



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 001 512.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2014/063099**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/173959**
(86) PCT-Anmeldetag: **16.05.2014**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **19.11.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **07.01.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.02.2024**

(51) Int Cl.: **F16H 49/00 (2006.01)**
F16H 57/029 (2012.01)

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).

(73) Patentinhaber:
HARMONIC DRIVE SYSTEMS INC., Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Maruyama, Toshiki, Azumino-shi, Nagano, JP

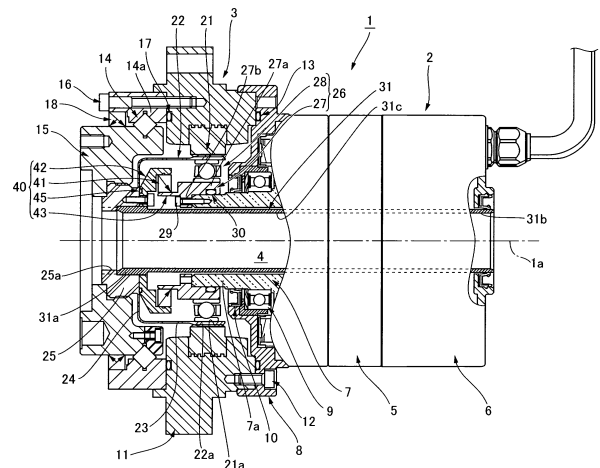
(74) Vertreter:
Schmitt-Nilson Schraud Waibel Wohlfrom
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80992
München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Hohles Verformungswellgetriebe und hohler Aktuator**

(57) Hauptanspruch: Hohles Verformungswellgetriebe (3) mit:
einem steifen innenverzahnten Zahnrad (21);
einem becherförmigen außenverzahnten Zahnrad (22), das innerhalb des innenverzahnten Zahnrades (21) angeordnet ist, und in der Lage ist, sich in seiner radialen Richtung zu verbiegen;
einem Wellgenerator (26), um das außenverzahnte Zahnrad (22) in eine nicht kreisförmige Form zu verbiegen, damit es teilweise in das innenverzahnte Zahnrad (21) eingreift, und um die Eingriffspositionen zwischen den beiden Zahnrädern (21, 22) in einer Umfangsrichtung zu bewegen, wobei der Wellgenerator (26) innerhalb des außenverzahnten Zahnrades (22) angeordnet ist;
einem hohlen Bereich (4), der sich so erstreckt, dass er durch eine Nabe (25) des außenverzahnten Zahnrades (22) und einen Körper (27) des Wellgenerators (26) in Richtung der Zentralachse (1a) verläuft, wobei die Nabe (25) einen zentralen Bereich eines Bodenbereichs einer Becherform des außenverzahnten Zahnrades (22) begrenzt; und
einem Dichtungsbereich (40), um zu verhindern, dass Schmiermittel zwischen der Nabe (25) und dem Körper (27) in den hohlen Bereich (4) leckt, wobei der Dichtungsbereich (40) umfasst:
ein Öldichtungsgehäuse (42), das koaxial innerhalb des außenverzahnten Zahnrades (22) an der Nabe (25) angebracht ist;
einen ringförmigen Dichtungsgleitbereich (43), der auf dem Körper (27) ausgebildet ist;

eine ringförmige erste Öldichtung (41), die im Öldichtungsgehäuse (42) gehalten wird und die in einem verschiebbaren Zustand im Kontakt mit dem Dichtungsgleitbereich (43) ist; und
eine ringförmige zweite Öldichtung (45), um zwischen der Nabe (25) und dem Öldichtungsgehäuse (42) abzudichten, wobei das außenverzahnte Zahnrad (22) hat:
einen zylindrischen Trommelbereich (23), der den Trommelbereich der Becherform bildet und in radialer Richtung flexibel ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 20 419	A1
JP	H09- 250 611	A
JP	2006- 144 971	A
JP	2014- 74 451	A
JP	2001- 304 382	A

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein hohles Verformungswellgetriebe, das mit einem hohlen Bereich ausgebildet ist, der sich in Richtung der Zentralachse durch dieses erstreckt, und auf einen hohlen Aktuator, der ein hohles Verformungswellgetriebe und einen hohlen Motor hat. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein hohles Verformungswellgetriebe und einen hohlen Aktuator mit einer Schmiermittel-Dichtungsstruktur, die verhindert, dass Schmiermittel von Seiten eines becherförmigen flexiblen außenverzahnten Zahnrades in den hohlen Bereich leckt.

Stand der Technik

[0002] In einem hohlen Verformungswellgetriebe mit einem becherförmigen flexiblen außenverzahnten Zahnrad ist ein Wellgenerator auf der Innenseite des becherförmigen außenverzahnten Zahnrades angeordnet und ein hohler Bereich erstreckt sich so, dass er durch eine Nabe des außenverzahnten Zahnrades und einen Körper des Wellgenerators verläuft. Da die Nabe und der Körper, die beide innerhalb des außenverzahnten Zahnrades angeordnet sind, in Richtung der Zentralachse in einem Abstand voneinander angeordnet sind, kann Schmiermittel zwischen diesen Elementen hindurchtreten und von Seiten des außenverzahnten Zahnrades in den hohlen Bereich lecken. Es ist daher notwendig, zwischen diesen Elementen eine Abdichtung vorzusehen. Wenn es gewünscht ist, einen großen Hohl Durchmesser zu behalten, kann die Dichtungsstruktur nicht im hohlen Bereich zusammengesetzt werden.

[0003] Patentedokumente 1 und 2 schlagen in einem hohlen Aktuator mit einem hohlen Verformungswellgetriebe und einem hohlen Motor eine Schmiermittel-Dichtungsstruktur vor, um zu verhindern, dass Schmiermittel in den hohlen Bereich leckt und um zu verhindern, dass leckendes Schmiermittel in den Bereich des hohlen Motors eindringt. Die in diesen Patentedokumenten offenbarte Schmiermittel-Dichtungsstruktur ist mit einer Labyrinthdichtung ausgestattet. Die Labyrinthdichtung ist zwischen der Innenumfangsfläche des Körpers des Wellgenerators, die integral mit dem Körper auf dessen Außenumfangsfläche ausgebildet ist, und einer Hülse (hohlen Welle) ausgebildet, die sich durch den Körper oder die hohle Eingangswelle erstreckt.

[0004] Patentedokument 3 beschreibt ein Wellgetriebe in dem eine hohle Eingangswelle eines Wellgenerators durch ein erstes und ein zweites Eingangslager in einem doppelten Abstützzustand abgestützt wird. Auf die hohle Eingangswelle wird keine große Biegespannung und dergleichen ausge-

übt. Daher kann der Innendurchmesser eines kreisförmigen hohlen Teils durch Verdünnen der hohlen Eingangswelle vergrößert werden. Ein Dichtungselement ist an einem Lagergehäuse montiert, an dem das zweite Eingangslager montiert ist, um einen Spalt zwischen einem Ende der hohlen Eingangswelle und dem Lagergehäuse abzudichten und zu verhindern, dass das Fett aus dem Spalt in das hohle Einheitsteil leckt. Dementsprechend kann die Wellgetriebeeinheit mit einem hohlen Einheitsteil, das einen großen Innendurchmesser hat, realisiert werden.

[0005] Patentedokument 4 beschreibt Getriebevorrichtung mit Biegeeingriff, die einen ringförmigen Dichtungsraum hat. Der Dichtungsraum ist durch eine erste und eine zweite Randplatte, ein inneres Rad eines Kreuzrollenlagers, das zwischen den Randplatten angeordnet ist, und ein starres innenverzahntes Zahnrad unterteilt. Der Dichtungsraum ist ferner in Innenräume unterteilt, und ein Innenraum ist durch ein flexibles, außenverzahntes Zahnrad auf einer Außenumfangsseite des Innenraums unterteilt. In jedem der Innenräume sind Fettkartuschen angeordnet. Die zu schmierenden Bereiche der Vorrichtung werden durch diese Fettkartuschen geschmiert, auch wenn die Befestigungshaltung geändert wird.

Dokumente des Standes der Technik

Patentedokumente

Patentedokument 1: JP 2001- 304 382 A

Patentedokument 2: JP 2006- 144 971 A

Patentedokument 3: JP 2014- 74 451 A

Patentedokument 4: JP H09- 250 611 A

Zusammenfassung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösende Aufgaben

[0006] Hierbei bestehen Probleme mit der Labyrinthdichtung dahingehend, dass die Kosten im Allgemeinen hoch sind, die Zuverlässigkeit abnimmt, wenn die Viskosität des Schmiermittels gering ist, und Ähnliches.

[0007] Angesichts dessen ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein hohles Verformungswellgetriebe bereitzustellen, das eine Schmiermittel-Dichtungsstruktur mit hoher Zuverlässigkeit und kostengünstigem Aufbau hat, und einen hohlen Aktuator mit solch einem Verformungswellgetriebe bereitzustellen.

Mittel zum Lösen der Aufgaben

[0008] Um das zuvor beschriebene Ziel zu erreichen, umfasst ein hohles Verformungswellgetriebe gemäß der vorliegenden Erfindung:

ein steifes innenverzahntes Zahnrad;

ein becherförmiges außenverzahntes Zahnrad, das innerhalb des innenverzahnten Zahnrades angeordnet ist, und in der Lage ist, sich in seiner radialen Richtung zu verbiegen;

einen Wellgenerator, um das außenverzahnte Zahnrad in eine nicht kreisförmige Form zu verbiegen, damit es teilweise in das innenverzahnte Zahnrad eingreift, und um die Eingriffspositionen zwischen den beiden Zahnradern in einer Umfangsrichtung zu bewegen, wobei der Wellgenerator innerhalb des außenverzahnten Zahnrades angeordnet ist;

einen hohlen Bereich, der sich so erstreckt, dass er durch eine Nabe des außenverzahnten Zahnrades und einen Körper des Wellgenerators in Richtung einer Zentralachse verläuft, wobei die Nabe einen zentralen Bereich eines Bodenbereichs einer Becherform des außenverzahnten Zahnrades begrenzt; und

einen Dichtungsbereich, um zu verhindern, dass Schmiermittel zwischen der Nabe und dem Körper in den hohlen Bereich leckt.

[0009] Der Dichtungsbereich hat ein Öldichtungsgehäuse, das coaxial innerhalb des außenverzahnten Zahnrades an der Nabe angebracht ist; einen ringförmigen Dichtungsgleitbereich, der auf dem Körper ausgebildet ist; eine ringförmige erste Öldichtung, die im Öldichtungsgehäuse gehalten wird und die in einem verschiebbaren Zustand im Kontakt mit dem Dichtungsgleitbereich ist; und eine ringförmige zweite Öldichtung, um zwischen der Nabe und dem Öldichtungsgehäuse abzudichten.

[0010] In der vorliegenden Erfindung ist das Öldichtungsgehäuse innerhalb des becherförmigen außenverzahnten Zahnrades an der Nabe angebracht, wodurch durch die erste Öldichtung, die im Öldichtungsgehäuse aufgenommen ist, und den Dichtungsgleitbereich auf dem Körper des Wellgenerators ein rotierender Dichtungsbereich ausgebildet wird. Darüber hinaus dichtet die zweite Öldichtung, z. B. ein O-Ring, zwischen der Nabe und dem Öldichtungsgehäuse ab. Daher kann mit einer sehr zuverlässigen, kostengünstigen Dichtungsstruktur verhindert werden, dass Schmiermittel in den hohlen Bereich leckt, ohne eine Labyrinth-Dichtung oder einen anderen einzigen Dichtungsmechanismus einzusetzen.

[0011] Das becherförmige außenverzahnte Zahnrad hat einen zylindrischen Trommelbereich, der einen Trommelbereich der Becherform definiert, und der

in radialer Richtung flexibel ist; eine Membran, die einen Bodenbereich eines außenumfangsseitigen Bereichs der Becherform definiert, und sich von einem Ende des zylindrischen Trommelbereichs in radialer Richtung nach innen erstreckt, um sich zur Nabe fortzusetzen; und einen Außenverzahnungsbereich, der am anderen Ende des zylindrischen Trommelbereichs ausgebildet ist. In diesem Fall ist zwischen einer Stirnfläche der Nabe der Nabe, die dem Öldichtungsgehäuse zugewandt ist, und einer Gehäusestirnfläche des Öldichtungsgehäuses, die der Stirnfläche der Nabe zugewandt ist, eine ringförmige Befestigungsnut ausgebildet, in der die zweite Öldichtung gebracht ist.

[0012] Wenn der Wellgenerator rotiert, wird der zylindrische Trommelbereich des becherförmigen außenverzahnten Zahnrades wiederholt in radialer Richtung verbogen. Die Membran wird in Übereinstimmung mit der Deformation des zylindrischen Trommelbereichs wiederholt um ihren Bodenbereich, der an der Nabe angebracht ist, in Richtung der Zentralachse verbogen.

[0013] Daher sind, wenn die Befestigungsnut neben der Grenze zwischen der Nabe und der Membran angeordnet ist, die Stirnfläche der Nabe und ein Stirnflächenbereich der Gehäusestirnfläche neben dem Außenumfang der Befestigungsnut über eine vorgegebene Lücke einander gegenüberliegend angeordnet.

[0014] Dadurch kann ein störender Kontakt der Membran mit der Gehäusestirnfläche des Öldichtungsgehäuses, das an der Stirnfläche der Nabe angebracht ist, vermieden werden, wenn die Membran wiederholt in Richtung der Zentralachse verbogen wird. Wenn die Befestigungsnut auf dem äußeren Umfang der Stirnfläche der Nabe ausgebildet ist, um einen großen inneren Durchmesser des hohlen Bereichs sicherzustellen, wird die Wahrscheinlichkeit eines störenden Kontaktes zwischen der Membran und dem Öldichtungsgehäuse hoch. Durch Verwenden der zuvor beschriebenen Struktur kann ein störender Kontakt der Membran mit dem Öldichtungsgehäuse sicher vermieden werden, während ein großer innerer Durchmesser des hohlen Bereichs erhalten bleibt.

[0015] In der vorliegenden Erfindung ist, wenn die Befestigungsnut in der Gehäusestirnfläche ausgebildet ist, in Richtung zur Stirnfläche der Nabe geöffnet ist und eine vorgegebene Tiefe hat, ein außenumfangsseitiger Stirnflächenbereich der Gehäusestirnfläche neben dem Außenumfang der Befestigungsnut über die zuvor erwähnte Lücke der Stirnfläche der Nabe gegenüberliegend angeordnet. Mit anderen Worten, die Lücke ist ausgebildet, um einen störenden Kontakt mit der Membran, die wiederholt verbogen wird, zu vermeiden.

[0016] Wenn das Öldichtungsgehäuse einen nabenseitigen Befestigungsbereich, der mit der Gehäusstirnfläche ausgebildet ist, und einen zylindrischen Dichtungshaltebereich zum Halten der Öldichtung hat, kann der Dichtungsgleitbereich in der vorliegenden Erfindung coaxial innerhalb des Dichtungshaltebereichs angeordnet sein, und die Öldichtung kann zwischen dem Dichtungshaltebereich und dem Dichtungsgleitbereich angebracht sein.

[0017] In der vorliegenden Erfindung ist, wenn eine hohle Eingangswelle vorhanden ist, die coaxial an dem Körper des Wellgenerators angebracht ist, vorzugsweise eine dritte Öldichtung vorgesehen, um zwischen dem Wellgenerator und der hohlen Eingangswelle abzudichten, so dass verhindert wird, das Schmiermittel in den hohlen Bereich leckt, indem es zwischen dem Wellgenerator und der hohlen Eingangswelle hindurchtritt.

[0018] In diesem Fall kann eine Hülse, die sich so erstreckt, dass sie durch die Nabe, den Körper und die hohle Eingangswelle verläuft, angeordnet sein und der hohle Bereich wird durch die Innenumfangsfläche der Hülse begrenzt.

[0019] In der vorliegenden Erfindung erstreckt sich der hohle Bereich so, dass er durch die Nabe und die hohle Eingangswelle verläuft, wenn eine hohle Eingangswelle, die auf ihrer Außenumfangsfläche integral mit dem Körper des Wellgenerators ausgebildet ist, vorgesehen ist.

[0020] In diesem Fall kann eine Hülse so angeordnet sein, dass sie sich durch die Nabe und die hohle Eingangswelle erstreckt, wodurch der hohle Bereich durch die Innenumfangsfläche der Hülse definiert wird.

[0021] Als Nächstes wird ein hohler Aktuator gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass er aufweist: das zuvor erwähnte hohle Verformungswellgetriebe, das mit der Hülse ausgestattet ist; und einen hohlen Motor, der mit einer hohlen Motorwelle ausgestattet ist, wobei die hohle Motorwelle fest mit der hohlen Eingangswelle des hohlen Verformungswellgetriebes verbunden oder integral mit der hohlen Eingangswelle ausgebildet ist, wobei sich die Hülse so erstreckt, dass sie durch die hohle Motorwelle verläuft, und der hohle Bereich durch die Innenumfangsfläche der Hülse begrenzt wird und sich so erstreckt, dass er durch das hohle Verformungswellgetriebe und den hohlen Motor verläuft.

Kurze Beschreibung der Figuren

Fig. 1 ist eine erläuternde Ansicht, die einen hohlen Aktuator mit einem Verformungswellgetriebe zeigt, in dem die vorliegende Erfindung angewandt wird, und

Fig. 2 ist eine vergrößerte Teilschnittansicht, die einen Bereich des hohlen Aktuators aus **Fig. 1** in einer vergrößerten Darstellung zeigt.

Art, die Erfindung auszuführen

[0022] Ein Ausführungsbeispiel eines hohlen Aktuators mit einem hohlen Verformungswellgetriebe, in dem die vorliegende Erfindung eingesetzt wird, wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

Gesamtaufbau

[0023] **Fig. 1** ist eine erläuternde Zeichnung, die einen hohlen Aktuator gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zeigt, in der sein hohles Verformungswellgetriebe in einer Schnittdarstellung gezeigt ist. Der hohle Aktuator 1 hat einen hohlen Motor 2 und ein hohles Verformungswellgetriebe 3 vom Bechertyp, das coaxial mit dem hohlen Motor 2 verbunden ist. Ein hohler Bereich 4 erstreckt sich in Richtung seiner Zentralachse 1a durch den Zentralbereich des hohlen Aktuators 1.

[0024] Der hohle Motor 2 hat einen Motorhauptkörperbereich 5, einen Motorkodierbereich 6, der an einem hinteren Ende des Motorhauptkörperbereichs 5 angebracht ist, und eine hohle Motorwelle 7, die sich in Richtung der Zentralachse 1a durch den Motorzentralbereich erstreckt.

[0025] Ein Motorflansch 8 ist am vorderen Ende des hohlen Motors 2 angeordnet, der Motorflansch 8 wirkt als Teilungsplatte, um den Motorhauptkörperbereich 5 vom hohlen Verformungswellgetriebe 3 zu trennen. Der Motorflansch 8 lagert über ein Lager 9 die hohle Motorwelle 7 in einem frei rotierbaren Zustand.

[0026] Die hohle Motorwelle 7 hat einen vorderen Wellenspitzen-Endbereich 7a an ihrer vorderen Seite, der vordere Wellenendbereich steht vom Motorflansch 8 zum hohlen Verformungswellgetriebe 3 hervor. Die hohle Motorwelle 7 wirkt als hohle Eingangswelle des hohlen Verformungswellgetriebes 3. Es ist möglich, dass die hohle Motorwelle und die hohle Eingangswelle als separate Komponenten ausgebildet und fest miteinander verbunden sind. Eine Öldichtung 10 dichtet zwischen der hohlen Motorwelle 7 und dem Motorflansch 8 ab.

[0027] Das hohle Verformungswellgetriebe 3 hat ein zylindrisches Gehäuse 11, und eine hintere Stirnfläche des Gehäuses 11 auf Seiten des Motors ist durch Befestigungsbolzen 12 coaxial an einem Außenumfangsbereich der vorderen Stirnfläche des Motorflansches 8 angebracht. Ein O-Ring 13 dichtet zwischen dem Gehäuse 11 und dem Motorflansch 8 ab. Die ringförmige Ausgangswelle 15, die ein Aktuator-Aus-

gangselement ist, ist über ein Kreuzrollenlager 14 auf einer gegenüberliegenden Seite koaxial an einer vorderen Stirnfläche des Gehäuses 11 angebracht.

[0028] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine äußere Laufbahn 14a des Kreuzrollenlagers 14 durch Befestigungsbolzen 16 koaxial an der vorderen Stirnfläche des Gehäuses 11 befestigt. Ein O-Ring 17 dichtet zwischen dem Gehäuse 11 und der äußeren Laufbahn 14a ab. Eine innere Laufbahn des Kreuzrollenlagers 14 ist integral auf der Außenumfangsfläche der Ausgangswelle 15 ausgebildet. Insbesondere wirken ein Bereich der einstückigen Komponente oder die Ausgangswelle 15 als innere Laufbahn. Eine Öldichtung 18 dichtet zwischen der Ausgangswelle 15 und der äußeren Laufbahn 14a ab.

[0029] Ein kreisförmiges steifes innenverzahntes Zahnrad 21 ist auf dem Innenumfangsbereich des Gehäuses 11 integral mit dem Gehäuse 11 verbunden. Ein becherförmiges flexibles außenverzahntes Zahnrad 22 ist koaxial innerhalb des innenverzahnten Zahnrades 21 angeordnet. Die Außenverzahnung 22a ist in einer zur Motorseite hin offenen Orientierung angeordnet und hat einen zylindrischen Trommelbereich 23, der sich in radialer Richtung verbiegt, eine Membran 24, die das Ende des zylindrischen Trommelbereichs 23 auf Seiten der Ausgangswelle 15 fortsetzt und sich in radialer Richtung nach innen erstreckt, und eine ringförmige steife Nabe 25, die eine Fortsetzung eines inneren Umfangsrandes der Membran 24 ist. Die Ausgangswelle 15 ist koaxial fest mit der Außenumfangsfläche der Nabe 25 verbunden.

[0030] Wie zuvor beschrieben wird der Bodenbereich des innenumfangsseitigen Bereichs des außenverzahnten Zahnrades 22 durch die Nabe 25 begrenzt und der Bodenbereich des außenumfangsseitigen Bereichs wird durch die Membran 24 begrenzt. Der Bereich des zylindrischen Trommelbereichs 23 auf Seiten des offenen Endes ist ein Außenverzahnungsbereich, in dem eine Außenverzahnung 22a so ausgebildet ist, dass sie der Innenverzahnung 21a des innenverzahnten Zahnrades 21 von der Innenseite gegenüber liegt.

[0031] Der Wellgenerator 26 ist koaxial in das Innere des Außenverzahnungsbereichs des außenverzahnten Zahnrades 22 eingepasst. Der Wellgenerator 26 hat einen ringförmigen steifen Körper 27 und ein Wellgeneratorlager 28 mit einem elliptischen Profil, der auf eine Außenumfangsfläche des Körpers 27 gepasst ist. Der Außenverzahnungsbereich des außenverzahnten Zahnrades 22 wird durch den Wellgenerator 26 in eine elliptische Form verbogen, so dass die Außenverzahnung 22a an beiden Enden der Hauptachse der elliptischen

Form in Eingriff mit der Innenverzahnung 21a gebracht wird.

[0032] Der Körper 27 hat einen zylindrischen Bereich 27a und einen ringförmigen Bereich 27b, der vom Endbereich des zylindrischen Bereichs 27a nach innen hervorsteht. Der Wellenspitzen-Endbereich 7a der hohlen Motorwelle 7 wird in den zylindrischen Bereich 27a eingeführt, so dass die Wellenspitzen-Stirnflächen des Wellenspitzen-Endbereichs in Kontakt mit der ringförmigen Stirnfläche des ringförmigen Bereichs 27b kommt. In diesem Zustand werden der ringförmige Bereich 27b und der Wellenspitzen-Endbereich 7a durch Befestigungsbolzen 29, die von Seiten der Ausgangswelle 15 angebracht werden, sicher befestigt. Die Abmessung des Innendurchmessers des ringförmigen Bereichs 27b ist im Wesentlichen die gleiche, wie die Abmessung des Innendurchmessers der hohlen Motorwelle 7. Ein O-Ring 30 (eine dritte Öldichtung) dichtet zwischen dem zylindrischen Bereich 27a und dem Wellenspitzen-Endbereich 7a ab.

[0033] Eine zylindrische Hülse 31 erstreckt sich koaxial so, dass sie sich in einem rotierbaren Zustand durch das Innere der hohlen Motorwelle 7 erstreckt. Der vordere Endbereich 31a der Hülse 31 ist am kreisförmigen hohlen Bereich der Nabe 25 des außenverzahnten Zahnrades 22 befestigt. Der hintere Endbereich 31b der Hülse 31 öffnet sich vom hinteren Ende der hohlen Motorwelle 7 nach hinten. Ein hohler Bereich 4, der sich durch den zentralen Bereich des hohlen Aktuators 1 in Richtung der Zentralachse 1a erstreckt, wird durch die kreisförmige Innenumfangsfläche 31c der Hülse 31 und die Innenumfangsfläche der Nabe 25, die am spitzen Ende der Hülse positioniert ist, begrenzt, wobei die Innenumfangsfläche z. B. eine polygonale Innenumfangsfläche 25a ist.

[0034] Hierbei sind der Körper 27 und die Nabe 25 des becherförmigen außenverzahnten Zahnrades innerhalb des außenverzahnten Zahnrades 22 vom Bechertyp in Richtung der Zentralachse 1a voneinander beabstandet. Die Lücke zwischen ihnen wird durch einen Dichtungsbereich 40 abgedichtet. Der Dichtungsbereich 40 verhindert, dass Schmiermittel im außenverzahnten Zahnrad 22 vom Bechertyp durch die Lücke in den hohlen Bereich 4 oder, indem es zwischen der hohlen Motorwelle 7 und der Hülse 31 durchkommt, in den hohlen Motor 2 leckt.

Aufbau des Dichtungsbereichs

[0035] Fig. 2 ist eine vergrößerte Teilschnittansicht, die den Dichtungsbereich 40 zeigt. Bezugnehmend auf die Fig. 1 und 2 hat der Dichtungsbereich 40 eine Öldichtung 41 (eine erste Öldichtung), ein Öldichtungsgehäuse 42 zum Halten der Öldichtung 41, und einen Dichtungsgleitbereich 43, mit dem die

Öldichtung 41 in einem verschiebbaren Zustand in Kontakt gebracht worden ist.

[0036] Das Öldichtungsgehäuse 42 ist im zylindrischen Trommelbereich 23 des außenverzahnten Zahnrades 22 angeordnet und in einem coaxialen Zustand durch Befestigungsbolzen 44 fest an der Nabe 25 angebracht. Ein O-Ring 45 (eine zweite Öldichtung) dichtet zwischen dem Öldichtungsgehäuse 42 und der Nabe 25 ab. Der Dichtungsgebietbereich 43 ist integral auf dem Körper 27 des Wellgenerators 26 ausgebildet, so dass er zylindrisch zur Seite der Nabe 25 hervorsteht.

[0037] Ausführlicher beschrieben hat die Nabe 25 des außenverzahnten Zahnrades 22 eine ringförmige Stirnfläche 25b der Nabe 25, die sich von der inneren Stirnfläche 24a der Membran 24 aus fortsetzt. Die innere Stirnfläche 24a und die Stirnfläche 25 der Nabe 25 bilden eine Ebene, die im vorliegenden Beispiel (siehe **Fig. 1**) orthogonal zur Zentralachse 1 a ist. Die Grenze 25c zwischen der Nabe 25 und der Membran 24 ist durch eine gestrichelte Linie markiert.

[0038] Das Öldichtungsgehäuse 42, das an der Nabe 25 befestigt ist, hat einen nabenseitigen Befestigungsbereich 46, der die Form eines kreisförmigen Kegelstumpfes hat, und einen Dichtungshaltebereich 47, der in zylindrischer Form von der Außenumfangsposition des nabenseitigen Befestigungsbereichs 46 zum Körper 27 hervorsteht. Der nabenseitige Befestigungsbereich 46 hat eine Gehäusestirnfläche 48, die im Kontakt mit der Stirnfläche 25b der Nabe 25 ist. Die Gehäusestirnfläche 48 ist eine ringförmige Stirnfläche, deren Größe im Wesentlichen der Stirnfläche 25b der Nabe 25 entspricht. Der Außenumfangsbereich der Gehäusestirnfläche 48 ist mit einer Befestigungsnut 49 zum Anbringen eines O-Ringes 45 ausgebildet. Die Befestigungsnut 49 ist ein ringförmiger Vertiefungsbereich mit rechteckigem Querschnitt und einer Öffnung in Richtung der Stirnfläche 25b der Nabe 25.

[0039] In der Gehäusestirnfläche 48 des nabenseitigen Befestigungsbereichs 46 liegt der äußere Stirnflächenbereich 48a der Befestigungsnut 49 auf ihrem äußeren Umfang dem Grundbereich 24b der Membran 24, die sich zur Nabe 25 fortsetzt, gegenüber. Der äußere Stirnflächenbereich 48a ist eine Ebene, die um einen vorgegebenen Abstand von der Stirnfläche 25b der Nabe 25 zurückversetzt ist. Die Befestigungsbolzen 44 sind an einer Position angebracht, an der der Stirnflächenbereich 48b, der im Kontakt mit der Stirnfläche 25b der Nabe 25 ist, ausgebildet ist. Eine konische Fläche 50, die in der Richtung weg von der Membran 24 geneigt ist, setzt sich vom äußeren Umfangsrand des äußeren Stirnflächenbereichs 48a des nabenseitigen Befestigungsbereichs 46 fort.

[0040] Nun wird der Befestigungsbereich der Öldichtung 41 erklärt. Der zylindrische Dichtungsgebietbereich 43 auf Seiten des Körpers 27 ist coaxial innerhalb des zylindrischen Dichtungshaltebereichs 47 des Öldichtungsgehäuses 42 angeordnet. Die Öldichtung 41 ist zwischen dem Dichtungshaltebereich 47 und dem Dichtungsgebietbereich 43 untergebracht. Die Öldichtung 41 wird im Dichtungshaltebereich 47 gehalten, um einen rotierenden Dichtungsbereich 40 auszubilden, in dem die kreisförmige Innenumfangsfläche 41a der Öldichtung in einem gleitbaren Zustand gegen die kreisförmige Außenumfangsfläche 43a gedrückt wird.

[0041] In einem hohlen Aktuator 1, der wie zuvor beschrieben aufgebaut ist, rotiert die hohle Motorwelle 7 mit hoher Drehzahl, wenn der hohle Motor 2 angetrieben wird, und auch der Wellgenerator 26, der an der hohlen Motorwelle 7 angebracht ist, rotiert integral mit hoher Drehzahl. Die Rotation des Wellgenerators 26 bewirkt, dass sich die Eingriffspositionen zwischen dem außenverzahnten Zahnrad 22 und dem innenverzahnten Zahnrad 21 in Umfangsrichtung bewegen. Die Anzahl der Zähne des außenverzahnten Zahnrades 22 ist um $2n$ (n : positive ganze Zahl), üblicherweise um zwei, kleiner als die des innenverzahnten Zahnrades 21. Daher wird entsprechend der Differenz in der Anzahl der Zähne zwischen den beiden Zahnrädern eine relative Rotation erzeugt. In diesem Beispiel rotiert das außenverzahnte Zahnrad, da das innenverzahnte Zahnrad 21 als feststehendes Element festgelegt ist. Die Rotation des außenverzahnten Zahnrades 22 wird von der daran befestigten Ausgangswelle 15 abgenommen und an das anzutreibende (nicht gezeigte) Lastelement übertragen.

[0042] Der Dichtungsbereich 40, der in das becherförmige außenverzahnte Zahnrad 22 des hohlen Verformungswellgetriebes 3 eingebaut ist, dichtet zwischen der Nabe 25 und dem Körper 27 ab. Dadurch leckt kein Schmiermittel von Seiten des außenverzahnten Zahnrades 22 in den hohlen Bereich 4. Da der Dichtungsbereich 40 die Öldichtung 41 und den O-Ring 45 verwendet, kann er im Vergleich zu einem Fall, in dem eine Dichtungsstruktur, wie z. B. eine Labyrinthdichtung oder Ähnliches, verwendet wird, kostengünstig hergestellt werden. Darüber hinaus hat der Dichtungsbereich 40 eine hohe Zuverlässigkeit, da selbst Schmiermittel mit geringer Viskosität sicher daran gehindert werden kann, zu lecken.

[0043] Hierbei muss, um den großen hohlen Bereich 4 zu erhalten, im Falle eines hohlen Verformungswellgetriebes 3 vom Bechertyp, das ein becherförmiges außenverzahntes Zahnrad 22 hat, in der Nabe 25 des außenverzahnten Zahnrades 22 ein großer hohler Bereich ausgebildet werden. Die Ausbildung des großen hohlen Bereichs in der Nabe 25 bewirkt, dass die Stirnfläche 25b der Nabe 25, an der das

Öldichtungsgehäuse 42 zum Halten der Öldichtung 41 befestigt ist, schmaler wird. Wenn der Befestigungsbereich der Befestigungsbolzen 44 festgelegt wird, um das Öldichtungsgehäuse 42 fest an der Nabe 25 anzubringen, muss die Befestigungsposition des O-Rings 45 zum Abdichten zwischen dem Öldichtungsgehäuse 42 und der Nabe 25 auf dem äußeren Umfangsrand (der Grenze 25c mit der Membran 24) platziert werden. Mit anderen Worten, die Befestigungsnut 49 des O-Ringes 45 muss auf dem äußeren Umfang des Stirnseitenbereichs der Gehäusestirnfläche 48 ausgebildet werden. Dadurch ist der Bereich der Gehäusestirnfläche 48, die auf dem äußeren Umfang der Befestigungsnut 49 angeordnet ist, gegenüber dem Grundbereich 24b der Membran 24, der mit der Nabe 25 verbunden ist, angeordnet.

[0044] Bei der Rotation des Wellgenerators 26 wird die Membran 24 wiederholt in Richtung der Zentralachse 1a, die im Zentrum des mit der Nabe 25 verbundenen Grundbereichs 24b angeordnet ist, verformt. Die verformte Membran 24 kann mit dem Randbereich am äußeren Umfang der Gehäusestirnfläche 48 des Öldichtungsgehäuses 42 interferieren. In diesem Ausführungsbeispiel ist der äußere Stirnflächenbereich 48a der Gehäusestirnfläche 48 von der Membran 24 zurückversetzt. Daher wird die Membran 24 nicht mit der Gehäusestirnfläche 48 des Öldichtungsgehäuses 42, das an der Nabe 25 befestigt ist, interferieren, wenn sie in Richtung der Zentralachse 1a verbogen wird.

[0045] An der Stelle, an der der äußere Stirnflächenbereich 48a der Gehäusestirnfläche 48 von der Stirnfläche 25b der Nabe 25 zurückversetzt ist, ist auf Seiten des äußeren Stirnflächenbereichs 48a der Befestigungsnut 49 des O-Rings 45 eine Lücke 49a ausgebildet. Da jedoch während des Betriebs des hohlen Verformungswellgetriebes 3 die Temperatur im Inneren des becherförmigen außenverzahnten Zahnrades 22 ansteigt, steigt auch der Innendruck. Dadurch wird der O-Ring 45 in der Richtung, in der er am Innenumfangsflächenbereich auf der in radialer Richtung Innenseite des Inneren der Befestigungsnut 49 haftet, deformiert. Dadurch wird eine Minderung des Dichtungseffektes des O-Rings aufgrund der Ausbildung der Lücke 49a vermieden.

[0046] In dem zuvor beschriebenen hohlen Aktuator 1 ist der Körper 27 des Wellgenerators 26 durch die Befestigungsbolzen 29 fest an der hohlen Motorwelle (hohlen Eingangswelle) angebracht. Alternativ können die hohle Motorwelle 7 und der Körper 27 als einstückiges Element ausgebildet sein, in dem der Körper integral auf dem Außenumfangsflächenbereich der hohlen Motorwelle 7 ausgebildet ist. Obwohl der zuvor beschriebene hohle Aktuator 1 mit der Hülse 31 ausgebildet ist, kann die Hülse 31 weggelassen werden.

[0047] Im zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel ist das Öldichtungsgehäuse 42 durch Befestigungsbolzen 44 an der Nabe 25 des außenverzahnten Zahnrades 22 befestigt. Das Öldichtungsgehäuse 42 kann mit einem Klebemittel an der Nabe 25 befestigt werden. In diesem Fall muss das Ausmaß der Beschichtung mit dem Klebemittel präzise gesteuert werden. Wenn das Ausmaß der Beschichtung zu gering ist, wird die Zuverlässigkeit des angebrachten Bereichs reduziert. Andererseits macht eine übermäßige Menge an Beschichtung ein Abwischen des übermäßigen Klebemittels erforderlich. Der Vorgang des Abwischens ist schwierig, wenn kein ausreichender Arbeitsraum zum Abwischen des Klebemittels sichergestellt werden kann.

Patentansprüche

1. Hohles Verformungswellgetriebe (3) mit:
 - einem steifen innenverzahnten Zahnrad (21);
 - einem becherförmigen außenverzahnten Zahnrad (22), das innerhalb des innenverzahnten Zahnrades (21) angeordnet ist, und in der Lage ist, sich in seiner radialen Richtung zu verbiegen;
 - einem Wellgenerator (26), um das außenverzahnte Zahnrad (22) in eine nicht kreisförmige Form zu verbiegen, damit es teilweise in das innenverzahnte Zahnrad (21) eingreift, und um die Eingriffspositionen zwischen den beiden Zahnradern (21, 22) in einer Umfangsrichtung zu bewegen, wobei der Wellgenerator (26) innerhalb des außenverzahnten Zahnrades (22) angeordnet ist;
 - einem hohlen Bereich (4), der sich so erstreckt, dass er durch eine Nabe (25) des außenverzahnten Zahnrades (22) und einen Körper (27) des Wellgenerators (26) in Richtung der Zentralachse (1a) verläuft, wobei die Nabe (25) einen zentralen Bereich eines Bodenbereichs einer Becherform des außenverzahnten Zahnrades (22) begrenzt; und
 - einem Dichtungsbereich (40), um zu verhindern, dass Schmiermittel zwischen der Nabe (25) und dem Körper (27) in den hohlen Bereich (4) leckt, wobei
 - der Dichtungsbereich (40) umfasst:
 - ein Öldichtungsgehäuse (42), das koaxial innerhalb des außenverzahnten Zahnrades (22) an der Nabe (25) angebracht ist;
 - einen ringförmigen Dichtungsgleitbereich (43), der auf dem Körper (27) ausgebildet ist;
 - eine ringförmige erste Öldichtung (41), die im Öldichtungsgehäuse (42) gehalten wird und die in einem verschiebbaren Zustand im Kontakt mit dem Dichtungsgleitbereich (43) ist; und
 - eine ringförmige zweite Öldichtung (45), um zwischen der Nabe (25) und dem Öldichtungsgehäuse (42) abzudichten, wobei

das außenverzahnte Zahnrad (22) hat:

- einen zylindrischen Trommelbereich (23), der den Trommelbereich der Becherform bildet und in radia-

ler Richtung flexibel ist;
 eine Membran (24), die einen Bodenbereich des außenumfangsseitigen Bereichs der Becherform begrenzt und die sich in radialer Richtung von einem Ende des zylindrischen Trommelbereichs (23) nach innen erstreckt, um sich zur Nabe (25) fortzusetzen; und
 einen Außenverzahnungsbereich, der am anderen Ende des zylindrischen Trommelbereichs (23) ausgebildet ist, und wobei
 zwischen einer Stirnfläche (25b) der Nabe (25), die dem Öldichtungsgehäuse (42) zugewandt ist, und einer Gehäusestirnfläche (48) des Öldichtungsgehäuses (42), die der Stirnfläche (25b) der Nabe (25) zugewandt ist, eine ringförmige Befestigungsnut (49) ausgebildet ist, in der die zweite Öldichtung (45) montiert ist,
 die Befestigungsnut (49) neben einer Grenze (25c) zwischen der Nabe (25) und der Membran (24) angeordnet ist, und
 die Stirnfläche (25b) der Nabe (25) und ein Stirnflächenbereich (48a) der Gehäusestirnfläche (48) über eine vorgegebene Lücke (49a) einander gegenüberliegend angeordnet sind, wobei der Stirnflächenbereich (48a) neben dem äußeren Umfang der Befestigungsnut (49) angeordnet ist.

2. Hohles Verformungswellgetriebe (3) nach Anspruch 1, wobei
 die Befestigungsnut (49) eine Nut ist, die auf der Gehäusestirnfläche (48) ausgebildet ist, die zur Stirnfläche (25b) der Nabe (25) geöffnet ist und eine vorgegebene Tiefe hat, und
 ein äußerer Stirnflächenbereich (48a) der Gehäusestirnfläche (48) neben einem Außenumfang der Befestigungsnut (49) der Stirnfläche (25b) der Nabe (25) über die Lücke (49a) gegenüberliegend angeordnet ist.

3. Hohles Verformungswellgetriebe (3) nach Anspruch 1 oder 2, wobei
 das Öldichtungsgehäuse (42) einen nabenseitigen Befestigungsbereich (46) hat, der mit der Gehäusestirnfläche (48) und einem zylindrischen Dichtungshaltebereich (47) zum Halten der ersten Öldichtung (41) ausgebildet ist,
 der Dichtungsgleitbereich (43) coaxial innerhalb des Dichtungshaltebereichs (47) angeordnet ist, und
 die erste Öldichtung (41) zwischen dem Dichtungshaltebereich (47) und dem Dichtungsgleitbereich (43) montiert ist.

4. Hohles Verformungswellgetriebe (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, zusätzlich aufweisend:
 eine hohle Eingangswelle, die coaxial am Körper (27) des Wellengenerators (26) befestigt ist; und
 eine dritte Öldichtung (30), um zwischen dem Wellengenerator (26) und der hohlen Eingangswelle abzudichten, wobei
 sich der hohle Bereich (4) so erstreckt, dass er

durch die Nabe (25), den Körper (27) und die hohle Eingangswelle verläuft.

5. Hohles Verformungswellgetriebe (3) nach Anspruch 4 zusätzlich aufweisend:
 eine Hülse (31), die sich so erstreckt, dass sie durch die Nabe (25), den Körper (27) und die hohle Eingangswelle verläuft, wobei
 der hohle Bereich (4) durch eine Innenumfangsfläche (31 c) der Hülse (31) begrenzt wird.

6. Hohles Verformungswellgetriebe (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, zusätzlich aufweisend:
 eine hohle Eingangswelle, auf deren Außenumfangsfläche der Körper (27) des Wellengenerators (26) integral ausgebildet ist, wobei
 sich der hohle Bereich (4) so erstreckt, dass er durch die Nabe (25) und die hohle Eingangswelle verläuft.

7. Hohles Verformungswellgetriebe (3) nach Anspruch 6, zusätzlich aufweisend:
 eine Hülse (31), die sich so erstreckt, dass sie durch die Nabe (25) und die hohle Eingangswelle verläuft, wobei
 der hohle Bereich (4) durch eine Innenumfangsfläche (31 c) der Hülse (31) begrenzt ist.

8. Hohler Aktuator (1) mit:
 dem hohlen Verformungswellgetriebe (3) nach Anspruch 5 oder 7;
 einem hohlen Motor (2), der mit einer hohlen Motorwelle (7) ausgestattet ist, wobei die hohle Motorwelle (7) fest mit der hohlen Eingangswelle des hohlen Verformungswellgetriebes (3) verbunden oder integral mit der hohlen Eingangswelle ausgebildet ist, wobei
 sich die Hülse (31) so erstreckt, dass sie durch die hohle Motorwelle (7) verläuft, und
 der hohle Bereich (4) durch die Innenumfangsfläche (31 c) der Hülse (31) begrenzt wird und sich so erstreckt, dass sie durch das hohle Verformungswellgetriebe (3) und den hohlen Motor (2) verläuft.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

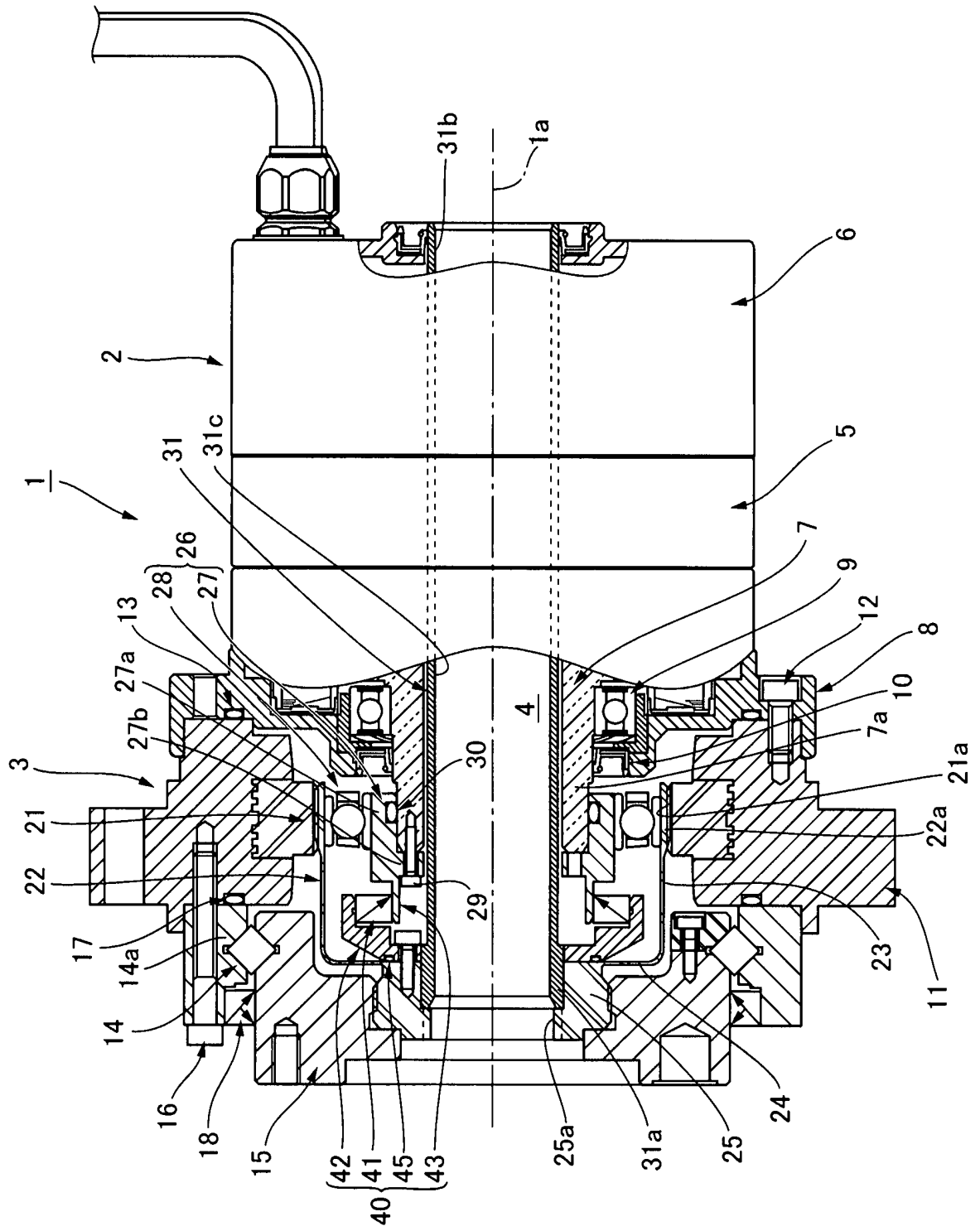


FIG. 1

FIG. 2

