



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/042725**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 007 222.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/032275**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.08.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.02.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **10.04.2025**

(51) Int Cl.: **H02K 11/21 (2016.01)**
H02K 24/00 (2006.01)

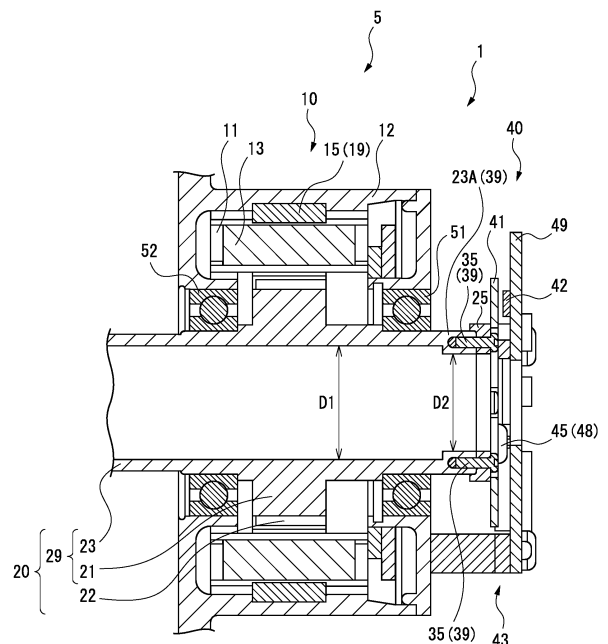
(71) Anmelder:
**FANUC CORPORATION, Oshino-mura,
Yamanashi, JP**
(74) Vertreter:
**Wuesthoff & Wuesthoff Patentanwälte und
Rechtsanwalt PartG mbB, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:
**Uematsu, Hidetoshi, Oshino-mura, Yamanashi,
JP; Yamada, Koutarou, Oshino-mura, Yamanashi,
JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **AKTUATOR**

(57) Zusammenfassung: Ein Aktuator (1), der mit einem Motor (5) und einer Encoder-Einheit (40) ausgestattet ist, umfasst: einen ersten Strukturabschnitt (19), der die relativen Winkel zwischen einer Mehrzahl von Spulen (13) eines Stator-Kerns (11) und einem Gehäuse (12) bestimmt; einen zweiten Strukturabschnitt (29), der die relativen Winkel zwischen den magnetischen Polen eines Rotor-Kerns (12) und dem festen Referenzbereich (P) einer an einer Welle (23) vorgesehenen Drehscheibe (41) bestimmt; einen dritten Strukturabschnitt (39), der den relativen Winkel zwischen der Welle (23) und der Drehscheibe (41) bestimmt; und einen vierten Strukturabschnitt (48), der den relativen Winkel zwischen dem Gehäuse (12) und einem Detektionsabschnitt (42) bestimmt.



Beschreibung

Lösung des Problems

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Aktuator.

Stand der Technik

[0002] In einem Aktuator, der einen Encoder und einen Motor, wie z. B. einen Servomotor, umfasst, ist es notwendig, die Drehscheibe des Encoders an der Hohlwelle des Motors zu befestigen (siehe z. B. Japanische Ungeprüfte Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2017-203645).

Zitierliste

Patentliteratur

[0003] PTL 1: Japanische Ungeprüfte Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2017-203645

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0004] Der relative Winkel zwischen der Drehscheibe und dem Rotor des Motors wird entsprechend der Lagebeziehung zwischen der Drehscheibe und der Hohlwelle bestimmt.

[0005] Da das Gehäuse des Stators und der Stator-Kern eines Motors im Allgemeinen durch Schrumpfpassung zwischen ihren zylindrischen Oberflächen montiert werden, ist der relative Winkel zwischen dem Gehäuse und jeder Phase der Spule, die um den Stator-Kern gewickelt ist, nicht festgelegt.

[0006] Da die Hohlwelle und der Rotor-Kern des Rotors des Motors ebenfalls im Allgemeinen durch Schrumpfpassung zwischen deren zylindrischen Oberflächen montiert werden, ist der relative Winkel zwischen dem festen Teil der an der Hohlwelle des Rotors angebrachten Drehscheibe des Encoders und dem magnetischen Pol des auf dem Rotor-Kern montierten Magneten ebenfalls nicht festgelegt.

[0007] Daher ist es bei der Montage der Drehscheibe nicht möglich, den Winkel zwischen der Motorwicklung und den Magnetpolen, aus der Perspektive der Z-Phase betrachtet, einzustellen (der Winkel der Z-Phase, wenn die Spule und die Magnetpole in den spezifizierten Positionen ausgerichtet sind).

[0008] Dementsprechend ist eine genaue Einstellung des Z-Phasen-Winkels mittels eines Verfahrens zur Bestimmung des Winkels der Drehscheibe durch DC-Erregung wünschenswert.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird ein Aktuator bereitgestellt, der einen Stator umfasst, wobei der Stator ein Gehäuse und einen Stator-Kern umfasst, der in dem Gehäuse befestigt ist und um den eine Mehrzahl von Spulen gewickelt sind, wobei der Aktuator ferner einen Rotor umfasst, der so angeordnet ist, dass er dem Stator zugewandt ist, wobei der Rotor einen Rotor-Kern zur Bildung einer Mehrzahl von magnetischen Polen und eine Welle umfasst, die mit dem Rotor-Kern verbunden ist, wobei der Aktuator ferner eine Encoder-Einheit umfasst, wobei die Encoder-Einheit eine Drehscheibe, die mit der Welle verbunden ist, eine Detektionseinheit zur Detektion einer Drehung der Drehscheibe und ein festes Teil umfasst, das in dem Gehäuse befestigt ist, wobei der Aktuator ferner eine erste Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen der Mehrzahl von Spulen des Stator-Kerns und dem Gehäuse, eine zweite Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns und einer festen Referenzposition der auf der Welle vorgesehenen Drehscheibe, eine dritte Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen der Welle und der Drehscheibe, und eine vierte Struktur zur Bestimmung und Einstellung eines relativen Winkels zwischen dem Gehäuse und der Detektionseinheit umfasst.

[0010] Die Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsformen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen deutlicher.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[Fig. 1] Fig. 1 ist eine axiale Querschnittsansicht eines Aktuators gemäß einer ersten Ausführungsform.

[Fig. 2A] Fig. 2A ist eine radiale Querschnittsansicht eines Gehäuses.

[Fig. 2B] Fig. 2B ist eine radiale Querschnittsansicht eines Stator-Kerns.

[Fig. 3] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die eine Hohlwelle und eine Drehscheibe zeigt.

[Fig. 4] Fig. 4 ist eine axiale Querschnittsansicht eines Aktuators, die ein Modifikationsbeispiel einer zweiten Struktur detailliert zeigt.

[Fig. 5] Fig. 5 ist eine weitere axiale Querschnittsansicht des in Fig. 1 gezeigten Aktuators.

[Fig. 6] Fig. 6 ist eine axiale Querschnittsansicht eines Aktuators gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[Fig. 7] Fig. 7 ist eine Vorderansicht eines festen Teils eines Encoders.

[Fig. 8A] **Fig. 8A** ist eine teilweise axiale Querschnittsansicht eines Aktuators gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[Fig. 8B] **Fig. 8B** ist eine radiale Querschnittsansicht des in **Fig. 7A** gezeigten Aktuators.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0011] Die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In den Zeichnungen wurden entsprechenden Bauteilen übereinstimmende Bezugszeichen zugewiesen.

[0012] **Fig. 1** zeigt eine axiale Querschnittsansicht eines Aktuators basierend auf einer ersten Ausführungsform. Der in **Fig. 1** dargestellte Aktuator 1 umfasst im Wesentlichen einen Motor 5, beispielsweise einen Servomotor, der aus einem Stator 10 und einem Rotor 20 besteht, sowie einen Encoder 40, der mit dem Motor 5 verbunden ist. Der Encoder 40, der eine Drehscheibe 41 umfasst, ist beispielsweise ein inkrementeller Encoder und gibt A-Phasen-, B-Phasen- und Z-Phasen-Signale aus. Der Encoder 40 kann ein optischer Encoder oder ein magnetischer Encoder sein.

[0013] Der Stator 10 umfasst einen Stator-Kern 11, der in einem Gehäuse 12 angeordnet ist. Der Stator-Kern 11 umfasst eine Mehrzahl von Spulen 13, die um die zentrale Achse des Motors 5 angeordnet sind. Der Rotor 20 ist drehbar innerhalb des Stator-Kerns 11 angeordnet. Der Rotor 20 umfasst einen Rotor-Kern 21 mit einer Mehrzahl von Magneten 22, z. B. Permanentmagneten, die an dessen Außenumfangsfläche angeordnet sind, und eine Hohlwelle 23, die sich integriert mit dem Rotor-Kern 21 auf der zentralen Achse des Motors 5 dreht. Die Hohlwelle 23 ist über Lager 51, 52 drehbar in dem Gehäuse 12 angeordnet.

[0014] **Fig. 2A** zeigt eine radiale Querschnittsansicht eines Gehäuses. Wie in **Fig. 2A** gezeigt, sind ein Paar von Passfedernuten 16 an der Innenumfangsfläche des Gehäuses 12 ausgebildet. Diese Passfedernuten 16 befinden sich an einander zugewandten Positionen in der Durchmesserrichtung des Gehäuses 12. Die Anzahl der Passfedernuten 16 beträgt vorzugsweise eins oder mehr. Eine Mehrzahl von Passfedernuten 16 kann in ungleichen Abständen in der Umfangsrichtung des Gehäuses 12 ausgebildet sein.

[0015] **Fig. 2B** zeigt eine radiale Querschnittsansicht eines Stator-Kerns. Wie in **Fig. 2B** dargestellt, sind eine Mehrzahl von Spulen 13 in gleichen Abständen auf der Seite der Innenumfangsfläche des Stator-Kerns 11 angebracht. Eine Mehrzahl von Nuten 17 sind an der Außenumfangsfläche des Sta-

tor-Kerns 11 an Positionen ausgebildet, die den mittleren Abschnitten der Mehrzahl von Spulen 13 entsprechen. Ferner sind parallele Passfedern 15, die sich parallel zu der axialen Richtung der Hohlwelle 23 erstrecken, in Paare von Nuten 17 eingesetzt, die einander in der Durchmesserrichtung des Stator-Kerns 11 entsprechen. Die Anzahl der parallelen Passfedern 15 beträgt vorzugsweise eine oder mehr und in **Fig. 2B** sind die parallelen Passfedern 15 in das Paar von Nuten 17 eingesetzt, die einander in Durchmesserrichtung zugewandt sind. Allerdings können die parallelen Passfedern 15 auch in andere Nuten 17 eingesetzt sein, die sich an Positionen befinden, die den Passfedernuten 16 entsprechen. Darüber hinaus können die Nuten 17 an Positionen ausgebildet sein, die sich von den mittleren Abschnitten der Spulen 13 unterscheiden, beispielsweise an Positionen, die den Zwischenräumen zwischen zwei benachbarten Spulen 13 entsprechen.

[0016] Die Positionen einer oder mehrerer Passfedernuten 16, die in dem Gehäuse 12 ausgebildet sind, sind im Voraus bekannt, und die Positionsbeziehung zwischen den Nuten 17 und den Spulen 13 ist ebenfalls im Voraus bekannt. Durch das Einführen einer oder mehrerer paralleler Passfedern 15 in die Nuten 17 des Stator-Kerns 11, so dass sie in solche Passfedernuten 16 eingreifen, ist es möglich, den relativen Winkel zwischen der Mehrzahl von Spulen 13 des Stator-Kerns 11 und dem Gehäuse 12 zu bestimmen. Daher dienen die eine oder mehreren parallelen Passfedern 15, die eine oder mehreren Passfedernuten 16 und die eine oder mehreren Nuten 17 als erste Struktur 19 zur Bestimmung des relativen Winkels zwischen der Mehrzahl von Spulen 13 des Stator-Kerns 11 und dem Gehäuse 12. Es ist zu beachten, dass ein ähnlicher Effekt auch dann erzielt werden kann, wenn die parallelen Passfedern 15 und die Nuten 17 integriert sind und ein Teil der parallelen Passfedern 15 als Vorsprung aus den Nuten 17 vorsteht.

[0017] Im Allgemeinen sind der Rotor-Kern 21 und die Hohlwelle 23 des Rotors 20 separate Elemente, die miteinander gekoppelt sind. In der ersten Ausführungsform sind jedoch, wie in **Fig. 1** zu sehen ist, die Hohlwelle 23 und der Rotor-Kern 21 integriert ausgebildet. Insbesondere sind die Hohlwelle 23 und der Rotor-Kern 21 ein einziges Element.

[0018] **Fig. 3** ist eine perspektivische Ansicht, die die Hohlwelle und die Drehscheibe zeigt. Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist zur genauen Erfassung der Z-Phase mit der Drehscheibe 41 eine feste Referenzposition P für die Drehscheibe 41, beispielsweise eine Markierung, auf einem Teil der Außenumfangsfläche der Hohlwelle 23 ausgebildet. Die Drehscheibe 41 ist an der Hohlwelle 23 so befestigt, dass die feste Referenzposition P für die Drehscheibe und ein zuvor an der Drehscheibe 41 ausge-

bildeter Z-Phasen-Schlitz S einander entsprechen. Typischerweise ist die Drehscheibe 41 an der Hohlwelle 23 so befestigt, dass die Umfangsposition der festen Referenzposition P für die Drehscheibe und die Umfangsposition des Z-Phasen-Schlitzes S übereinstimmen, wie später beschrieben wird.

[0019] Wie oben beschrieben, wird der relative Winkel zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns 21 und der festen Referenzposition P, die auf der Hohlwelle 23 vorgesehen ist, automatisch und fest bestimmt, da die Hohlwelle 23 und der Rotor-Kern 21 integriert geformt sind. Somit dienen die integriert geformte Hohlwelle 23 und der Rotor-Kern 21 als zweite Struktur 29 zur Bestimmung der Positionsbeziehung zwischen der festen Referenzposition P für die Drehscheibe der Hohlwelle 23 und den magnetischen Polen des Magneten 22, der auf dem Rotor-Kern 21 montiert ist.

[0020] Fig. 4 ist eine axiale Querschnittsansicht eines Aktuators, die ein Modifikationsbeispiel der zweiten Struktur detailliert zeigt. In dem in Fig. 4 gezeigten Aktuator 1' sind der Rotor-Kern 21 und die Hohlwelle 23 separate Elemente. Eine oder mehrere Nuten (nicht dargestellt) sind jeweils an der Innenumfangsfläche des Rotor-Kerns 21 und an der Außenumfangsfläche der Hohlwelle 23 ausgebildet.

[0021] Eine oder mehrere Passfedern 26, die sich parallel zur axialen Richtung der Hohlwelle 23 erstrecken, passen in die Nuten in dem Rotor-Kern 21 und der Hohlwelle 23, wodurch der Rotor-Kern 21 und die Hohlwelle 23 miteinander gekoppelt werden. Die Anzahl und die Positionen der Passfedern 26 sind ähnlich wie bei den oben beschriebenen Passfedern 15.

[0022] Da der Rotor-Kern 21 und die Hohlwelle 23 durch die parallelen Passfedern 26 und Nuten miteinander gekoppelt sind, wird der relative Winkel zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns 21 und der festen Referenzposition P, die auf der Hohlwelle 23 vorgesehen ist, automatisch und fest bestimmt. Somit dienen die Nuten, die an der Innenumfangsfläche des Rotor-Kerns 21 ausgebildet sind, die Nuten, die an der Außenumfangsfläche der Hohlwelle 23 ausgebildet sind, und die parallelen Passfedern 26 als die oben beschriebene zweite Struktur 29. Es ist zu beachten, dass ein ähnlicher Effekt erzielt werden kann, wenn die parallelen Passfedern 26 und die entsprechenden Nuten integriert sind und ein Teil der parallelen Passfedern 26 als Vorsprung aus den Nuten vorsteht.

[0023] Wie in Fig. 1 gezeigt, umfasst die Hohlwelle 23 eine Verlängerung 23A zwischen der Drehscheibe 41 und dem Motor 5, deren Dicke in der radialen Richtung der Hohlwelle 23 zu deren Inneren hin zunimmt. Die Verlängerung 23A ist an einem

Ende der Hohlwelle 23 auf der Seite des Encoders 40 ausgebildet. Aufgrund des Vorhandenseins einer solchen Verlängerung 23A ist der Innendurchmesser D1 der Hohlwelle 23 größer als der Innendurchmesser D2 der Verlängerung 23A. In einer Ausführungsform beträgt $(D1-D2)/D1$ vorzugsweise 0,1 bis 0,2. Die Länge und Dicke der Verlängerung 23A in der axialen Richtung der Hohlwelle 23 sind groß genug, um ein später beschriebenes festes Teil 35 der Drehscheibe aufzunehmen.

[0024] In Fig. 1 ist die Drehscheibe 41 des Encoders 40 an der Endfläche der Verlängerung 23A durch ein festes Teil 35 der Drehscheibe befestigt. Typischerweise ist das feste Teil 35 der Drehscheibe eine Kombination aus einer Mehrzahl von ersten Schrauben 35, die sich parallel zu der axialen Richtung der Hohlwelle 23 erstrecken, und einer Mehrzahl von Löchern, die in der Endfläche der Verlängerung 23A ausgebildet sind, so dass sie der Mehrzahl von ersten Schrauben 35 entsprechen. Es können jedoch auch andere Formen des festen Teils 35 der Drehscheibe verwendet werden, die eine Befestigung der Drehscheibe 41 an der Verlängerung 23A ermöglichen.

[0025] Somit kann in der ersten Ausführungsform die Drehscheibe 41 des Encoders 40 leicht mit der Endfläche der Hohlwelle 23 verbunden werden. Es ist zu beachten, dass die Anzahl der ersten Schrauben 35 und die Anzahl von Löchern unterschiedlich sein können und die ersten Schrauben 35 müssen nicht in gleichen Abständen in der Umfangsrichtung der Hohlwelle 23 angeordnet sein.

[0026] Fig. 5 ist eine weitere axiale Querschnittsansicht des in Fig. 1 gezeigten Aktuators. In Fig. 5 verläuft mindestens ein fadenförmiger Körper C, wie z. B. ein Kabel oder ein Rohr zur Zuführung von Energie, eines Signals oder eines Materials, durch den Aktuator 1 durch den Innenraum der Hohlwelle 23. Der mindestens eine fadenförmige Körper C ist durch Befestigungsteile (in den Fig. 1 und 5 nicht dargestellt) in der Nähe beider Enden des Aktuators 1 befestigt.

[0027] Wie aus den Fig. 1 und 5 ersichtlich ist, ist die Dicke der Verlängerung 23A ausreichend kleiner als der Innendurchmesser der Hohlwelle 23. Daher besteht selbst bei Ausbildung der Verlängerung 23A keine Notwendigkeit, die Anzahl von fadenförmigen Körpern C zu verringern, und die Durchbiegung dieser fadenförmigen Körper C kann beibehalten werden.

[0028] Streng genommen ist in den Fig. 1 und 5 die Drehscheibe 41 an der Endfläche der Verlängerung 23A über einen Buckel 25 durch eine Mehrzahl von ersten Schrauben 35 befestigt. Es ist vorzuziehen, dass der Buckel 25 an der Drehscheibe 41 mittels

Klebstoff oder dergleichen befestigt ist. Die Drehscheibe 41 kann direkt an der Endfläche der Verlängerung 23A befestigt sein. In diesem Fall kann die Drehscheibe 41 des Encoders leichter mit der Hohlwelle 23 verbunden werden. Es versteht sich, dass die Verlängerung 23A, die in der Verlängerung 23A ausgebildeten Löcher und die erste Schraube 35 als dritte Struktur 39 zur Bestimmung des relativen Winkels zwischen der Hohlwelle 23 und der Drehscheibe 41 dienen.

[0029] Fig. 6 ist eine axiale Querschnittsansicht eines Aktuators gemäß einer anderen Ausführungsform. Der Aktuator 1a in dieser anderen Ausführungsform umfasst anstelle der Verlängerung 23A eine Verlängerung 23B, die in Richtung der radial nach außen gerichteten Richtung der Hohlwelle 23 zwischen der Drehscheibe 41 und dem Motor 5 an Dicke zunimmt. Wie in Fig. 6 dargestellt, ist der Innendurchmesser D1 der Hohlwelle 23 gleich dem Innendurchmesser D2' der Verlängerung 23B. Mit anderen Worten, selbst wenn die Verlängerung 23B ausgebildet ist, ändert sich der Innendurchmesser der Hohlwelle 23 nicht über die gesamte Hohlwelle 23 hinweg. Die Drehscheibe 41 des Encoders 40 ist an der Endfläche der Verlängerung 23B durch eine Mehrzahl von ersten Schrauben 35 befestigt, die sich parallel zu der axialen Richtung der Hohlwelle 23 erstrecken.

[0030] Da in diesem Fall der Innendurchmesser der Verlängerung 23B gleich dem Innendurchmesser des anderen Abschnitts der Hohlwelle 23 ist, können ein oder mehrere fadenförmige Körper C mit mehr Spielraum durch die Hohlwelle 23 hindurchtreten als in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform. Ferner umfasst der Umfang der vorliegenden Offenbarung, wie oben beschrieben, auch den Fall, in dem die Drehscheibe 41 ohne den Buckel 25 direkt an der Endfläche der Verlängerung 23B befestigt ist. Ferner umfasst der Umfang der vorliegenden Offenbarung auch den Fall, in dem sowohl die Verlängerung 23A als auch die Verlängerung 23B an einem Ende der Hohlwelle 23 ausgebildet sind.

[0031] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 detektiert eine auf einem Substrat 49 des Encoders 40 vorgesehene Detektionseinheit 42 durch ein bekanntes Verfahren eine absolute Position PA1 innerhalb einer Umdrehung und eine Gesamtzahl von Umdrehungen PB1 der Hohlwelle 23. Die erfasste Information wird in einem Speicher (nicht dargestellt), beispielsweise einem flüchtigen Speicher, gespeichert.

[0032] Fig. 7 ist eine Vorderansicht eines festen Teils des Encoders. Wie aus den Fig. 1 und 7 ersichtlich ist, ist eine Mehrzahl von Schlitz 46 in dem Substrat 49 des festen Teils 43 des Encoders 40 ausgebildet. Der Abschnitt eines jeden Schlitzes 46, der sich in der Umfangsrichtung der Hohlwelle 23

erstreckt, ist länger als der Abschnitt, der sich in der radialen Richtung der Hohlwelle 23 erstreckt. Ein typischer Schlitz 46 ist oval oder elliptisch, kann aber auch andere Formen aufweisen.

[0033] Eine Mehrzahl von zweiten Schrauben 45 sind in die Mehrzahl von Schlitz 46 des Substrats 49 eingesetzt und an dem Gehäuse 12 befestigt. Zu diesem Zweck sind Löcher für die Mehrzahl von zweiten Schrauben 45 in dem Gehäuse 12 ausgebildet. Es ist vorzuziehen, dass sich die zweiten Schrauben 45 parallel zu der axialen Richtung der Hohlwelle 23 erstrecken. Da die Schlitz 46 nicht kreisförmig sind, kann die Position des festen Teils 43 des Encoders nach dem Einschrauben der zweiten Schrauben 45 in der Umfangsrichtung innerhalb des Bereichs der Umfangslängen der Schlitz 46 fein eingestellt werden.

[0034] Da sich die Detektionseinheit 42 in einer vorgegebenen Position relativ zu dem festen Teil 43 des Encoders 40 befindet, kann die Detektionseinheit 42 an einer gewünschten Position relativ zu dem Gehäuse 12 angeordnet werden. Somit definieren die zweiten Schrauben 45 und Schlitz 46 sowie die Löcher im Gehäuse 12 einen relativen Winkel zwischen dem Gehäuse 12 und der Detektionseinheit 42 und dienen als vierte Struktur 48 zur Einstellung des relativen Winkels. Die vierte Struktur 48 lässt Raum, die Position der Detektionseinheit 42 in der Drehrichtung anzupassen, nachdem der Encoder 40 befestigt wurde.

[0035] Fig. 8A ist eine teilweise axiale Querschnittsansicht eines Aktuators gemäß einer anderen Ausführungsform und Fig. 8B ist eine radiale Querschnittsansicht des in Fig. 8A gezeigten Aktuators. Der Einfachheit halber wurde der Encoder 40 in Fig. 8A weggelassen. Ein Gehäuse 12 des in Fig. 8A gezeigten Aktuators 1b weist eine Mehrzahl von Durchgangslöchern auf, die parallel zu der axialen Richtung der Hohlwelle 23 ausgebildet sind. Der Stator-Kern 11 weist einen Flansch 11a auf, der sich in der radialen Richtung der Hohlwelle 23 nach außen zu der Außenumfangsfläche des Gehäuses 12 erstreckt.

[0036] Wie in Fig. 8A gezeigt, ist der Flansch 11a so konfiguriert, dass er mit einem gekerbten Abschnitt des Gehäuses 12 in Eingriff steht. Mit anderen Worten, der Flansch 11a ist zwischen dem Gehäuse 12 von der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite in der axialen Richtung der Hohlwelle 23 angeordnet.

[0037] Der Flansch 11a des Stator-Kerns 11 weist auch eine Mehrzahl von Durchgangslöchern auf, die den Durchgangslöchern des Gehäuses 12 entsprechen, die darin ausgebildet sind. Mit anderen Worten, die Mehrzahl von Durchgangslöchern des

Flansches 11a ist mit der entsprechenden Mehrzahl von Durchgangslöchern des Gehäuses 12 verbunden.

[0038] In jedem Durchgangsloch des Flansches 11a ist eine Spannstange TL positioniert. Die Länge der Spannstange TL ist länger als die Länge des Flansches 11a in der axialen Richtung der Hohlwelle 23 und kürzer als die Länge des Gehäuses 12 in der axialen Richtung der Hohlwelle 23. Daher erreichen beide Enden einer jeden Spannstange TL nicht beide Enden des Gehäuses 12 in der axialen Richtung der Hohlwelle 23.

[0039] Wie aus **Fig. 8B** ersichtlich ist, sind die Mehrzahl von Spannstäben TL in gleichen Abständen in der Umfangsrichtung der Hohlwelle 23 angeordnet. Die Mehrzahl von Spannstäben TL kann jedoch in ungleichen Abständen in der Umfangsrichtung der Hohlwelle 23 angeordnet sein.

[0040] Ferner sind, wie in **Fig. 8A** gezeigt, eine Mehrzahl von Spannbolzen TB in die Durchgangslöcher von beiden Enden des Gehäuses 12 in der axialen Richtung der Hohlwelle 23 eingeführt und mit jeder der Spannstäben TL gekoppelt. Zu diesem Zweck ist es vorzuziehen, dass beide Enden einer jeden der Spannstäben TL ein Innengewinde aufweisen. Auf diese Weise sichern die Mehrzahl von Spannbolzen TB und die Mehrzahl von Spannstäben TL das Gehäuse 12 und den Stator-Kern 11 aneinander.

[0041] Somit ist der relative Winkel zwischen den Spulen 13 des Stator-Kerns 11 und dem Gehäuse 12 fest bestimmt. Mit anderen Worten, der Flansch 11a, die Spannstäben TL und die Spannbolzen TB dienen als erste Struktur 19. Es ist zu beachten, dass die Spannstäben TL nicht vorhanden sein können und die Spannbolzen TB können so konfiguriert sein, dass sie in Gewinde eingeschraubt sind, die in den Durchgangslöchern des Flansches 11a und der Innenfläche der Durchgangslöcher des Gehäuses 12 ausgebildet sind.

[0042] Ferner kann in einer nicht dargestellten Ausführungsform eine Mehrzahl von Spannstäben TL verwendet werden, die länger als die Länge des Gehäuses 12 in der axialen Richtung der Hohlwelle 23 sind und an ihren beiden Enden ein Außengewinde aufweisen. In diesem Fall stehen die Abschnitte mit Außengewinde der Mehrzahl von Spannstäben TL von beiden Enden des Durchgangslochs vor, und anstelle der Spannbolzen TB werden Muttern auf die Abschnitte mit Außengewinde geschraubt.

[0043] Alternativ können in einer anderen nicht dargestellten Ausführungsform die Spannstäben TL weggelassen werden und eine Mehrzahl von Bolzen

verwendet werden, die länger als die Länge des Gehäuses 12 in axialer Richtung der Hohlwelle 23 sind. Die Bolzen werden dann in zuvor in den Durchgangslöchern des Flansches 11a und des Gehäuses 12 ausgebildeten Innengewinde eingeschraubt.

[0044] In diesen nicht dargestellten Ausführungsformen kann der relative Winkel zwischen den Spulen 13 des Stator-Kerns 11 und dem Gehäuse 12 auf die gleiche Weise wie oben beschrieben fest bestimmt werden. Somit dienen die Muttern und Bolzen auch als erste Struktur 19.

[0045] Wie oben beschrieben, wird in der vorliegenden Offenbarung der relative Winkel zwischen der Mehrzahl von Spulen 13 des Stator-Kerns 11 und dem Gehäuse 12 durch die erste Struktur 19 bestimmt, der relative Winkel zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns 21 und der festen Referenzposition der Drehscheibe 41, die auf der Welle 23 vorgesehen ist, wird durch die zweite Struktur 29 bestimmt, der relative Winkel zwischen der Welle 23 und der Drehscheibe 41 wird durch die dritte Struktur 39 bestimmt und der relative Winkel zwischen dem Gehäuse 12 und der Detektionseinheit 42 wird durch die vierte Struktur 48 bestimmt und kann durch die vierte Struktur 48 eingestellt werden. Daher kann der Winkel der Z-Phase der Encoder-Einheit genau eingestellt werden.

Aspekte der vorliegenden Offenbarung

[0046] Gemäß einem ersten Aspekt wird ein Aktuator bereitgestellt, der einen Stator umfasst, wobei der Stator ein Gehäuse und einen Stator-Kern umfasst, der in dem Gehäuse befestigt ist und um den eine Mehrzahl von Spulen gewickelt sind, wobei der Aktuator ferner einen Rotor umfasst, der so angeordnet ist, dass er dem Stator zugewandt ist, wobei der Rotor einen Rotor-Kern zur Bildung einer Mehrzahl von magnetischen Polen und eine Welle umfasst, die mit dem Rotor-Kern verbunden ist, wobei der Aktuator ferner eine Encoder-Einheit umfasst, wobei die Encoder-Einheit eine Drehscheibe, die mit der Welle verbunden ist, eine Detektionseinheit zur Detektion einer Drehung der Drehscheibe und ein festes Teil umfasst, das in dem Gehäuse befestigt ist, wobei der Aktuator ferner eine erste Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen der Mehrzahl von Spulen des Stator-Kerns und dem Gehäuse, eine zweite Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns und einer festen Referenzposition der auf der Welle bereitgestellten Drehscheibe, eine dritte Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen der Welle und der Drehscheibe und eine vierte Struktur zur Bestimmung und Anpassung eines relativen Winkels zwischen dem Gehäuse und der Detektionseinheit umfasst.

[0047] Gemäß einem zweiten Aspekt umfasst die dritte Struktur in dem ersten Aspekt eine Mehrzahl von ersten Schrauben zur Befestigung eines an der Drehscheibe angebrachten Buckels oder der Drehscheibe und der Welle und eine Mehrzahl von Schraubenlöchern, die in der Welle ausgebildet sind, um mit den ersten Schrauben in Eingriff zu stehen.

[0048] Gemäß einem dritten Aspekt umfasst die vierte Struktur in dem ersten oder zweiten Aspekt eine Mehrzahl von Schlitzten, die in dem festen Teil der Encoder-Einheit ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von zweiten Schrauben, die in die jeweiligen Schlitzte eingesetzt sind.

[0049] Gemäß einem vierten Aspekt umfasst die erste Struktur in einem der ersten bis dritten Aspekte eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Stator-Kern und dem Gehäuse ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von parallelen Passfedern, um mit den jeweiligen Passfedernuten in Eingriff zu stehen.

[0050] Gemäß einem fünften Aspekt umfasst die erste Struktur in einem der ersten bis dritten Aspekte eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Gehäuse oder dem Stator-Kern ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von Vorsprüngen, die in dem anderen des Gehäuses und des Stator-Kerns vorgesehen sind, um mit den jeweiligen Passfedernuten in Eingriff zu stehen.

[0051] Gemäß einem sechsten Aspekt umfasst die erste Struktur in dem ersten Aspekt einen Flansch, der an dem Stator-Kern vorgesehen ist und mit dem Gehäuse in Eingriff steht, eine Mehrzahl von Durchgangslöchern, die in dem Gehäuse und dem Flansch ausgebildet und miteinander verbunden sind, und eine Mehrzahl von Spannbolzen, die in die Mehrzahl von Durchgangslöchern geschraubt sind.

[0052] Gemäß einem siebten Aspekt umfasst die zweite Struktur in einem der ersten bis sechsten Aspekte eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Rotor-Kern und der Welle ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von parallelen Passfedern, die mit der jeweiligen Mehrzahl von Passfedernuten in Eingriff stehen.

[0053] Gemäß einem achten Aspekt umfasst die zweite Struktur in einem der ersten bis sechsten Aspekte eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Rotor-Kern oder der Welle ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von Vorsprüngen, die in dem anderen des Rotor-Kerns und der Welle vorgesehen sind und mit jeder der Mehrzahl von Passfedernuten in Eingriff stehen.

[0054] Gemäß einem neunten Aspekt sind in einem der ersten bis sechsten Aspekte der Rotor-Kern und die Welle integral in der zweiten Struktur ausgebildet.

[0055] Gemäß einem zehnten Aspekt ist in einem der ersten bis neunten Aspekte der Encoder ein optischer Encoder oder ein magnetischer Encoder.

Auswirkungen der Aspekte

[0056] In dem ersten Aspekt kann der Z-Phasenwinkel der Encodereinheit genau eingestellt werden.

[0057] In dem zweiten Aspekt kann der relative Winkel zwischen der Welle und der Drehscheibe fest bestimmt werden.

[0058] In dem dritten Aspekt wird der relative Winkel zwischen dem Gehäuse und der Detektionseinheit bestimmt und der relative Winkel wird nach der Installation des Encoders eingestellt.

[0059] In dem vierten Aspekt kann der relative Winkel zwischen der Mehrzahl von Spulen des Stator-Kerns und dem Gehäuse fest bestimmt werden.

[0060] In dem fünften Aspekt kann der relative Winkel zwischen der Mehrzahl von Spulen des Stator-Kerns und dem Gehäuse fest bestimmt werden.

[0061] In dem sechsten Aspekt kann der relative Winkel zwischen der Mehrzahl von Spulen des Stator-Kerns und dem Gehäuse fest bestimmt werden.

[0062] In dem siebten Aspekt kann der Winkel zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns und der Welle fest bestimmt werden.

[0063] In dem achten Aspekt kann der Winkel zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns und der Welle fest bestimmt werden.

[0064] In dem neunten Aspekt kann die zweite Struktur leicht konstruiert werden.

[0065] Obwohl die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ausführlich beschrieben wurden, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die oben beschriebenen einzelnen Ausführungsformen beschränkt. Im Rahmen des Geistes der Erfindung oder im Rahmen der Idee und des Zwecks der vorliegenden Erfindung, die sich aus dem in den Ansprüchen beschriebenen Inhalt und ihren Äquivalenten ableiten, können an diesen Ausführungsformen verschiedene Ergänzungen, Ersetzungen, Modifikationen oder teilweise Streichungen vorgenommen werden. Zum Beispiel sind die Reihenfolge der einzelnen Vorgänge und die Reihenfolge der einzelnen Prozesse der oben beschriebenen Ausführungsformen als Beispiele dargestellt und nicht auf

diese beschränkt. Dasselbe gilt, wenn in der Beschreibung der oben beschriebenen Ausführungsformen numerische Werte oder Formeln verwendet werden. Darüber hinaus sind geeignete Kombinationen einiger der oben beschriebenen Ausführungsformen im Umfang der vorliegenden Offenbarung umfasst.

TL

Spannstange

TB

Spannbolzen

Bezugszeichenliste

1, 1a	Aktuator
5	Motor
10	Stator
11	Stator-Kern
11a	Flansch
12	Gehäuse
13	Spule
15	parallele Passfeder
19	erste Struktur
20	Rotor
21	Rotor-Kern
22	Magnet
23	Hohlwelle
23A, 23B	Verlängerung
25	Buckel
26	parallele Passfeder
29	zweite Struktur
30	Untersetzungsgetriebe
31	Niedriggeschwindigkeitsrohr
32	Abtriebswelle
35	erste Schraube
39	dritte Struktur
40	Encoder
41	Drehscheibe
42	Detektionseinheit
43	festes Teil des Encoders
46	Schlitz
48	vierte Struktur
49	Substrat
51, 52	Lager
61, 62	festes Teil
C	fadenförmiger Körper
P	festen Referenzposition
S	Z-Phasenschlitz

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2017-203645 [0002, 0003]

Patentansprüche

1. Aktuator, der umfasst:
 - einen Stator, wobei
 - der Stator ein Gehäuse und einen Stator-Kern umfasst, der in dem Gehäuse befestigt ist und um den eine Mehrzahl von Spulen gewickelt sind, wobei der Aktuator ferner umfasst:
 - einen Rotor, der so angeordnet ist, dass er dem Stator zugewandt ist, wobei der Rotor einen Rotor-Kern zur Bildung einer Mehrzahl von magnetischen Polen und eine Welle umfasst, die mit dem Rotor-Kern verbunden ist, wobei der Aktuator ferner umfasst:
 - eine Encoder-Einheit, wobei
 - die Encoder-Einheit eine Drehscheibe, die mit der Welle verbunden ist, eine Detektionseinheit zur Detektion einer Drehung der Drehscheibe und ein festes Teil umfasst, das in dem Gehäuse befestigt ist, wobei der Aktuator ferner umfasst:
 - eine erste Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen der Mehrzahl von Spulen des Stator-Kerns und dem Gehäuse,
 - eine zweite Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen den magnetischen Polen des Rotor-Kerns und einer festen Referenzposition der auf der Welle bereitgestellten Drehscheibe,
 - eine dritte Struktur zur Bestimmung eines relativen Winkels zwischen der Welle und der Drehscheibe und
 - eine vierte Struktur zur Bestimmung und Einstellung eines relativen Winkels zwischen dem Gehäuse und der Detektionseinheit.
2. Aktuator nach Anspruch 1, wobei die dritte Struktur eine Mehrzahl von ersten Schrauben zur Befestigung eines an der Drehscheibe angebrachten Buckels oder der Drehscheibe und der Welle und eine Mehrzahl von Schraubenlöchern umfasst, die in der Welle ausgebildet sind, um mit den ersten Schrauben in Eingriff zu stehen.
3. Aktuator nach Anspruch 1 oder 2, wobei die vierte Struktur eine Mehrzahl von Schlitzten, die in dem festen Teil der Encoder-Einheit ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von zweiten Schrauben umfasst, die in die jeweiligen Schlitzte eingesetzt sind.
4. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste Struktur eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Stator-Kern und dem Gehäuse ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von parallelen Passfedern umfasst, um mit den jeweiligen Passfedernuten in Eingriff zu stehen.
5. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste Struktur eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Gehäuse oder dem Stator-Kern ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von Vorsprüngen umfasst, die in dem anderen des Geh-

äuses und des Stator-Kerns vorgesehen sind, um mit den jeweiligen Passfedernuten in Eingriff zu stehen.

6. Aktuator nach Anspruch 1, wobei die erste Struktur einen Flansch, der an dem Stator-Kern vorgesehen ist und mit dem Gehäuse in Eingriff steht, eine Mehrzahl von Durchgangslöchern, die in dem Gehäuse und dem Flansch ausgebildet und miteinander verbunden sind, und eine Mehrzahl von Spannbolzen umfasst, die in die Mehrzahl von Durchgangslöchern geschraubt sind.

7. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die zweite Struktur eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Rotor-Kern und in der Welle ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von parallelen Passfedern umfasst, die mit der jeweiligen Mehrzahl von Passfedernuten in Eingriff stehen.

8. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die zweite Struktur eine Mehrzahl von Passfedernuten, die in dem Rotor-Kern oder der Welle ausgebildet sind, und eine Mehrzahl von Vorsprüngen umfasst, die in dem anderen des Rotor-Kerns und der Welle vorgesehen sind und mit jeder der Mehrzahl von Passfedernuten in Eingriff stehen.

9. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Rotor-Kern und die Welle integral in der zweiten Struktur ausgebildet sind.

10. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Encoder ein optischer Encoder oder ein magnetischer Encoder ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Fig. 1

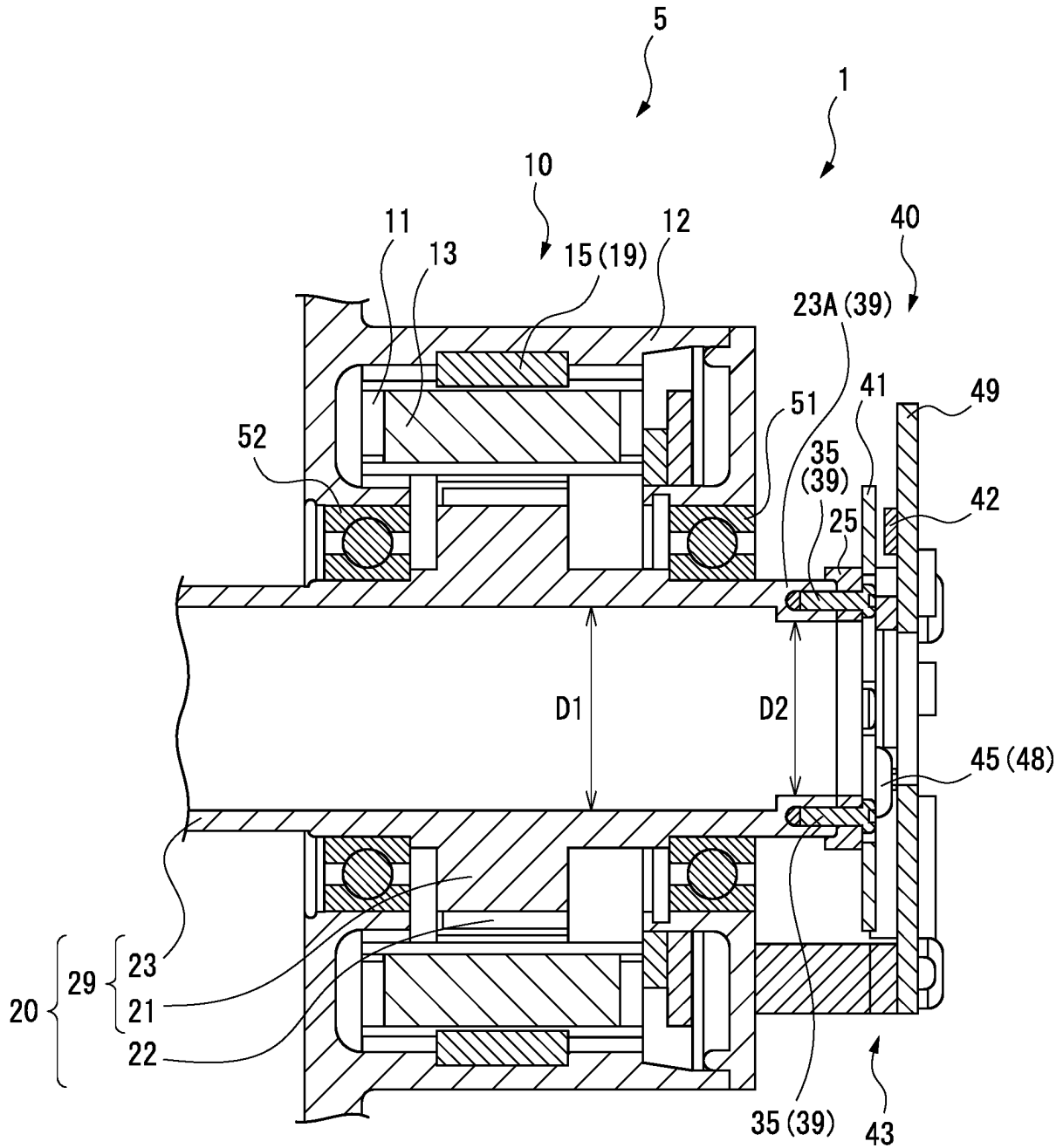


Fig. 2A

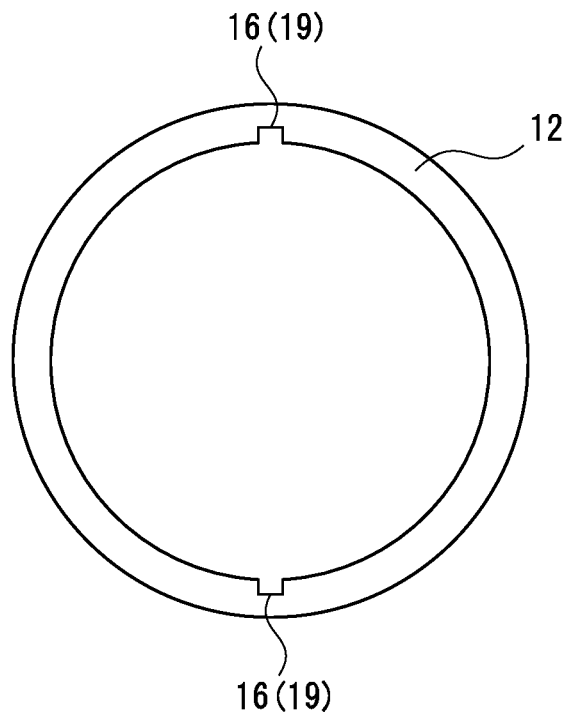


Fig. 2B

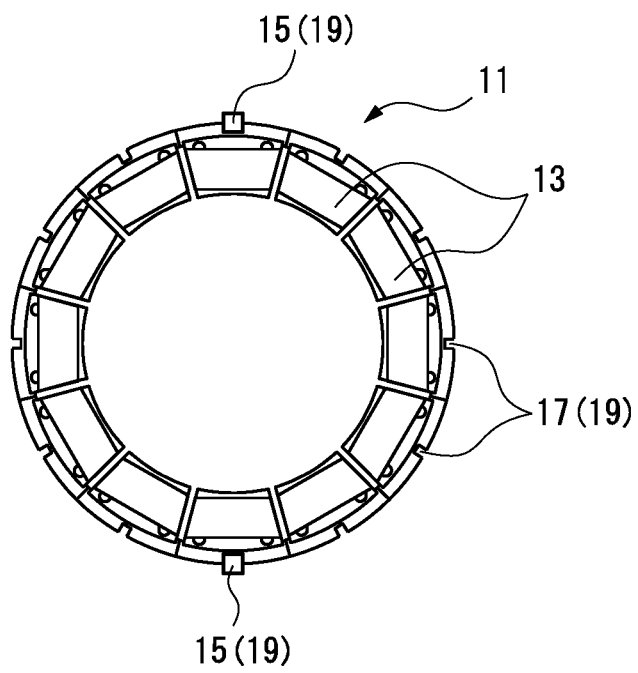


Fig. 3

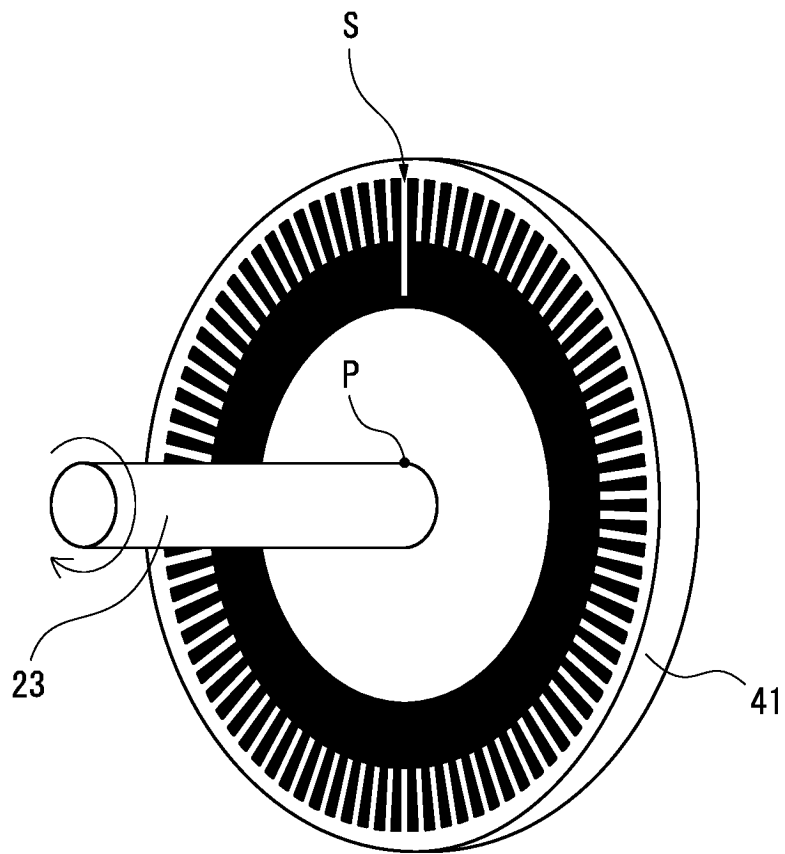


Fig. 4

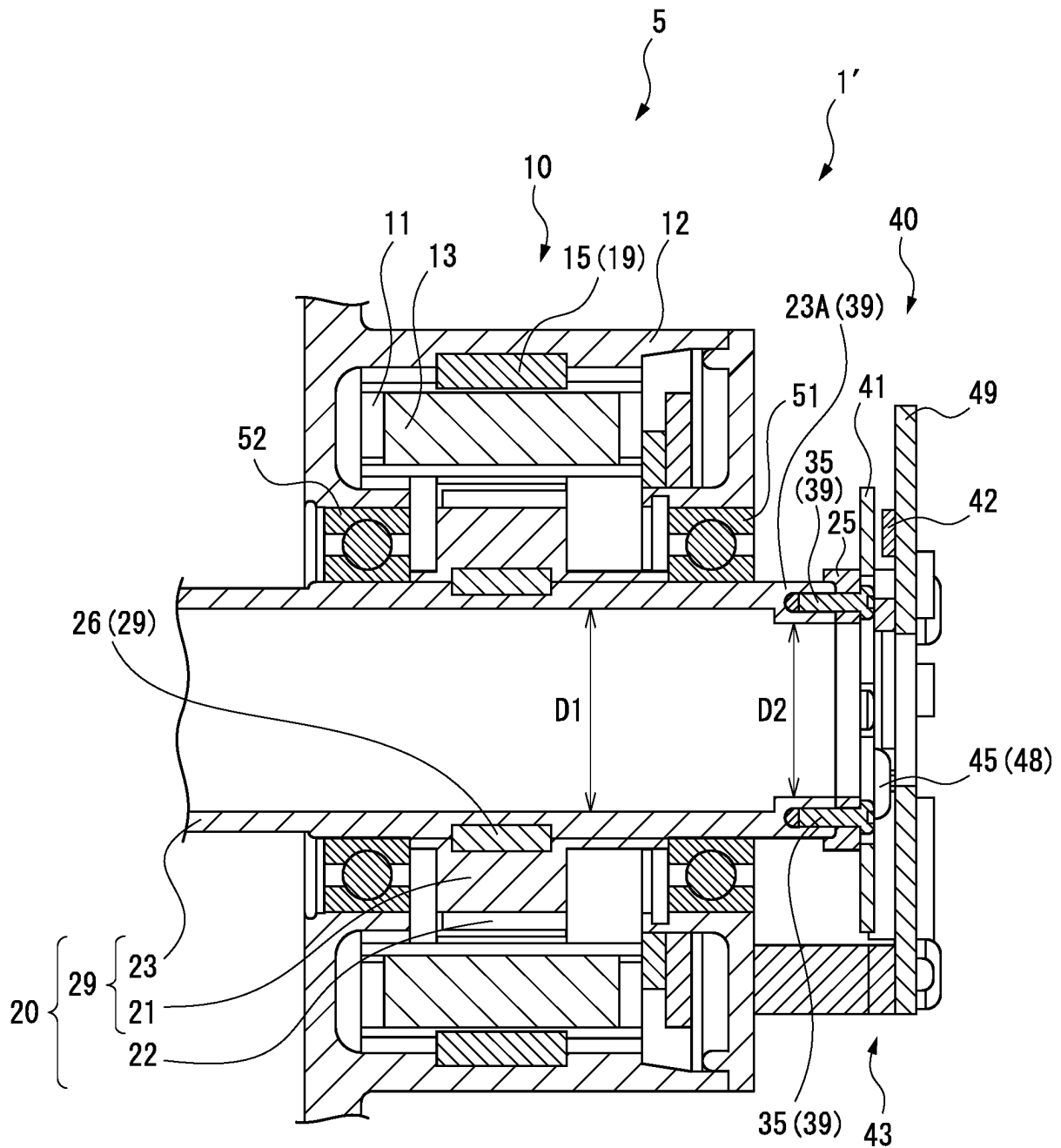


Fig. 5

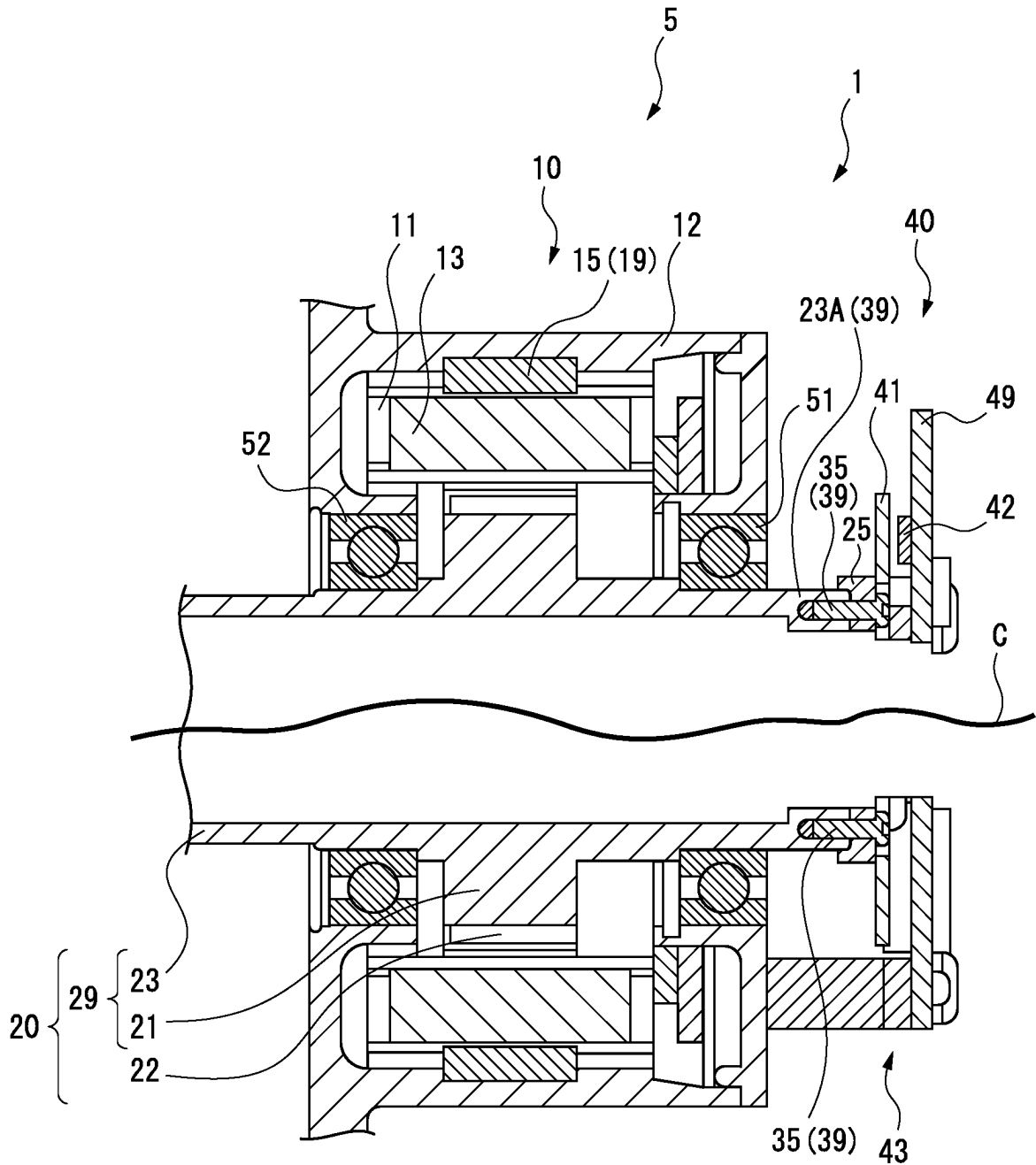


Fig. 6

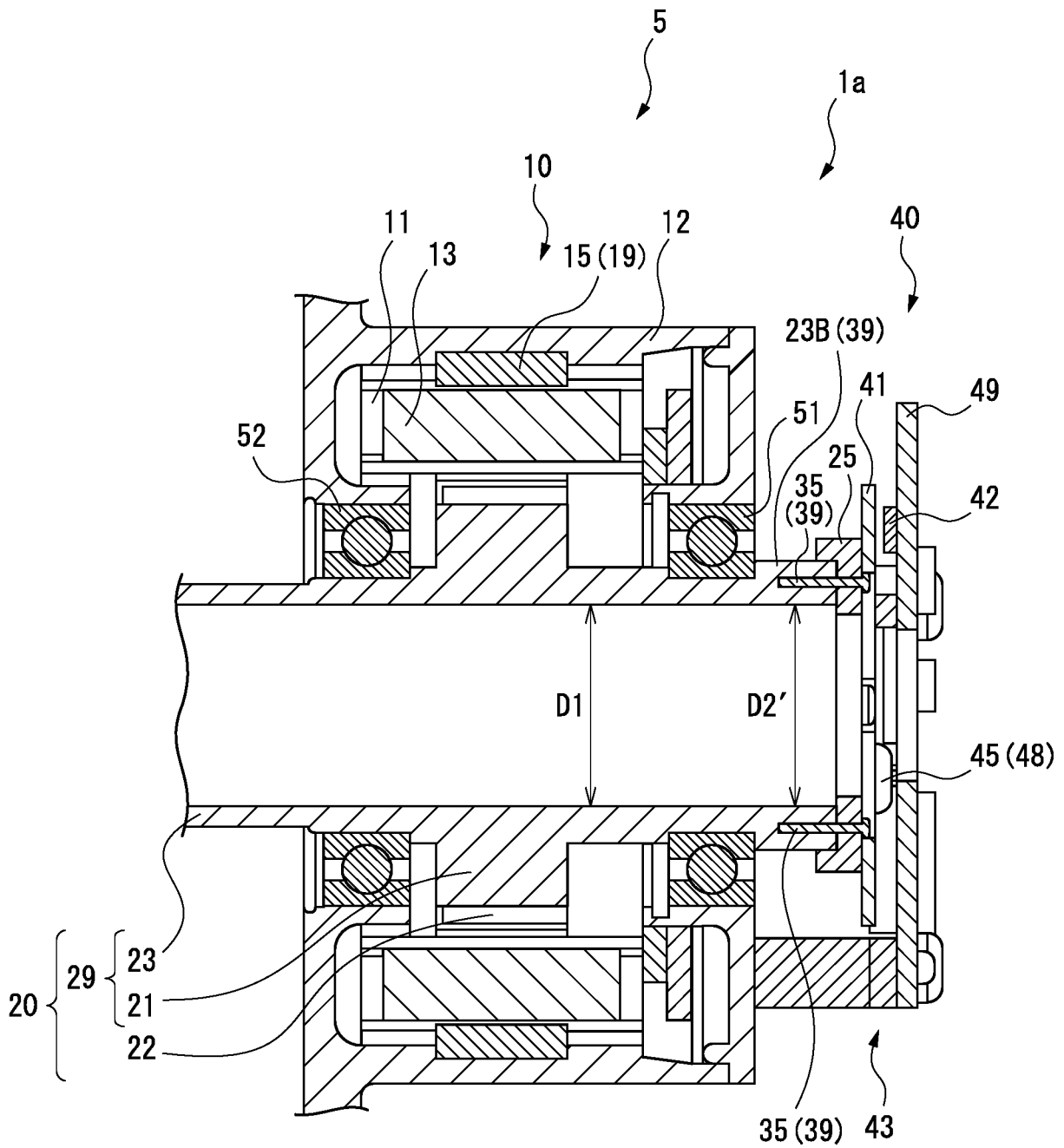


Fig. 7

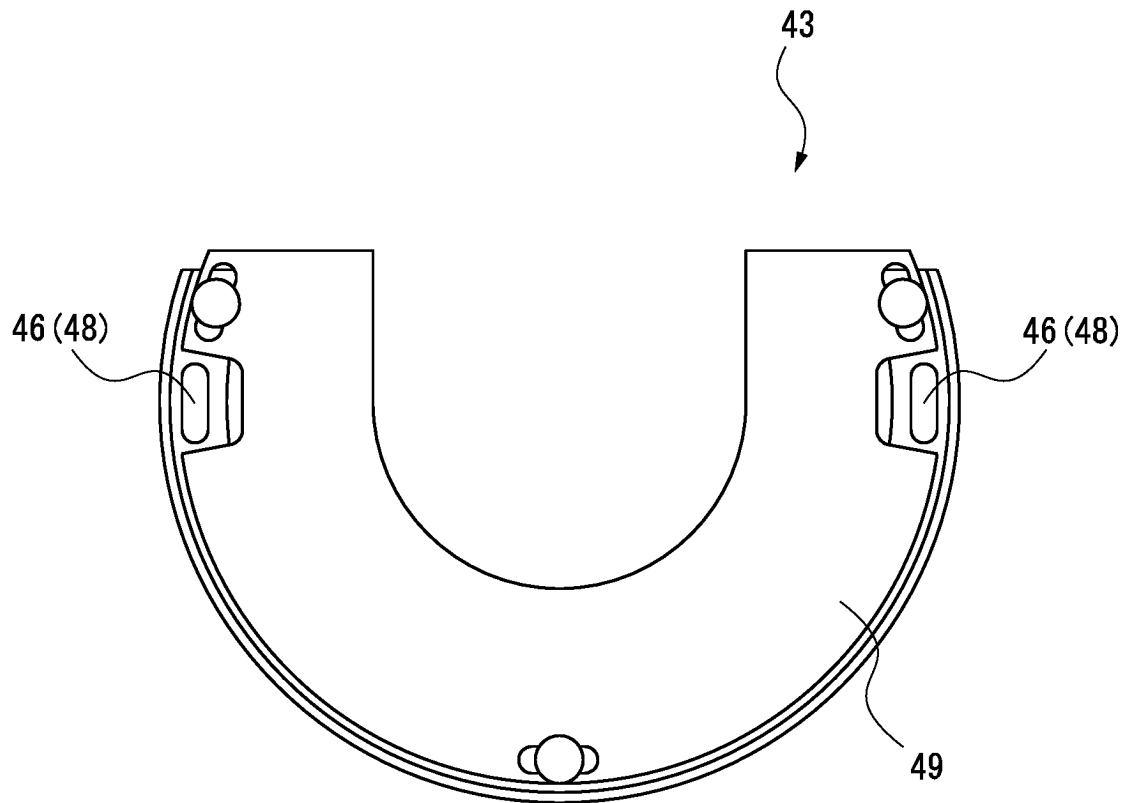


Fig. 8A

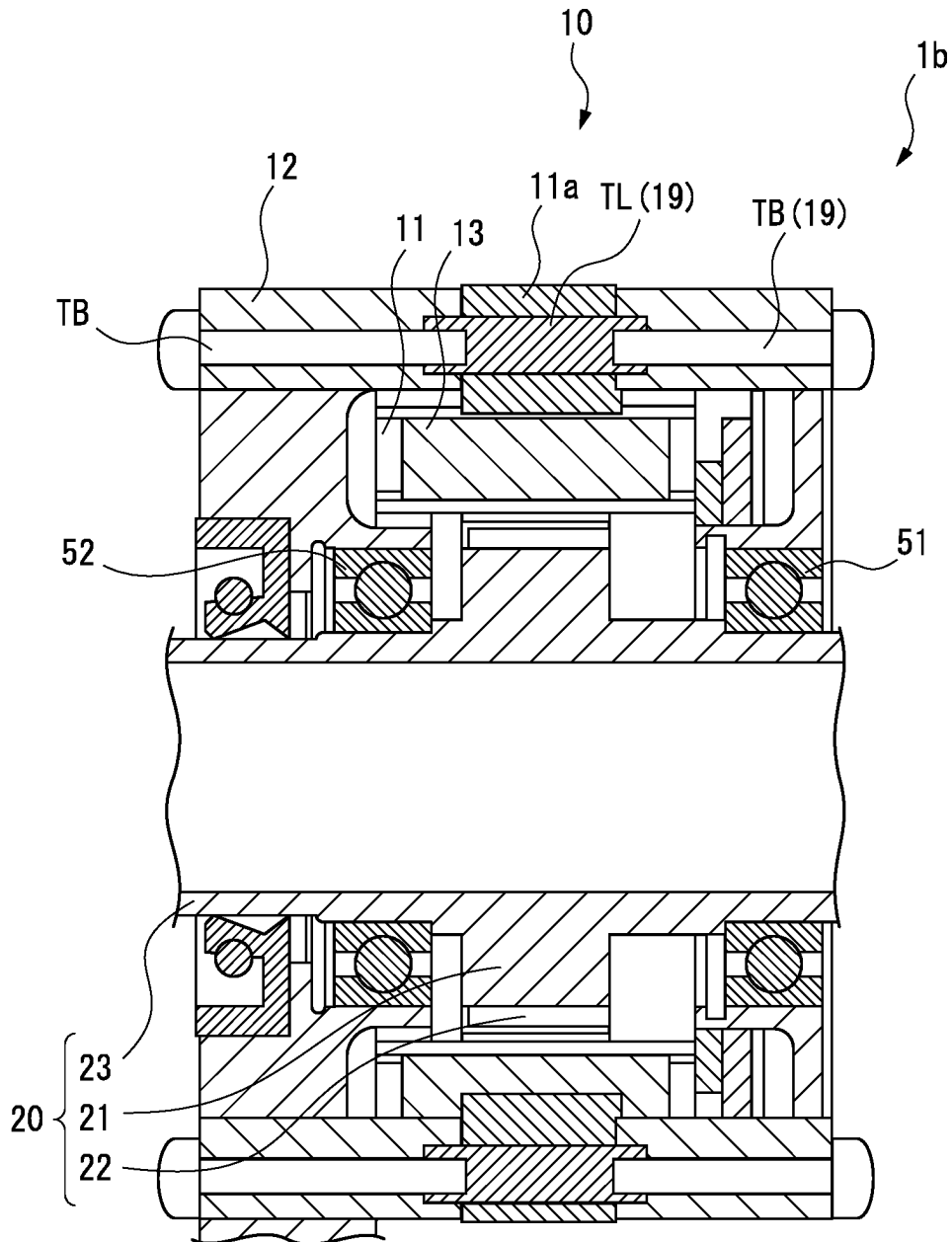


Fig. 8B

