhalten und der später beschriebene Ventilkörper 56 zuverlässig angetrieben werden kann.

[0069] Wie in **Fig.** 7 bis **Fig.** 10 gezeigt, ist in der Mitte des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ferner ein Durchgangsloch 50d vorgesehen, in das die Tragwelle 54 eingeführt ist. Außerdem ist um das Durchgangsloch 50d an einer oberen Oberfläche 50p des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ein vertiefter Abschnitt 50e ausgebildet, der einen Teil des Halteelements 58 aufnimmt und mit dem Halteelement 58 in Eingriff steht. Das mit dem vertieften Abschnitt 50e in Eingriff stehende Halteelement 58 bildet zusammen mit der Tragwelle 54 einen Wellenabschnitt des abtriebsseitigen Zahnrads 50 und hält die Torsionsfeder 60.

[0070] Zusätzlich ist ein bogenförmiger Halteabschnitt 50f derart vorgesehen, dass er den vertieften Abschnitt 50e auf der oberen Oberfläche 50p des abtriebsseitigen Zahnrads 50 umgibt. Wie in **Fig.** 4 gezeigt, ist der Halteabschnitt 50f so ausgebildet, dass er mit einem Ende 60a der Torsionsfeder 60 in Eingriff steht und das eine Ende 60a hält. Ferner sind auf der oberen Oberfläche 50p des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ein Durchgangsloch 50g als „Lochabschnitt“, ein Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h und ein Schlitzabschnitt 50q vorgesehen. Der Schlitzabschnitt 50q kommuniziert mit dem Durchgangsloch 50g und erstreckt sich beispielsweise von dem Durchgangsloch 50g in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen. In der vorliegenden Ausführungsform hat der Schlitzabschnitt 50q eine Größe, die ein Einfügen eines Fußabschnitts 62h des später beschriebenen Drehbeschränkungsabschnitts 62 ermöglicht.

[0071] In **Fig.** 10 ist ein Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s an einer unteren Oberfläche 50r des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ausgebildet. Der Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s kommuniziert an der unteren Oberfläche 50r mit dem Durchgangsloch 50g und dem Schlitzabschnitt 50q. Der Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s ist so ausgebildet, um das Schwenken des Fußabschnitts 62h zu ermöglichen, wenn der Fußabschnitt 62h des Drehbeschränkungsabschnitts 62, der durch den Schlitzabschnitt 50q durchgeführt ist, um eine Schwenkwelle 62a geschwenkt wird. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s als fächerförmiger vertiefter Abschnitt ausgebildet, der sich um das Durchgangsloch 50g in der unteren Oberfläche 50r in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen erstreckt. Da in der vorliegenden Ausführungsform der vertiefte Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s in der unteren Oberfläche 50r vorgesehen ist, kann verhindert werden, dass der Fußabschnitt 62h von der unteren Oberfläche 50r hervorsteht, und eine Verkleinerung des Ventilkörperantriebsmechanismus 30 ist möglich.

[0072] In **Fig.** 8, **Fig.** 9 und **Fig.** 24 ist an dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 ein vorspringender Abschnitt 50n ausgebildet, der von der oberen Oberfläche 50p nach oben vorsteht und in radialer Richtung nach außen vorsteht. In der Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ist an einer Seite des vorspringenden Abschnitts 50n der erste Drehbeschränkungsabschnitt 50c, und an der anderen Seite der zweite Drehbeschränkungsabschnitt 50k ausgebildet. Der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h ist in dem vorspringenden Abschnitt 50n innen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ausgebildet. Der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h ist in dem vorspringenden Abschnitt 50n in radialer Richtung nach außen vertieft ausgebildet, so dass er einen Teil der Schwenkwelle 62a und einen Teil eines Hebelabschnitts 62b des hebelförmigen Drehbeschränkungsabschnitts 62 aufnimmt.

[0073] In dem vorspringenden Abschnitt 50n dringt zumindest ein Teil des Durchgangslochs 50g in einen in radialer Richtung nach außen vertieft geformten Bereich ein. Im vorliegenden Fall zeigt eine durch zwei Punkte unterbrochene Kreislinie mit dem Bezugszeichen 50m in **Fig.** 24 einen Fußkreis der Zähne des Eingriffsabschnitts 50a des abtriebsseitigen Zahnrads 50. In der vorliegenden Ausführungsform ist ein Teil des Durchgangslochs 50g in radialer Richtung weiter außen angeordnet als der Fußkreis 50m. Somit kann das Durchgangsloch 50g in einem Bereich nahe dem Außenumfang in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 angeordnet werden, und die Länge des Fußabschnitts 62h des später beschriebenen Drehbeschränkungsabschnitts 62 kann verlängert werden.

[0074] Ferner sind in dem vorspringenden Abschnitt 50n ein Entlastungsabschnitt 50t an dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h auf Seite der ersten Richtung R1, und eine Stützfläche 50u an dem Entlastungsabschnitt 50t auf Seite der ersten Richtung R1 ausgebildet. Wie in **Fig.** 24 gezeigt, ist der Entlastungsabschnitt 50t in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 mehr vertieft nach außen ausgebildet als der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h, so dass der Entlastungsabschnitt 50 im vorspringenden Abschnitt 50n nicht mit der Schwenkwelle 62a des Drehbeschränkungsabschnitts 62 in Kontakt kommt. Wie in **Fig.** 24 gezeigt, ist daher in einem Zustand, in dem der Drehbeschränkungsabschnitt 62 mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h in Kontakt steht, ein Spalt 50v zwischen der Schwenkwelle 62a und dem Entlastungsabschnitt 50t ausgebildet. Es sei darauf hingewiesen, dass die Darstellung des Spaltes 50v in **Fig.** 18 bis **Fig.** 21 weggelassen ist.

[0075] Wie in **Fig.** 24 gezeigt, sind durch Bereitstellen des Spalts 50v in der vorliegenden Ausführungsform der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h und die Schwenkwelle 62a voneinander beabstandet, und eine Kontaktposition zwischen dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h und einem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Drehbeschränkungsabschnitts 62 kann von der Schwenkwelle 62a entfernt positioniert werden.

[0076] Wenn im vorliegenden Fall der Entlastungsabschnitt 50t nicht vorgesehen ist, kommen die Schwenkwelle 62a und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h miteinander in Kontakt, und aufgrund einer Variation einer Abmessung der Schwenkwelle 62a aufgrund der Herstellung, wird eine vordere Endposition des Hebelabschnitts 62b in einer Schwenkrichtung instabil. Infolgedessen wird eine Kontaktposition des antriebsseitigen Zahnrads 46 mit dem vorstehenden Abschnitt 46b instabil, wodurch ein Aufrechterhalten des Leistungs-Nichtübertragungszustands in der Leistungsübertragungsschalteinheit 52 erschwert wird. Da bei der vorliegenden Ausführungsform der Spalt 50v zwischen dem Entlastungsabschnitt 50t und der Schwenkwelle 62a ausgebildet ist, kann ein Einfluss der Variation der Abmessung der Schwenkwelle 62a aufgrund der Herstellung reduziert werden, und die vordere Endposition des Hebelabschnitts 62b kann stabilisiert werden.

[0077] Die Stützfläche 50u ist als Oberfläche ausgebildet, die mit einem Teil einer Innenumfangsfläche des Durchgangslochs 50g bündig ist, und erstreckt sich von dem Durchgangsloch 50g zu einem oberen Abschnitt des vorspringenden Abschnitts 50n, der über dem Durchgangsloch 50g angeordnet ist. Daher wird die Schwenkwelle 62a von der Stützfläche 50u entlang einer axialen Richtung getragen.

(Drehbeschränkungsabschnitt)

[0078] Mit Bezug auf **Fig.** 11 ist ersichtlich, dass der Drehbeschränkungsabschnitt 62 die Schwenkwelle 62a, den Hebelabschnitt 62b und den Fußabschnitt 62h umfasst. An dem Hebelabschnitt 62b sind ein erster Kontaktabschnitt 62c, der zweite Kontaktabschnitt 62d und ein Federhalteabschnitt 62e vorgesehen. Der Federhalteabschnitt 62e umfasst einen Federkontaktabschnitt 62f als „Vorspannelement-Kontaktabschnitt“ und einen Federablöseverhinderungsabschnitt 62g.

[0079] Wie in **Fig.** 4 gezeigt, ist der Drehbeschränkungsabschnitt 62 schwenkbar in dem oberen Abschnitt des abtriebsseitigen Zahnrads 50 angebracht. Konkret werden die Schwenkwelle 62a und der Fußabschnitt 62h des Drehbeschränkungsabschnitts 62 in das Durchgangsloch 50g und den Schlitzabschnitt 50q des abtriebsseitigen Zahnrads 50 (**Fig.** 8) eingeführt. Der Drehbeschränkungsabschnitt 62 ist so ausgebildet, dass die Schwenkwelle 62a in Bezug auf das abtriebsseitige Zahnrad 50 geschwenkt werden kann.

[0080] Ein mit dem Bezugszeichen C1 (**Fig.** 24) bezeichneter Punkt zeigt einen Schwenkmittelpunkt der Schwenkwelle 62a des Drehbeschränkungsabschnitts 62. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Drehbeschränkungsabschnitt 62 an dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 derart befestigt, dass der Schwenkmittelpunkt C1 der Schwenkwelle 62a in radialer Richtung innerhalb des Fußkreises 50m des abtriebsseitigen Zahnrads 50 positioniert ist.

[0081] Wie in **Fig.** 11 und **Fig.** 24 gezeigt, ist in der vorliegenden Ausführungsform der Hebelabschnitt 62b an einer Endseite in einer axialen Richtung der Schwenkwelle 62a vorgesehen, und der Fußabschnitt 62h ist an der anderen Endseite vorgesehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Hebel-

abschnitt 62b als ein bogenförmiger Hebel ausgebildet, der sich von der Schwenkwelle 62a erstreckt. Wenn der Drehbeschränkungsabschnitt 62 an dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 befestigt ist, ist der zweite Kontaktabschnitt 62d in radialer Richtung außerhalb des abtriebsseitigen Zahnrads 50 in dem Hebelabschnitt 62b ausgebildet. In der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite Kontaktabschnitt 62d als eine gekrümmte Oberfläche ausgebildet, die sich entlang der Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 erstreckt. Der erste Kontaktabschnitt 62c und der Federhalteabschnitt 62e sind an einem vorderen Ende des Hebelabschnitts 62b ausgebildet.

[0082] Wie in **Fig.** 24 gezeigt, steht der Federkontaktabschnitt 62f des Federhalteabschnitts 62e des Hebelabschnitts 62b des Drehbeschränkungsabschnitts 62 mit einem anderen Ende 60b der Torsionsfeder 60 in Kontakt und wird durch das andere Ende 60b der Torsionsfeder 60 gedrückt. In dem Federhalteabschnitt 62e ist der Federablöseverhinderungsabschnitt 62g auf der entgegengesetzten Seite des Federkontaktabschnitts 62f vorgesehen, wobei das andere Ende 60b der Torsionsfeder 60 dazwischen angeordnet ist. Wenn das mit dem Federkontaktabschnitt 62f in Kontakt stehende andere Ende 60b der Torsionsfeder 60 aufgrund eines Schwenkzustands des Drehbeschränkungsabschnitts 62 vom Federkontaktabschnitt 62f beabstandet ist, verhindert der Federablöseverhinderungsabschnitt 62g, dass sich das andere Ende 60b der Torsionsfeder 60 vom Federhalteabschnitt 62e löst. Somit kann die Torsionsfeder 60 durch einen einfachen Aufbau gehalten werden.

[0083] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Federkontaktabschnitt 62f an einem vorderen Ende des Hebelabschnitts 62b vorgesehen. Im vorliegenden Fall bringt die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60, die den Federkontaktabschnitt 62f vorspannt, ein Drehmoment im Uhrzeigersinn in **Fig.** 24 auf den Drehbeschränkungsabschnitt 62 auf. Die Größe des Drehmoments wird durch die Entfernung von dem Mittelpunkt C1 der Schwenkwelle 62a zu dem Federkontaktabschnitt 62f und der Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 bestimmt. In der vorliegenden Ausführungsform kann durch Bereitstellen des Federkontaktabschnitts 62f an dem vorderen Ende des Hebelabschnitts 62b ein großes Drehmoment erhalten werden, selbst wenn die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 klein ist. Wenn der Hebelabschnitt 62b des Drehbeschränkungsabschnitts 62 vom vorstehenden Abschnitt 46b entfernt ist, kann daher das vordere Ende des Hebelabschnitts 62b durch die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 zuverlässig in die durch den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h beschränkte Position zurückgebracht werden, die die Position vor dem Kontakt mit dem vorstehenden Abschnitt 46b ist.

[0084] In der vorliegenden Ausführungsform nimmt der Drehbeschränkungsabschnitt 62 die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 auf, so dass der zweite Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h des abtriebsseitigen Zahnrads 50 in Kontakt kommt und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h gedrückt wird. Das heißt, der Hebelabschnitt 62b des Drehbeschränkungsabschnitts 62 wird durch die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach außen vorgespannt, und das Schwenken in radialer Richtung nach außen wird an der Position, an der der zweite Kontaktabschnitt 62d und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h miteinander in Kontakt kommen, beschränkt.

[0085] Wenn dagegen der zweite Kontaktabschnitt 62d in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 gegen die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 nach innen gedrückt wird, schwenkt der Drehbeschränkungsabschnitt 62 in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen um die Schwenkwelle 62a. Wenn der Druck in radialer Richtung nach innen in Bezug auf den zweiten Kontaktabschnitt 62d gelöst wird, schwenkt der Hebelabschnitt 62b durch die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 zurück bis zu der Position, an der der zweite Kontaktabschnitt 62d und der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h in Kontakt stehen.

[0086] In **Fig.** 24 gibt ein mit dem Bezugszeichen F1 bezeichneter Pfeil die Richtung an, in die die Torsionsfeder 60 den Federkontaktabschnitt 62f vorspannt. In der vorliegenden Ausführungsform erstreckt sich der Fußabschnitt 62h des Drehbeschränkungsabschnitts 62 von der Schwenkwelle 62a in einer entgegengesetzten Richtung zu einer Vorspannrichtung F1 am anderen Ende 60b der Torsionsfeder 60. Konkret erstreckt sich der Fußabschnitt 62h von der Schwenkwelle 62a nach innen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50. Im vorliegenden Fall umfasst die zur Vorspannrichtung F1 entgegengesetzte Richtung nicht nur eine Richtung, die durch Umkehren der Vorspannrichtung F1 um 180 Grad erhalten wird, sondern auch eine Richtung, die, als Vektorkomponente der Kraft, eine Vektorkomponente in der entgegengesetzten Richtung der Vorspannrichtung F1, enthält.

[0087] Wenn in **Fig.** 25 die Torsionsfeder 60 den Federkontaktabschnitt 62f vorspannt, versucht der Drehbeschränkungsabschnitt 62, im Uhrzeigersinn in **Fig.** 25 um einen Mittelpunkt C2 in der axialen Richtung der Schwenkwelle 62a zu schwenken. In der vorliegenden Ausführungsform wird jedoch, wenn der Drehbeschränkungsabschnitt 62 versucht, im Uhrzeigersinn zu schwenken, der Fußabschnitt 62h, der sich in entgegengesetzter Richtung zur Vor-

spannrichtung F1 erstreckt, gegen den Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s gedrückt, wodurch ein Kippen der Schwenkwelle 62a unterdrückt und das Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts 62 beschränkt wird. Darüber hinaus beschränkt die Stützfläche 50u, in gleicher Weise wie der Fußabschnitt 62h, das Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts 62 und verhindert, durch das Stützen der Schwenkwelle 62a, dass die Schwenkwelle 62a im Uhrzeigersinn kippt.

[0088] Da der Fußabschnitt 62h ferner so ausgebildet ist, dass er sich von der Schwenkwelle 62a nach innen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 erstreckt, kann die Länge des Fußabschnitts 62h außerdem länger gewählt werden, als wenn der Fußabschnitt 62h sich nach außen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 erstreckt. Somit kann das Kippen der Schwenkwelle 62a erschwert werden.

(Ventilkörper)

[0089] Der Ventilkörper 56 wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 7, **Fig.** 13A und **Fig.** 13B beschrieben. Wie in **Fig.** 13A und **Fig.** 13B gezeigt, ist der Ventilkörper 56 als scheibenförmiges Element ausgebildet. In einem mittleren Teil des Ventilkörpers 56 ist ein Durchgangsloch 56a vorgesehen. Die Tragwelle 54 ist in das Durchgangsloch 56a eingeführt. Die untere Oberfläche des Ventilkörpers 56 ist als eine Gleitfläche 56b ausgebildet, die mit der Ventilsitzfläche 34c des Ventilsitzaufbauelements 34 gleitet. In dem Ventilkörper 56 ist ein Teil der Gleitfläche 56b weggeschnitten, um einen ausgesparten Abschnitt 56c zu bilden.

[0090] Wie in **Fig.** 13B gezeigt, weist der ausgesparte Abschnitt 56c eine Form auf, die in Bezug auf die Gleitfläche 56b des Ventilkörpers 56 auf der oberen Seite vertieft ist. Es sei darauf hingewiesen, dass zwei Durchgangslöcher 56d in dem ausgesparten Abschnitt 56c vorgesehen sind. In der vorliegenden Ausführungsform ist in das Durchgangsloch 56d beispielsweise ein nicht gezeigter Ansatzabschnitt eingeführt, der von einer unteren Oberfläche des abtriebsseitigen Zahnrads 50 vorsteht, wodurch das abtriebsseitige Zahnrad 50 und der Ventilkörper 56 integral drehbar sind.

[0091] Ferner ist in dem Ventilkörper 56 eine Öffnung 56e vorgesehen, die den Ventilkörper 56 in der Oben-Unten-Richtung durchdringt und sich zur Gleitfläche 56b öffnet. In der vorliegenden Ausführungsform weist die Öffnung 56e einen Abschnitt auf, dessen Breite in dem Fluidpfad schmaler ist als der erste Fluidauslass 34a und der zweite Fluidauslass 34b. Es sei darauf hingewiesen, dass die Öffnung 56e noch bevorzugter einen Abschnitt mit einer geringsten Breite in dem Fluidpfad umfasst.

[0092] Bisher wurde ein Aufbau der Hauptbestandteile der Ventilantriebsvorrichtung 10 und des Ventilkörperantriebsmechanismus 30 erklärt. Im Folgenden werden eine Fluidsteuerung im Ventilkörper 56 durch den Ventilkörperantriebsmechanismus 30 und danach der Leistungsübertragungszustand bzw. der Leistungs-Nichtübertragungszustand zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad 46 und dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 beschrieben.

(Fluidsteuerung durch Ventilkörper)

[0093] Unter Bezugnahme auf **Fig.** 14 bis **Fig.** 17 wird eine Steuerung einer Durchflussmenge des Fluids von dem Fluideinlass 28b zu zumindest einem des ersten Fluidauslasses 34a und des zweiten Fluidauslasses 34b erklärt. In Schritt S0 von **Fig.** 15 befindet sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in Bezug auf das abtriebsseitige Zahnrad 50 in einer Ausgangsposition. Es sei darauf hingewiesen, dass eine Beziehung zwischen den Zähnen des antriebsseitigen Zahnrads 46 und den Zähnen des abtriebsseitigen Zahnrads 50 in der Ausgangsposition später beschrieben wird.

[0094] Wie in **Fig.** 15 gezeigt, ist der ausgesparte Abschnitt 56c des Ventilkörpers 56 in Schritt S0 (Ausgangsposition) über dem ersten Fluidauslass 34a und dem zweiten Fluidauslass 34b positioniert. Da in diesem Zustand der Ventilkörper 56 den ersten Fluidauslass 34a und den zweiten Fluidauslass 34b nicht verschließt, befinden sich somit der erste Fluidauslass 34a und der zweite Fluidauslass 34b in einem offenen Zustand. Dadurch strömt das Fluid, das von dem Fluideinlass 28b in die Ventilkammer 32 zugeführt wird, durch den ersten Fluidauslass 34a und den zweiten Fluidauslass 34b zu dem ersten Auslassrohr 16 und dem zweiten Auslassrohr 18 (siehe offener/geschlossener Modus in **Fig.** 14).

[0095] Dann wird der Motor 24 drehend angetrieben, um den Rotor 40 und damit das antriebsseitige Zahnrad 46 in der ersten Richtung R1 zu drehen. Dabei wird das mit dem antriebsseitigen Zahnrad 46 in Eingriff stehende abtriebsseitige Zahnrad 50 ebenfalls mitgedreht (im Uhrzeigersinn in **Fig.** 15), und geht in einen Zustand von Schritt S1 (mittlere Figur in **Fig.** 15) über. Durch das Mitdrehen des abtriebsseitigen Zahnrads 50 gleitet der Ventilkörper 56 in einem Zustand, in dem sich die Gleitfläche 56b und die Ventilsitzfläche 34c in engem Kontakt befinden, im Uhrzeigersinn in **Fig.** 15 in Bezug auf das Ventilsitzaufbauelement 34. Da in Schritt S1 der ausgesparte Abschnitt 56c ebenfalls über dem ersten Fluidauslass 34a und dem zweiten Fluidauslass 34b positioniert ist, befinden sich der erste Fluidauslass 34a und der zweite Fluidauslass 34b im offenen Zustand, das heißt, im offenen Modus in **Fig.** 14.

[0096] Wie in der unteren Zeichnung von **Fig.** 15 gezeigt, wechselt der Zustand von Schritt S1 in einen Zustand von Schritt S2, wenn das antriebsseitige Zahnrad 46 weiter in der ersten Richtung R1 gedreht wird. In diesem Zustand befindet sich die Öffnung 56e über dem ersten Fluidauslass 34a und der ausgesparte Abschnitt 56c befindet sich über dem zweiten Fluidauslass 34b. Der erste Fluidauslass 34a befindet sich in einem Zustand, in dem die Durchflussmenge des aus dem ersten Fluidauslass 34a strömenden Fluids durch die Öffnung 56e begrenzt ist.

[0097] Das heißt, die Durchflussmenge des aus dem ersten Fluidauslass 34a strömenden Fluids in dem durch die Öffnung 56e begrenzten Zustand ist kleiner als die Durchflussmenge des aus dem ersten Fluidauslass 34a strömenden Fluids im vollständig offenen Zustand, wie in Schritt S0 und Schritt S1. Das heißt, es ergibt sich ein wenig geöffneter Modus in Schritt S2 in **Fig.** 14. Der zweite Fluidauslass 34b befindet sich im offenen Zustand und ist somit im offenen Modus.

[0098] Wie in der oberen Zeichnung von **Fig.** 16 gezeigt, wechselt der Zustand von Schritt S2 in einen Zustand von Schritt S3, wenn das antriebsseitige Zahnrad 46 weiter in der ersten Richtung R1 gedreht wird. In diesem Zustand verlässt die Öffnung 56e die Position über dem ersten Fluidauslass 34a. Der erste Fluidauslass 34a wird von der Gleitfläche 56b des Ventilkörpers 56 bedeckt und verschlossen. Dementsprechend befindet sich der erste Fluidauslass 34a im geschlossenen Modus (**Fig.** 14), und der Fluidpfad von der Ventilkammer 32 zum ersten Auslassrohr 16 ist blockiert. Andererseits befindet sich der ausgesparte Abschnitt 56c über dem zweiten Fluidauslass 34b. Somit ist der zweite Fluidauslass 34b offen und befindet sich im offenen Modus (**Fig.** 14).

[0099] Wie in der mittleren Zeichnung von **Fig.** 16 gezeigt, wechselt der Zustand von Schritt S3 in einen Zustand von Schritt S4, wenn das antriebsseitige Zahnrad 46 weiter in der ersten Richtung R1 gedreht wird. In diesem Zustand wird der erste Fluidauslass 34a von der Gleitfläche 56b des Ventilkörpers 56 bedeckt und verschlossen. Daher bleibt der erste Fluidauslass 34a weiterhin im Zustand des geschlossenen Modus (**Fig.** 14) wie in Schritt S3, und der Fluidpfad von der Ventilkammer 32 zu dem ersten Auslassrohr 16 bleibt weiterhin blockiert.

[0100] Des Weiteren befindet sich die Öffnung 56e über dem zweiten Fluidauslass 34b. Daher befindet sich der zweite Fluidauslass 34b in einem Zustand, in dem die Durchflussmenge des aus dem zweiten Fluidauslass 34b strömenden Fluids durch die Öffnung 56e begrenzt ist, das heißt, in dem wenig geöffneten Modus in Schritt S4 in **Fig.** 14.

[0101] Als nächstes wechselt, wie in der unteren Zeichnung von **Fig.** 16 gezeigt, der Zustand von Schritt S4 in einen Zustand von Schritt S5, wenn das antriebsseitige Zahnrad 46 weiter in der ersten Richtung R1 gedreht wird. In dem Zustand von Schritt S5 sind der erste Fluidauslass 34a und der zweite Fluidauslass 34b von der Gleitfläche 56b des Ventilkörpers 56 bedeckt und befinden sich in dem geschlossenen Zustand. Das heißt, es ergibt sich der geschlossene Modus in Schritt S5 von **Fig.** 14. In diesem Zustand ist der Fluidpfad von der Ventilkammer 32 zu dem ersten Auslassrohr 16 und dem zweiten Auslassrohr 18 blockiert.

[0102] Als nächstes wechselt, wie in **Fig.** 17 gezeigt, der Zustand von Schritt S5 in einen Zustand von Schritt S6, wenn das antriebsseitige Zahnrad 46 weiter in der ersten Richtung R1 gedreht wird. In dem Zustand von Schritt S6 befindet sich der ausgesparte Abschnitt 56c wieder über dem ersten Fluidauslass 34a. Dementsprechend ist der erste Fluidauslass 34a zur Gänze offen und befindet sich in dem offenen Modus in **Fig.** 14. Andererseits ist der zweite Fluidauslass 34b von der Gleitfläche 56b des Ventilkörpers 56 bedeckt und weiterhin geschlossen geblieben, so dass der Fluidpfad von der Ventilkammer 32 zu dem zweiten Auslassrohr 18 weiterhin blockiert geblieben ist. Das heißt, es ergibt sich der geschlossene Modus in Schritt S6 in **Fig.** 14.

[0103] In der vorliegenden Ausführungsform kann ein Zustand des ersten Fluidauslasses 34a und des zweiten Fluidauslasses 34b, durch Drehen des Ventilkörpers 56 durch den Motor 24 in Bezug auf das Ventilsitzaufbauelement 34, jeweils in den offenen Zustand, den wenig offenen Zustand und den geschlossenen Zustand gewechselt werden, wodurch die Durchflussmenge des Fluids, das von der Ventilkammer 32 jeweils in das erste Auslassrohr 16 und das zweite Auslassrohr 18 strömt, eingestellt werden kann.

(Umschalten von Leistungsübertragungszustand in Leistungs-Nichtübertragungszustand in Leistungsübertragungsschalteinheit)

[0104] Ein Rückstellvorgang zur Ausgangsposition der Leistungsübertragungsschalteinheit 52 des Ventilkörperantriebsmechanismus 30 wird anhand von **Fig.** 18 und **Fig.** 19 beschrieben. In Schritt S7 dreht sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in die zweite Richtung R2. In dem Zustand in Schritt S7 greift der Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 mit dem Eingriffsabschnitt 50a des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ein. Es sei darauf hingewiesen, dass in Schritt S7 das antriebsseitige Zahnrad 46 in die erste Richtung R1 gedreht und das abtriebsseitige Zahnrad 50 mitgedreht wird, und danach durch Umschalten der Drehrichtung in die zweite Richtung

ein Zustand auf dem Weg zurück in die Ausgangsposition erhalten wird.

[0105] Wenn der Zustand ferner nach Schritt S7 in Schritt S8 übergeht, kehrt das antriebsseitige Zahnrad 46 in Bezug auf das abtriebsseitige Zahnrad 50 in die Ausgangsposition zurück. Im vorliegenden Fall wird in der Ausgangsposition der Eingriffszustand zwischen dem Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 und dem Eingriffsabschnitt 50a des abtriebsseitigen Zahnrads 50 gelöst, und der Zahnradabschnitt 46a ist innerhalb des Nicht-Eingriffsabschnitts 50b des abtriebsseitigen Zahnrads 50 positioniert. Wenn sich in diesem Zustand das antriebsseitige Zahnrad 46 in die zweite Richtung dreht, wird der Leistungs-Nichtübertragungszustand erhalten, in dem keine Leistungsübertragung von dem antriebsseitigen Zahnrad 46 zu dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 stattfindet.

[0106] Wie anhand von den Zeichnungen von Schritt S7 bis Schritt S12 zu erkennen ist, drehen sich genauer gesagt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in die zweite Richtung R2 dreht, auch die vier vorstehenden Abschnitte 46b in die zweite Richtung R2. Beim Fortschreiten von Schritt S7 zu Schritt S9 nähert sich der dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Drehbeschränkungsabschnitts 62 gegenüberliegende vorstehende Abschnitt 46b dem zweiten Kontaktabschnitt 62d, während dem Drehen in der zweiten Richtung R2, und berührt den zweiten Kontaktabschnitt 62d in Schritt S9.

[0107] Wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 weiter in die zweite Richtung R2 dreht, versucht der den zweiten Kontaktabschnitt 62d berührende vorstehende Abschnitt 46b ebenfalls, sich in die zweite Richtung R2 zu drehen. Dabei drückt der vorstehende Abschnitt 46b den zweiten Kontaktabschnitt 62d gegen die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60, wie in Schritt S10 und Schritt S11 gezeigt. Infolgedessen schwenkt der Drehbeschränkungsabschnitt 62 in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen um die Schwenkwelle 62a.

[0108] Danach wird, wie in Schritt S11 und Schritt S12 gezeigt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 weiter in die zweite Richtung R2 dreht, der vorstehende Abschnitt 46b, der gegen den zweiten Kontaktabschnitt 62d gedrückt hat, von dem zweiten Kontaktabschnitt 62d getrennt. Infolgedessen schwenkt der Drehbeschränkungsabschnitt 62 durch die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 in radialer Richtung nach außen und der zweite Kontaktabschnitt 62d schwenkt bis zu einer Position, an der er den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h des abtriebsseitigen Zahnrads 50 berührt.

[0109] Wenn in der vorliegenden Ausführungsform das antriebsseitige Zahnrad 46, in einem Zustand, in dem der Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 innerhalb des Nicht-Eingriffsabschnitts 50b des abtriebsseitigen Zahnrads 50 angeordnet ist, in die zweite Richtung R2 gedreht wird, ist der vorstehende Abschnitt 46b mit Unterbrechungen abwechselnd mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Drehbeschränkungsabschnitts 62 in Kontakt bzw. von diesem getrennt, aber der Zahnradabschnitt 46a dreht weiterhin leer in dem Nicht-Eingriffsabschnitt 50b. Daher kann ein ungewollter Kontakt zwischen dem Zahn des antriebsseitigen Zahnrads 46 und dem Zahn des abtriebsseitigen Zahnrads 50 im Leistungs-Nichtübertragungszustand verhindert werden, wodurch das Entstehen eines Aufprallgeräuschs beim Zusammenstoß von Zähnen verhindert werden kann.

[0110] Durch Aufrechterhalten der Leerdrehung des Zahnradabschnitts 46a im Nicht-Eingriffsabschnitt 50b, wird ein Zustand fortgesetzt, in dem der Eingriffszustand zwischen dem Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 und dem Eingriffsabschnitt 50a des abtriebsseitigen Zahnrads 50 gelöst ist. Infolgedessen wird der Leistungs-Nichtübertragungszustand, in dem die Leistung des Motors 24 nicht von dem antriebsseitigen Zahnrad 46 auf das abtriebsseitige Zahnrad 50 übertragen wird, aufrechterhalten. Daher kann die Gefahr des Auftretens eines Schrittverlusts im Motor 24 verringert und das durch den Schrittverlust verursachte Geräusch unterdrückt werden.

(Zweiter Drehbeschränkungsabschnitt)

[0111] Der zweite Drehbeschränkungsabschnitt 50k wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 23A und **Fig.** 23B beschrieben. **Fig.** 23A und **Fig.** 23B zeigen eine Beziehung zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad 46 und dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 von Schritt S10 bis Schritt S11. In **Fig.** 23A dreht sich der vorstehende Abschnitt 46b in die zweite Richtung R2, während der vorstehende Abschnitt 46b den zweiten Kontaktabschnitt 62d des Drehbeschränkungsabschnitts 62 berührt und den zweiten Kontaktabschnitt 62d drückt, wodurch der zweite Kontaktabschnitt 62d so gedrückt wird, dass er sich entgegen dem Uhrzeigersinn in **Fig.** 23A dreht.

[0112] Dabei versucht der zweite Kontaktabschnitt 62d, der durch den vorstehenden Abschnitt 46b gedrückt wird, sich zusammen mit dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 entgegen dem Uhrzeigersinn in **Fig.** 23A und **Fig.** 23B zu drehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist in dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 der zweite Drehbeschränkungsabschnitt 50k auf der Seite des Nicht-Eingriffsabschnitts 50b in der ersten Richtung R1 vorgesehen. Wenn sich das abtriebsseitige Zahnrad 50 gemeinsam mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d entgegen dem Uhrzeigersinn in **Fig.** 23A dreht, berührt der zweite Drehbe-

schränkungsabschnitt 50k einen Zahn des Zahnradabschnitts 46a des in dem Nicht-Eingriffsabschnitt 50b positionierten antriebsseitigen Zahnrads 46 (**Fig.** 23A).

[0113] Wenn der zweite Drehbeschränkungsabschnitt 50k den Zahn des Zahnradabschnitts 46a berührt, ist die Drehung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 entgegen dem Uhrzeigersinn in **Fig.** 23A und **Fig.** 23B beschränkt. Selbst wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in diesem Zustand weiterhin in die zweite Richtung R2 dreht, bleibt ein Zustand, in dem der zweite Drehbeschränkungsabschnitt 50k einen der Zähne des Zahnradabschnitts 46a berührt, erhalten (**Fig.** 23B), wodurch ein drehbeschränkter Zustand des abtriebsseitigen Zahnrads 50 aufrechterhalten wird. Somit kann der Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 in dem Nicht-Eingriffsabschnitt 50b leer drehen, und der Leistungs-Nichtübertragungszustand kann aufrechterhalten werden.

(Zweiter Kontaktabschnitt)

[0114] Ferner wird in **Fig.** 26A und **Fig.** 26B ein Vorteil beschrieben, wenn der zweite Kontaktabschnitt 62d als eine gekrümmte Oberfläche ausgebildet ist. **Fig.** 26A zeigt einen Drehbeschränkungsabschnitt 66, in dem der zweite Kontaktabschnitt geradlinig ausgebildet ist. Der Drehbeschränkungsabschnitt 66 umfasst eine Schwenkwelle 66a, einen Hebelabschnitt 66b und einen zweiten Kontaktabschnitt 66c. **Fig.** 26A zeigt eine Verschiebung eines Schwenkzustands des Drehbeschränkungsabschnitts 66, der den geradlinigen Hebelabschnitt 66b aufweist, und **Fig.** 26B zeigt eine Verschiebung eines Schwenkzustands des Drehbeschränkungsabschnitts 62 gemäß der vorliegenden Ausführungsform.

[0115] In **Fig.** 26A schwenkt der geradlinige zweite Kontaktabschnitt 66c in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen, wenn er mit dem vorstehenden Abschnitt 46b in Kontakt kommt. Der vorstehende Abschnitt 46b, der mit dem zweiten Kontaktabschnitt 66c in Kontakt steht, schwenkt in die zweite Richtung R2 entlang dem geradlinigen zweiten Kontaktabschnitt 66c. Dabei wird der geradlinige zweite Kontaktabschnitt 66c in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen gedrückt, bis kurz bevor er von dem vorstehenden Abschnitt 46b getrennt wird. Wenn sich der vorstehende Abschnitt 46b von dem zweiten Kontaktabschnitt 66c trennt, schwenkt der Drehbeschränkungsabschnitt 66 durch die Vorspannkraft der nicht gezeigten Torsionsfeder 60 um ein Schwenkausmaß W1 bis zu einer Position, an der der zweite Kontaktabschnitt 66c den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h berührt. Es sei darauf hingewiesen, dass in **Fig.** 26A der den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h berührende zweite Kontaktabschnitt 66c durch eine durch zwei Striche unterbrochene Linie, und die Position des vorstehenden Abschnitts 46b in diesem Zustand schematisch gezeigt werden.

[0116] Wenn hingegen in **Fig.** 26B der als gekrümmte Oberfläche ausgebildete zweite Kontaktabschnitt 62d den vorstehenden Abschnitt 46b berührt, wird der zweite Kontaktabschnitt 62d in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen geschwenkt. Wenn das antriebsseitige Zahnrad 46 in die zweite Richtung R2 schwenkt, bewegt sich der vorstehende Abschnitt 46b, während er mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d gleitet. Da dabei der zweite Kontaktabschnitt 62d eine gekrümmte Oberfläche entlang der Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 ist, kehrt der zweite Kontaktabschnitt 62d allmählich, gemeinsam mit dem Schwenken des vorstehenden Abschnitts 46b in die zweite Richtung R2, von dem in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach innen gedrückten Zustand, nach außen in die radiale Richtung zurück. Wenn sich dann der vorstehende Abschnitt 46b von dem zweiten Kontaktabschnitt 62d entfernt, kehrt der zweite Kontaktabschnitt 62d um ein Schwenkausmaß W2 bis zu einer Position zurück, an der der zweite Kontaktabschnitt mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h in Kontakt steht. Es sei darauf hingewiesen, dass in **Fig.** 26B der den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h berührende zweite Kontaktabschnitt 62d durch eine durch zwei Striche unterbrochene Linie, und die Position des vorstehenden Abschnitts 46b in diesem Zustand schematisch gezeigt werden.

[0117] Da der Drehbeschränkungsabschnitt 62 beginnt, von dem Zustand, bevor sich der vorstehende Abschnitt 46b vom zweiten Kontaktabschnitt 62d entfernt, in radialer Richtung nach außen zu schwenken, kann das Schwenkausmaß W2 in radialer Richtung nach außen, wenn sich der vorstehende Abschnitt 46b vom zweiten Kontaktabschnitt 62d entfernt, im Vergleich zum Schwenkausmaß W1 des Drehbeschränkungsabschnitts 66, klein gehalten werden. Infolgedessen kann ein Aufprall, wenn der zweite Kontaktabschnitt 62d den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h berührt, gemildert und ein Aufprallgeräusch (Geräusch) unterdrückt werden.

(Umschalten von Leistungs-Nichtübertragungszustand in Leistungsübertragungszustand)

[0118] Als nächstes wird das Umschalten vom Leistungs-Nichtübertragungszustand in den Leistungsübertragungszustand in **Fig.** 20 und **Fig.** 21 beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform wird in einem Zustand, in dem der Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 innerhalb des Nicht-Eingriffsabschnitts 50b des abtriebsseitigen

Zahnrads 50 positioniert ist, das heißt, im Leistungs-Nichtübertragungszustand, wie in Schritt S13 gezeigt, das antriebsseitige Zahnrad 46 in die Ausgangsposition gebracht. Es sei darauf hingewiesen, dass die Positionierung des antriebsseitigen Zahnrads 46 in der Ausgangsposition durch Anregung des Stators 36 mit einem vorbestimmten Erregungsmuster durchgeführt wird.

[0119] Wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in Schritt S14 in der ersten Richtung R1 zu drehen beginnt, berührt der vorstehende Abschnitt 46b den ersten Kontaktabschnitt 62c des Drehbeschränkungsabschnitts 62 und der Drehbeschränkungsabschnitt 62 und somit das abtriebsseitige Zahnrad 50 werden im Uhrzeigersinn in **Fig.** 20 gedrückt. Da im vorliegenden Fall der den ersten Kontaktabschnitt 62c berührende vorstehende Abschnitt 46b den ersten Kontaktabschnitt 62c zur Schwenkwelle 62a in einer den ersten Kontaktabschnitt 62c kreuzenden Richtung drückt, kann der Drehbeschränkungsabschnitt 62 nicht schwenken. Infolgedessen wird das abtriebsseitige Zahnrad 50 durch den vorstehenden Abschnitt 46b über den ersten Kontaktabschnitt 62c des Drehbeschränkungsabschnitts 62 gedrückt und dreht sich im Uhrzeigersinn in **Fig.** 20.

[0120] Somit löst sich, wie in Schritt S15 gezeigt, der Zahn des Zahnradabschnitts 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 aus dem Nicht-Eingriffsabschnitt 50b des abtriebsseitigen Zahnrads 50 und beginnt, mit dem Zahn des Eingriffsabschnitts 50a einzugreifen. Daraufhin schaltet die Leistungsübertragungsschalteinheit 52 vom Leistungs-Nichtübertragungszustand in den Leistungsübertragungszustand. Wenn das antriebsseitige Zahnrad 46 in der ersten Richtung R1 schwenkt, setzt das abtriebsseitige Zahnrad 50 durch den Eingriff der Zähne des Zahnradabschnitts 46a und der Zähne des Eingriffsabschnitts 50a, sein Schwenken im Uhrzeigersinn in **Fig.** 21, wie in Schritt S16 gezeigt, fort.

[0121] Wie in Schritt S17 gezeigt, kann das abtriebsseitige Zahnrad 50, durch die Drehung des antriebsseitigen Zahnrads 46 in der ersten Richtung R1, im Uhrzeigersinn in **Fig.** 21 gedreht werden, und in dem Ventilkörper 56 können die Vorgänge von Schritt S1 bis Schritt S6 durchgeführt werden.

[0122] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 22 die Beziehung zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad 46 und dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 in der Ausgangsposition (Zustand von Schritt S13 in **Fig.** 20) beschrieben. Wenn in der vorliegenden Ausführungsform das antriebsseitige Zahnrad 46 in der Ausgangsposition positioniert ist, befindet sich der vorstehende Abschnitt 46b in einer Position, die dem ersten Kontaktabschnitt 62c des Drehbeschränkungsabschnitts 62 entspricht. Im vorliegenden Fall ist der Sperrverhinderungszahn 46c an einer Position ausgebildet, die dem vorstehenden Abschnitt 46b in der Umfangsrichtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 entspricht.

[0123] In **Fig.** 22 zeigt ein Kreisbogen, der durch eine durch einen einzelnen Punkt unterbrochene Linie dargestellt ist, einen Kopfkreis von Zähnen außer dem Sperrverhinderungszahn 46c im Zahnradabschnitt 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46. In einem Zustand, in dem sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in der Ausgangsposition in **Fig.** 22 befindet, befindet sich ein Zahn 50j an der Grenze zwischen dem Eingriffsabschnitt 50a und dem Nicht-Eingriffsabschnitt 50b des abtriebsseitigen Zahnrads 50 in einer Position, die den Kopfkreis der Zähne außer dem Sperrverhinderungszahn 46c beeinflusst.

[0124] Wenn in diesem Zustand das antriebsseitige Zahnrad 46 versucht, sich in der ersten Richtung zu drehen, während ein Zahn außer dem Sperrverhinderungszahn 46c an der Position des Sperrverhinderungszahns 46c angeordnet ist, kann es zu einem Kontakt zwischen dem Zahn 50j des abtriebsseitigen Zahnrads 50 und dem sich in der Position des Sperrverhinderungszahns 46c befindlichen Zahns außer dem Sperrverhinderungszahn 46c kommen, wodurch das antriebsseitige Zahnrad 46 und das abtriebsseitige Zahnrad 50 in einen Sperrzustand kommen können.

[0125] Wenn in der vorliegenden Ausführungsform das antriebsseitige Zahnrad 46 in der Ausgangsposition positioniert ist, ist der Sperrverhinderungszahn 46c des antriebsseitigen Zahnrads 46 nahe dem Zahn 50j des abtriebsseitigen Zahnrads 50 angeordnet. Da der Kopfkreis der Sperrverhinderungszähne 46c kleiner ist als der Kopfkreis der Zähne außer dem Sperrverhinderungszahn 46c, kann somit ein Spalt 64 zwischen dem Zahn 50j des abtriebsseitigen Zahnrads 50 und dem Sperrverhinderungszahn 46c des antriebsseitigen Zahnrads 46 ausgebildet werden. Durch Ausbildung des Spalts 64 kann der Sperrzustand des antriebsseitigen Zahnrads 46 und des abtriebsseitigen Zahnrads 50 verhindert werden. Infolgedessen kann in der Leistungsübertragungsschalteinheit 52 ein Umschalten von dem Leistungs-Nichtübertragungszustand in den Leistungsübertragungszustand zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad 46 und dem abtriebsseitigen Zahnrad 50 sanft durchgeführt werden, und das Auftreten eines irregulären Betriebs (Positionsverschiebung des Zahnradabschnitts 46a des antriebsseitigen Zahnrads 46 in Bezug auf das Erregungsmuster) oder einer Fehlfunktion kann unterdrückt werden.

[0126] Wie oben beschrieben, ist in der vorliegenden Ausführungsform der Drehbeschränkungsabschnitt 62 in der Leistungsübertragungsschalteinheit 52 so ausgeführt, dass er die Drehung des abtriebs-

seitigen Zahnrads 50 erlaubt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in die erste Richtung dreht, und die Drehung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 beschränkt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in die zweite Richtung dreht. Das heißt, der Drehbeschränkungsabschnitt 62 ist als Kupplungsmechanismus ausgebildet. Durch Verwenden eines Aufbaus, in dem für den Drehbeschränkungsabschnitt 62 in der vorliegenden Ausführungsform ein bekannter Kupplungsmechanismus verwendet wird, kann die Entwicklungszeit verkürzt werden und die Kosten können reduziert werden.

[0127] Der Drehbeschränkungsabschnitt 62 gemäß der vorliegenden Ausführungsform überträgt Leistung von dem antriebsseitigen Zahnrad 46 auf das abtriebsseitige Zahnrad 50, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in die erste Richtung dreht, und unterbricht die Leistungsübertragung vom antriebsseitigen Zahnrad 46 zum abtriebsseitigen Zahnrad 50, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in die zweite Richtung dreht, wodurch der Leistungsübertragungszustand lediglich durch Umschalten der Drehrichtung des antriebsseitigen Zahnrads 46 umgeschaltet werden kann und der Drehbeschränkungsabschnitt 62 auf einfache Weise aufgebaut werden kann.

(Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt)
FIG. 27 bis FIG. 31A und FIG. 31B

[0128] Als nächstes wird im Detail eine spezifische Struktur eines Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts beschrieben, der vorgesehen wird, wenn die Ventilantriebsvorrichtung 10 in einem Fluidpfad installiert ist, der einen Fremdkörper wie Kupferpulver enthält und in dessen Innerem ein Fluid fließt, um die Gefahr reduzieren zu können, dass ein Fremdkörper in einen Teil des Ventilkörperantriebsmechanismus 30 eindringt, in dem die Leistungsübertragung umgeschaltet wird (Leistungsübertragungsschalteinheit 52), und dadurch eine Fehlfunktion verursacht.

[0129] **Fig.** 27 und **Fig.** 29 sind von oben betrachtete perspektivische Ansichten des Ventilkörperantriebsmechanismus 30, der den Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt gemäß zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist. In der vorliegenden Ausführungsform führt der Hebelabschnitt 62b des Drehbeschränkungsabschnitts 62 einen Vorgang durch, bei dem der Hebelabschnitt 62b mit dem sich drehend bewegenden vorstehenden Abschnitt 46b des antriebsseitigen Zahnrads 46 in Kontakt kommt, und einen Vorgang, bei dem der Hebelabschnitt 62b gegen die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 schwenkt und sich von der Kontaktposition mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h entfernt. Dabei ist ein Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 vorgesehen, der einen Bereich 53 abdeckt, welcher einen Zwischenraum zwischen dem die Vorgänge zum Kontakt und zur Trennung durchführenden Hebelabschnitt 62b und dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h bildet.

[0130] Der Bereich 53 ist ein Bereich, der durch einander gegenüberliegende Oberflächen des zweiten Kontaktabschnitts 62d des Hebelabschnitts 62b und des Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitts 50h gebildet wird (siehe auch später beschriebene **Fig.** 33A und **Fig.** 33B). In diesem Bereich 53 wird, wenn der Hebelabschnitt 62b schwenkt und sich von der Kontaktposition mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h entfernt, eine Öffnungsfläche des oben erwähnten Bereichs größer, wodurch die Gefahr besteht, dass ein Fremdkörper in den Bereich 53 gelangt, wenn in dem in der Ventilantriebsvorrichtung 10 fließenden Fluid Fremdkörper wie Kupferpulver enthalten sind.

[0131] In der vorliegenden Ausführungsform ist, wie oben beschrieben, der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 zur Abdeckung des Bereichs 53 vorgesehen. Selbst wenn die Ventilantriebsvorrichtung 10 in einem Fluidpfad installiert ist, der einen Fremdkörper wie Kupferpulver enthält, kann durch den Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 verhindern werden, dass der Fremdkörper in den Bereich 53 eindringt. Somit kann die Gefahr verringert werden, dass der Hebelabschnitt 62b nicht mehr in die ursprüngliche Kontaktposition mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h zurückkehren kann. Daher kann die Gefahr, dass durch den Fremdkörper eine Fehlfunktion in der Leistungsübertragungsschalteinheit 52 hervorgerufen wird, verringert werden.

[0132] Basierend auf **Fig.** 30 wird ein Beispiel einer Struktur des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 ist einstückig mit dem Hebelabschnitt 62b des Drehbeschränkungsabschnitts 62 vorgesehen. Insbesondere ist der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 in **Fig.** 30 an einer Position oberhalb des zweiten Kontaktabschnitts 62d des Hebelabschnitts 62b in einer Schirmform überhängend vorgesehen, um den Bereich 53 von oben in **Fig.** 30 abzudecken.

[0133] Wie in **Fig.** 28 gezeigt, liegt eine hintere Oberfläche 63b des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 einer obersten Oberfläche 51 des vorspringenden Abschnitts 50n mit einem Abstand g dazwischen gegenüber. In **Fig.** 28 ist der Abstand g größer dargestellt, um die visuelle Erkennung in der Zeichnung zu erleichtern, doch ist der Abstand g im Hinblick auf die Unterdrückung des Eintritts von Fremdkörpern vorzugsweise so klein wie

möglich. Es ist ferner zu beachten, dass der Federhalteabschnitt 62e eine Struktur aufweist, bei der der Federablöseverhinderungsabschnitt 62g in der Struktur von **Fig.** 11 entfernt ist.

[0134] Wie oben beschrieben, ist der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 in dem Hebelabschnitt 62b vorgesehen, wodurch das Eindringen von Fremdkörpern mit einer einfachen Struktur und einer einfachen Herstellungsweise unterdrückt werden kann.

[0135] Basierend auf **Fig.** 31A und **Fig.** 31B wird eine Größe des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 zu einer Form ausgebildet, die in einem Zustand, in dem der Hebelabschnitt 62b mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h in Kontakt steht (**Fig.** 31A), in Bezug auf eine Konturlinie 83, die einer dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h entsprechenden Position entspricht, in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 innen positioniert ist (die nicht in radialer Richtung nach außen vorsteht). Da ein anderes Element normalerweise außerhalb der Konturlinie 83 des abtriebsseitigen Zahnrads 50 angeordnet ist, kann die Obergrenze der Größe des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 so festgelegt werden, dass dieses „andere Element“ nicht beeinflusst wird.

[0136] Insbesondere ist in **Fig.** 31A der Großteil der obersten Oberfläche 51 des vorspringenden Abschnitts 50n von oben in **Fig.** 31A durch den Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 bedeckt. **Fig.** 31B zeigt einen Zustand, in dem der Hebelabschnitt 62b durch den vorstehenden Abschnitt 46b des antriebsseitigen Zahnrads 46 gedrückt und gegen die Vorspannkraft der Torsionsfeder 60 geschwenkt wird, aber selbst in diesem geschwenkten Zustand liegt die oberste Oberfläche 51 geringfügig frei. Daher ist die Gefahr gering, dass ein Fremdkörper in den Bereich 53 gelangt.

[0137] Wenn die Größe des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 nicht so groß wie in **Fig.** 31A und **Fig.** 31B gezeigt ausgebildet werden kann, kann die Größe auch kleiner ausgeführt werden. In diesem Fall ist es bevorzugt, dass der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 in einer Form ausgebildet ist, die den Bereich 53 sowohl in der Kontaktposition des Hebelabschnitts 62b, als auch in einer von der Kontaktposition entfernten Position, kontinuierlich bedeckt. Das heißt, wie in **Fig.** 31A und **Fig.** 31B gezeigt, kann, selbst wenn ein Teil des Bereichs 53 weit hervorsteht und nicht abdeckt wird, das Eindringen des Fremdkörpers unterdrückt werden, solange in dem Zustand, in dem der Hebelabschnitt 62b schwenkt und die Öffnungsfläche des Bereichs 53 maximal wird (**Fig.** 31B), der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 eine Größe aufweist, mit der der Bereich 53 in diesem Zustand abgedeckt werden kann.

[0138] Es ist zu beachten, dass es ausreicht, wenn die Größe des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 gleich oder größer einer Größe (minimale Größe) ist, durch die der Bereich 53 in dem Zustand, in dem der Hebelabschnitt 62b mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h in Kontakt steht (**Fig.** 31A), bedeckt wird. Mit anderen Worten, in dem Zustand, in dem der Hebelabschnitt 62b schwenkt und die Öffnungsfläche des Bereichs 53 ihre maximale Größe erreicht (**Fig.** 31B), kann der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 auch eine Größe aufweisen, bei der der Bereich 53 in diesem Zustand teilweise nicht bedeckt ist. Selbst im Falle der „minimalen Größe“ ist ein Effekt zur Unterdrückung des Eintritts von Fremdkörpern in den Bereich 53, im Vergleich zu einer Struktur, in der der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 gänzlich weggelassen wird, erkennbar, weshalb im Falle der Notwendigkeit einer kleinen Ausgestaltung, der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 in einer entsprechenden Größe vorgesehen werden kann.

(Andere Ausführungsform des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts) FIG. 32

[0139] Basierend auf **Fig.** 32 wird ein Beispiel eines Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 163 gemäß einer anderen Ausführungsform beschrieben. In den Ausführungsformen von **Fig.** 27 bis **Fig.** 31A und **Fig.** 31B wurde beschrieben, dass der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 einstückig mit dem Hebelabschnitt 62b vorgesehen ist, allerdings ist eine auch Ausführung separat vom Hebelabschnitt 62b möglich. In der Ausführungsform von **Fig.** 32 ist der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 163 einstückig mit dem Halteelement 58 vorgesehen. Der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 163 erstreckt sich vom Flanschabschnitt 58a des Halteelements 58 über den Bereich 53 und bedeckt den Bereich 53, wodurch das Eindringen des Fremdkörpers unterdrückt wird.

[0140] Auch durch diesen Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 163 kann verhindert werden, dass der Fremdkörper in den Bereich 53 eintritt. Somit kann die Gefahr verringert werden, dass der Hebelabschnitt 62b nicht mehr in die ursprüngliche Kontaktposition mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h zurückkehren kann.

[0141] Es erübrigt sich zu erwähnen, dass der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 163

als im Hebelabschnitt 62b vorgesehene Struktur, nicht auf die im Halteelement 58 vorgesehene Struktur beschränkt ist. Wenn es räumlich möglich ist, kann der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 163 als eigenes, neues Element vorgesehen sein.

(Störvermeidungsabschnitt) FIG. 33A und FIG. 33B bis FIG. 35

[0142] Als nächstes wird im Detail eine spezifische Struktur des Störvermeidungsabschnitts beschrieben, der vorgesehen ist, um die Gefahr zu verringern, dass der Fremdkörper in den Bereich 53 eindringt und die Fehlfunktion auslöst.

[0143] **Fig.** 33A und **Fig.** 33B sind von oben betrachtete Draufsichten auf Hauptteile des Ventilkörperantriebsmechanismus 30, der den Drehbeschränkungsabschnitt 62 umfasst, der den Störvermeidungsabschnitt gemäß zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0144] In der vorliegenden Ausführungsform zeigt **Fig.** 33A einen Zustand vor dem Schwenken des Hebelabschnitts 62b, in dem der Hebelabschnitt 62b des Drehbeschränkungsabschnitts 62 mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h des vorspringenden Abschnitts 50n in Kontakt steht. Das heißt, es handelt sich um einen Zustand, bevor der vorstehende Abschnitt 46b des sich in die zweite Richtung R2 drehenden antriebsseitigen Zahnrads 46 mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b in Kontakt kommt.

[0145] Andererseits zeigt **Fig.** 33B einen Zustand, in dem der Hebelabschnitt 62b von dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h weg geschwenkt ist. Das heißt, es handelt sich um einen Zustand, in dem der vorstehende Abschnitt 46b des sich in die zweite Richtung R2 drehenden antriebsseitigen Zahnrads 46 mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b in Kontakt kommt, den Hebelabschnitt 62b drückt, und den Hebelabschnitt 62b zum Schwenken bringt. Ausgehend von dem in **Fig.** 33B gezeigten Zustand dreht sich der vorstehende Abschnitt 46b weiter in der zweiten Richtung R2, so dass sich der vorstehende Abschnitt 46b von dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b löst.

[0146] In der vorliegenden Ausführungsform wird eine kreisförmige Bahn (durch zwei Punkte unterbrochene Linie), die von einem vorderen Ende des vorstehenden Abschnitts 46b in der radialen Richtung beim Schwenken des antriebsseitigen Zahnrads 46 gebildet wird, als eine erste Kreisbahn 80 angenommen. Eine kreisförmige Bahn (durch einen einzelnen Punkt unterbrochene Linie), die, wenn sich der vorstehende Abschnitt 46b in die erste Richtung R1 dreht und mit dem ersten Kontaktabschnitt 62c in Kontakt kommt, von einem vorderen Ende 62j des ersten Kontaktabschnitts 62c in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 gebildet wird, wird als eine zweite Kreisbahn 90 angenommen.

[0147] Der zweite Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b weist eine Form auf, bei der in einem Störbereich 85, der von einem von der ersten Kreisbahn 80 gebildeten ersten Kreis 80 (Verwendung des gleichen Bezugszeichens wie für die erste Kreisbahn) und einem von der zweiten Kreisbahn 90 gebildeten zweiten Kreis 90 (Verwendung des gleichen Bezugszeichens wie für die zweite Kreisbahn) umgeben ist, ein Störvermeidungsabschnitt 62k in einem Teil auf der Seite des ersten Kontaktabschnitts 62c vorhanden ist.

[0148] Dabei gilt für den „Störvermeidungsabschnitt 62k“ in der Formulierung „der zweite Kontaktabschnitt 62d ... weist eine Form auf, bei der in einem Störbereich 85, ... ein Störvermeidungsabschnitt 62k in einem Teil auf der Seite des ersten Kontaktabschnitts 62c vorhanden ist“, dass in dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b, der das Gegenstück zum Kontakt mit dem vorstehenden Abschnitt 46b ist, eine in Bezug auf den vorstehenden Abschnitt 46b zurückgezogene Form vorgesehen ist, und der vorstehende Abschnitt 46b in einem Bereich dieser zurückgezogenen Form nicht mit dem Hebelabschnitt 62b in Kontakt steht. Das heißt, dass der zweite Kontaktabschnitt 62d eine Form aufweist, in der in dem Störbereich 85 ein Spalt existiert, in dem ein Teil des zweiten Kontaktabschnitts 62d auf der Seite des ersten Kontaktabschnitts 62c nicht mit dem vorstehenden Abschnitt 46b in Kontakt steht.

[0149] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform weist der Hebelabschnitt 62b eine Form auf, bei der der Störvermeidungsabschnitt 62k an dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b vorhanden ist, wodurch der Zeitpunkt, zu dem der vorstehende Abschnitt 46b durch die Drehung des antriebsseitigen Zahnrads 46 mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b in Kontakt kommt, später auftritt als bei einer Form, in der der Störvermeidungsabschnitt 62k nicht vorhanden ist. Dadurch ist eine Zeitspanne in einem Zustand der „Trennung“, in den Vorgängen des Kontakts und der Trennung des Hebelabschnitts 62b, kürzer als bei einer Form, in der der Störvermeidungsabschnitt 62k nicht vorhanden ist. In einem Zustand des „Kontakts“ in den oben beschriebenen Vorgängen des Kontakts und der Trennung kann der Fremdkörper strukturell nicht in den Bereich 53 eintreten, weshalb, wenn die Zeitspanne des Zustands der „Trennung“ kürzer wird, das Eintreten des Fremdkörpers in den

Bereich 53 um einen entsprechenden Anteil erschwert wird.

[0150] Selbst wenn die Ventilantriebsvorrichtung 10 in einem Fluidpfad installiert ist, der einen Fremdkörper wie Kupferpulver enthält, kann daher durch eine Ausgestaltung, in der der Störvermeidungsabschnitt 62k vorhanden ist, die Zeitspanne des Zustands der „Trennung“ verkürzt werden, und somit verhindert werden, dass der Fremdkörper in den Bereich 53 eindringt. Dementsprechend kann die Gefahr verringert werden, dass der Hebelabschnitt 62b nicht mehr in die ursprüngliche Kontaktposition zurückkehren kann. Dadurch kann die Gefahr, dass durch den Fremdkörper eine Fehlfunktion in der Leistungsübertragungsschalteinheit 52 hervorgerufen wird, verringert werden.

[0151] Basierend auf **Fig.** 33A und **Fig.** 33B wird ein Beispiel einer Struktur des Störvermeidungsabschnitts 62k gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Ein von einem Teil des Störvermeidungsabschnitts 62k des zweiten Kontaktabschnitts 62d zu dem vorderen Ende 62j des ersten Kontaktabschnitts 62c verlaufender Teil 62m des Störvermeidungsabschnitts 62k ist als eine gekrümmte Oberfläche ausgebildet, an der der damit in Kontakt stehende vorstehende Abschnitt 46b gleiten kann.

[0152] Wenn der vorstehende Abschnitt 46b durch die Drehung des antriebsseitigen Zahnrads 46 drehend bewegt wird und einen Abschnitt des zweiten Kontaktabschnitts 62d erreicht, der dem Störvermeidungsabschnitt 62k entspricht, befindet sich der vorstehende Abschnitt 46b vorerst in einem kontaktlosen Zustand mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d (**Fig.** 33A). Danach bewegt sich der vorstehende Abschnitt 46b in Richtung des ersten Kontaktabschnitts 62c und wechselt von dem kontaktlosen Zustand in einen Kontaktzustand mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d. Beim Wechsel in diesen Kontaktzustand beginnt der vorstehende Abschnitt 46b, den zweiten Kontaktabschnitt 62d durch den verlaufenden Teil 62m zu drücken.

[0153] Dann wird der Hebelabschnitt 62b durch den sich drehend bewegenden vorstehenden Abschnitt 46b gedrückt und schwenkt gegen die Vorspannkraft um die Schwenkwelle 62a. Dadurch verlässt der Hebelabschnitt 62b die Kontaktposition mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h (**Fig.** 33B).

[0154] Dabei ist in der vorliegenden Ausführungsform der von dem dem Störvermeidungsabschnitt 62k entsprechenden Teil zum ersten Kontaktabschnitt 62c verlaufende Teil 62m eine gekrümmte Oberfläche, an der der vorstehende Abschnitt 46b gleiten kann, weshalb der Hebelabschnitt 62b sanft schwenken kann. Folglich wird dieser Schwenkvorgang stabilisiert.

[0155] Es ist zu beachten, dass die gekrümmte Oberfläche des verlaufenden Teils 62m zwar vorzugsweise eine flache Oberfläche ist, an der Gleiten möglich ist, jedoch nicht auf die flache Oberfläche beschränkt ist, solange der vorstehende Abschnitt 46b gleiten kann.

[0156] Basierend auf **Fig.** 33A und **Fig.** 33B wird eine spezifische Struktur (Form) des Hebelabschnitts 62b, der den Störvermeidungsabschnitt 62k gemäß der vorliegenden Ausführungsform aufweist, beschrieben.

[0157] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Hebelabschnitt 62b als Oberfläche derart ausgebildet, dass die Oberfläche eines Teils des Hebelabschnitts 62b, der dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h gegenüberliegt, bis zu einer vorderen Endposition 55 des Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitts 50h in der Richtung, in der sich der Hebelabschnitt 62b erstreckt, im Wesentlichen gleichmäßig in Oberflächenkontakt mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h steht. Die vordere Endposition 55 des Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitts 50h ist so ausgebildet, dass sie eine Kontaktposition 55 (Verwendung des gleichen Bezugszeichens wie für die vordere Endposition) bildet, die als Basispunkt des Hebelabschnitts 62b fungiert.

[0158] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Störvermeidungsabschnitt 62k als ein vertiefter Abschnitt 57 zwischen der Kontaktposition 55 des Hebelabschnitts 62b mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h und dem ersten Kontaktabschnitt 62c ausgebildet.

[0159] Es erübrigt sich zu erwähnen, dass die Form des vertieften Abschnitts 57 nicht auf die in **Fig.** 33A und **Fig.** 33B gezeigte Form beschränkt ist, das heißt, auf eine Form, die als geneigte Fläche von der vorderen Endposition 55 in Richtung des verlaufenden Teils 62m allmählich abfällt und als Ganzes eine im Wesentlichen symmetrische Form besitzt. Beispielsweise kann der vertiefte Abschnitt 57 eine Form aufweisen, die zuerst von der vorderen Endposition 55 in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads 50 nach hinten zurückgeht und dann in einem im Wesentlichen rechten Winkel die Richtung ändert, um an den verlaufenden Teil 62m anzuschließen.

[0160] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der Störvermeidungsabschnitt 62k von dem vertieften Abschnitt 57 aufgebaut, wodurch in einem Zustand, in dem der Kontaktzustand und die Kontaktposition des Hebelabschnitts 62b mit dem Hebel-

Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h stabilisiert sind, auf einfache Weise eine Verzögerung des oben erwähnten Zeitpunkts durch den vertieften Abschnitt 57 realisiert werden kann.

[0161] Als nächstes wird basierend auf **Fig.** 34 und **Fig.** 35 ein Drehwinkel des antriebsseitigen Zahnrads 46, das heißt, eine Beziehung zwischen der Drehposition des vorstehenden Abschnitts 46b und der Schwenkposition des Hebelabschnitts 62b, beschrieben, wobei ein Fall, in dem der Hebelabschnitt 62b den Störvermeidungsabschnitt 62k nicht aufweist (oberer Teil von **Fig.** 34, gestrichelte Linie in **Fig.** 35), und ein Fall, in dem der Hebelabschnitt 62b den Störvermeidungsabschnitt 62k aufweist (unterer Teil von **Fig.** 34, durchgezogene Linie in **Fig.** 35), verglichen werden.

[0162] In **Fig.** 34 schreitet ein Vorgang voran, indem Schritte 1 bis 8 von einem ersten Schritt (Nummer der Schritte in **Fig.** 34 mit einem Kreis umrandet) am linken Ende zu einem achten Schritt am rechten Ende ablaufen. Der vorstehende Abschnitt 46b kommt zu einem jeweiligen Zeitpunkt mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b in Kontakt, wird von diesem gedrückt und geschwenkt, und nachdem der Schwenkwinkel einen maximalen Schwenkzustand durchlaufen hat, verlässt der vorstehende Abschnitt 46b den Kontaktzustand mit dem zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b und erreicht eine Seite des ersten Kontaktabschnitts 62c.

[0163] Wie aus **Fig.** 34 und **Fig.** 35 ersichtlich ist, befindet sich in der Ausgangsposition in Schritt 1 keiner der vorstehenden Abschnitte 46b in Kontakt mit dem Hebelabschnitt 62b.

[0164] Im Falle des Hebelabschnitts 62b, der den Störvermeidungsabschnitt 62k nicht aufweist, kommt der sich drehende vorstehende Abschnitt 46b unmittelbar nach Schritt 1, wie im oberen Teil von **Fig.** 34 gezeigt, in Kontakt mit dem Hebelabschnitt 62b und schwenkt den Hebelabschnitt 62b gegen die Vorspannkraft. Aus diesem Grund kommt es leicht zum Eindringen eines Fremdkörpers, da die Öffnungsfläche des Bereichs 53 unmittelbar nach Schritt 1 zunimmt. Die Zeit, während der die Öffnungsfläche des Bereichs 53 groß ist, reicht von Schritt 1 bis Schritt 7.

[0165] Andererseits kommt es im Falle des den Störvermeidungsabschnitt 62k aufweisenden Hebelabschnitts 62b von Schritt 1 bis unmittelbar vor Schritt 3, wie im unteren Teil von **Fig.** 34 gezeigt, aufgrund des Vorhandenseins des Störvermeidungsabschnitts 62k, zu keinem Kontakt zwischen dem vorstehenden Abschnitt 46b und dem Hebelabschnitt 62b. In der Position von Schritt 3 kommt der vorstehende Abschnitt 46b mit dem Hebelabschnitt 62b in Kontakt und schwenkt danach den Hebelabschnitt 62b.

[0166] Infolgedessen wird die Öffnungsfläche des Bereichs 53 größer, aber die Zeit, während der die Öffnungsfläche des Bereichs 53 größer ist, reicht nur von Schritt 3 bis Schritt 7.

[0167] Folglich wird mit dem den Störvermeidungsabschnitt 62k aufweisenden Hebelabschnitt 62b die Zeit, während der der Fremdkörper leicht in den Bereich 53 eintritt, um die Zeitspanne von Schritt 1 bis Schritt 3 verkürzt.

[0168] **Fig.** 35 zeigt ein Diagramm, in dem dargestellt ist, wie durch den den Störvermeidungsabschnitt 62k aufweisenden Hebelabschnitt 62b die Zeit, während der der Fremdkörper leicht in den Bereich 53 eintritt, um die Zeitspanne von Schritt 1 bis Schritt 3 verkürzt wird. Wie aus diesem Diagramm ersichtlich, kann gemäß der vorliegenden Ausführungsform, durch die Ausgestaltung, in der der Störvermeidungsabschnitt 62k vorhanden ist, die Zeitspanne des Zustands der „Trennung“ verkürzt werden, und somit verhindert werden, dass der Fremdkörper in den Bereich 53 eindringt.

[0169] Ferner ist in der vorliegenden Ausführungsform, wie durch die durchgezogene Linie (Vermeidungsabschnitt: vorhanden) in **Fig.** 35 dargestellt, ein Aufbau dementsprechend, dass, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad 46 in der zweiten Richtung R2 dreht, während der vorstehende Abschnitt 46b den zweiten Kontaktabschnitt 62d des Hebelabschnitts 62b drückt, und somit der Hebelabschnitt 62b um die Schwenkwelle 62a als Schwenkmittelpunkt schwenkt, der Schwenkwinkel des Hebelabschnitts 62b einen Maximalwert erreicht, wenn sich der vorstehende Abschnitt 46b von dem zweiten Kontaktabschnitt 62d löst.

[0170] Die Struktur der vorliegenden Ausführungsform ist so, dass der Schwenkwinkel des Hebelabschnitts 62b den Maximalwert erreicht, wenn sich der vorstehende Abschnitt 46b von dem zweiten Kontaktabschnitt 62d löst, wodurch der Hebelabschnitt 62b nicht mehr als nötig geschwenkt werden muss, wie in dem Fall des Schwenkwinkels des Hebelabschnitts 62b, in dem der Störvermeidungsabschnitt 62k nicht vorhanden ist (gestrichelte Linie (Vermeidungsabschnitt: nicht vorhanden) in **Fig.** 35). Dadurch kann die Struktur vereinfacht werden.

[0171] Ferner ist der Motor 24 in der vorliegenden Ausführungsform ein Schrittmotor. Außerdem ist die Ausgestaltung so, dass sich der vorstehende Abschnitt 46b von dem zweiten Kontaktabschnitt 62d in einem Schritt löst, der auf den Schritt folgt, in dem der Maximalwert des Schwenkwinkels des Hebelabschnitts 62b erreicht wird.

[0172] Durch diesen Aufbau löst sich der vorstehende Abschnitt 46b von dem zweiten Kontaktabschnitt 62d in dem Schritt, der auf den Schritt folgt, in dem der Maximalwert des Schwenkwinkels des Hebelabschnitts 62b erreicht wird, wodurch die Gestaltung und Betriebssteuerung auf einfache Weise durchgeführt werden können.

(Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt und Störvermeidungsabschnitt) FIG. 29, FIG. 31A, FIG. 31B, unterer Teil von FIG. 34

[0173] Wie in **Fig.** 29, **Fig.** 31A, **Fig.** 31B und im unteren Teil von **Fig.** 34 gezeigt, umfasst der Hebelabschnitt 62b in der vorliegenden Ausführungsform sowohl den Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 als auch den Störvermeidungsabschnitt 62k. Wie aus **Fig.** 31A und **Fig.** 31B ersichtlich, wird der Bereich 53 sowohl in einem Zustand vor dem Schwenken, in dem der Hebelabschnitt 62b nicht mit dem vorstehenden Abschnitt 46b in Kontakt steht (**Fig.** 31A), als auch in einem Zustand, in dem der Hebelabschnitt 62b mit dem vorstehenden Abschnitt 46b in Kontakt kommt und um einen maximalen Winkel schwenkt (**Fig.** 31B), weitgehend von dem Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 abgedeckt.

[0174] Dementsprechend ist es möglich, durch Ausbildung des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 und ferner, durch das Vorhandensein des Störvermeidungsabschnitts 62k, den Eintritt des Fremdkörpers in den Bereich 53 weiter zu reduzieren, wodurch die Gefahr, dass durch den Fremdkörper eine Fehlfunktion in der Leistungsübertragungsschalteinheit 52 hervorgerufen wird, weiter verringert werden kann.

[0175] Wie in **Fig.** 29, **Fig.** 31A, **Fig.** 31B und im unteren Teil von **Fig.** 34 gezeigt, wird der Störvermeidungsabschnitt 62k in der vorliegenden Ausführungsform außerdem von dem oben beschriebenen vertieften Abschnitt 57 gebildet. Durch die Ausbildung des Störvermeidungsabschnitts 62k durch den vertieften Abschnitt 57, kann der oben beschriebene, auf der Struktur des vertieften Abschnitts basierende Effekt auch bei einer gemeinsamen Struktur erzielt werden, in der sowohl der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 als auch der Störvermeidungsabschnitt 62k vorhanden sind.

(Modifizierte Ausführungsformen)

[0176] (1) In der vorliegenden Beschreibung wurde, wie eingangs erwähnt, zum leichteren Verständnis der Erklärung, die spezifische Struktur des Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitts 63 und des Störvermeidungsabschnitts 62k später erklärt, und zunächst wurde basierend auf **Fig.** 1 bis **Fig.** 26A und **Fig.** 26B eine allgemeine Beschreibung der Struktur der Ventilantriebsvorrichtung gegeben, die in der Lage ist, ein Geräusch während des Antreibens des Ventilkörpers zu reduzieren sowie ein sanftes Umschalten der Leistungsübertragung vorzunehmen. Basierend auf **Fig.** 27 bis **Fig.** 35 wurden Strukturen, in denen der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63, der Störvermeidungsabschnitt 62k, oder sowohl der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt 63 als auch der Störvermeidungsabschnitt 62k vorhanden sind, beschrieben.

[0177] Die Beschreibung gleicher Inhalte, die sich mit den in **Fig.** 1 bis **Fig.** 26A und **Fig.** 26B beschriebenen Inhalten zur charakteristischen Konfiguration der jeweiligen Aspekte gemäß zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung decken, wurden in der Beschreibung der Ausführungsformen basierend auf **Fig.** 27 bis **Fig.** 35 weggelassen.

[0178] Wenn beispielsweise der Bereich 53 eine Struktur mit dem in **Fig.** 24 dargestellten Spalt 50v aufweist, besteht die Gefahr des Eindringens des Fremdkörpers sogar in dem Kontaktzustand, in dem der Hebelabschnitt 62b durch die Vorspannkraft gegen den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt 50h gedrückt wird. Wenn zumindest eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf den Bereich 53 mit dieser Struktur angewendet wird, kann daher ein starker Effekt erzielt werden.

[0179] (2) In der vorliegenden Ausführungsform wird der Drehbeschränkungsabschnitt 62 durch die Torsionsfeder 60 als ein Beispiel des „Vorspannelements“ vorgespannt, aber anstelle dieses Aufbaus kann das Vorspannelement durch eine Blattfeder oder dergleichen aufgebaut sein.

[0180] (3) In dem Aufbau der vorliegenden Ausführungsform erfolgt das Umschalten der Leistungsübertragung durch Umschalten des Eingriffszustands zwischen dem vorstehenden Abschnitt 46b und dem Drehbeschränkungsabschnitt 62 (dem Kontakt mit dem ersten Kontaktabschnitt 62c oder dem zweiten Kontaktabschnitt 62d) in der Leistungsübertragungsschalteinheit 52, aber anstelle dieses Aufbaus kann auch ein Aufbau verwendet werden, in dem ein bekannter Sperrklinken-Mechanismus in dem Drehbeschränkungsabschnitt 62 vorgesehen ist, um das antriebsseitige Zahnrad 46 leer drehen zu lassen.

[0181] (4) In der vorliegenden Ausführungsform ist der Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s an der unteren Oberfläche 50r des abtriebsseitigen Zahnrads 50 vorgesehen, um den Fußabschnitt 62h aufzunehmen, aber anstelle dieses Aufbaus kann auch ein Aufbau verwendet werden, in dem der Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt 50s nicht an der unteren Oberfläche 50r vorgesehen ist, und der Fußabschnitt

62h von der unteren Oberfläche 50r hervorsteht, so dass er schwenkbar in Kontakt mit der unteren Oberfläche 50r kommt.

[0182] (5) In der vorliegenden Ausführungsform ist der Fußabschnitt 62h als ein einzelner Fußabschnitt ausgeführt, der sich in der entgegengesetzten Richtung zur Vorspannrichtung der Torsionsfeder 60 erstreckt, aber anstelle dieses Aufbaus können auch eine Vielzahl von Fußabschnitten vorgesehen sein, und beispielsweise kann auch ein Fußabschnitt vorgesehen sein, der sich in der Vorspannrichtung der Torsionsfeder 60 erstreckt.

[0183] Es sei darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt ist, und verschiedene Modifikationen innerhalb des Geltungsbereichs der in den Ansprüchen beschriebenen Erfindung möglich sind, und diese Modifikationen ebenfalls im Geltungsbereich zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind.

Liste der Bezugszeichen

[0184] 10 Ventilantriebsvorrichtung, 12 Ventilhauptkörper, 14 Einlassrohr, 16 Erstes Auslassrohr, 18 Zweites Auslassrohr, 20 Abdeckelement, 22 Basiselement, 24 Motor, 26 Dichtungsabdeckung, 26a, 28c Lagerabschnitt, 28 Basishauptkörper, 28a, 50p Obere Oberfläche,
28b Fluideinlass, 30 Ventilkörperantriebsmechanismus, 32 Ventilkammer, 34 Ventilsitzaufbauelement, 34a Erster Fluidauslass, 34b Zweiter Fluidauslass, 34c Ventilsitzfläche, 34d, 50d, 50g, 56a, 56d Durchgangsloch, 36 Stator, 37 Antriebsspule,
38 Antriebsmagnet, 40 Rotor, 42 Kernelement, 42a Polzahn, 46 Antriebsseitiges Zahnrad, 46a Zahnradabschnitt,
46b Vorstehender Abschnitt, 46c Sperrverhinderungszahn, 46d Hauptkörper, 48, 54 Tragwelle, 50 Abtriebsseitiges Zahnrad, 50a Eingriffsabschnitt, 50b Nicht-Eingriffsabschnitt, 50c Erster Drehbeschränkungsabschnitt, 50e Vertiefter Abschnitt, 50f Halteabschnitt, 50h Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt, 50j Zahn, 50k Zweiter Drehbeschränkungsabschnitt, 50m Fußkreis, 50n Vorspringender Abschnitt, 50q Schlitzabschnitt, 50r Untere Oberfläche, 50s Fußabschnitt-Aufnahmeabschnitt, 51 Oberste Oberfläche, 53 Bereich, 55 Vordere Endposition, 57 Vertiefter Abschnitt, 50t Entlastungsabschnitt, 50u Stützfläche, 50v, 64 Spalt, 52 Leistungsübertragungsschalteinheit, 56 Ventilkörper, 56b Gleitfläche, 56c Ausgesparter Abschnitt, 56e Öffnung, 58 Halteelement, 58a Flanschabschnitt, 58b Rohrförmiger Abschnitt, 60 Torsionsfeder, 60a Ein Ende, 60b Anderes Ende, 62, 66 Drehbeschränkungsabschnitt, 62a, 66a Schwenkwelle, 62b, 66b Hebelabschnitt, 62c Erster Kontaktabschnitt, 62d, 66c Zweiter Kontaktabschnitt, 62e Federhalteabschnitt, 62f Federkontaktabschnitt, 62g Federablöseverhinderungsabschnitt, 62h Fußabschnitt, 62k Störvermeidungsabschnitt, 62j Vorderes Ende des ersten Kontaktabschnitts, 62m Verlaufender Teil, 63, 163 Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt, 63b Hintere Oberfläche, 80 Erste Kreisbahn (Erster Kreis), 83 Konturlinie, 85 Störbereich, 90 Zweite Kreisbahn (Zweiter Kreis), g Abstand, C1, C2 Mittelpunkt (Schwenkmittelpunkt), F1 Vorspannrichtung, R1 Erste Richtung, R2 Zweite Richtung, S0, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17 Schritte, W1, W2 Schwenkausmaß, d1, d2 Kopfkreisdurchmesser

Patentansprüche

1. Ventilantriebsvorrichtung (10), umfassend einen Ventilkörperantriebsmechanismus (30) zum Antreiben eines Ventilkörpers (12), **dadurch gekennzeichnet**, dass
der Ventilkörperantriebsmechanismus (30) umfasst:
ein antriebsseitiges Zahnrad (46), das von einem Motor drehend angetrieben wird,
ein abtriebsseitiges Zahnrad (50), das, in Eingriff mit dem antriebsseitigen Zahnrad (46), den Ventilkörper (12) durch Drehung des antriebsseitigen Zahnrads (46) dreht, und
eine Leistungsübertragungsschalteinheit (52), die zwischen einem Leistungsübertragungszustand, in dem das antriebsseitige Zahnrad (46) mit dem abtriebsseitigen Zahnrad (50) in Eingriff steht und eine Leistung des Motors auf das abtriebsseitige Zahnrad (50) überträgt, und einem Leistungs-Nichtübertragungszustand, in dem ein Eingriffszustand zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad (46) und dem abtriebsseitigen Zahnrad (50) gelöst ist, schalten kann,
wobei
die Leistungsübertragungsschalteinheit (52) umfasst:
zumindest einen vorstehenden Abschnitt, der an dem antriebsseitigen Zahnrad (46) ausgebildet ist und zu einer radialen Richtung des antriebsseitigen Zahnrads (46) vorsteht, und
einen Drehbeschränkungsabschnitt (62, 66), der schwenkbar in Bezug auf das abtriebsseitige Zahnrad (50) an dem abtriebsseitigen Zahnrad (50) angebracht ist und mit dem vorstehenden Abschnitt eingreifen kann,
der Drehbeschränkungsabschnitt (62, 66) aufweist:
eine Schwenkwelle (62a, 66a), die in das abtriebsseitige Zahnrad (50) eingesetzt ist, und
einen Hebelabschnitt (62b, 66b), der sich von der Schwenkwelle (62a, 66a) in Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) erstreckt und eine Vorspannkraft in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) nach außen aufnimmt,
das abtriebsseitige Zahnrad (50) einen Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) aufweist, der den Hebelabschnitt (62b, 66b) berührt und so

ein Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts (62, 66) nach außen in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) beschränkt,
der Hebelabschnitt (62b, 66b) einen Vorgang zum Berühren des vorstehenden Abschnitts und einen Vorgang zum Verlassen einer Kontaktposition mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) durch Schwenken gegen die Vorspannkraft, durchführt, und
einen Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt (63, 163) aufweist, der einen Bereich abdeckt, der einen Zwischenraum zwischen dem Hebelabschnitt (62b, 66b) und dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) bildet, **dadurch gekennzeichnet**, dass
der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt (63, 163) in dem Hebelabschnitt (62b, 66b) angeordnet ist, und
der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt (63, 163) in einer Form ausgebildet ist, die in einem Zustand, in dem der Hebelabschnitt (62b, 66b) den Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) berührt, innen in der radialen Richtung in Bezug auf eine dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) entsprechende Position positioniert ist.

2. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fremdkörpereintritts-Unterdrückungsabschnitt (63, 163) in einer Form ausgebildet ist, die den Bereich sowohl in der Kontaktposition des Hebelabschnitts (62b, 66b), als auch in einer von der Kontaktposition entfernten Position, kontinuierlich bedeckt.

3. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Zustand, in dem der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) ein Schwenken des Drehbeschränkungsabschnitts (62, 66) beschränkt, in dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) ein Spalt zwischen dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) und der Schwenkwelle (62a, 66a) ausgebildet ist.

4. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hebelabschnitt (62b, 66b) einen ersten Kontaktabschnitt, der den vorstehenden Abschnitt berührt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad (46) in eine erste Richtung dreht, und einen zweiten Kontaktabschnitt umfasst, der den vorstehenden Abschnitt berührt, wenn sich das antriebsseitige Zahnrad (46) in eine zweite Richtung dreht, die eine der ersten Richtung entgegengesetzte Richtung ist, wobei
wenn der vorstehende Abschnitt den ersten Kontaktabschnitt berührt, der Hebelabschnitt (62b, 66b) durch den vorstehenden Abschnitt gedrückt wird, das abtriebsseitige Zahnrad (50) gedreht wird, ein Zahn des antriebsseitigen Zahnrads (46) und ein Zahn des abtriebsseitigen Zahnrads (50) ineinander eingreifen, und der Leistungsübertragungszustand erreicht wird, und
wenn der vorstehende Abschnitt den zweiten Kontaktabschnitt berührt, der Hebelabschnitt (62b, 66b) gegen die Vorspannkraft in der radialen Richtung nach innen schwenkt, das antriebsseitige Zahnrad (46) leer dreht, ohne dass der Zahn des antriebsseitigen Zahnrads (46) und der Zahn des abtriebsseitigen Zahnrads (50) ineinander eingreifen, und der Leistungs-Nichtübertragungszustand erreicht wird.

5. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Kontaktabschnitt des Hebelabschnitts (62b, 66b) an einer äußeren Umfangsseite des abtriebsseitigen Zahnrads (50) in radialer Richtung positioniert ist und als eine gekrümmte Oberfläche ausgebildet ist, die sich entlang der Umfangsrichtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) erstreckt.

6. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das abtriebsseitige Zahnrad (50) einen Mitdreh-Verhinderungsabschnitt aufweist, der, wenn der vorstehende Abschnitt den zweiten Kontaktabschnitt berührt und der Hebelabschnitt (62b, 66b) gegen eine Vorspannkraft in der radialen Richtung nach innen schwenkt, beschränkt, dass der zweite Kontaktabschnitt durch den vorstehenden Abschnitt in eine Drehrichtung des vorstehenden Abschnitts gedrückt wird und das abtriebsseitige Zahnrad (50) sich in einer Drehrichtung dreht, die einer Drehrichtung des antriebsseitigen Zahnrads (46) entspricht.

7. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass
eine kreisförmige Bahn, die von einem vorderen Ende des vorstehenden Abschnitts in der radialen Richtung beim Schwenken des antriebsseitigen Zahnrads (46) gebildet wird, als eine erste Kreisbahn (80) angenommen wird, und eine kreisförmige Bahn, die, wenn sich der vorstehende Abschnitt in die erste Richtung dreht und den ersten Kontaktabschnitt berührt, von einem vorderen Ende des ersten Kontaktabschnitts in der radialen Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) gebildet wird, als eine zweite Kreisbahn (90) angenommen wird, und
der zweite Kontaktabschnitt eine Form aufweist, bei der in einem Störbereich, der von einem von der ersten Kreisbahn (80) gebildeten ersten Kreis und einem von der zweiten Kreisbahn (90) gebildeten zweiten Kreis umgeben ist, ein Störvermeidungsabschnitt auf einer Seite des ersten Kontaktabschnitts vorhanden ist.

8. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Störvermeidungsabschnitt von einem vertieften Abschnitt zwischen der Kontaktposition des Hebelabschnitts

(62b, 66b) mit dem Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) und dem ersten Kontaktabschnitt aufgebaut wird.

9. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem abtriebsseitigen Zahnrad (50) ein vorspringender Abschnitt ausgebildet ist, der nach außen in radialer Richtung und in axialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) von einer Fläche auf einer Seite des abtriebsseitigen Zahnrads (50) vorsteht, und
der Hebel-Schwenkbeschränkungsabschnitt (50h) in dem vorspringenden Abschnitt innen in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) ausgebildet ist.

10. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass
der Drehbeschränkungsabschnitt (62, 66) einen Fußabschnitt umfasst, der an einer dem Hebelabschnitt (62b, 66b) entgegengesetzten Seite der Schwenkwelle (62a, 66a) in axialer Richtung der Schwenkwelle (62a, 66a) angeordnet ist, wobei
der Fußabschnitt eine Neigung der Schwenkwelle (62a, 66a) durch die Vorspannkraft, die den Hebelabschnitt (62b, 66b) vorspannt, beschränkt.

11. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Fußabschnitt in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Richtung, in die der Hebelabschnitt (62b, 66b) vorgespannt ist, erstreckt.

12. Ventilantriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Fußabschnitt von der Schwenkwelle (62a, 66a) in radialer Richtung des abtriebsseitigen Zahnrads (50) nach innen erstreckt.

Es folgen 35 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

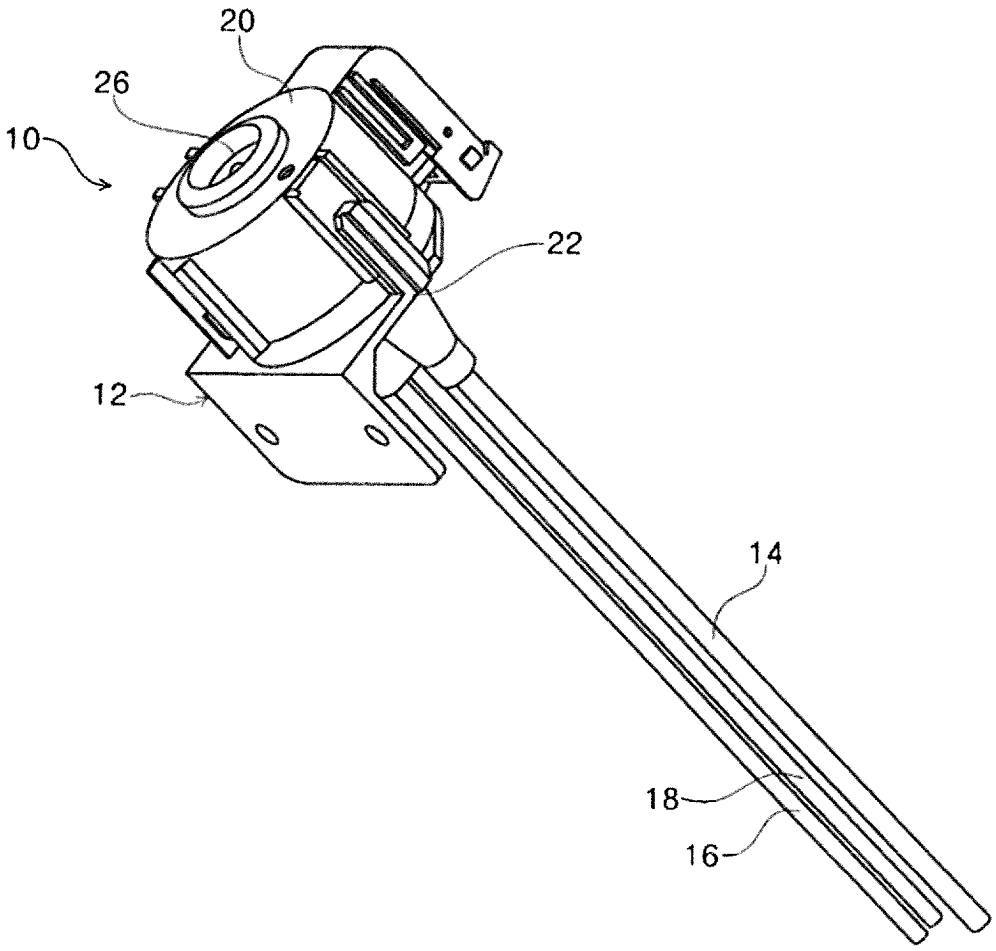


FIG. 2

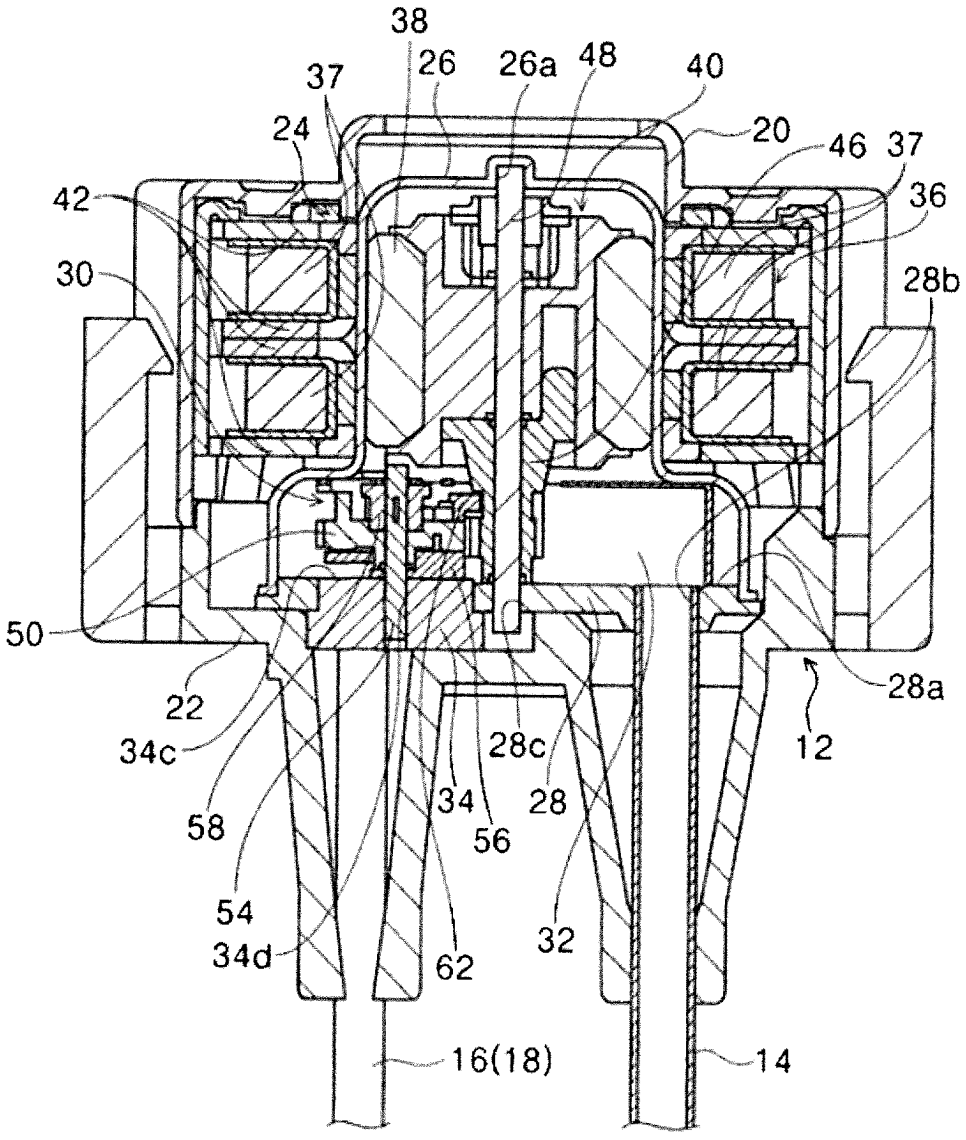

38
37
26
26a
48
40
24
20
46
37
42
36
30
28b
50
22
28a
34c
28c
12
34
28
58
56
54
34d
62
32
16(18)
14

FIG. 3

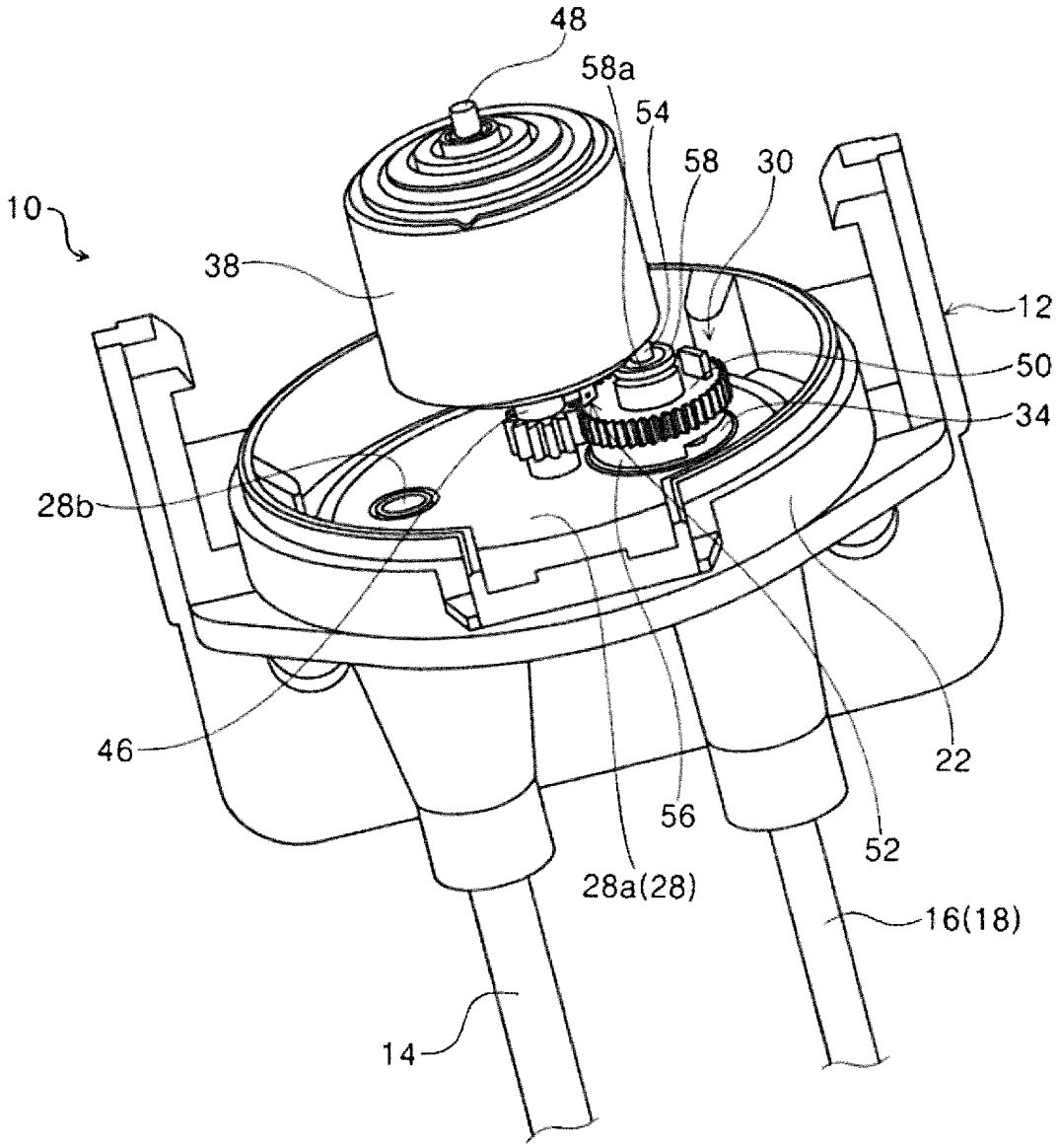


FIG. 4

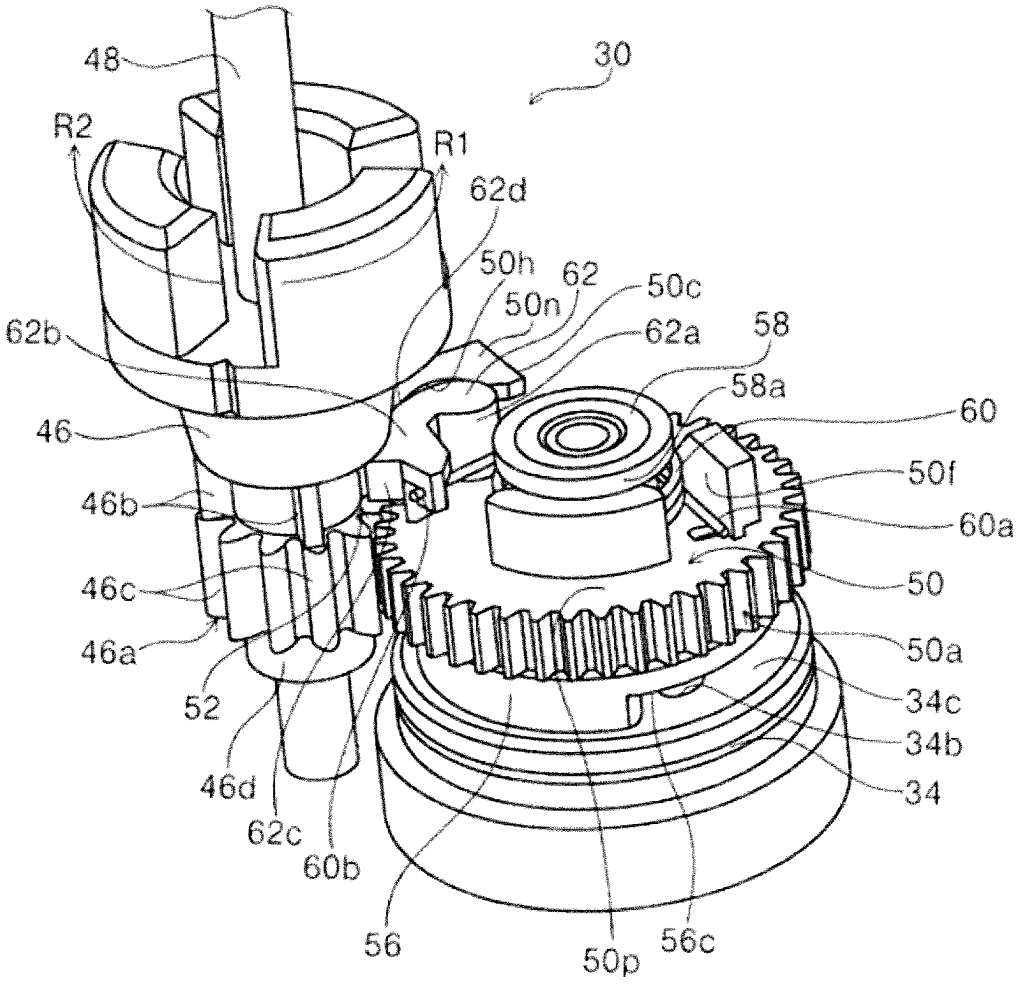

48
30
R2
R1
62d
50h
62
50n
50c
62a
58
62b
58a
60
46
50f
46b
60a
46c
50
46a
50a
52
34c
34b
46d
34
62c
60b
56
50p
56c

FIG. 5

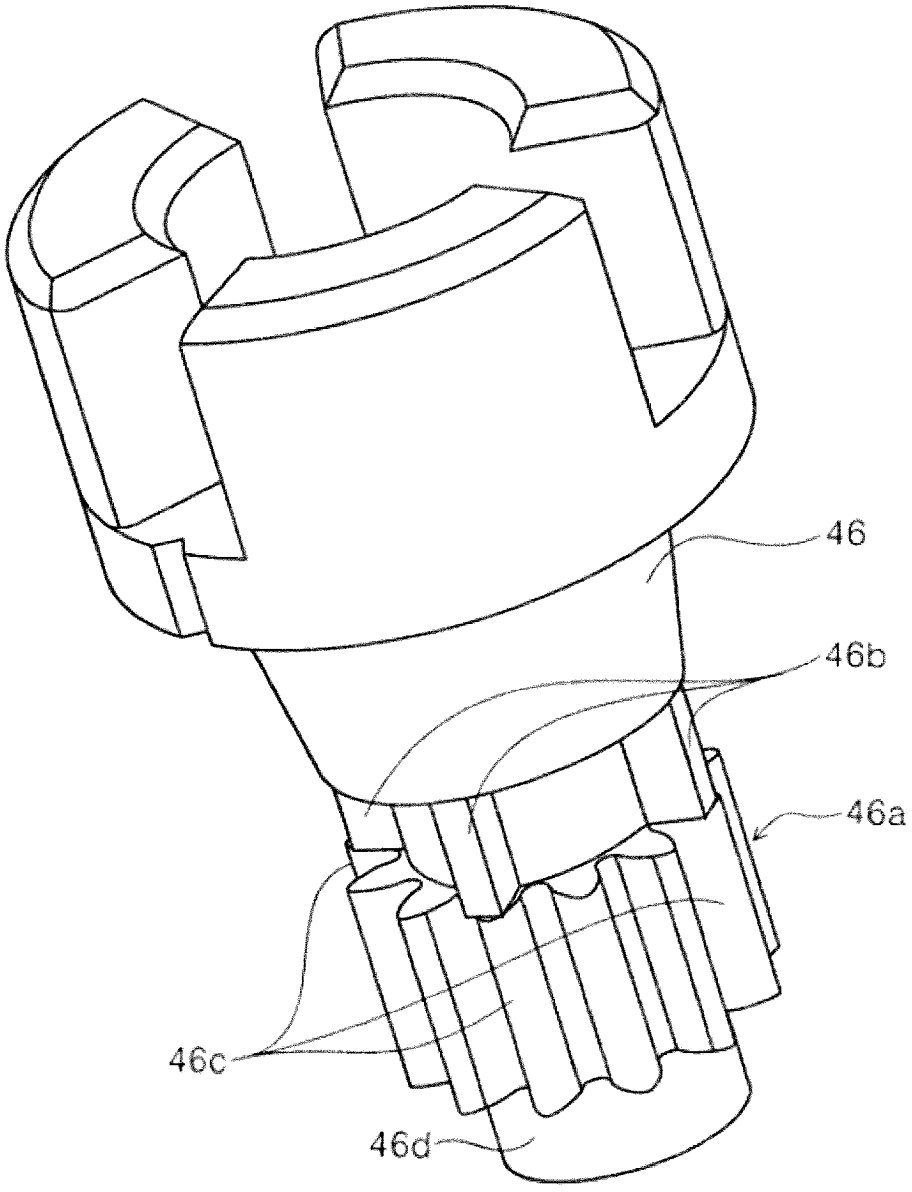


FIG. 6

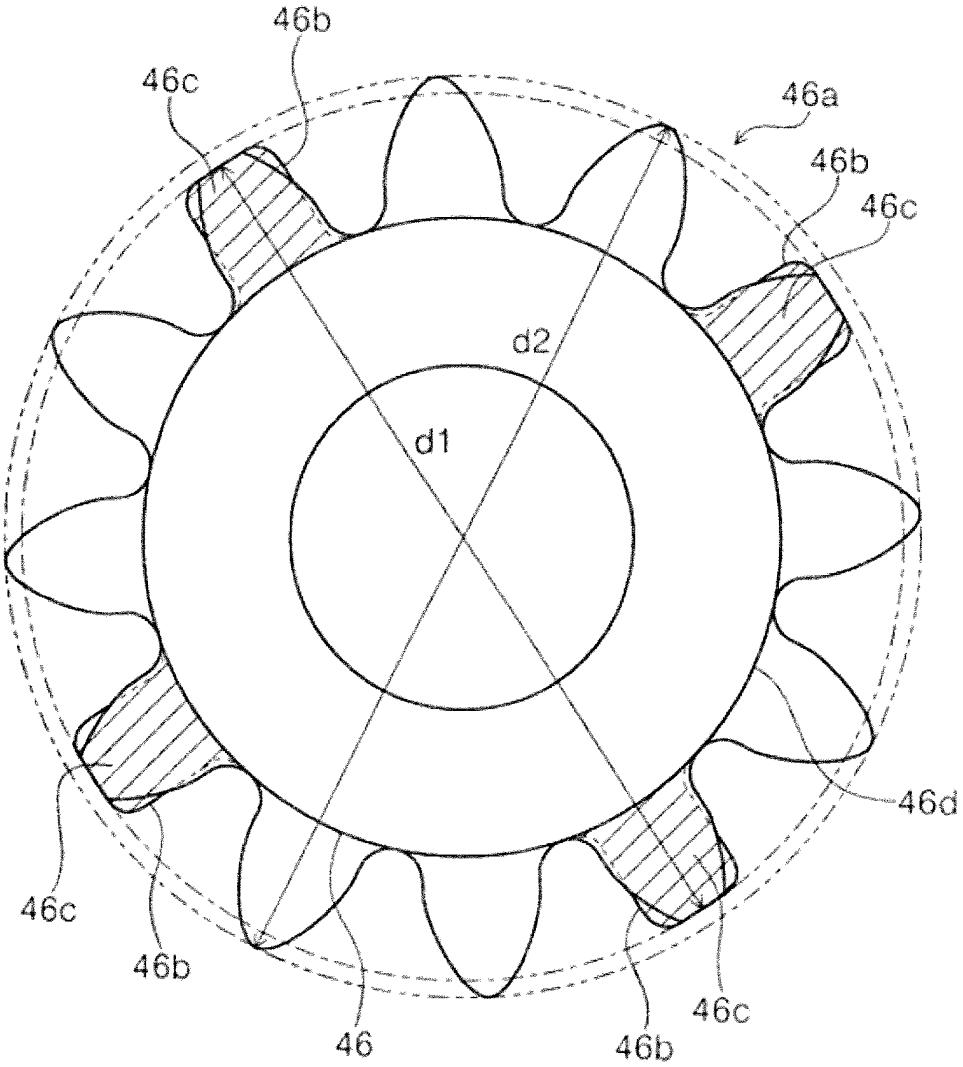


FIG. 7

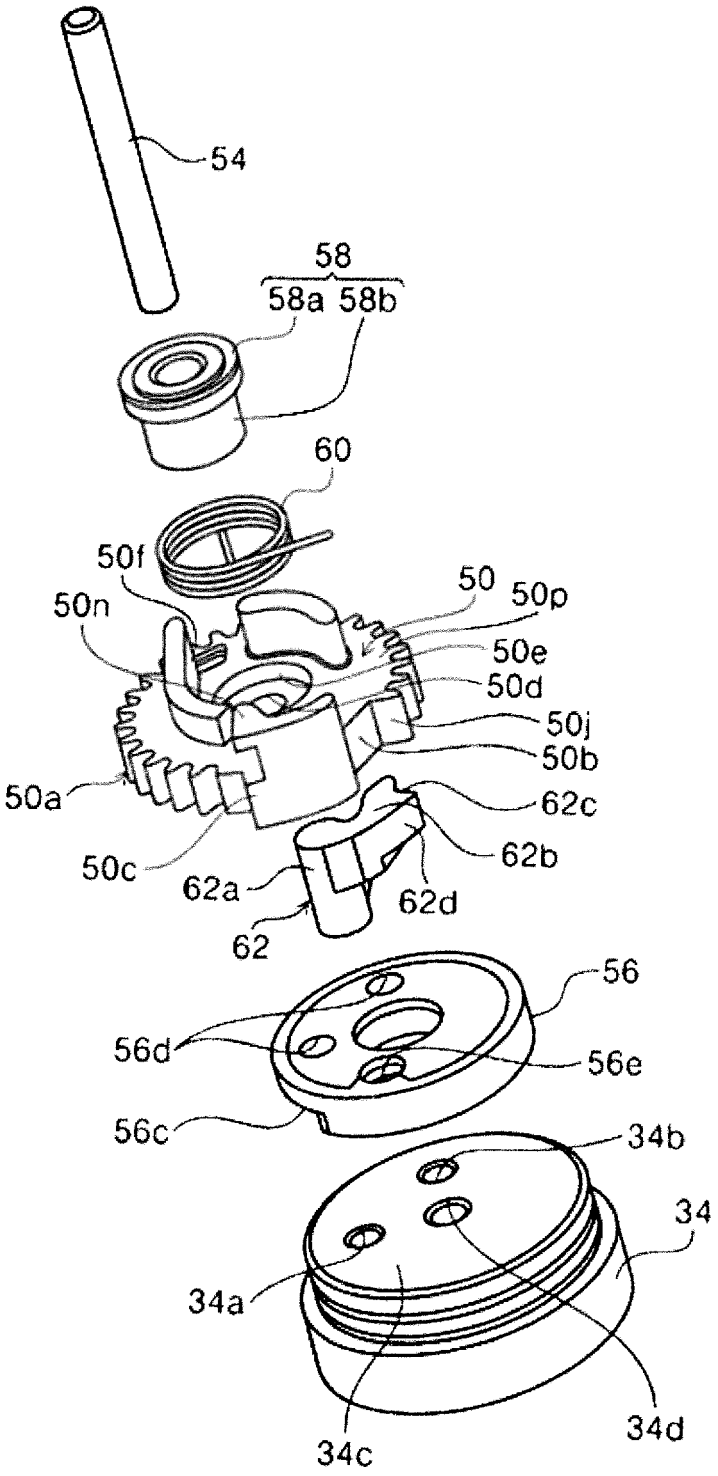

54
58
58a 58b
60
50f
50n
50
50p
50e
50d
50j
50b
50a
62c
62b
50c
62a
62d
62
56
56d
56e
56c
34b
34
34a
34d
34c

FIG. 8

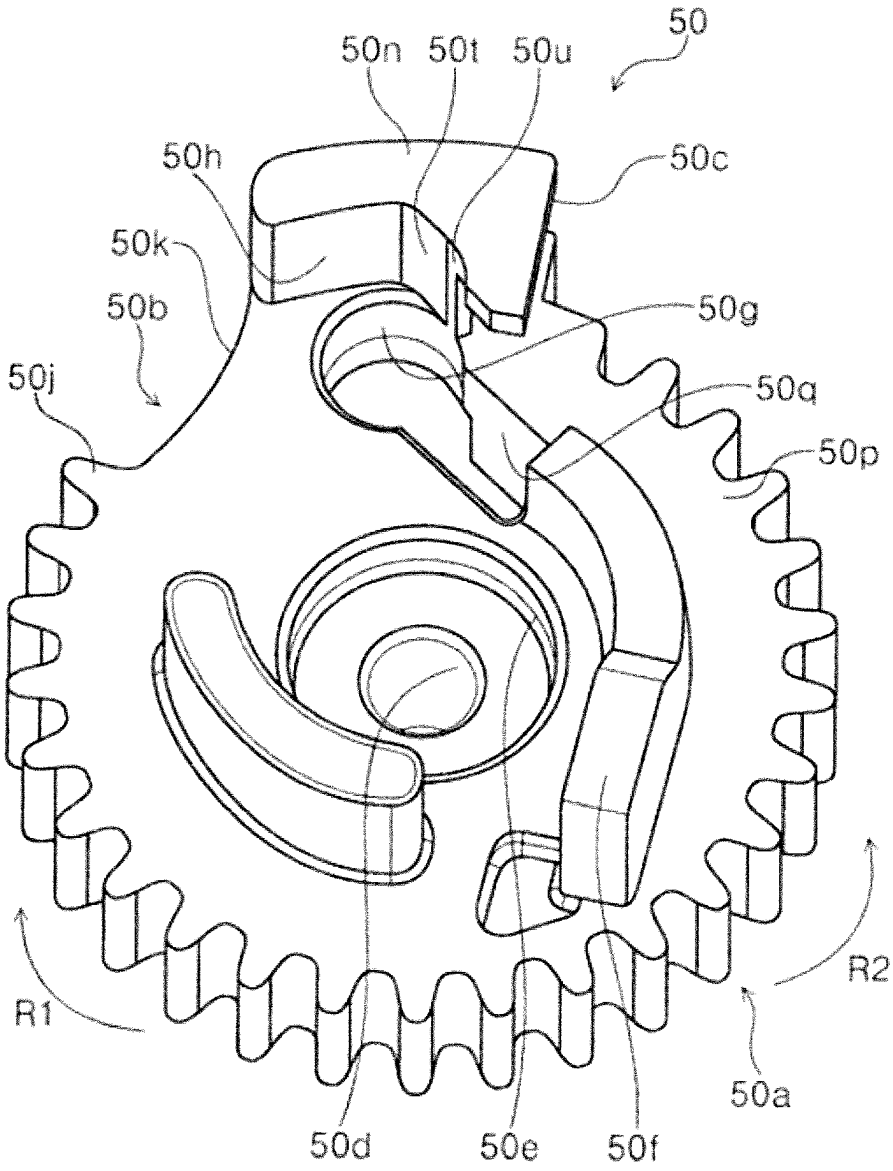

50
50n
50t
50u
50h
50c
50k
50b
50g
50j
50q
50p
R1
R2
50a
50d
50e
50f

FIG. 9

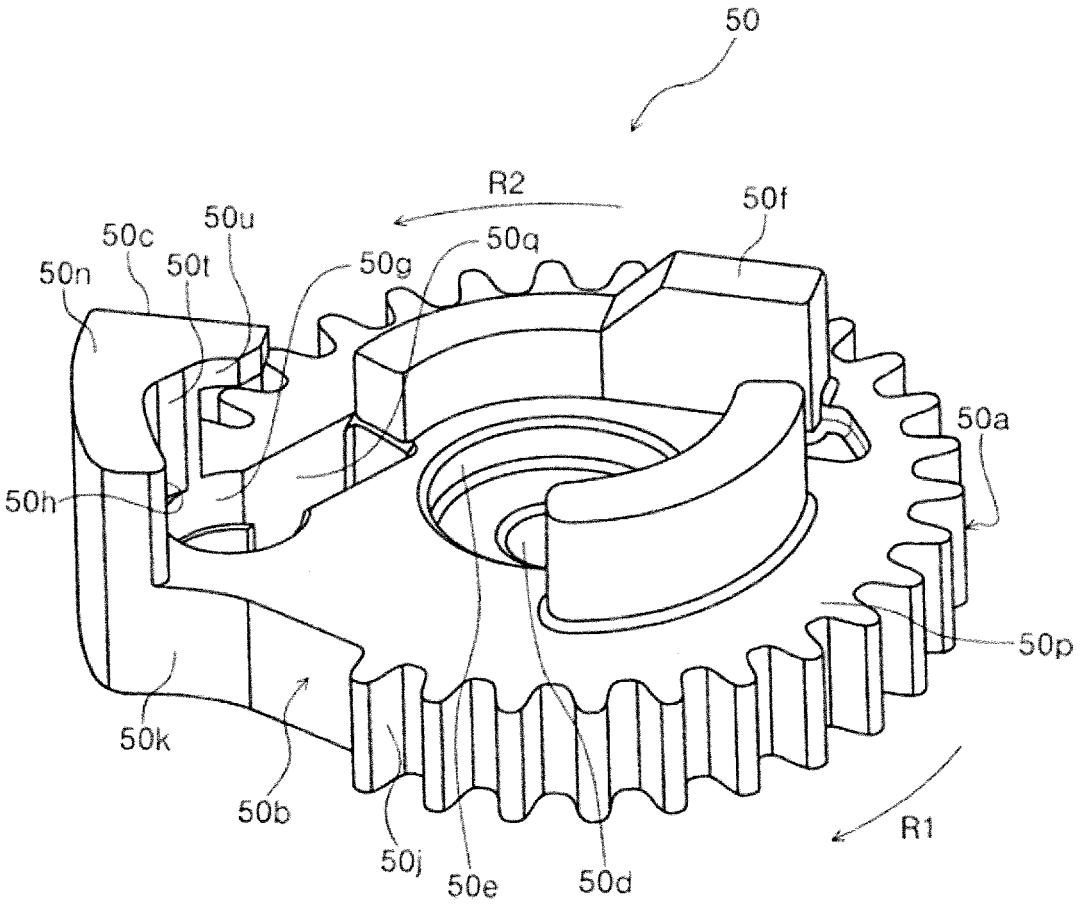

50
R2
50f
50u
50c
50q
50t
50g
50n
50a
50h
50p
50k
50b
50j
50e
50d
R1

FIG. 10

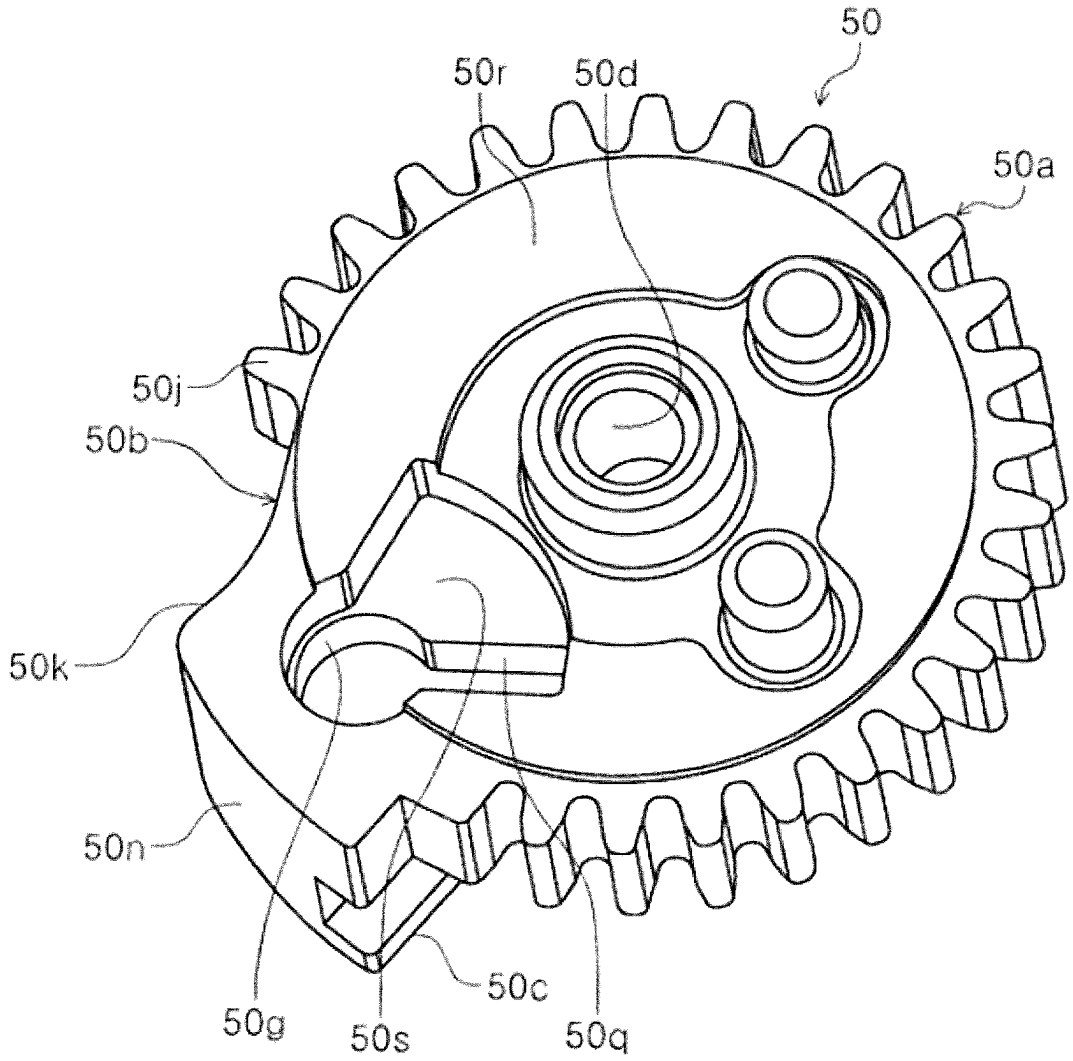


FIG. 11

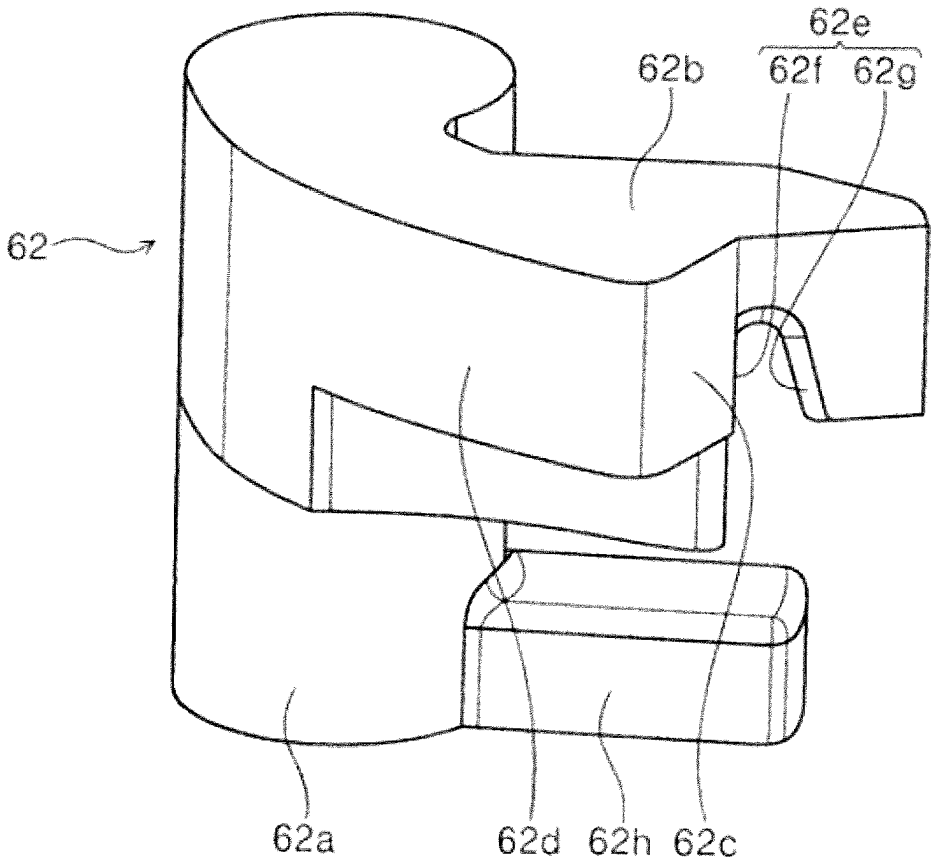


FIG. 12

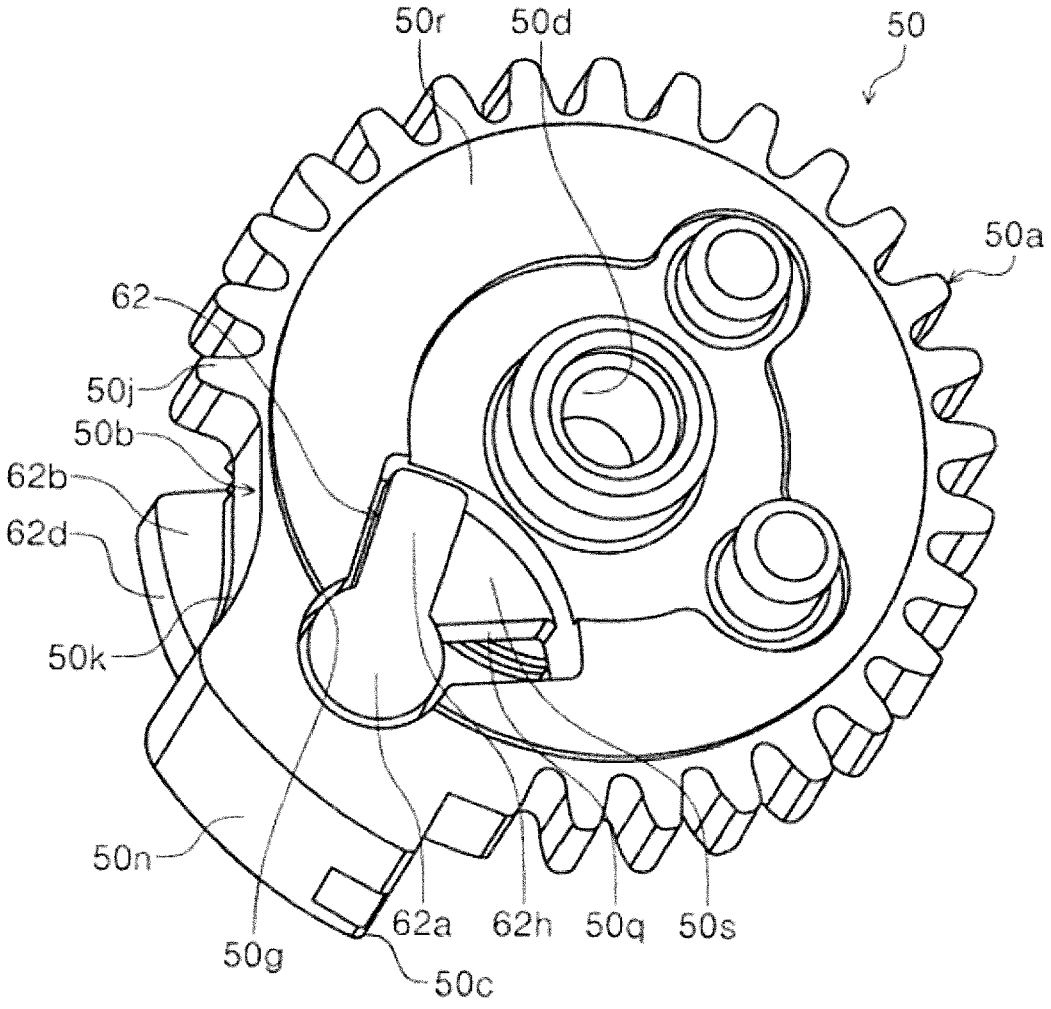


FIG. 13A

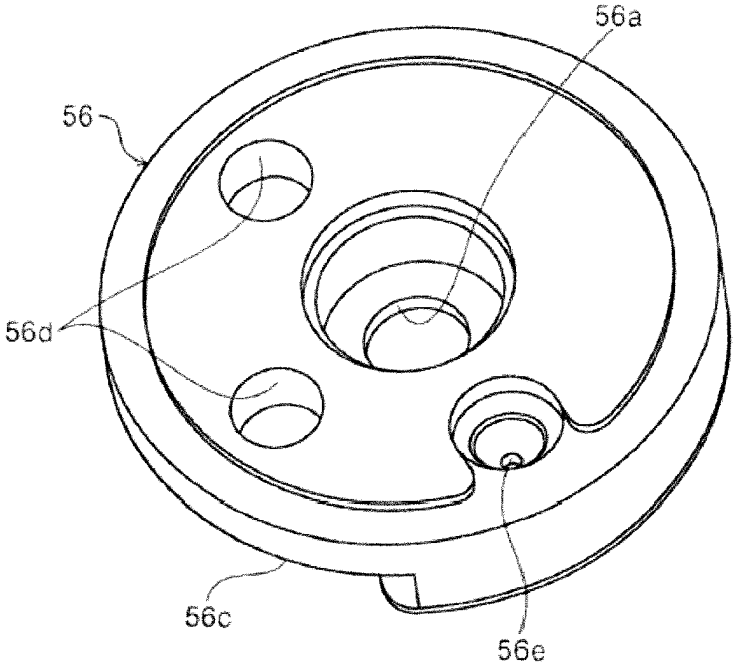


FIG. 13B

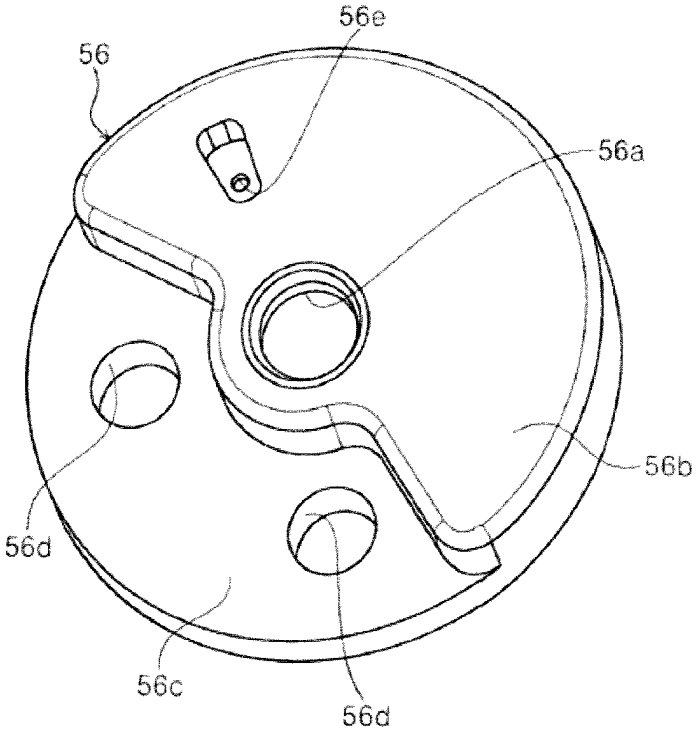


FIG. 14

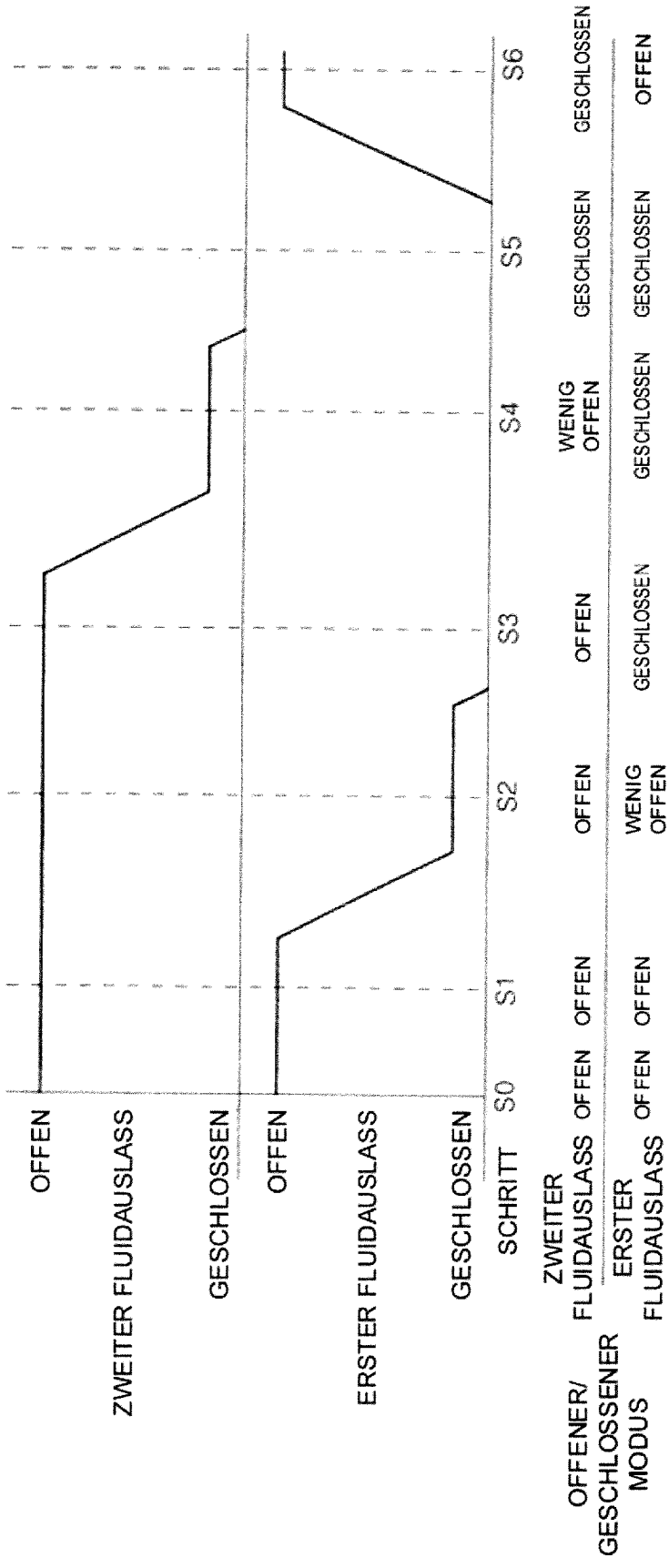

OFFEN
ZWEITER FLUIDAUSLASS
GESCHLOSSEN
OFFEN
ERSTER FLUIDAUSLASS
GESCHLOSSEN
SCHRITT
S0
S1
S2
S3
S4
S5
S6
OFFENER/ GESCHLOSSENER MODUS
ZWEITER FLUIDAUSLASS
ERSTER FLUIDAUSLASS
OFFEN
OFFEN
OFFEN
OFFEN
OFFEN
OFFEN
WENIG OFFEN
WENIG OFFEN
OFFEN
GESCHLOSSEN
GESCHLOSSEN
GESCHLOSSEN
GESCHLOSSEN
GESCHLOSSEN
GESCHLOSSEN
OFFEN

FIG. 15

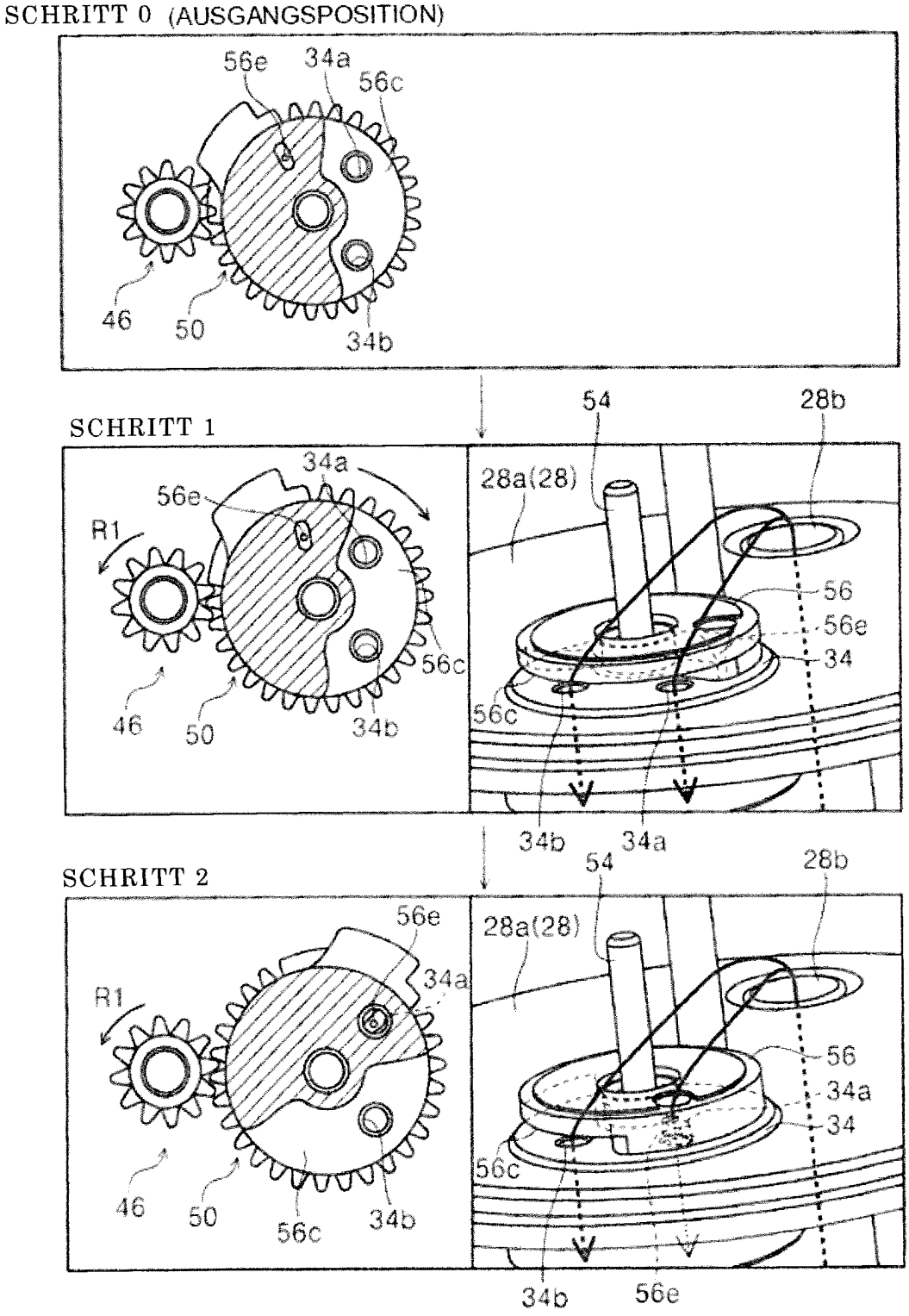

SCHRITT 0 (AUSGANGSPOSITION)
56e
34a
56c
46
50
34b
SCHRITT 1
54
28b
34a
56e
R1
28a(28)
56
56e
34
56c
46
50
34b
56c
34b
34a
SCHRITT 2
54
28b
56e
28a(28)
34a
R1
56
34a
34
56c
46
50
56c
34b
34b
56e

FIG. 16

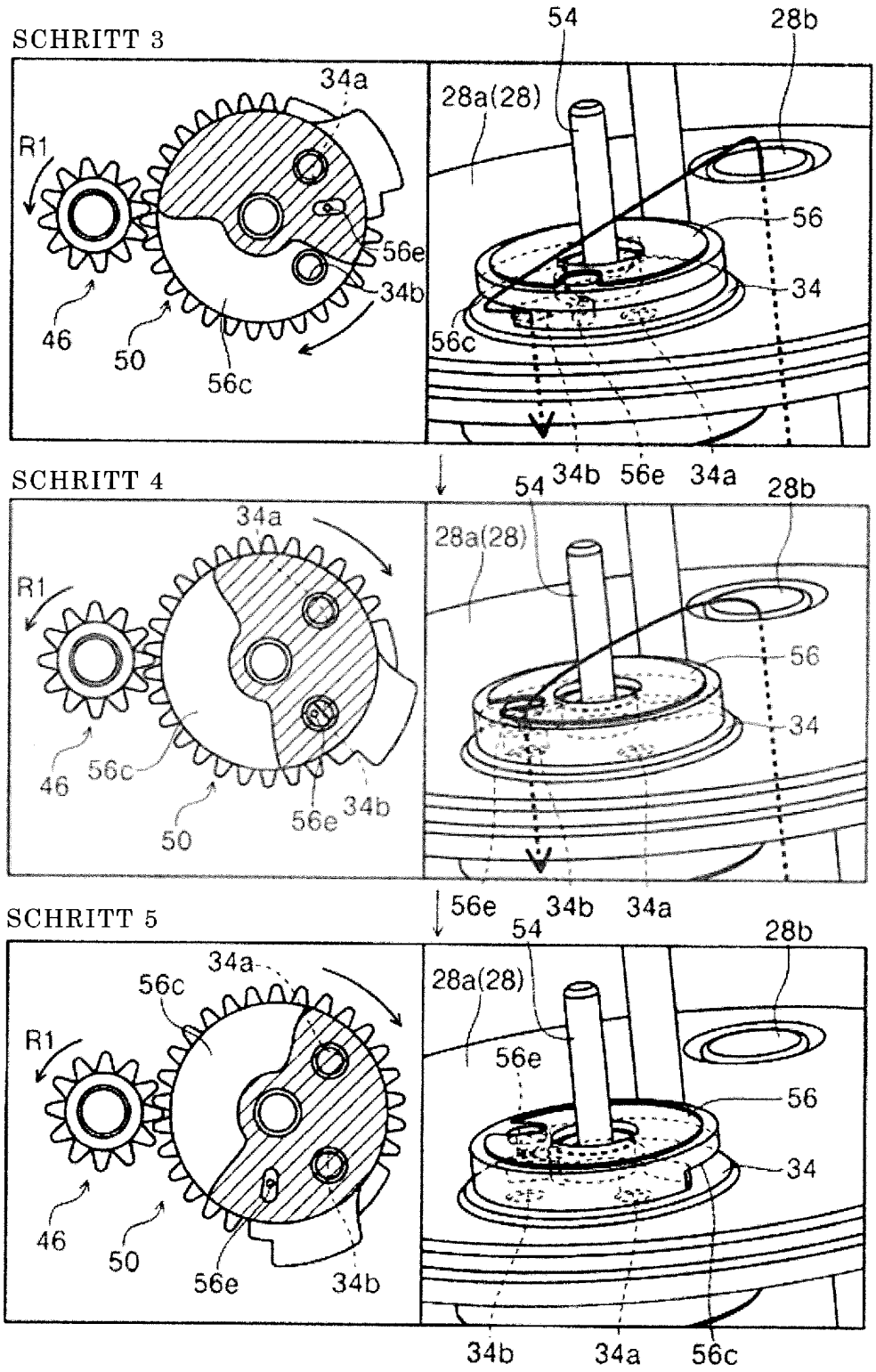

SCHRITT 3
34a
R1
56e
34b
46
50
56c
54
28b
28a(28)
56
34
56c
34b
56e
34a
SCHRITT 4
34a
R1
46
56c
50
56e
34b
54
28b
28a(28)
56
34
56e
34b
34a
SCHRITT 5
34a
56c
R1
46
50
56e
34b
54
28b
28a(28)
56e
56
34
34b
34a
56c

FIG. 17

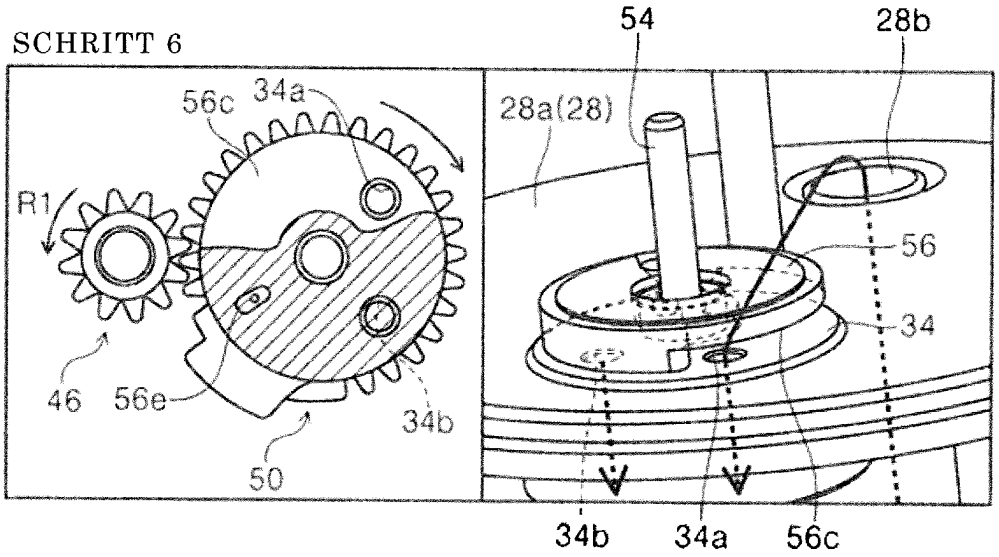
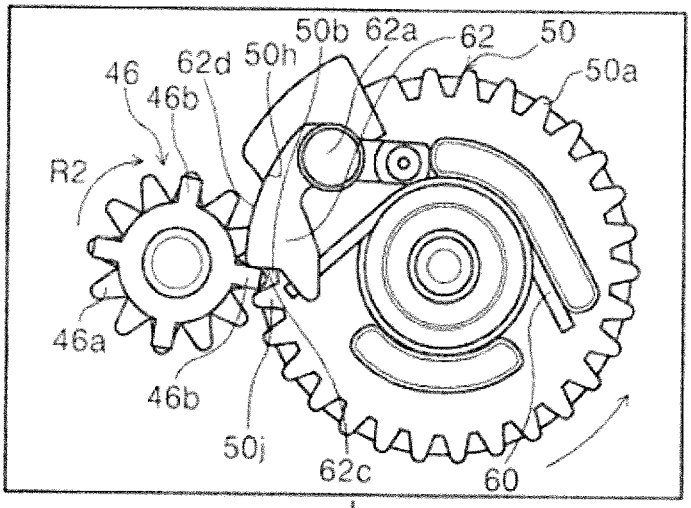
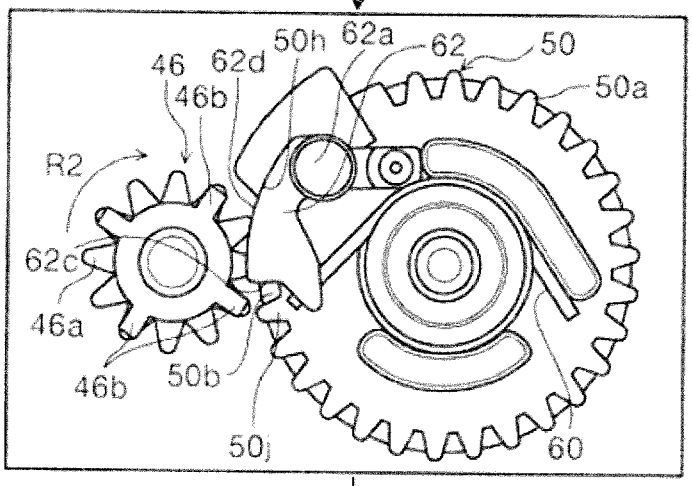


FIG. 18

SCHRITT 7



SCHRITT 8
(AUSGANGSPOSITION)



SCHRITT 9

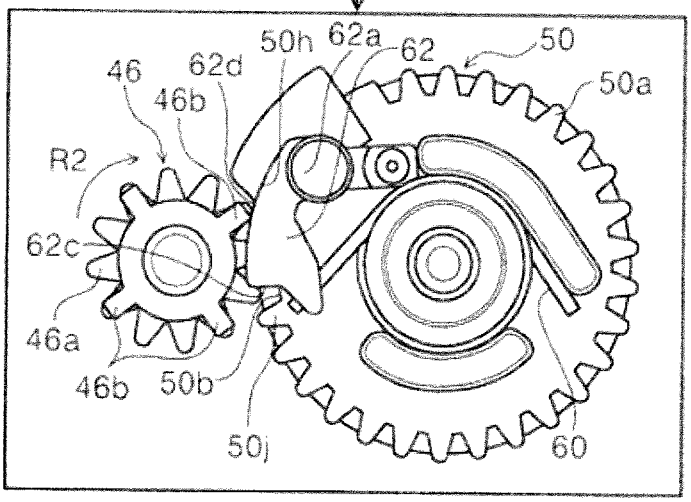
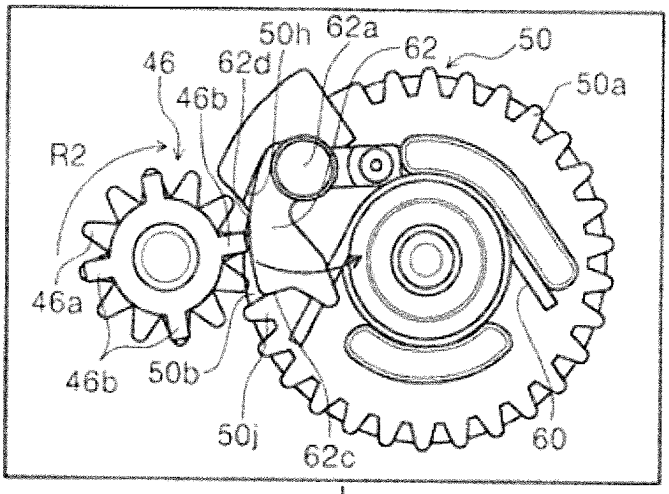
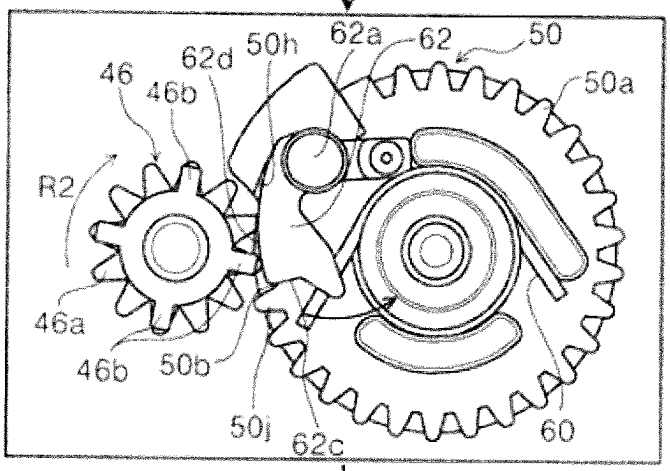


FIG. 19

SCHRITT 10



SCHRITT 11
(AUSGANGSPOSITION)



SCHRITT 12

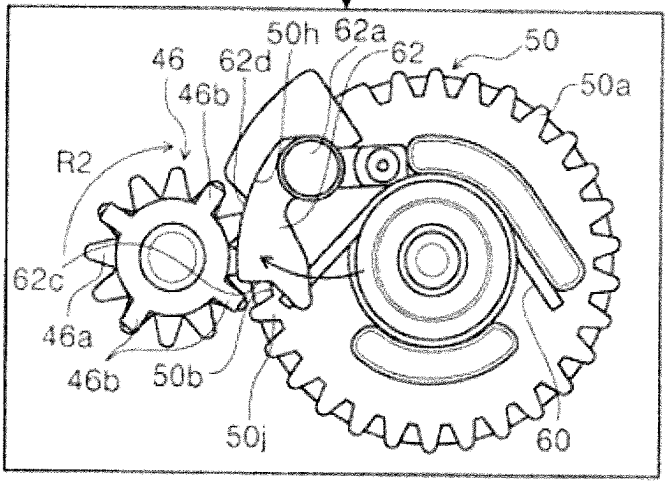
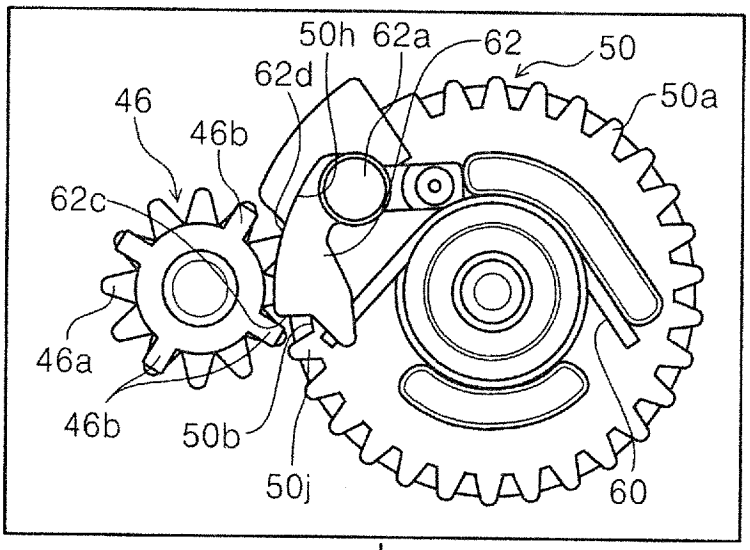
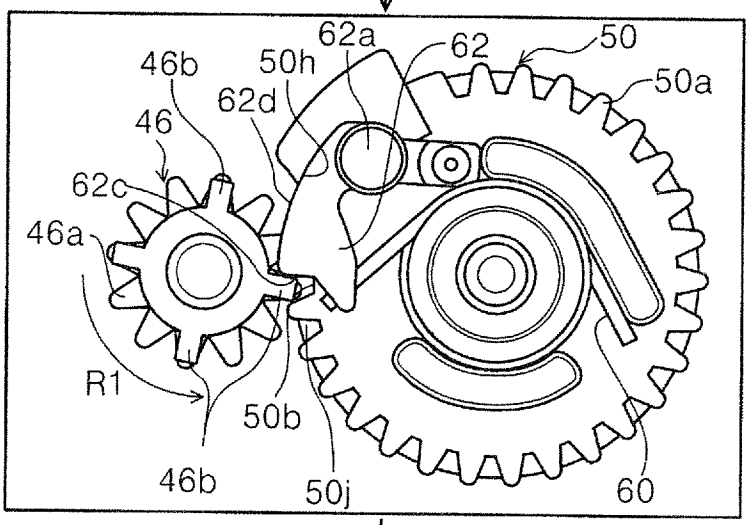


FIG. 20

SCHRITT 13
(AUSGANGSPOSITION)



SCHRITT 14



SCHRITT 15

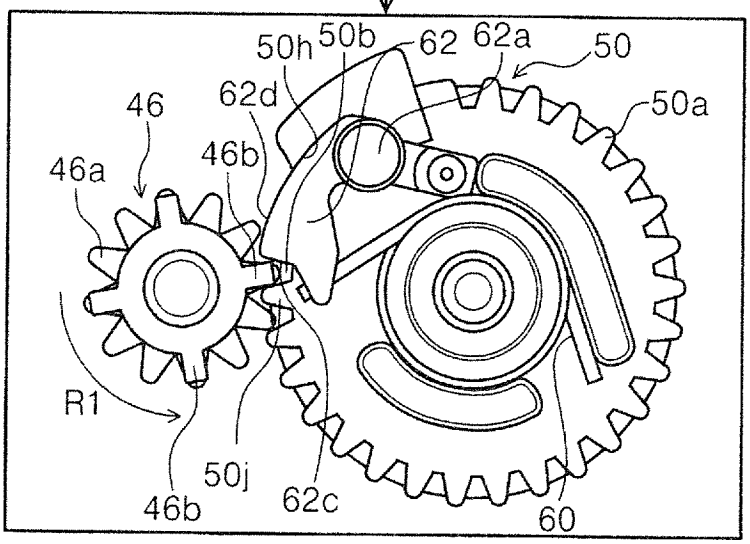
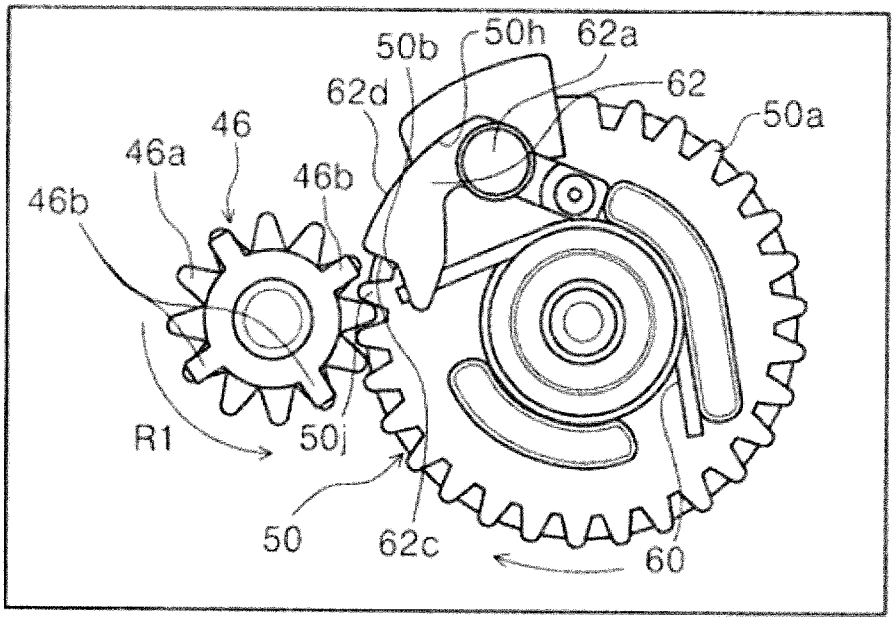


FIG. 21

SCHRITT 16



SCHRITT 17

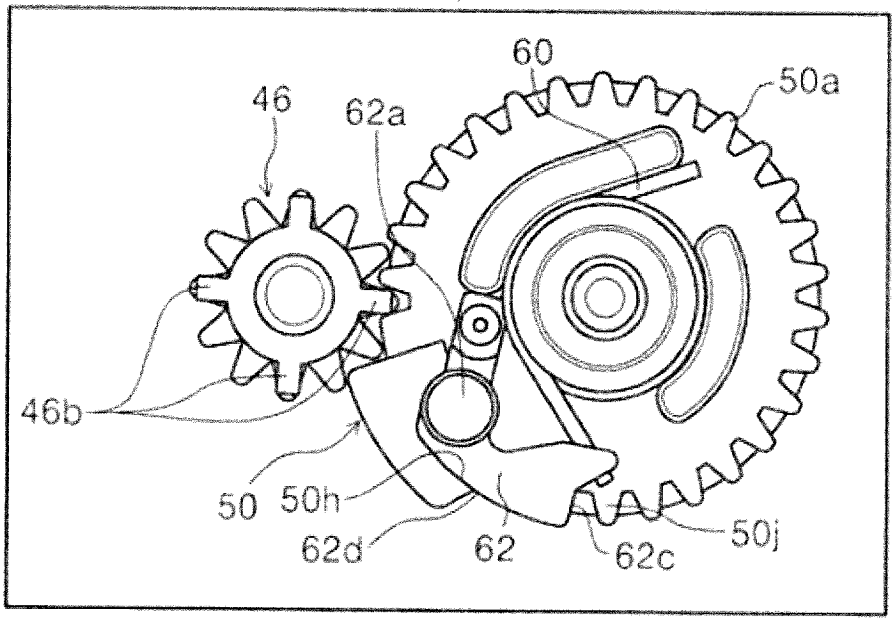


FIG. 22

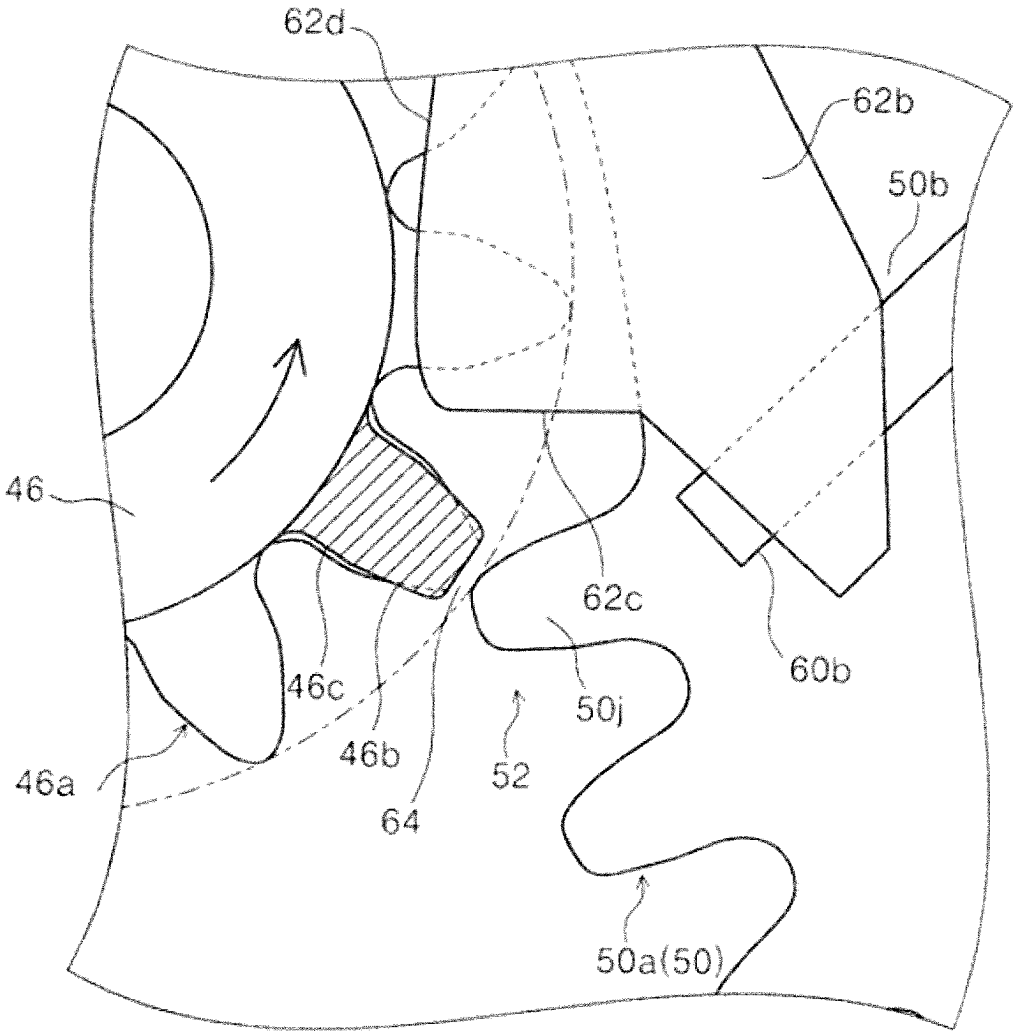


FIG. 23A

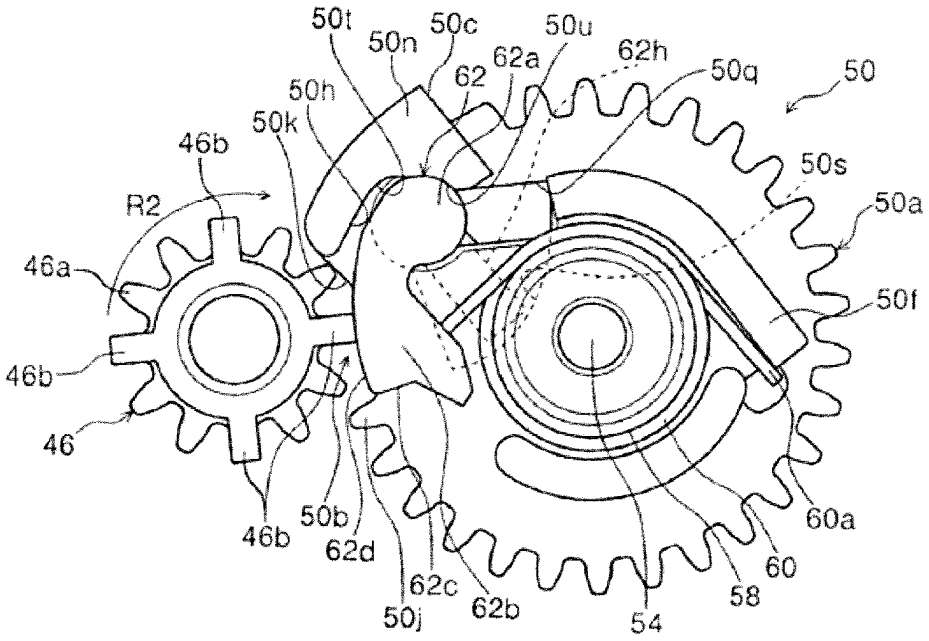


FIG. 23B

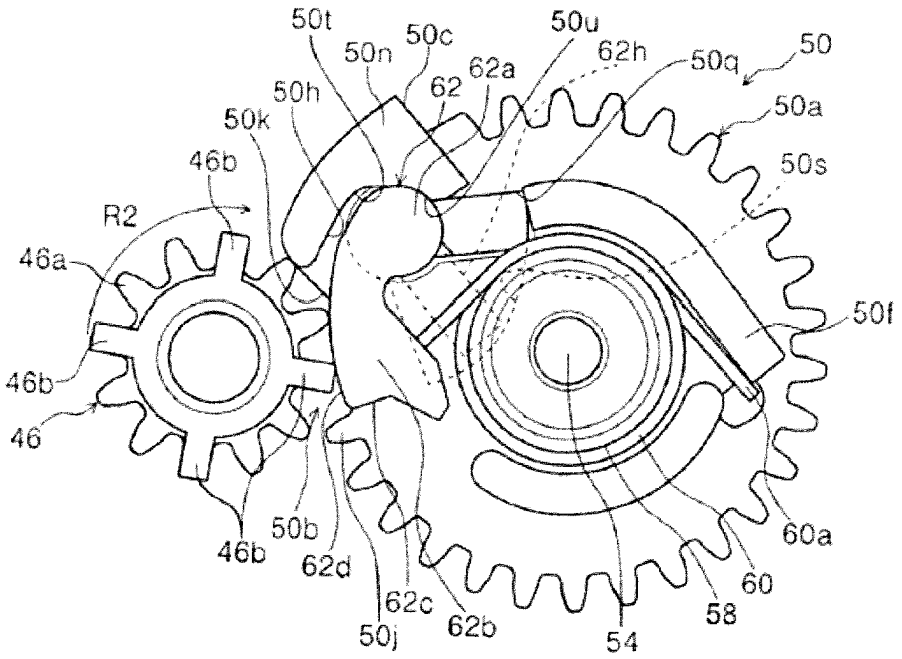


FIG. 24

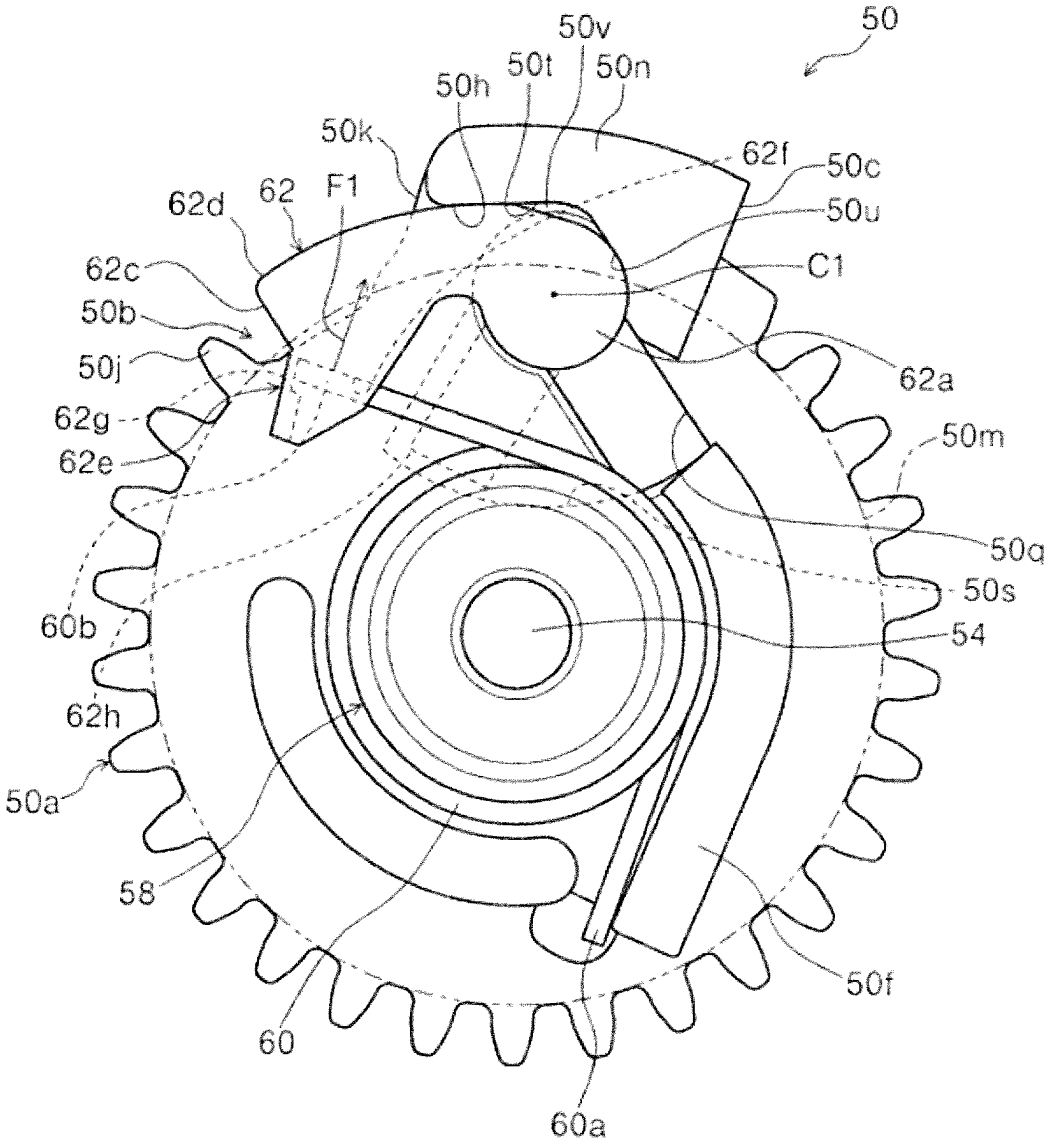

50
50v
50t
50n
50h
50k
62f
50c
62d
62
F1
50u
62c
C1
50b
50j
62a
62g
50m
62e
50q
50s
60b
54
62h
50a
58
50f
60
60a

FIG. 25

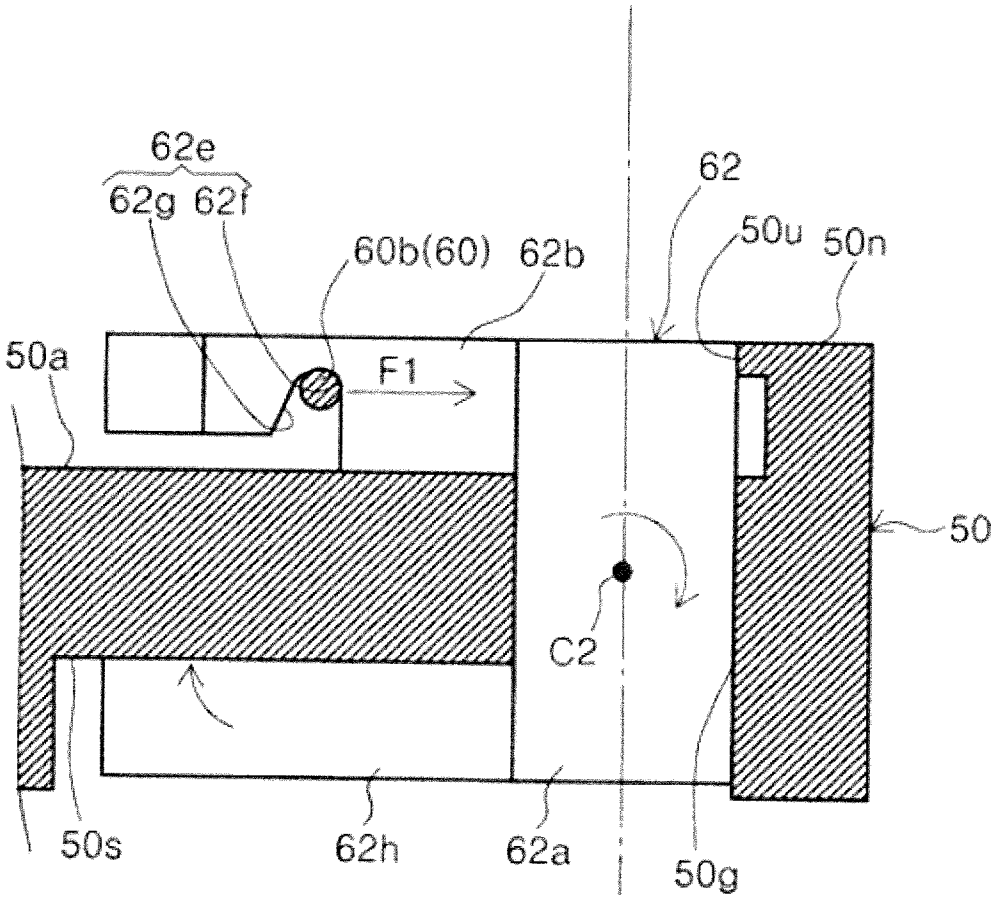


FIG. 26A

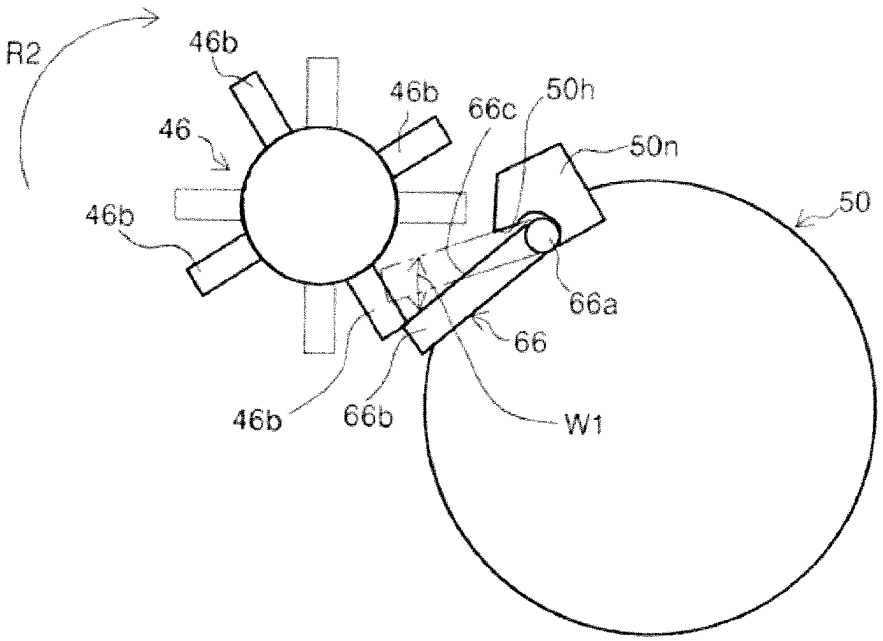


FIG. 26B

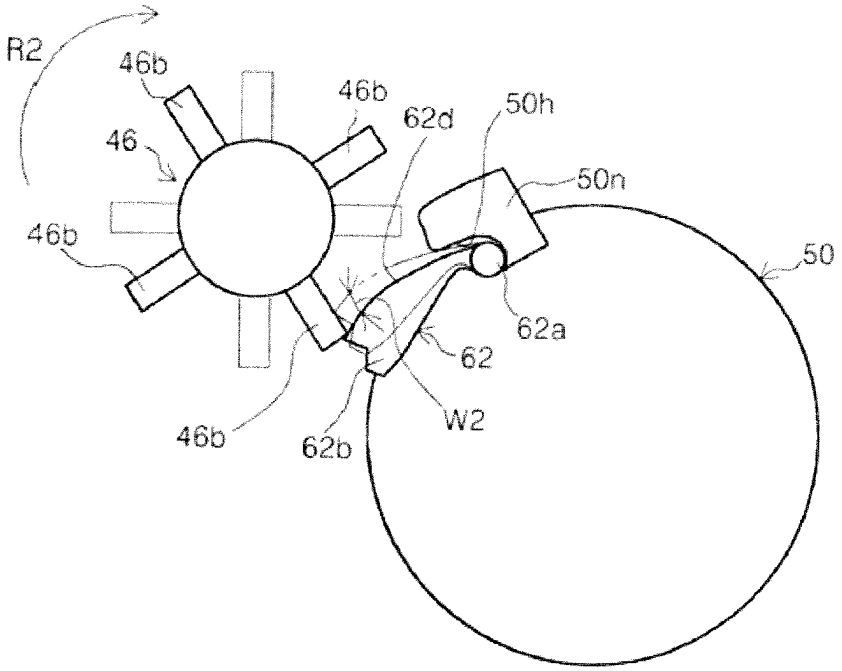


FIG. 27

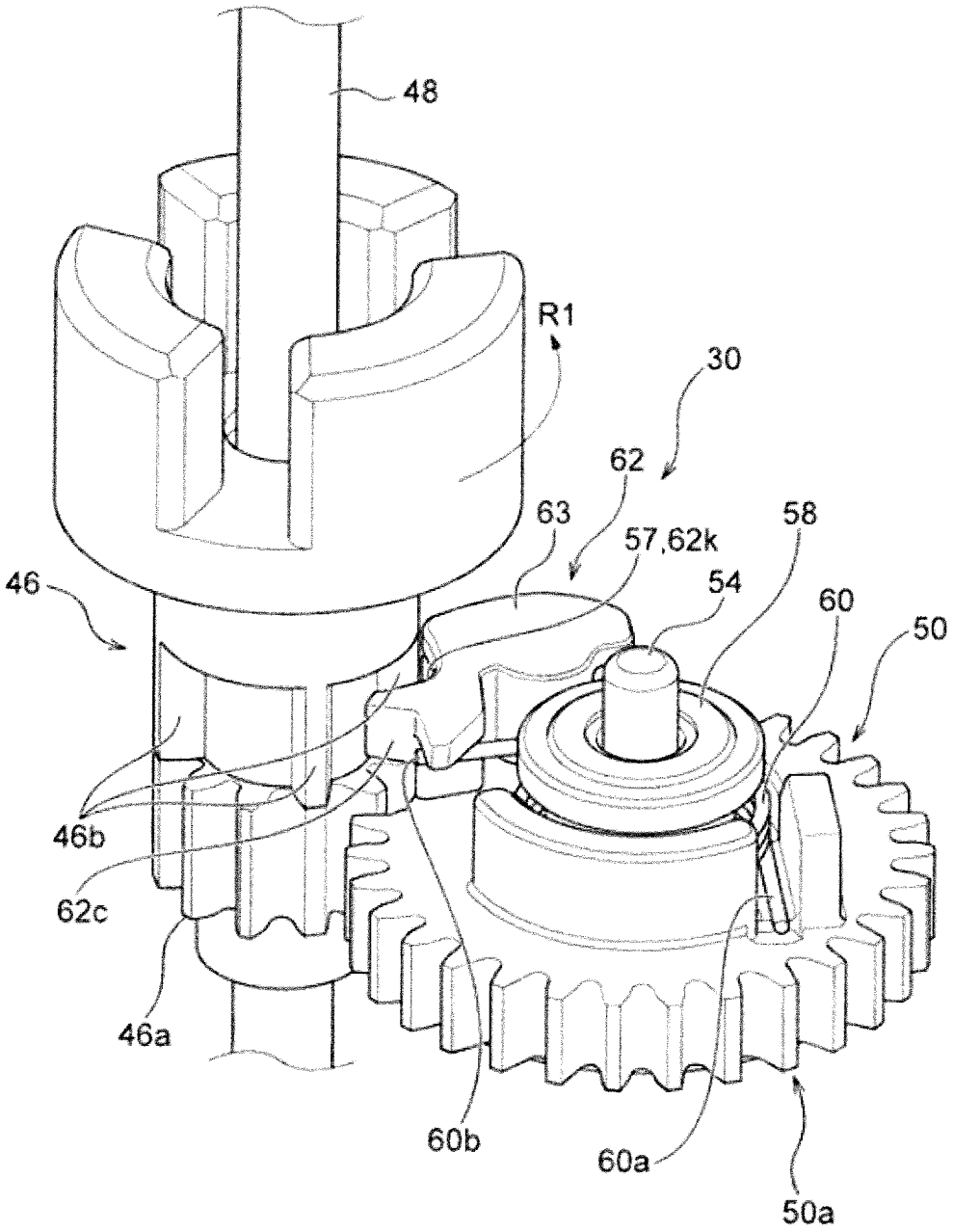


FIG. 28

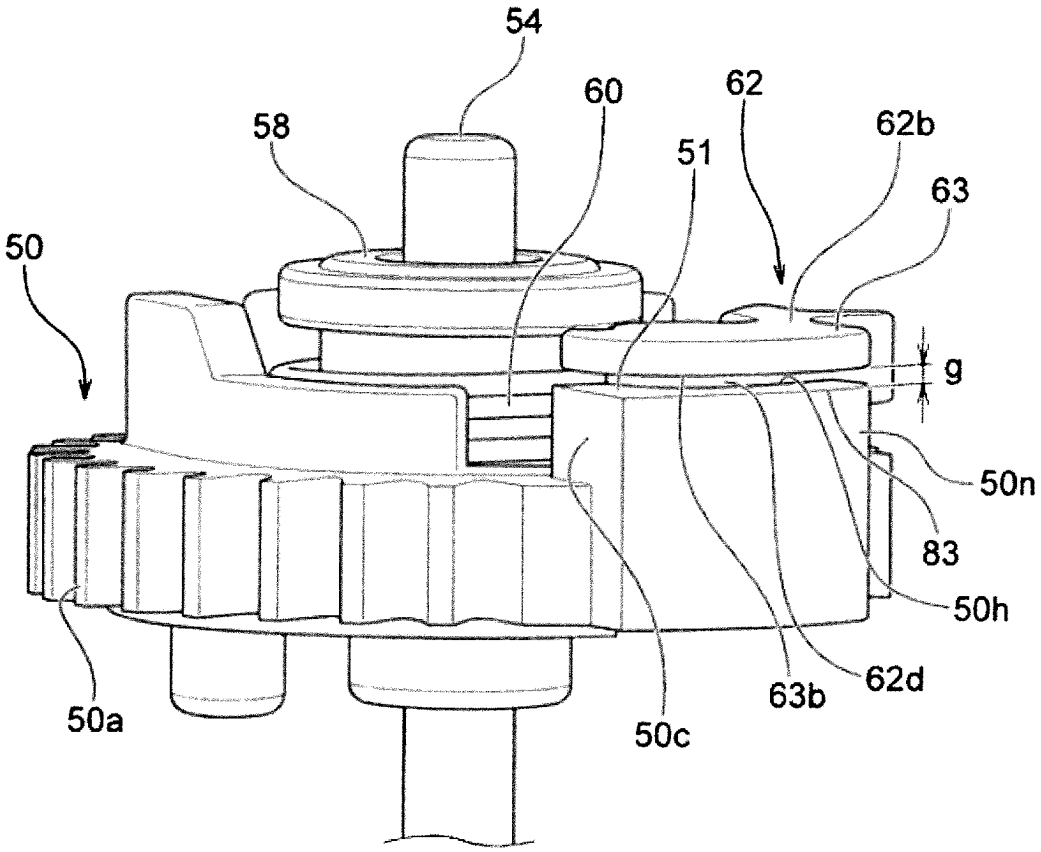


FIG. 29

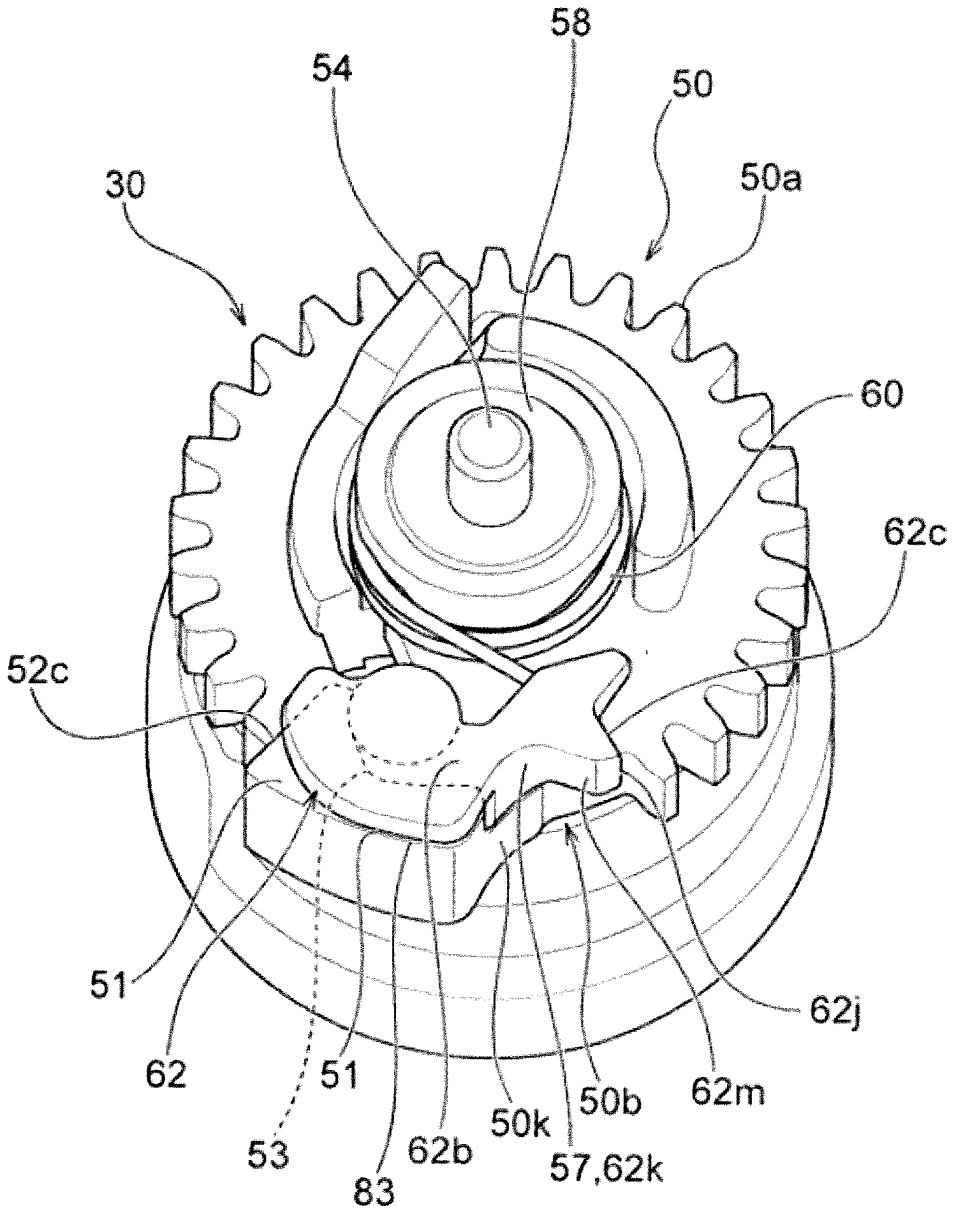


FIG. 30

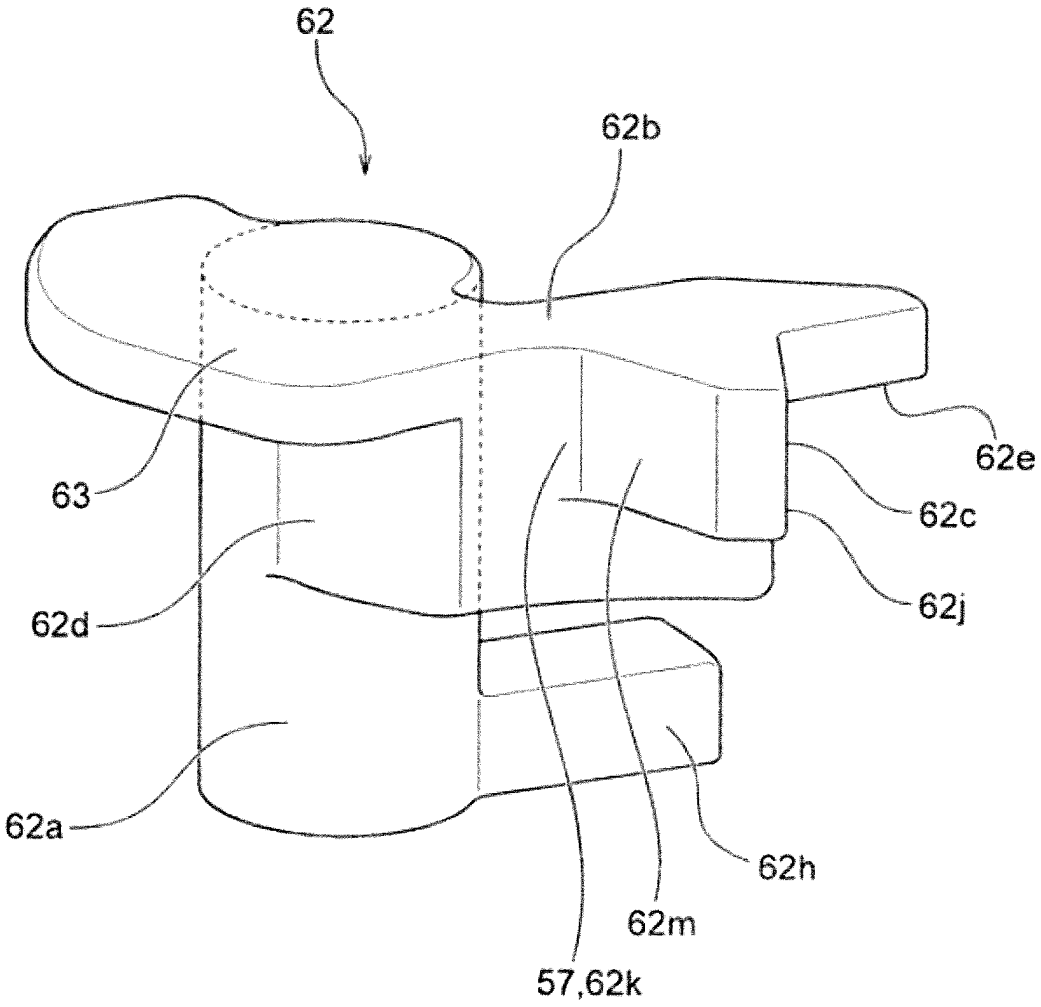


FIG. 31A

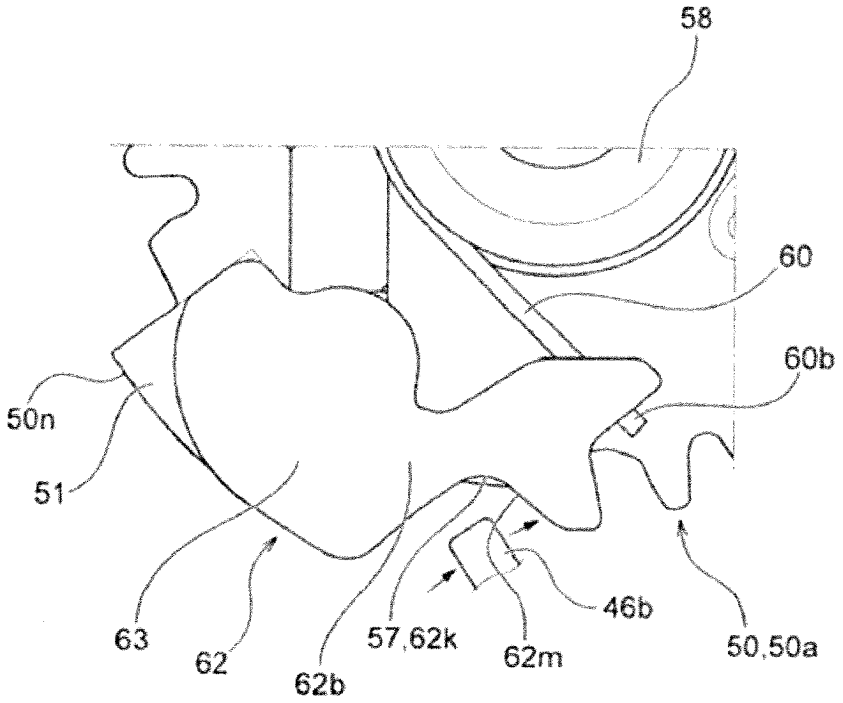


FIG. 31B

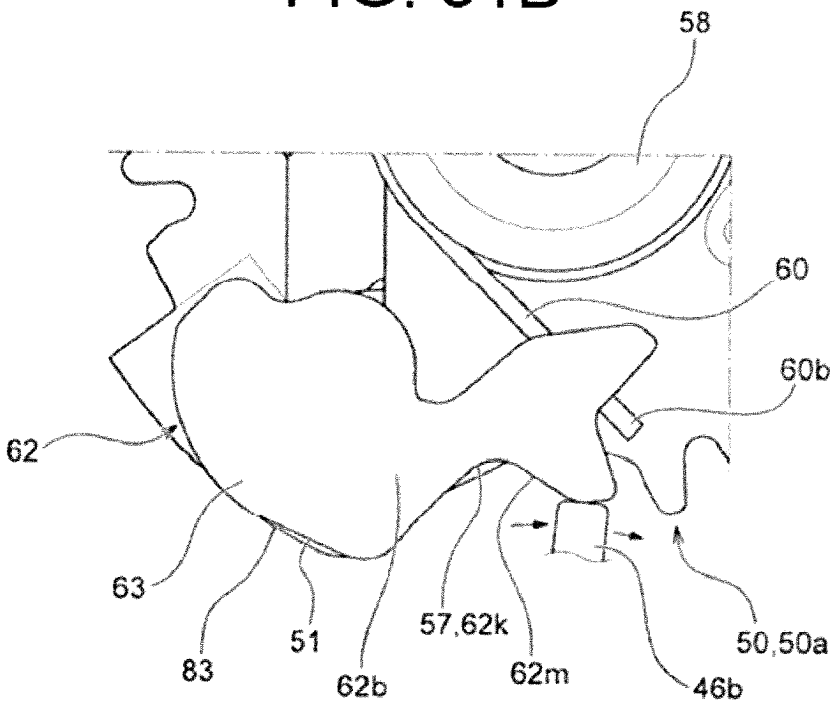


FIG. 32

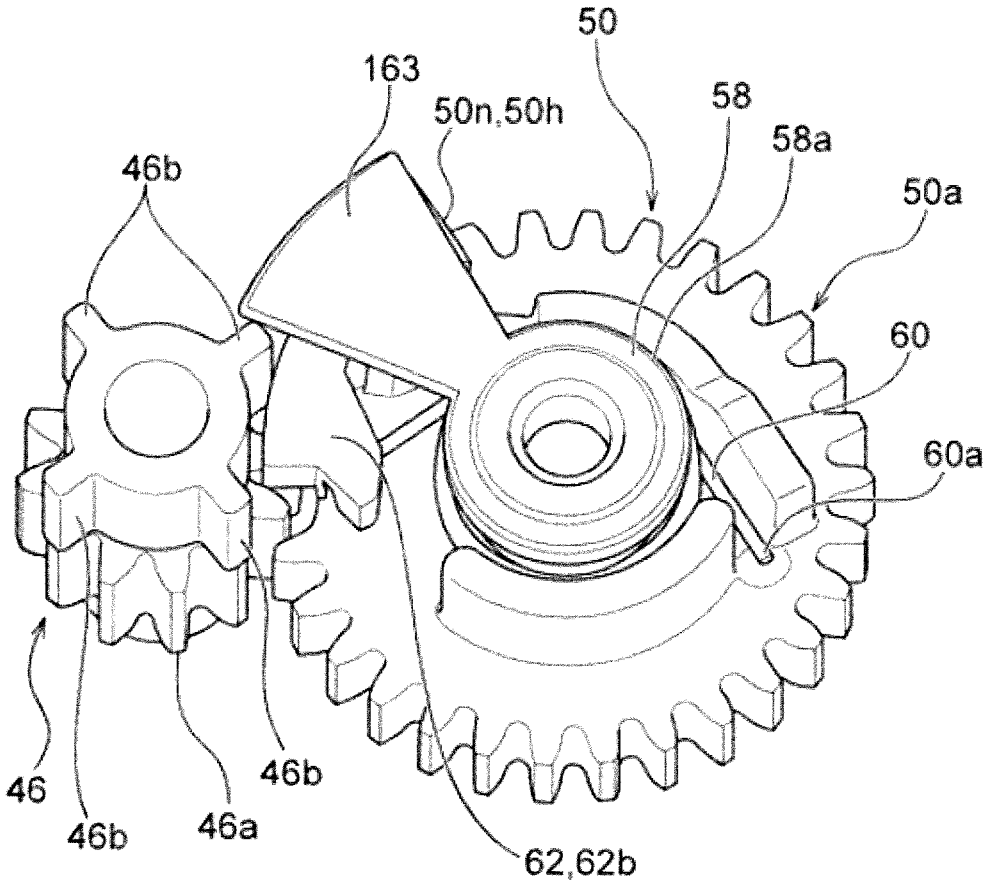


FIG. 33A

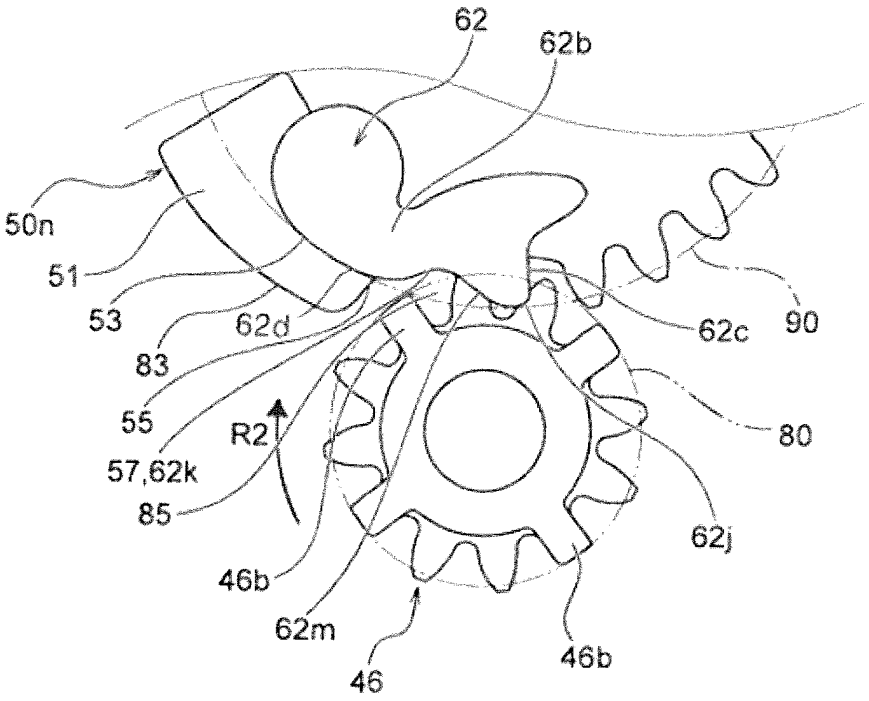


FIG. 33B

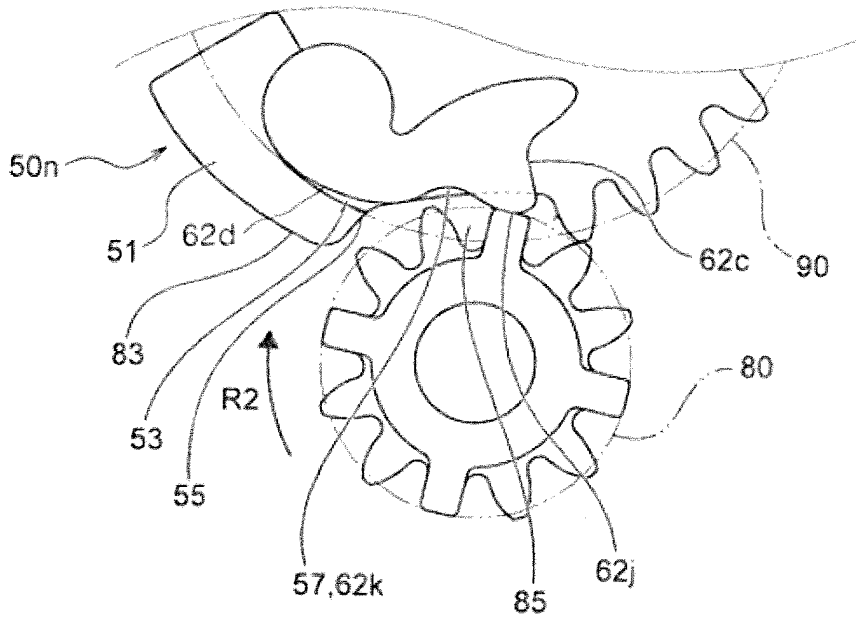


FIG. 34

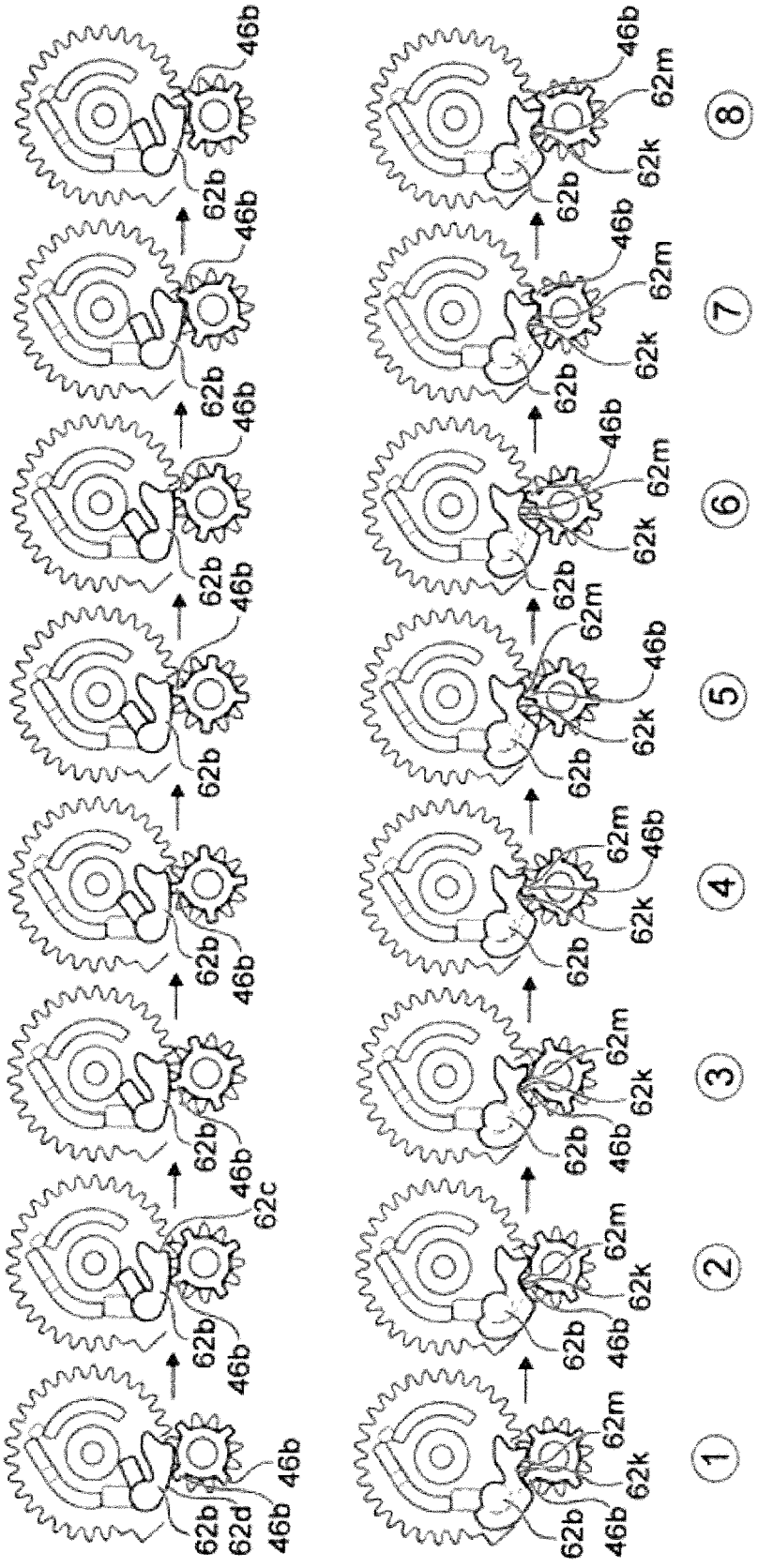
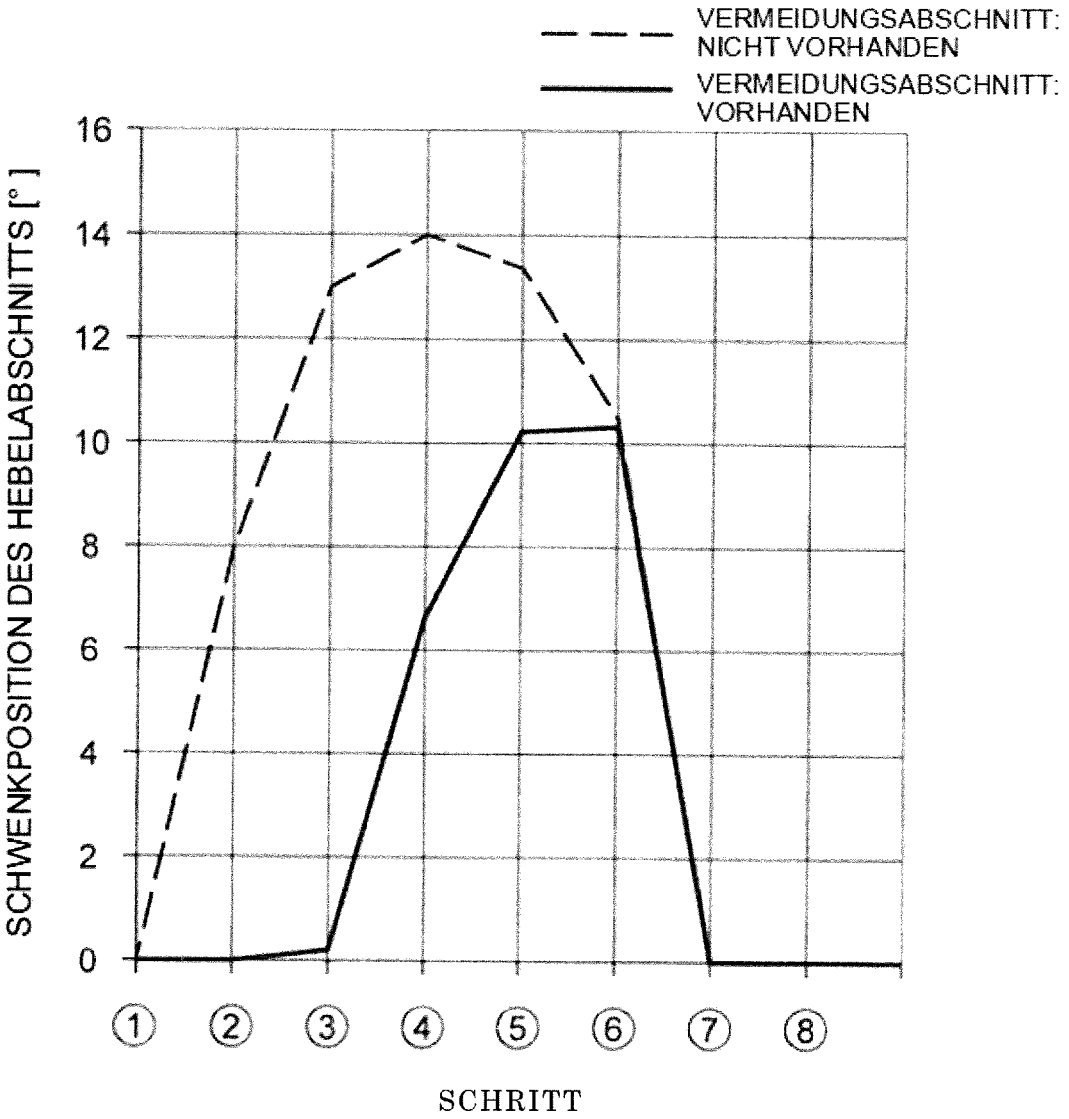

62b
62d
46b
62c
62m
62k
46b
62b
62m
62k
46b
62b
62m
62k
46b
62b

FIG. 35



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.