



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/204016**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 000 635.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/013952**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.04.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.10.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **21.11.2024**

(51) Int Cl.: **F16H 25/22 (2006.01)**
B60T 13/74 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2022-071135 22.04.2022 JP

(74) Vertreter:
**SSM Sandmair Patentanwälte Rechtsanwalt
Partnerschaft mbB, 81829 München, DE**

(71) Anmelder:
NSK Ltd., Tokyo, JP

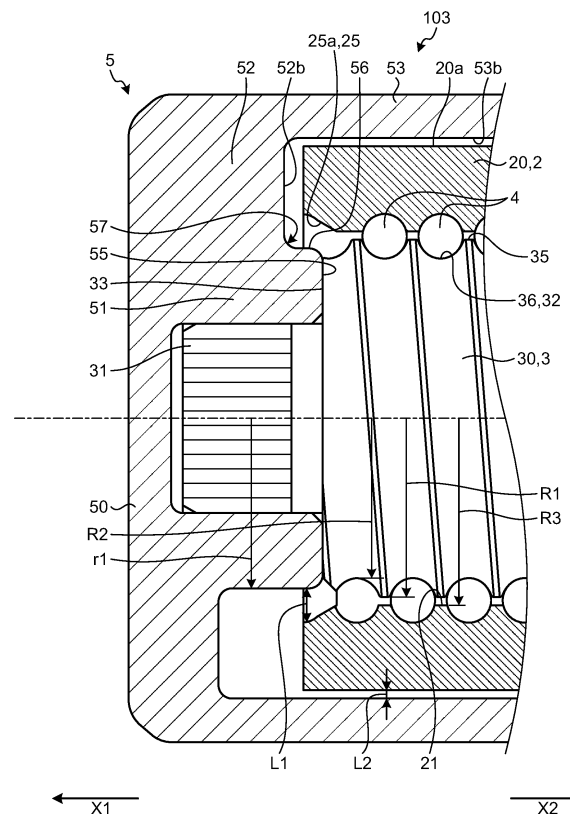
(72) Erfinder:
Sakai, Motoshi, Fujisawa-shi, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **LINEARAKTUATOR**

(57) Zusammenfassung: Ein Linearaktuator der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Kugelgewindetrieb, einen Kolben und einen Drehanschlag. Eine Gewindespindel umfasst einen Gewindespindelkörper, einen Außenverzahnungsabschnitt und eine Stufenfläche. Eine Mutter weist eine erste Stirnfläche, einen ersten Öffnungsabschnitt und einen ersten Anschlag auf. Der Kolben umfasst einen Kolbenkörper, einen zylindrischen Abschnitt, der eine zylindrische Form hat, in einer zweiten Richtung von einem zentralen Abschnitt einer Gegenfläche vorsteht und auf dem Außenverzahnungsabschnitt sitzt, und einen zweiten Anschlag, der in die zweite Richtung von der Gegenfläche vorsteht. Der erste Anschlag und der zweite Anschlag liegen aneinander an und bilden den Drehanschlag, wenn sich die Gewindespindel in einer Ausgangsposition befindet. Die Stufenfläche ist bezogen auf den ersten Abschnitt in der zweiten Richtung angeordnet und befindet sich innerhalb der Mutter, wenn sich die Gewindespindel in der Ausgangsposition befindet. Der zylindrische Abschnitt steht bezogen auf den zweiten Anschlag in die zweite Richtung vor und liegt an der Stufenfläche an. Eine Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts hat einen größeren Durchmesser als ein Nutgrund einer Außenumfangsfläche.



Beschreibung**Zusammenfassung**

Technisches Gebiet

Technisches Problem

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf einen Linearaktuator.

Technischer Hintergrund

[0002] Ein Linearaktuator umfasst einen Kugelgewindetrieb, der eine Drehbewegung in eine lineare Bewegung umwandelt. Darüber hinaus kann in dem Linearaktuator ein Kugelgewindetrieb in einer Weise verwendet werden, dass die Drehbewegung auf eine Mutter übertragen und eine Gewindespindel in eine Axialrichtung bewegt wird. Wenn sich die Gewindespindel wie oben beschrieben in die Axialrichtung bewegt, wird ein in die Axialrichtung zu bewegendes Objekt, wie z. B. ein Kolben, an einem Endabschnitt der Gewindespindel befestigt. Außerdem weist der Linearaktuator einen Drehanschlag auf, um die Gewindespindel in einer Ausgangsposition anzuordnen.

[0003] Ein Drehanschlag der Patentliteratur 1 umfasst im Folgenden einen ersten Anschlag, der an einer Stirnfläche einer Mutter vorgesehen ist, und einen zweiten Anschlag, der mit einem Endabschnitt einer Gewindespindel verbunden ist. Der zweite Anschlag umfasst einen zylindrischen Abschnitt mit einer zylindrischen Form, der in den Endabschnitt der Gewindespindel eingepasst ist, und einen Vorsprung, der in radialer Richtung von einer Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts nach außen ragt. Der erste Anschlag dreht sich zusammen mit der Mutter. Wenn der zweite Anschlag in einen Bereich des rotierenden ersten Anschlags eintritt, kommen der erste Anschlag und der zweite Anschlag miteinander in Kontakt. Dadurch wird die Drehung der Mutter gestoppt und die Gewindespindel in eine Ausgangsstellung gebracht. In der folgenden Patentliteratur 1 ist an der Basis des Vorsprungs des zweiten Anschlags ein sich in eine Axialrichtung ausdehnender Abschnitt vorgesehen. Man beachte, dass der sich ausdehnende Abschnitt der Patentliteratur 1 im Folgenden eine R-Form hat. Das heißt, die Basis des Vorsprungs des zweiten Anschlags nimmt in Axialrichtung zum zylindrischen Teil hin an Dicke zu. Dadurch wird die Stabilität des Vorsprungs des zweiten Anschlags erhöht, und der Vorsprung wird auch dann nicht beschädigt, wenn aufgrund des Kontakts mit dem ersten Anschlag eine große Last einwirkt.

Zitierliste

Patentliteratur

[0004] Patentliteratur 1: Veröffentlichte japanische Patentanmeldung Nr. 2021-42801

[0005] In dem Linearaktuator der Patentliteratur 1 ist der sich ausdehnende Abschnitt zwischen einer Kante eines Öffnungsabschnitts der Mutter und dem zylindrischen Abschnitt des zweiten Anschlags angeordnet. Das heißt, das Spaltmaß zwischen der Kante des Öffnungsabschnitts und dem zylindrischen Abschnitt ist groß. Dadurch kann innerhalb der Mutter befindliches Fett einfach nach außen fließen.

[0006] Darüber hinaus kann sich Fett an einer Innenumfangsseite des Randes des Öffnungsbereichs der Mutter ansammeln. Wenn also die Gewindespindel bewegt wird und das Vorsprungsmaß der Gewindespindel aus der Mutter verringert wird, muss eine große Menge Fett vom Rand des Öffnungsbereichs in das Innere der Mutter zurückgeführt werden.

[0007] Die vorliegende Offenbarung wurde in Anbetracht der obigen Probleme gemacht, und ein Ziel davon ist es, einen Linearaktuator bereitzustellen, der in der Lage ist, einen Ausfluss von Fett in einer Mutter zu steuern und eine große Menge an Fett von einer Kante eines Öffnungsabschnitts in das Innere der Mutter zurückzugeben, wenn eine Gewindespindel zurückgezogen wird.

Lösung des Problems

[0008] Um das obige Ziel zu erreichen, umfasst ein Linearaktuator gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung: einen Kugelgewindetrieb mit einer Mutter, einer Gewindespindel und einer Vielzahl von Kugeln; einen Kolben, der an einem Endabschnitt der Gewindespindel angebracht ist; und einen Drehanschlag, der eine Anfangsposition der Gewindespindel in einer ersten Richtung festlegt, die durch den einen Endabschnitt angegeben ist, wobei die Gewindespindel einen Gewindespindelkörper, der mit einer Außenumfangsfläche versehen ist, einen Außenverzahnungsabschnitt, der in der ersten Richtung von einem Endabschnitt in die erste Richtung des Gewindespindelkörpers vorsteht und der einen kleineren Durchmesser als der Gewindespindelkörper aufweist, und eine Stufenfläche, die an einer Grenze zwischen dem Gewindespindelkörper und dem Außenverzahnungsabschnitt vorgesehen ist und in die erste Richtung weist, umfasst, wobei die Mutter eine ringförmige erste Stirnfläche, die in die erste Richtung weist, einen ersten Öffnungsabschnitt, der sich an einem Innenumfang der ersten Stirnfläche befindet und in den die Gewindespindel eingeführt ist, und einen ersten Anschlag, der von der ersten Stirnfläche in die erste Richtung vorsteht, umfasst, wobei der Kolben einen Kolbenkörper

mit einer Druckfläche, die in die erste Richtung weist, und einer Gegenfläche, die in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, weist, einen zylindrischen Abschnitt, der eine zylindrische Form aufweist, von einem zentralen Abschnitt der Gegenfläche in die zweite Richtung vorsteht und auf dem Außenverzahnungsabschnitt sitzt, und einen zweiten Anschlag, der von der Gegenfläche in die zweite Richtung vorsteht und mit einer Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts durchgehend ist, umfasst, wobei der erste Anschlag und der zweite Anschlag aneinander anliegen und den Drehanschlag bilden, wenn sich die Gewindespindel in der Ausgangsposition befindet, wobei die Stufenfläche bezogen auf den ersten Öffnungsabschnitt in der zweiten Richtung angeordnet ist und sich innerhalb der Mutter befindet, wenn sich die Gewindespindel in der Ausgangsposition befindet, wobei der zylindrische Abschnitt bezogen auf den zweiten Anschlag in die zweite Richtung vorsteht und an der Stufenfläche anliegt, und wobei eine Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts einen größeren Durchmesser als ein Nutgrund der Außenumfangsfläche aufweist.

[0009] Der zweite Anschlag der vorliegenden Offenbarung ist durchgängig mit dem Kolbenkörper und dem zylindrischen Abschnitt und weist eine hohe Stabilität auf. Das heißt, es ist nicht notwendig, einen sich ausdehnenden Abschnitt in Bezug auf eine Basis des zweiten Anschlags im Gegensatz zu einer herkömmlichen Technik bereitzustellen. Da, gemäß der vorliegenden Offenbarung, der sich ausdehnende Abschnitt nicht zwischen einer Kante des ersten Öffnungsabschnitts der Mutter und dem zylindrischen Abschnitt angeordnet ist, kann ein Spaltmaß zwischen der Kante des ersten Öffnungsabschnitts der Mutter und dem zylindrischen Abschnitt verringert werden. Infolgedessen ist es weniger wahrscheinlich, dass Fett innerhalb der Mutter zur Außenseite der Mutter herausfließt. Darüber hinaus ist, gemäß der vorliegenden Offenbarung, wenn sich die Gewindespindel in der Ausgangsposition befindet, die Stufenfläche bezogen auf den ersten Öffnungsabschnitt in der zweiten Richtung angeordnet. Das heißt, dass der zylindrische Abschnitt, der an der Stufenfläche anliegt, durch den ersten Öffnungsabschnitt hindurchgeht und in einen inneren Teil der Mutter eindringt, wenn die Spindel zurückgezogen wird. Somit haftet das Fett, das sich an einer Innenumfangsseite der Kante des ersten Öffnungsabschnitts angesammelt hat, an dem zylindrischen Abschnitt und gelangt in das Innere der Mutter zurück. Da das Spaltmaß zwischen der Kante des ersten Öffnungsabschnitts und dem zylindrischen Abschnitt wie oben beschrieben klein ist, haftet außerdem eine große Menge an Fett am zylindrischen Abschnitt und gelangt in das Innere der Mutter zurück. Außerdem liegt der zylindrische Abschnitt gemäß der vorliegenden Offenbarung an der Stufen-

fläche an, wobei sich das Fett zur Innenumfangsseite des zylindrischen Abschnitts bewegt. Das heißt, es wird vermieden, dass das Fett zwischen den Außenverzahnungsabschnitt und den zylindrischen Abschnitt eindringt und der Reibungskoeffizient sinkt. Dadurch löst sich der Kolben kaum von der Gewindespindel.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform des Linearaktuators weist die Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts einen Durchmesser auf, der größer ist als der Außendurchmesser eines Schraubengewindes des Gewindespindelkörpers.

[0011] Gemäß der obigen Konfiguration wird das Spaltmaß zwischen dem Kantenabschnitt des ersten Öffnungsabschnitts und dem zylindrischen Abschnitt verringert. Dadurch wird es dem Fett erschwert, zur Außenseite der Mutter zu fließen, wobei das Fett, das an dem zylindrischen Abschnitt haftet und zur Innenseite der Mutter zurückkehrt, ebenfalls zunimmt.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform des Linearaktuators weist die Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts einen Durchmesser auf, der kleiner ist als der Außendurchmesser eines Schraubengewindes des Gewindespindelkörpers.

[0013] Gemäß der obigen Konfiguration wird verhindert, dass der zylindrische Abschnitt mit der Innenumfangsfläche der Mutter in Berührung kommt, wobei die reibungslose Drehung der Mutter sichergestellt wird.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Linearaktor ferner ein Gehäuse, das den Kugelgewindetrieb, den Kolben und den Drehanschlag aufnimmt. Der Kolben umfasst einen zylindrischen Außenzylinder, der von der Gegenfläche in die zweite Richtung vorsteht und eine Außenumfangsfläche der Mutter umgibt, wobei eine Außenumfangsfläche des Außenzylinders eine Gleitfläche bildet, die in Bezug auf das Gehäuse gleitend gelagert ist.

[0015] Gemäß der obigen Konfiguration wird der Kolben kaum in eine Richtung orthogonal zur Axialrichtung verschoben. Dadurch wird die Bewegung des Kolbens in Axialrichtung gleichmäßig.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform des Linearaktuators nach Anspruch 4 ist ein Spaltmaß zwischen einer Innenumfangsfläche des Außenzylinders und einer Außenumfangsfläche der Mutter kleiner als ein Spaltmaß zwischen dem zylindrischen Abschnitt und dem ersten Öffnungsabschnitt.

[0017] Gemäß der obigen Konfiguration dringt das Fett kaum durch die Innenumfangsfläche des

Außenzylinders und die Außenumfangsfläche der Mutter. Dies erschwert das Ausfließen des Fetts aus dem Kolben.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform des Linearantriebs ist eine Inneumfangsfläche des Außenzylinders durchgehend mit dem zweiten Anschlag.

[0019] Durch die oben beschriebene Konfiguration wird die Stabilität des zweiten Anschlags verbessert.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform des Linearaktuators hat eine Kante des ersten Öffnungsabschnitts eine verjüngte Form, deren Durchmesser in die erste Richtung zunimmt, wobei die Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts mit einer sich verjüngenden Schräge versehen ist, die der Kante des ersten Öffnungsabschnitts zugewandt ist und deren Durchmesser in die erste Richtung zunimmt.

[0021] An der Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts ist eine Schräge vorgesehen, die der Kante des ersten Öffnungsabschnitts entspricht. Somit ist das Spaltmaß zwischen der Kante des ersten Öffnungsabschnitts und der Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts kleiner als in einem Fall, in dem keine Schräge vorhanden ist. Dadurch fließt das Fett kaum aus der Mutter heraus.

Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung

[0022] Gemäß dem Linearaktuator der vorliegenden Offenbarung wird der Fettaustritt in der Mutter gesteuert. Wenn die Gewindespindel zurückgezogen wird, fließt außerdem eine große Menge Fett von der Kante des Öffnungsabschnitts der Mutter in das Innere der Mutter zurück.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht eines Bremskraftverstärkers einer Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie II-II in **Fig. 1** und in Pfeilrichtung gesehen.

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines Kolbens einer ersten Ausführungsform, in eine zweiten Richtung gesehen.

Fig. 4 ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in **Fig. 1**.

Fig. 5 ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem eine Gewindespindel aus einer Ausgangsposition in eine erste Richtung bewegt ist.

Fig. 6 ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in

einem Linearaktuator gemäß einem ersten Modifikationsbeispiel.

Fig. 7 ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in einem Linearaktuator gemäß einem zweiten Modifikationsbeispiel.

Fig. 8 ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in einem Linearaktuator gemäß einem dritten Modifikationsbeispiel.

Fig. 9 ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in einem Linearaktuator gemäß einem vierten Modifikationsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0023] Nachfolgend wird die vorliegende Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Detail beschrieben. Es ist zu beachten, dass die vorliegende Offenbarung durch die folgenden Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung (im Folgenden als Ausführungsformen bezeichnet) nicht beschränkt ist. Darüber hinaus umfassen die Komponenten in den folgenden Ausführungsformen diejenigen, die von Fachleuten leicht angenommen werden können, diejenigen, die im Wesentlichen gleich sind, und diejenigen, die in einem sogenannten Äquivalenzbereich liegen. Darüber hinaus können die in den folgenden Ausführungsformen offengelegten Komponenten in geeigneter Weise kombiniert werden.

(Erste Ausführungsform)

[0024] **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht eines Bremskraftverstärkers gemäß einer Ausführungsform. **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie II-II in **Fig. 1** und in Pfeilrichtung gesehen. **Fig. 3** ist eine perspektivische Ansicht eines Kolbens der ersten Ausführungsform, in einer zweiten Richtung gesehen. Man beachte, dass in **Fig. 3** ein Kolben 5 in einem Zustand dargestellt ist, in dem ein Abschnitt in einer zweiten Richtung X2 aus einem zentralen Abschnitt in einer Axialrichtung des Außenzylinders 53 herausgeschnitten ist, um einen inneren Teil eines Außenzylinders 53 auf eine einfache Weise sichtbar zu machen. **Fig. 4** ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in **Fig. 1**. **Fig. 5** ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem eine Gewindespindel aus einer Ausgangsposition in eine erste Richtung bewegt ist.

[0025] In der ersten Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei dem der Linearaktuator der vorliegenden Offenbarung an einem Bremskraftverstärker eingesetzt wird. Der Linearaktuator der vorliegenden Offenbarung wird jedoch nicht notwendigerweise auf den Bremskraftverstärker angewandt,

sondern kann auch bei anderen Vorrichtungen verwendet werden.

[0026] Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist ein Bremskraftverstärker 100 eine Vorrichtung, die an einem Fahrzeug montiert ist und die einen hydraulischen Druck erzeugt, der einem Pedalbetätigungsbetrag eines Bremspedals entspricht. Der Bremskraftverstärker 100 umfasst einen Linearaktuator 103, einen Motor (nicht dargestellt), der eine Drehbewegung erzeugt, eine Übertragungsvorrichtung (nicht dargestellt), die die Drehbewegung des Motors auf den Linearaktuator 103 überträgt, und ein Gehäuse 120.

[0027] Der Linearaktuator 103 umfasst einen Kugelgewindetrieb 1, der die Drehbewegung in eine Linearbewegung umwandelt, einen Kolben 5 und einen Drehanschlag 6, der die Gewindespindel 3 in einer Ausgangsposition anordnet. Der Kugelgewindetrieb 1 umfasst eine Mutter 2, die Gewindespindel 3 und Kugeln 4. Im Folgenden wird eine Richtung parallel zur Wellenmittelachse O1 der Gewindespindel 3 als Axialrichtung bezeichnet. Darüber hinaus wird in der Axialrichtung eine Richtung, in der der Kolben 5 von der Gewindespindel 3 aus gesehen angeordnet ist, als erste Richtung X1 bezeichnet, wobei eine Richtung, die der ersten Richtung X1 entgegengesetzt ist, als zweite Richtung X2 bezeichnet wird.

[0028] Die Übertragungsvorrichtung ist eine Vorrichtung, die die Drehbewegung des Motors auf die Mutter 2 überträgt, wobei Beispiele dafür eine Riemenscheibenstruktur, ein Planetengetriebe und ein Untersetzungsgetriebe sind. Die Art der Übertragungsvorrichtung ist in der vorliegenden Offenbarung jedoch nicht spezifisch beschränkt.

[0029] Die Mutter 2 ist ein zylindrisches Bauteil, das um die Wellenmittelachse O1 zentriert ist. Die Mutter 2 umfasst einen Koppelabschnitt 10, der sich in der Nähe eines Endes der Mutter 2 in der zweiten Richtung X2 befindet, und einen Mutterkörper 20, der sich von dem Koppelabschnitt 10 in die erste Richtung X1 erstreckt.

[0030] Der Koppelabschnitt 10 wird von einer Lagervorrichtung getragen. Genauer gesagt ist ein Außenring 8 der Lagervorrichtung in das Gehäuse 120 eingepasst. Ein Innenring 13 sitzt auf einer Außenumfangsfläche des Koppelabschnitts 10. Eine Innenumfangsfläche 8a des Außenrings 8 und eine Außenumfangsfläche 13a des Innenrings 13 liegen einander gegenüber, wobei eine Kugel 9 dazwischen angeordnet ist. Auf diese Weise wird der Koppelabschnitt 10 (Mutter 2) durch das Gehäuse 120 drehbar gelagert. Darüber hinaus ist in der zweiten Richtung X2 des Koppelabschnitts 10 eine Übertragungsvorrichtung (nicht dargestellt) angeordnet. Die Drehbewegung wird dann von der

Übertragungseinrichtung auf den Koppelabschnitt 10 übertragen.

[0031] Eine Innenumfangsfläche 22 ist an einer Innenumfangsfläche 21 des Mutterkörpers 20 vorgesehen. Darüber hinaus ist in der vorliegenden Ausführungsform die Innenumfangsfläche 22 von einem Mittelbereich in der Axialrichtung zu einem Endabschnitt in der ersten Richtung X1 der Mutter 2 vorgesehen. Darüber hinaus ist die Innenumfangsfläche 21 des Mutterkörpers 20 mit einer Vielzahl von S-Nuten 23 versehen, die, bei einer Führung, die durch eine Führung bewegte Kugel zurückführen (in **Fig. 1** ist nur eine dargestellt).

[0032] Es ist zu beachten, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die S-Nuten 23 beschränkt ist, obwohl die Kugel in der vorliegenden Ausführungsform durch die S-Nuten 23 umläuft. Zum Beispiel können die Kugeln 4 durch eine Rolle umlaufen. Alternativ kann die Mutter 2 mit einer Rücklaufbohrung in Axialrichtung versehen sein, und die Kugeln können durch einen Endabweiser oder einen Mittelabweiser zirkuliert werden. Die Art des Umlaufs ist nicht speziell begrenzt.

[0033] Wie in **Fig. 2** dargestellt, sind am Endabschnitt des Mutterkörpers 20 in der ersten Richtung X1 eine ringförmige erste Stirnfläche 24, die in die erste Richtung X1 weist, und ein erster Öffnungsabschnitt 25 vorgesehen, der sich an einem Innenumfang der ersten Stirnfläche 24 befindet und in den die Gewindespindel 3 eingeführt ist. Darüber hinaus ist an der ersten Stirnfläche 24 ein erster Anschlag 26 vorgesehen, der in die erste Richtung X1 vorsteht. Was die Drehrichtung betrifft, so wird im Folgenden in die ersten Richtung X1 gesehen eine Richtung im Uhrzeigersinn (rechts) als eine erste Drehrichtung A1 bezeichnet. Eine Richtung, die der ersten Drehrichtung A1 entgegengesetzt ist, wird als zweite Drehrichtung A2 bezeichnet. Der erste Anschlag 26 hat eine erste Kontaktfläche 26a, die in die zweite Drehrichtung A2 weist.

[0034] Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst die Gewindespindel 3 einen Gewindespindelkörper 30 und einen Außenverzahnungsabschnitt 31, der sich von dem Gewindespindelkörper 30 in die erste Richtung X1 erstreckt. Eine Außenumfangsfläche 32 ist an einer Außenumfangsfläche des Gewindespindelkörpers 30 vorgesehen. Die Kugeln 4 sind zwischen der Außenumfangsfläche 32 und der Innenumfangsfläche 22 angeordnet. Wenn sich die Mutter 2 in der ersten Drehrichtung A1 (siehe **Fig. 2**) dreht, bewegt sich die Gewindespindel 3 in die erste Richtung X1. Wenn sich die Mutter 2 in die zweite Drehrichtung A2 (siehe **Fig. 2**) dreht, bewegt sich die Gewindespindel 3 in die zweite Richtung X2. Die Bewegung der Gewindespindel 3 in der zweiten Richtung X2 entspricht dem Zurückziehen.

[0035] An der Außenumfangsfläche des Außenverzahnungsabschnitts 31 ist eine Vielzahl von Wellenverzahnungen vorgesehen, die sich in Axialrichtung erstrecken. Ein Außendurchmesser des Außenverzahnungsabschnitts 31 ist kleiner als ein Außendurchmesser des Gewindespindelkörpers 30. Daher ist eine Stufenfläche 33, die in die erste Richtung X1 weist, an einer Grenze zwischen dem Gewindespindelkörper 30 und dem Außenverzahnungsabschnitt 31 vorgesehen.

[0036] Der Kolben 5 ist in einem Zylinder 101 angeordnet, der im Gehäuse 120 vorgesehen ist. Es ist zu beachten, dass der Zylinder 101 eine Bremsflüssigkeit (nicht dargestellt) enthält. In dem Zylinder 101 ist eine Durchgangsbohrung (nicht dargestellt) vorgesehen. Der hydraulische Druck der Bremsflüssigkeit wird über die Durchgangsbohrung (nicht abgebildet) an eine Vorrichtung außerhalb des Bremskraftverstärkers 100 übertragen.

[0037] Der Kolben 5 umfasst einen Kolbenkörper 50, einen zylindrischen Abschnitt 51, einen zweiten Anschlag 52 und einen Außenzylinder 53. Der Kolbenkörper 50 hat eine säulenartige Form (Scheibenform) um die Wellenmittelachse 01. Eine Stirnfläche des Kolbenkörpers 50, die in die erste Richtung X1 weist, ist eine Druckfläche 50a, die die Bremsflüssigkeit in den Zylinder 101 drückt. Darüber hinaus ist eine Stirnfläche des Kolbenkörpers 50, die in die zweite Richtung X2 weist, eine Gegenfläche 50b.

[0038] Wie in **Fig. 3** dargestellt, ragt der zylindrische Abschnitt 51 in die zweite Richtung X2 aus einem zentralen Abschnitt der Gegenfläche 50b heraus. Der zylindrische Abschnitt 51 hat eine zylindrische Form. Obwohl nicht speziell dargestellt, ist an einer Innenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts 51 eine Vielzahl von sich in Axialrichtung erstreckenden Innenverzahnungen vorgesehen. Der Außenverzahnungsabschnitt 31 der Gewindespindel 3 ist in eine Innenumfangsseite des zylindrischen Abschnitts 51 eingepresst, wobei der zylindrische Abschnitt 51 und der Außenverzahnungsabschnitt 31 verzahnungsgepasst sind. Daher ist es unwahrscheinlich, dass sich der zylindrische Teil 51 von der Außenverzahnung 31 löst. Außerdem ist der Kolben 5 so mit der Gewindespindel 3 verbunden, dass er relativ dazu unverdrehbar ist.

[0039] Der zweite Anschlag 52 ragt von der Gegenfläche 50b in die zweite Richtung X2 vor. Darüber hinaus ist der zweite Anschlag 52 an einer Außenumfangsseite des zylindrischen Abschnitts 51 angeordnet. Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist der zweite Anschlag 52 der ersten Stirnfläche 24 der Mutter 2 in Axialrichtung zugewandt. Der zweite Anschlag 52 weist eine zweite Kontaktfläche 52a auf, die in die erste Drehrichtung A1 weist.

[0040] Wenn sich die Gewindespindel 3 in der Ausgangsposition befindet, liegen der erste Anschlag 26 und der zweite Anschlag 52 in Umfangsrichtung nebeneinander. Die erste Kontaktfläche 26a und die zweite Kontaktfläche 52a stoßen aneinander. Darüber hinaus ist ein inneres Ende in radialer Richtung des zweiten Anschlags 52 durchgehend mit einer Außenumfangsfläche 51a des zylindrischen Abschnitts 51. Dadurch wird die Stabilität des zweiten Anschlags 52 verbessert. Darüber hinaus ist ein äußeres Ende in radialer Richtung des zweiten Anschlags 52 durchgehend mit der Innenumfangsfläche des Außenzylinders 53. Dadurch wird die Stabilität des zweiten Anschlags 52 weiter verbessert.

[0041] Wie in **Fig. 3** dargestellt, ist der Außenzylinder 53 ein zylindrischer Körper, der von der Gegenfläche 50b in die zweite Richtung X2 vorsteht. Ein Innendurchmesser des Außenzylinders 53 ist größer als ein Außendurchmesser des Mutterkörpers 20. Wie in **Fig. 1** dargestellt, umgibt der Außenzylinder 53 eine Außenumfangsseite des Mutterkörpers 20. Andererseits weist eine Außenumfangsfläche 53a des Außenzylinders 53 zu einer zylindrischen Innenumfangsfläche 121 des Zylinders 101. Zwischen der Außenumfangsfläche 53a des Außenzylinders 53 und der Innenumfangsfläche 121 des Zylinders 101 ist ein kleiner Spalt vorhanden. Dadurch wird die Außenumfangsfläche 53a des Außenzylinders 53 in Bezug auf die Innenumfangsfläche 121 des Zylinders 101 in Axialrichtung verschiebbar gelagert. Darüber hinaus ist ein Drehanschlag (nicht abgebildet) an der Außenumfangsfläche 53a des Außenzylinders 53 befestigt. Somit sind der Kolben 5 und die Gewindespindel 3 durch das Gehäuse 120 drehfest und in Axialrichtung bewegbar gelagert.

[0042] Als Nächstes wird die Funktionsweise des Linearaktuators 103 beschrieben. Wenn sich die Mutter 2 in die erste Drehrichtung A1 dreht und sich die Gewindespindel 3 in die erste Richtung X1 bewegt, steigt der Hydraulikdruck der Bremsflüssigkeit (nicht dargestellt) im Zylinder 101. Dann wird der hydraulische Druck der Bremsflüssigkeit durch das Durchgangsloch (nicht abgebildet) an die externe Vorrichtung übertragen.

[0043] Wenn sich die Mutter 2 in die zweite Drehrichtung A2 in einem Zustand dreht, in dem der Kolben 5 in die erste Richtung X1 bewegt ist, bewegen sich die Gewindespindel 3 und der Kolben 5 in die zweite Richtung X2. Darüber hinaus kommen zu einem Zeitpunkt, zu dem die Gewindespindel 3 in die Ausgangsposition zurückkehrt, der erste Anschlag 26 und der zweite Anschlag 52 miteinander in Kontakt. Dies hat zur Folge, dass die Drehung des ersten Anschlags 26 und der Mutter 2 in die zweite Drehrichtung A2 eingeschränkt ist. Dadurch wird auch die Bewegung der Gewindespindel 3 in die zweite Richtung X2 eingeschränkt. Das heißt, die

Gewindespindel 3 befindet sich in der Ausgangsposition. Wenn der Linearaktuator 103 das nächste Mal betätigt wird, wird der Vorgang von einem Zustand aus durchgeführt, in dem die Gewindespindel 3 in die Ausgangsposition zurückgekehrt ist. Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass der erste Anschlag 26 und der zweite Anschlag 52 den Drehanschlag 6 bilden. Das heißt, der Drehanschlag 6 umfasst den ersten Anschlag 26 und den zweiten Anschlag 52.

[0044] Nachfolgend werden Details der Konfigurationen des zylindrischen Abschnitts 51 und seiner Umgebung beschrieben. Wie in **Fig. 4** dargestellt, weist der zylindrische Abschnitt 51 eine Stirnfläche 55, die in die zweite Richtung X2 weist, und eine Außenumfangsfläche 56 auf. Der zylindrische Abschnitt 51 ragt bezogen auf den zweiten Anschlag 52 in die zweite Richtung X2. Mit anderen Worten, die Stirnfläche 55 des zweiten Anschlags 52 ist in der zweiten Richtung X2 im Vergleich zu einer Stirnfläche 52b des zweiten Anschlags 52 in der zweiten Richtung X2 angeordnet.

[0045] Die Stirnfläche 55 des zylindrischen Abschnitts 51 liegt an der Stufenfläche 33 der Gewindespindel 3 an. Dadurch wird verhindert, dass das Fett 200 in der Mutter 2 zwischen der Stirnfläche 55 und der Stufenfläche 33 hindurchtritt und sich zur Innenumfangsseite des zylindrischen Abschnitts 51 bewegt. Man beachte, dass, obwohl Fett 200 in der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, die vorliegende Offenbarung nicht auf Fett 200 beschränkt ist, und Schmieröl verwendet werden kann.

[0046] Darüber hinaus befindet sich die Stufenfläche 33 der Gewindespindel 3, wenn die Gewindespindel 3 in der Ausgangsposition ist, bezüglich des ersten Öffnungsabschnitts 25 in der zweiten Richtung X2, wobei die Stufenfläche 33 innerhalb der Mutter 2 angeordnet ist. Somit sind die Stirnfläche 55 und der Endabschnitt des zylindrischen Abschnitts 51 in der zweiten Richtung X2 ebenfalls innerhalb der Mutter 2 angeordnet. Eine Kante 25a des ersten Öffnungsabschnitts 25 ist in radialer Richtung außerhalb der Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 angeordnet. Die Kante 25a ist eine sich verjüngende Fläche, deren Durchmesser in der ersten Richtung X1 zunimmt. Im Folgenden wird die Größe eines Spalts zwischen der Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 und der Kante 25a des ersten Öffnungsabschnitts 25 als Spaltmaß L1 bezeichnet.

[0047] Ein Eckabschnitt 57, der durch die Stirnfläche 52b des zweiten Anschlags 52 und die Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 gebildet wird, stehen rechtwinklig zueinander. Man beachte, dass ein sich vom Eckabschnitt 57 in die

zweiten Richtung X2 ausdehnender Abschnitt vorgesehen ist, um die Stabilität des zweiten Anschlags 52 in herkömmlicher Weise zu verbessern. Um einen Kontakt zwischen dem sich aus dem Eckabschnitt 57 ausdehnenden Abschnitt und der Kante 25a des ersten Öffnungsabschnitts 25 zu vermeiden, ist die Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 von der Kante 25a getrennt. Andererseits ist in der vorliegenden Ausführungsform, da der sich ausdehnende Abschnitt nicht an dem Eckabschnitt 57 vorgesehen ist, ein Abstand zwischen der Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 und der Kante 25a klein (das Spaltmaß L1 ist klein). Das heißt, das Fett 200 (siehe **Fig. 5**) fließt kaum aus dem Inneren der Mutter 2 nach außen.

[0048] Darüber hinaus ist der Außendurchmesser der Außenumfangsfläche (Gewinde 35) der Gewindespindel 3 in der vorliegenden Ausführungsform R1. Ein Außendurchmesser eines Nutgrunds 36 der Außenumfangsfläche 32 ist R2. Es ist zu beachten, dass der Nutgrund 36 der Außenumfangsfläche 32 ein Abschnitt ist, der den größten Abstand zum Schraubengewinde 35 aufweist, d.h. ein Abschnitt mit dem kleinsten Durchmesser von der Wellenmittellachse O1 in der Außenumfangsfläche 32. Ein Innendurchmesser des Mutterkörpers 20 (Durchmesser der Innenumfangsfläche 21) ist R3.

[0049] Ein Durchmesser r1 der Außenumfangsfläche 56 ist kleiner als der Innendurchmesser R3 des Mutterkörpers 20 ($r1 < R3$), um einen Kontakt mit dem Mutterkörper 20 zu vermeiden. Darüber hinaus ist der Durchmesser r1 der Außenumfangsfläche 56 kleiner als der Außendurchmesser R1 des Schraubengewindes 35 ($r1 < R1$). Somit kommt die Außenumfangsfläche 56 kaum mit dem Mutterkörper 20 in Berührung. Außerdem ist der Durchmesser r1 der Außenumfangsfläche 56 größer als der Außendurchmesser R2 des Nutgrunds 36 der Außenumfangsfläche 32 ($R2 < r1$).

[0050] Darüber hinaus ist, wie in **Fig. 4** dargestellt, ein Spaltmaß L2 zwischen einer Außenumfangsfläche 20a des Mutterkörpers 20 und einer Innenumfangsfläche 53b des Außenzylinders 53 kleiner als das Spaltmaß L1. Somit gelangt das Fett 200 (siehe **Fig. 5**) kaum zwischen den Mutterkörper 20 und den Außenzylinder 53 und fließt kaum aus dem Kolben 5 heraus.

[0051] Als Nächstes wird der Zeitpunkt des Zurückziehens der Gewindespindel 3 beschrieben. Wie in **Fig. 5** dargestellt, kann sich das Fett 200 im Linearaktuator 103 an der Innenumfangsseite der Kante 25a des ersten Öffnungsabschnitts 25 der Mutter 2 ansammeln. Außerdem ist der zylindrische Abschnitt 51, wenn die Gewindespindel 3 in Bezug auf die Ausgangsposition in der ersten Richtung X1 angeordnet

ist, in Bezug auf den ersten Öffnungsabschnitt 25 in der ersten Richtung X1 angeordnet. In einem solchen Fall, passiert der zylindrische Abschnitt 51 den ersten Öffnungsabschnitt 25 und bewegt sich in die Mutter 2, wenn die Gewindespindel 3 zurückgezogen wird und in die Ausgangsposition zurückkehrt. Dadurch haftet das Fett 200, das sich an der Innenumfangsseite der Kante 25a des ersten Öffnungsabschnitts 25 angesammelt hat, an der Stirnfläche 55 und der Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 und bewegt sich in die zweite Richtung X2. Das heißt, das Fett 200 kehrt in die Mutter 2 zurück. Da das Spaltmaß L1 bei der vorliegenden Ausführungsform klein ist, haftet außerdem eine große Menge des Fetts 200 an dem zylindrischen Abschnitt 51. Das heißt, dass die große Menge an Fett 200 in die Mutter 2 zurückkehrt.

[0052] Wie in Fig. 5 dargestellt, vergrößert sich bei einer Bewegung der Gewindespindel 3 in die erste Richtung X1 ein Zwischenraum S zwischen der Gegenfläche 50b und der ersten Stirnfläche 24 aus. Wenn sich die Gewindespindel 3 dann in die zweite Richtung X2 bewegt, verkleinert sich der Zwischenraum S, wobei der Luftdruck im Zwischenraum S steigt. Daher versucht Gas aus dem Zwischenraum S zu entweichen. Hier ist das Spaltmaß L2 (siehe Fig. 4) zwischen dem Mutterkörper 20 und dem Außenzylinder 53 klein. Daher bewegt sich das Gas im Zwischenraum S so, dass es in das Innere der Mutter 2 strömt (siehe Pfeil B in Fig. 5). Infolgedessen erhöht sich die Menge des Fetts 200, das aus dem ersten Öffnungsabschnitt 25 in das Innere der Mutter 2 zurückkehrt.

[0053] Wie oben beschrieben, umfasst der Linearaktuator 103 der ersten Ausführungsform den Kugelgewindetrieb 1 mit der Mutter 2, der Gewindespindel 3 und der Vielzahl von Kugeln 4, den an einem Endabschnitt der Gewindespindel 3 befestigten Kolben 5 und den Drehanschlag 6, der die Ausgangsposition der Gewindespindel 3 in der durch den einen Endabschnitt angegebenen ersten Richtung X1 festlegt. Die Gewindespindel 3 umfasst den Gewindespindelkörper 30, der mit der Außenumfangsfläche 32 versehen ist, den Außenverzahnungsabschnitt 31, der in die erste Richtung X1 aus dem Endabschnitt in der ersten Richtung X1 des Gewindespindelkörpers 30 herausragt und einen kleineren Durchmesser als der Gewindespindelkörper 30 aufweist, und die Stufenfläche 33, die an einer Grenze zwischen dem Gewindespindelkörper 30 und dem Außenverzahnungsabschnitt 31 vorgesehen ist und in die erste Richtung X1 weist. Die Mutter 2 umfasst die ringförmige erste Stirnfläche 24, die in die erste Richtung X1 weist, den ersten Öffnungsabschnitt 25, der sich am Innenumfang der ersten Stirnfläche 24 befindet und in den die Gewindespindel 3 eingeführt ist, und den ersten Anschlag 26, der von der ersten Stirnfläche 24 in die erste Richtung X1 vorsteht. Der Kol-

ben 5 umfasst den Kolbenkörper 50 mit der Druckfläche 50a, die in die erste Richtung X1 weist, und der Gegenfläche 50b, die in die zweite Richtung X2, die der ersten Richtung X1 entgegengesetzt ist, weist, den zylindrischen Abschnitt 51, der eine zylindrische Form aufweist, von einem zentralen Abschnitt der Gegenfläche 50b in die zweite Richtung X2 vorsteht und auf dem Außenverzahnungsabschnitt 31 sitzt, und den zweiten Anschlag 52, der von der Gegenfläche 50b in die zweite Richtung X2 vorsteht und durchgehend mit der Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 verbunden ist. Der erste Anschlag 26 und der zweite Anschlag 52 stoßen aneinander und bilden den Drehanschlag 6, wenn sich die Gewindespindel 3 in der Ausgangsposition befindet. Wenn sich die Gewindespindel 3 in der Ausgangsposition befindet, ist die Stufenfläche 33 in Bezug auf den ersten Öffnungsabschnitt 25 in der zweiten Richtung X2 angeordnet und befindet sich im Inneren der Mutter 2. Der zylindrische Abschnitt 51 ragt in Bezug auf den zweiten Anschlag 52 in die zweite Richtung X2 hervor und liegt an der Stufenfläche 33 an. Die Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 hat einen größeren Durchmesser als der Nutgrund der Außenumfangsfläche.

[0054] Gemäß dem Linearaktuator 103 der ersten Ausführungsform fließt das Fett 200 kaum aus dem Inneren der Mutter 2 nach außen, da das Spaltmaß L1 klein ist. Außerdem haftet beim Zurückziehen der Gewindespindel 3 die große Menge an Fett 200, die an der Kante 25a des ersten Öffnungsabschnitts 25 haftet, an dem zylindrischen Abschnitt 51 und kehrt in das Innere der Mutter 2 zurück. Da die Stirnfläche 55 des zylindrischen Abschnitts 51 und die Stufenfläche 33 aneinanderstoßen, bewegt sich das Fett 200 außerdem kaum zur Innenumfangsseite des zylindrischen Abschnitts 51. Das heißt, es wird vermieden, dass das Fett 200 zwischen den Außenverzahnungsabschnitt 31 und den zylindrischen Abschnitt 51 eindringt und der Reibungskoeffizient sinkt. Dadurch löst sich der Kolben 5 kaum von der Gewindespindel 3.

[0055] Darüber hinaus hat die Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 der ersten Ausführungsform einen kleineren Durchmesser als der Außendurchmesser R1 des Schraubengewindes 35 des Gewindespindelkörpers 30.

[0056] Bei der ersten Ausführungsform kommt die Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 nicht mit der Innenumfangsfläche 21 der Mutter 2 in Berührung, so dass eine reibungslose Drehung der Mutter 2 gewährleistet ist.

[0057] Darüber hinaus umfasst der Linearaktuator 103 der ersten Ausführungsform das Gehäuse 120, in dem der Kugelgewindetrieb 1, der Kolben 5 und

der Drehanschlag 6 untergebracht sind. Der Kolben 5 weist den zylindrischen Außenzylinder 53 auf, der von der Gegenfläche 50b in die zweite Richtung X2 absteht und die Außenumfangsseite der Mutter 2 umgibt. Die Außenumfangsfläche 53a des Außenzylinders 53 bildet eine Gleitfläche, die in Bezug auf das Gehäuse 120 gleitend gelagert ist.

[0058] Gemäß der ersten Ausführungsform wird der Kolben 5 kaum in der Richtung orthogonal zur Axialrichtung verschoben. Dadurch wird die Bewegung des Kolbens 5 in Axialrichtung gleichmäßig.

[0059] Darüber hinaus ist das Spaltmaß L2 zwischen der Innenumfangsfläche 53b des Außenzylinders 53 und der Außenumfangsfläche der Mutter 2 kleiner als das Spaltmaß L1 zwischen dem zylindrischen Abschnitt 51 und dem ersten Öffnungsabschnitt 25 in der ersten Ausführungsform.

[0060] Gemäß der ersten Ausführungsform fließt das Fett 200 kaum durch die Innenumfangsfläche 53b des Außenzylinders 53 und die Außenumfangsfläche der Mutter 2 nach außen.

[0061] Die Innenumfangsfläche des Außenzylinders 53 der ersten Ausführungsform ist durchgehend mit dem zweiten Anschlag 52.

[0062] Gemäß der ersten Ausführungsform wird die Stabilität des zweiten Anschlags 52 weiter verbessert.

[0063] Obwohl die erste Ausführungsform oben beschrieben wurde, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf das in der ersten Ausführungsform beschriebene Beispiel beschränkt. Zum Beispiel kann der Kolben 5 nicht den Außenzylinder 53 umfassen. Obwohl die Übertragungsvorrichtung in der ersten Ausführungsform enthalten ist, kann die Übertragungsvorrichtung in der vorliegenden Offenbarung nicht enthalten sein. Das heißt, eine Ausgangswelle eines Motors kann direkt mit der Mutter 2 gekoppelt sein. Darüber hinaus kann in der vorliegenden Offenbarung das Spaltmaß L2 zwischen der Innenumfangsfläche 53b des Außenzylinders 53 und der Außenumfangsfläche der Mutter 2 größer oder gleich dem Spaltmaß L1 zwischen dem zylindrischen Abschnitt 51 und dem ersten Öffnungsabschnitt 25 sein.

[0064] Obwohl der Durchmesser r1 der Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 in der ersten Ausführungsform kleiner ist als der Außendurchmesser R1 der Außenumfangsfläche (Schraubengewinde 35) des Gewindespindelkörpers 30, ist die vorliegende Offenbarung nicht darauf beschränkt. Nachfolgend werden ein erstes Modifikationsbeispiel und ein zweites Modifikationsbeispiel beschrieben, bei denen der Durchmesser r1 der

Außenumfangsfläche 56 des zylindrischen Abschnitts 51 geändert wird. Außerdem wird ein drittes Modifikationsbeispiel beschrieben, bei dem die Eckabschnitte 57 nicht im rechten Winkel angeordnet sind.

(Erstes Modifikationsbeispiel)

[0065] Fig. 6 ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in einem Linearaktuator gemäß dem ersten Modifikationsbeispiel. Wie in Fig. 6 dargestellt, ist in einem Linearaktuator 103A des ersten Modifikationsbeispiels ein Durchmesser einer Außenumfangsfläche 56A eines zylindrischen Abschnitts 51A derselbe wie ein Durchmesser einer Außenumfangsfläche (Schraubengewinde 35) eines Gewindespindelkörpers 30 (siehe die Hilfslinie H1 in Fig. 6). Ein Vorsprungsmaß in radialer Richtung des zylindrischen Abschnitts 51A des ersten Modifikationsbeispiels nach außen ist im Vergleich zu dem des zylindrischen Abschnitts 51 der ersten Ausführungsform erhöht. Das heißt, ein Spaltmaß L1 (siehe Fig. 4) zwischen der Außenumfangsfläche 56A des zylindrischen Abschnitts 51A und einer Kante 25a eines ersten Öffnungsabschnitts 25 ist klein. Somit fließt das Fett 200 (siehe Fig. 5) kaum aus dem Inneren einer Mutter 2 nach außen. Außerdem erhöht sich beim Zurückziehen einer Gewindespindel 3 die Menge des Fetts 200, die am zylindrischen Abschnitt 51A haftet und in das Innere der Mutter 2 zurückkehrt. Da die Außenumfangsfläche 56A des zylindrischen Abschnitts 51A im Vergleich zur Außenumfangsfläche (Schraubengewinde 35) des Gewindespindelkörpers 30 nicht nach außen vorsteht, kommt der zylindrische Abschnitt 51A nicht mit einer Innenumfangsseite der Mutter 2 in Berührung. Dadurch wird eine reibungslose Drehung der Mutter 2 sichergestellt.

(Zweites Modifikationsbeispiel)

[0066] Fig. 7 ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in einem Linearaktuator gemäß dem zweiten Modifikationsbeispiel. Wie in Fig. 7 dargestellt, ist in einem Linearaktuator 103B des zweiten Modifikationsbeispiels ein Durchmesser einer Außenumfangsfläche 56B eines zylindrischen Abschnitts 51B größer als ein Durchmesser einer Außenumfangsfläche (Schraubengewinde 35) eines Gewindespindelkörpers 30 (siehe die Hilfslinie H2 in Fig. 7). Mit anderen Worten: Der zylindrische Abschnitt 51B des zweiten Modifikationsbeispiels ragt in radialer Richtung von der Außenumfangsfläche (Schraubengewinde 35) des Gewindespindelkörpers 30 nach außen. Gemäß dem zylindrischen Abschnitt 51B des zweiten Modifikationsbeispiels ist ein Spaltmaß L1 (siehe Fig. 4) zwischen der Außenumfangsfläche 56B des zylindrischen Abschnitts 51B und einer

Kante 25a eines ersten Öffnungsabschnitts 25 im Vergleich zu dem des ersten Modifikationsbeispiels weiter verringert. Somit ist es, verglichen mit dem ersten Modifikationsbeispiel, weniger wahrscheinlich, dass das Fett 200 (siehe **Fig. 5**) aus dem Inneren einer Mutter 2 nach außen fließt. Darüber hinaus erhöht sich beim Zurückziehen einer Gewindespindel 3 die Menge des Fetts 200, die am zylindrischen Abschnitt 51B anhaftet und in das Innere der Mutter 2 zurückkehrt, weiter. Gemäß dem zweiten Modifikationsbeispiel besteht jedoch die Möglichkeit, dass der zylindrische Abschnitt 51 mit einer Innenumfangsfläche der Mutter 2 in Kontakt kommt.

(Drittes Modifikationsbeispiel)

[0067] **Fig. 8** ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in einem Linearaktuator gemäß dem dritten Modifikationsbeispiel. Wie in **Fig. 8** dargestellt, unterscheidet sich in einem Linearaktuator 103C des dritten Modifikationsbeispiels eine Außenumfangsfläche 56C eines zylindrischen Abschnitts 51C von der der ersten Ausführungsform dadurch, dass ein in Axialrichtung geschnittener Querschnitt eine Schräge ist. Das heißt, die Außenumfangsfläche 56C ist eine sich verjüngende Schräge mit einem Durchmesser, der in eine erste Richtung X1 zunimmt. Somit entspricht die Außenumfangsfläche 56C einer sich verjüngenden Form einer Kante 25a eines ersten Öffnungsabschnitts 25. Wie oben beschrieben, ist bei dem Linearaktuator 103C des dritten Modifikationsbeispiels ein Spaltmaß L3 zwischen der Außenumfangsfläche 56C und der Kante 25a kleiner als das Spaltmaß L1 der ersten Ausführungsform. Dadurch fließt das Fett 200 kaum aus dem Inneren einer Mutter 2 nach außen. Darüber hinaus kann, wenn ein Kolben 5 durch Schmieden hergestellt wird, die Entformung leicht durchgeführt werden, da die Außenumfangsfläche 56C die Schräge ist.

(Viertes Modifikationsbeispiel)

[0068] **Fig. 9** ist eine vergrößerte Ansicht eines zylindrischen Abschnitts und seiner Umgebung in einem Linearaktuator gemäß dem vierten Modifikationsbeispiel. Wie in **Fig. 9** dargestellt, unterscheidet sich ein Linearaktuator 103D des vierten Modifikationsbeispiels von dem der ersten Ausführungsform dadurch, dass eine Stirnfläche 55 eines zylindrischen Abschnitts 51D in Bezug auf eine Kante 25a eines ersten Öffnungsabschnitts 25 in einer zweiten Richtung X2 angeordnet ist. Das heißt, der zylindrische Abschnitt 51D des vierten Modifikationsbeispiels hat einen größeren Vorsprung in die zweite Richtung X2 als der zylindrische Abschnitt 51 der ersten Ausführungsform. Gemäß dem vierten Modifikationsbeispiel, wie oben beschrieben, vergrößert sich eine Bewegungsstrecke des Fetts 200, das an dem zylindrischen Abschnitt 51D haftet, in der zwei-

ten Richtung X2. Das bedeutet, dass das Fett 200 zur Rückseite der Mutter 2 bewegt werden kann. Dadurch ist es weniger wahrscheinlich, dass sich das Fett 200 zum ersten Öffnungsabschnitt 25 der Mutter 2 bewegt, wobei ein Ausfluss zur Außenseite der Mutter 2 gesteuert wird. Obwohl das vierte Modifikationsbeispiel oben beschrieben wurde, ist das Vorsprungsmaß eines zylindrischen Abschnitts in der vorliegenden Offenbarung nicht spezifisch beschränkt.

[0069] Es ist zu beachten, dass die vorliegende Offenbarung eine Kombination der folgenden Konfigurationen sein kann.

(1) Ein Linearaktuator, der Folgendes umfasst: einen Kugelgewindetrieb mit einer Mutter, einer Gewindespindel und einer Vielzahl von Kugeln; einen Kolben, der an einem Endabschnitt der Gewindespindel befestigt ist; und einen Drehanschlag, der eine Anfangsposition der Gewindespindel in einer ersten Richtung festlegt, die durch den einen Endabschnitt angegeben ist, wobei die Gewindespindel einen Gewindespindelkörper, der mit einer Außenumfangsfläche versehen ist, einen Außenverzahnungsabschnitt, der in der ersten Richtung von einem Endabschnitt in der ersten Richtung des Gewindespindelkörpers vorsteht und einen kleineren Durchmesser als der Gewindespindelkörper aufweist, und eine Stufenfläche, die an einer Grenze zwischen dem Gewindespindelkörper und dem Außenverzahnungsabschnitt vorgesehen ist und in die erste Richtung weist, umfasst, wobei die Mutter eine ringförmige erste Stirnfläche, die in die erste Richtung weist, einen ersten Öffnungsabschnitt, der sich in einem Innenumfang der ersten Stirnfläche befindet und in den die Gewindespindel eingeführt ist, und einen ersten Anschlag, der von der ersten Stirnfläche in die erste Richtung vorsteht, umfasst, wobei der Kolben einen Kolbenkörper mit einer Druckfläche, die in die erste Richtung weist, und einer Gegenfläche, die in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, weist, einen zylindrischen Abschnitt, der eine zylindrische Form aufweist, von einem zentralen Abschnitt der Gegenfläche in die zweite Richtung vorsteht und auf dem Außenverzahnungsabschnitt sitzt, und einen zweiten Anschlag, der von der Gegenfläche in die zweite Richtung vorsteht und mit einer Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts durchgehend ist, umfasst, wobei der erste Anschlag und der zweite Anschlag aneinander anliegen und den Drehanschlag bilden, wenn sich die Gewindespindel in der Ausgangsposition befindet, wobei die Stufenfläche bezogen auf den ersten Öffnungsabschnitt in der zweiten Richtung angeordnet ist und sich innerhalb der Mutter befindet, wenn sich die Gewindespindel in der

Ausgangsposition befindet, wobei der zylindrische Abschnitt bezogen auf den zweiten Anschlag in die zweite Richtung vorsteht und an der Stufenfläche anliegt, und wobei eine Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts einen größeren Durchmesser als ein Nutgrund der Außenumfangsfläche aufweist.	4	Kugel
	5	Kolben
	6	Drehanschlag
	10	Koppelabschnitt
	20	Mutterkörper
	22	Innenumfangsfläche
(2) Der Linearaktuator gemäß (1), bei dem die Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser eines Schraubengewindes des Gewindespindelkörpers.	23	S-Nut
	24	erste Stirnfläche
	25	erster Öffnungsabschnitt
(3) Der Linearaktuator gemäß (1), bei dem die Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Außendurchmesser eines Schraubengewindes des Gewindespindelkörpers.	25a	Kante
	26	erster Anschlag
	26a	erste Kontaktfläche
	30	Gewindespindelkörper
(4) Der Linearaktuator nach einem aus (1) bis (3), der ferner ein Gehäuse aufweist, in dem der Kugelgewindetrieb, der Kolben und der Drehanschlag untergebracht sind, wobei der Kolben einen zylindrischen Außenzylinder aufweist, der von der Gegenfläche in die zweite Richtung vorsteht und eine Außenumfangsfläche der Mutter umgibt, und eine Außenumfangsfläche des Außenzylinders eine Gleitfläche bildet, die in Bezug auf das Gehäuse gleitend gelagert ist.	31	Außenverzahnungsabschnitt
	32	Außenumfangsfläche
	33	Stufenfläche
	35	Schraubengewinde
	36	Nutgrund
	50	Kolbenkörper
(5) Der Linearaktuator nach (4), bei dem ein Spaltmaß zwischen einer Innenumfangsfläche des Außenzylinders und einer Außenumfangsfläche der Mutter kleiner ist als ein Spaltmaß zwischen dem zylindrischen Abschnitt und dem ersten Öffnungsabschnitt.	50a	Druckfläche
	50b	Gegenfläche
	51, 51A, 51B, 51C, 51D	zylindrischer Abschnitt
	52	zweiter Anschlag
(6) Der Linearaktuator nach (4) oder (5), bei dem eine Innenumfangsfläche des Außenzylinders mit dem zweiten Anschlag durchgehend ist.	52a	zweite Kontaktfläche
	53	Außenzylinder
	55	Stirnfläche
(7) Der Linearaktuator nach einem aus (1) bis (6), bei dem eine Kante des ersten Öffnungsabschnitts eine verjüngte Form aufweist, deren Durchmesser in die erste Richtung zunimmt, und die Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts mit einer verjüngten Schräge versehen ist, die der Kante des ersten Öffnungsabschnitts zugewandt ist und deren Durchmesser in die erste Richtung zunimmt.	56, 56A, 56B, 56C	Außenumfangsfläche
	100	Bremskraftverstärker
	103, 103A, 103B, 103C, 103D	Linearaktuator
	120	Gehäuse

Bezugszeichenliste

1	Kugelgewindetrieb
2	Mutter
3	Gewindespindel

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

- 2021-42801 [0004]

Patentansprüche

1. Linearaktuator (103, 103A, 103B, 103C, 103D), der folgendes umfasst:
 einen Kugelgewindetrieb (1) mit einer Mutter (2), einer Gewindespindel (3) und einer Vielzahl von Kugeln (4);
 einen Kolben (5), der an einem Endabschnitt der Gewindespindel (3) befestigt ist; und
 einen Drehanschlag (6), der eine Ausgangsposition der Gewindespindel (3) in einer ersten Richtung (X1) festlegt, die durch den einen Endabschnitt angegeben wird,
 wobei die Gewindespindel (3) folgendes umfasst:
 einen Gewindespindelkörper (30), der mit einer Außenumfangsfläche (32) versehen ist,
 einen Außenverzahnungsabschnitt (31), der in der ersten Richtung (X1) von einem Endabschnitt in der ersten Richtung (X1) des Gewindespindelkörpers (30) vorsteht und einen kleineren Durchmesser als der Gewindespindelkörper (30) aufweist, und
 eine Stufenfläche (33), die an einer Grenze zwischen dem Gewindespindelkörper (30) und dem Außenverzahnungsabschnitt (31) vorgesehen ist und in die erste Richtung (X1) weist,
 wobei die Mutter (2) folgendes umfasst:
 eine ringförmige erste Stirnfläche (24), die in die erste Richtung (X1) weist,
 einen ersten Öffnungsabschnitt (25), der sich an einem Innenumfang der ersten Stirnfläche (24) befindet und in den die Gewindespindel (3) eingeführt ist, und
 einen ersten Anschlag (26), der von der ersten Stirnfläche (24) in die erste Richtung (X1) vorsteht,
 wobei der Kolben (5) folgendes umfasst:
 einen Kolbenkörper (50) mit einer Druckfläche (50a), die in die erste Richtung (X1) weist, und einer Gegenfläche (50b), die in eine zweite Richtung (X2), die der ersten Richtung (X1) entgegengesetzt ist, weist,
 einen zylindrischen Abschnitt (51, 51A, 51B, 51C, 51D), der eine zylindrische Form aufweist, von einem zentralen Abschnitt der Gegenfläche (50b) in die zweite Richtung (X2) vorsteht und auf dem Außenverzahnungsabschnitt (31) sitzt, und
 einen zweiten Anschlag (52), der von der Gegenfläche (50b) in die zweite Richtung (X2) vorsteht und mit einer Außenumfangsfläche (56, 56A, 56B, 56C) des zylindrischen Abschnitts (51, 51A, 51B, 51C, 51D) durchgehend ist,
 wobei der erste Anschlag (26) und der zweite Anschlag (52) aneinander anliegen und den Drehanschlag (6) bilden, wenn sich die Gewindespindel (3) in der Ausgangsposition befindet,
 wobei die Stufenfläche (33) bezogen auf den ersten Öffnungsabschnitt (25) in der zweiten Richtung (X2) angeordnet ist und sich innerhalb der Mutter (2) befindet, wenn sich die Gewindespindel (3) in der Ausgangsposition befindet,
 wobei der zylindrische Abschnitt (51, 51A, 51B, 51C,

51D) bezogen auf den zweiten Anschlag (52) in die zweite Richtung (X2) vorsteht und an der Stufenfläche (33) anliegt, und
 wobei eine Außenumfangsfläche (56, 56A, 56B, 56C) des zylindrischen Abschnitts (51, 51A, 51B, 51C, 51D) einen größeren Durchmesser als ein Nutgrund (36) der Außenumfangsfläche (32) aufweist.

2. Linearaktuator (103B) nach Anspruch 1, wobei die Außenumfangsfläche (56B) des zylindrischen Abschnitts (51B) einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser eines Schraubengewindes (35) des Gewindespindelkörpers (30).

3. Linearaktuator (103, 103C, 103D) nach Anspruch 1, wobei die Außenumfangsfläche (56, 56C) des zylindrischen Abschnitts (51, 51C, 51D) einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Außendurchmesser eines Schraubengewindes (35) des Gewindespindelkörpers (30).

4. Linearaktuator (103, 103A, 103B, 103C, 103D) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner umfassend
 ein Gehäuse (120), das den Kugelgewindetrieb (1), den Kolben (5) und den Drehanschlag (6) aufnimmt, wobei
 der Kolben (5) einen zylindrischen Außenzylinder (53) aufweist, der von der Gegenfläche (50b) in die zweite Richtung (X2) vorsteht und eine Außenumfangsfläche (53a) des Außenzylinders (53) eine Gleitfläche bildet, die in Bezug auf das Gehäuse (120) gleitend gelagert ist.

5. Linearaktuator (103, 103A, 103B, 103C, 103D) nach Anspruch 4, wobei ein Spaltmaß (L2) zwischen einer Innenumfangsfläche (53b) des Außenzylinders (53) und einer Außenumfangsfläche (20a) der Mutter (2) kleiner ist als ein Spaltmaß (L1, L3) zwischen dem zylindrischen Abschnitt (51, 51A, 51B, 51C, 51D) und dem ersten Öffnungsabschnitt (25).

6. Linearaktuator (103, 103A, 103B, 103C, 103D) nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, wobei eine Innenumfangsfläche (53b) des Außenzylinders (53) mit dem zweiten Anschlag (52) durchgehend ist.

7. Linearaktuator (103C) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
 eine Kante (25a) des ersten Öffnungsabschnitts (25) eine verjüngte Form aufweist, deren Durchmesser in die erste Richtung (X1) zunimmt, und
 die Außenumfangsfläche (56C) des zylindrischen Abschnitts (51C) mit einer sich verjüngenden Schräge versehen ist, die der Kante (25a) des ers-

ten Öffnungsabschnitts (25) zugewandt ist und deren Durchmesser in die erste Richtung (X1) zunimmt.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

FIG.2

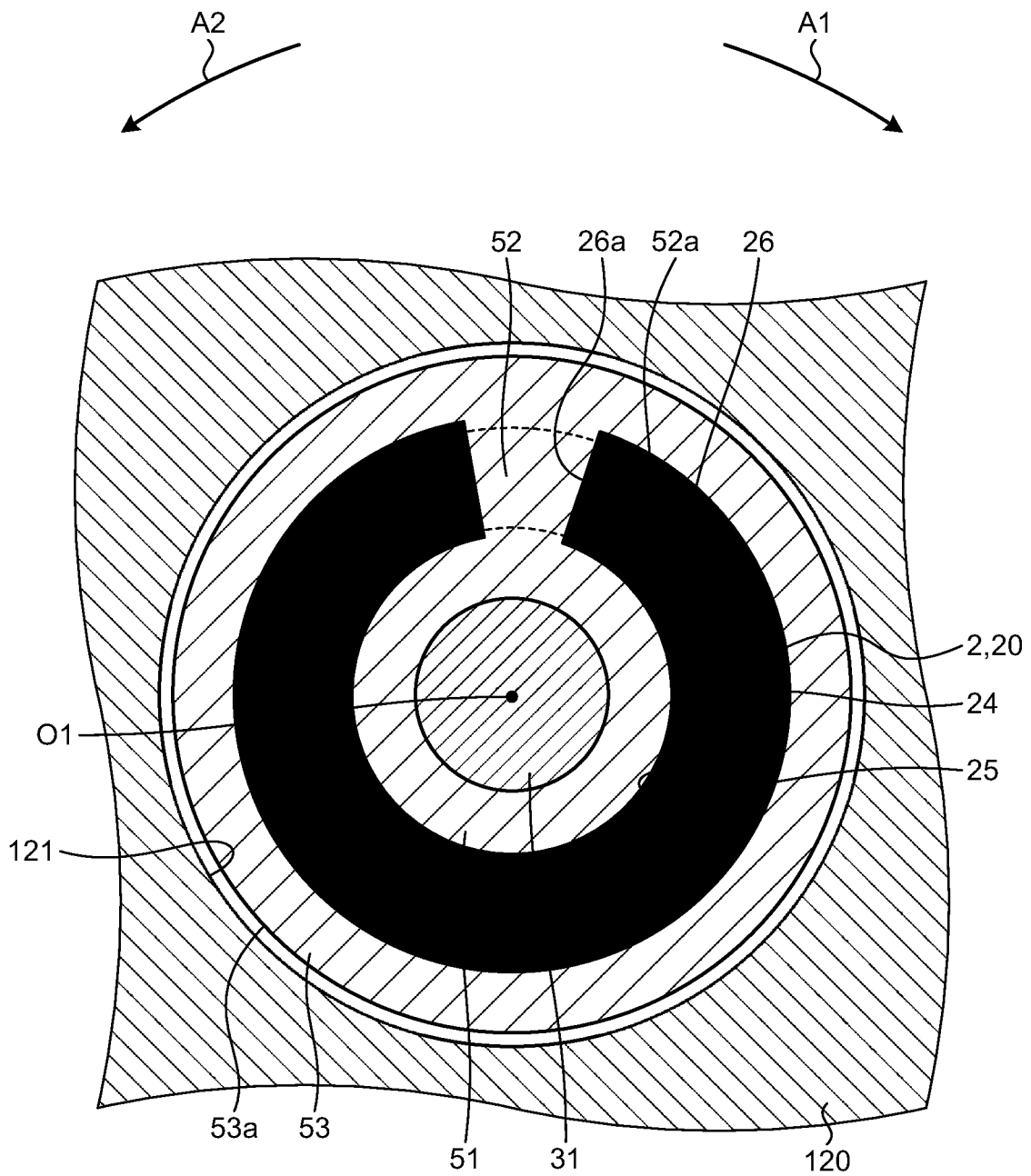


FIG.3

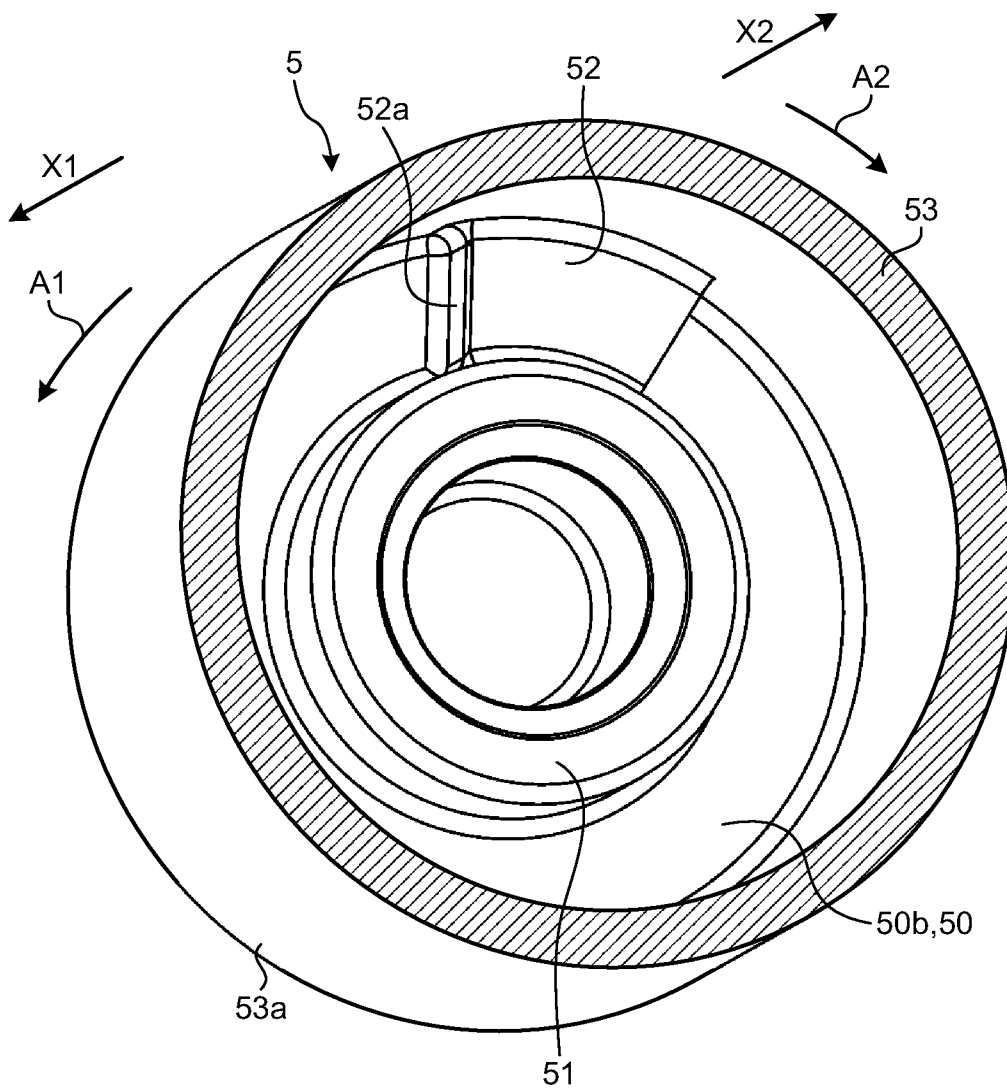


FIG.5

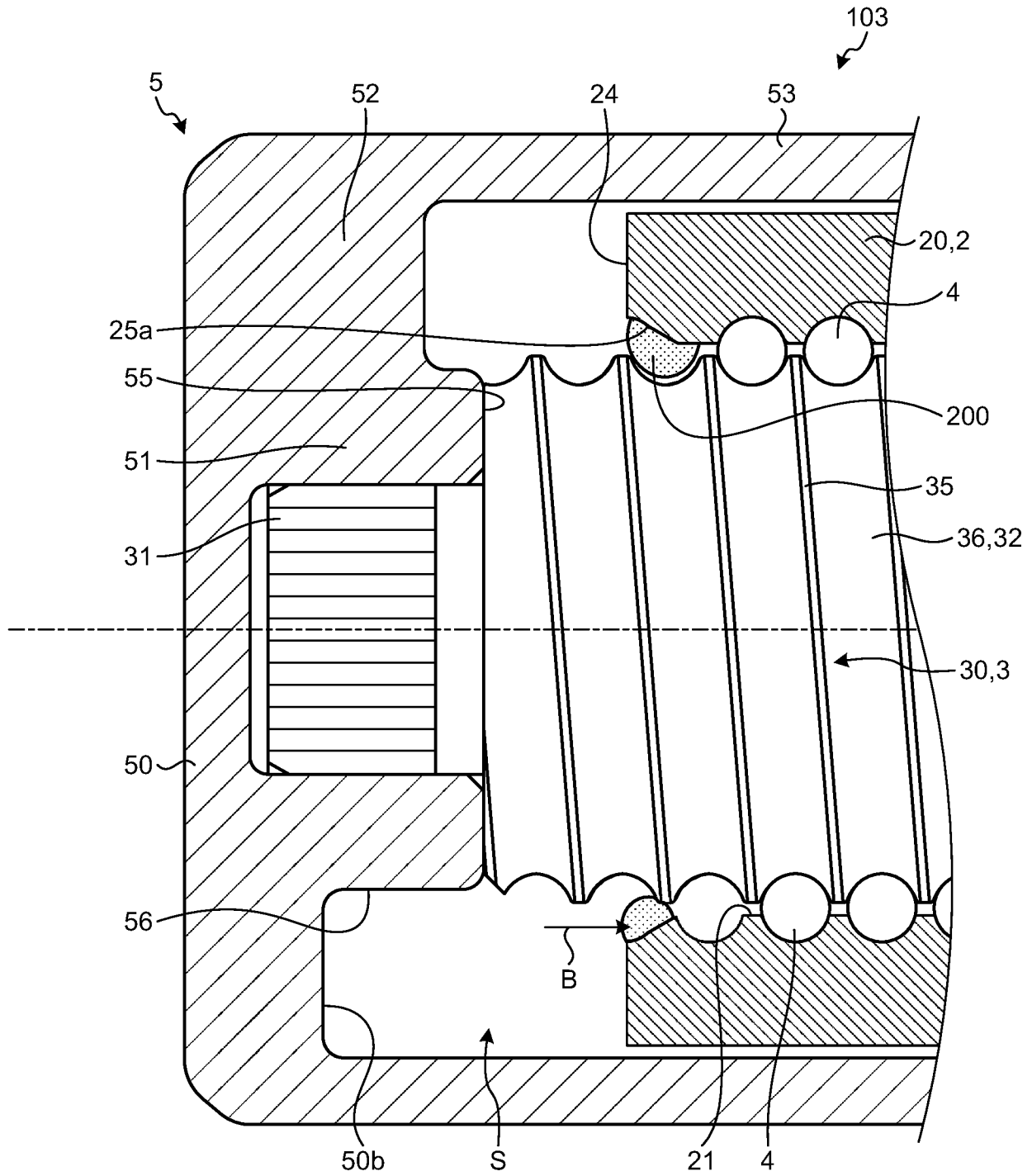


FIG.6

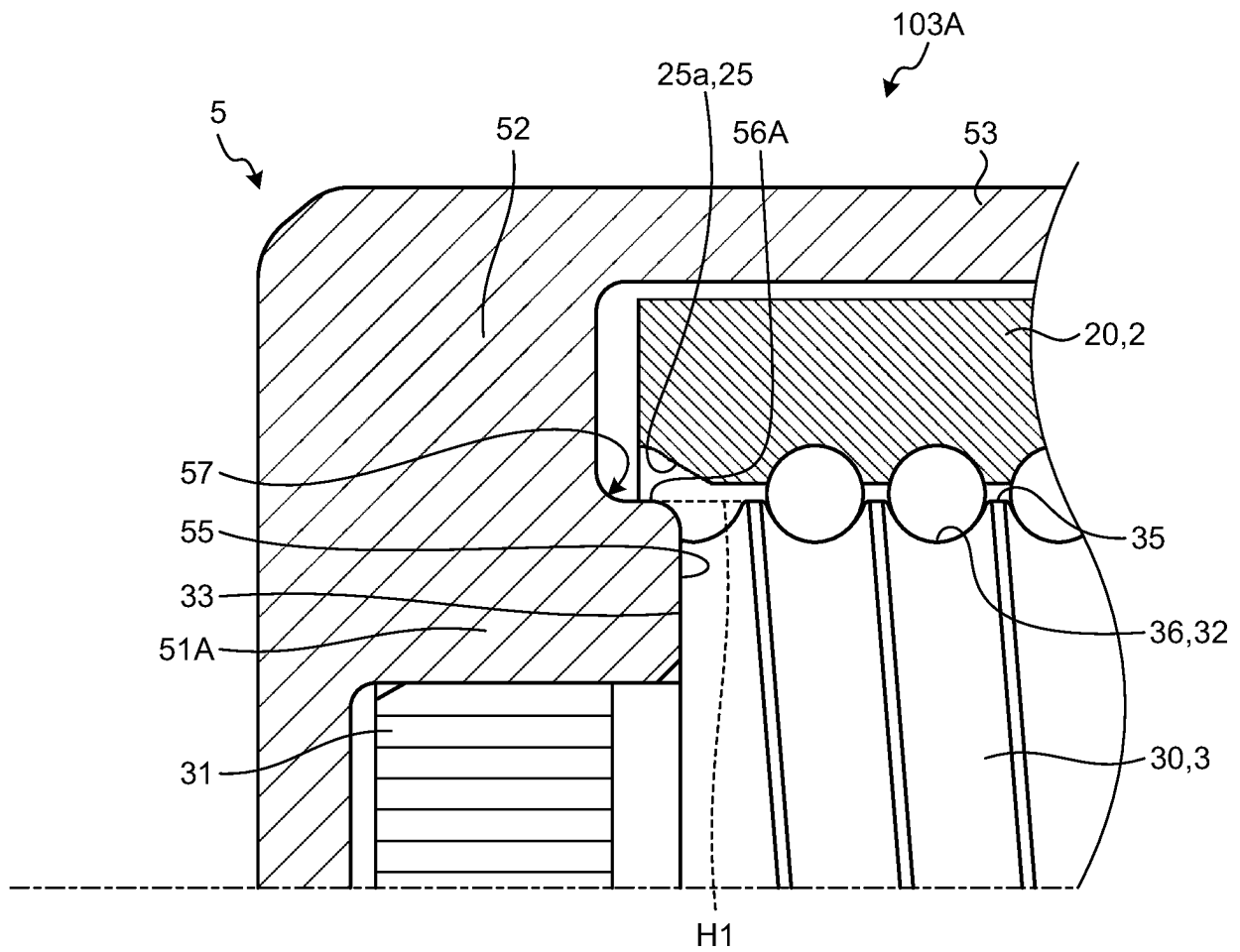


FIG.7

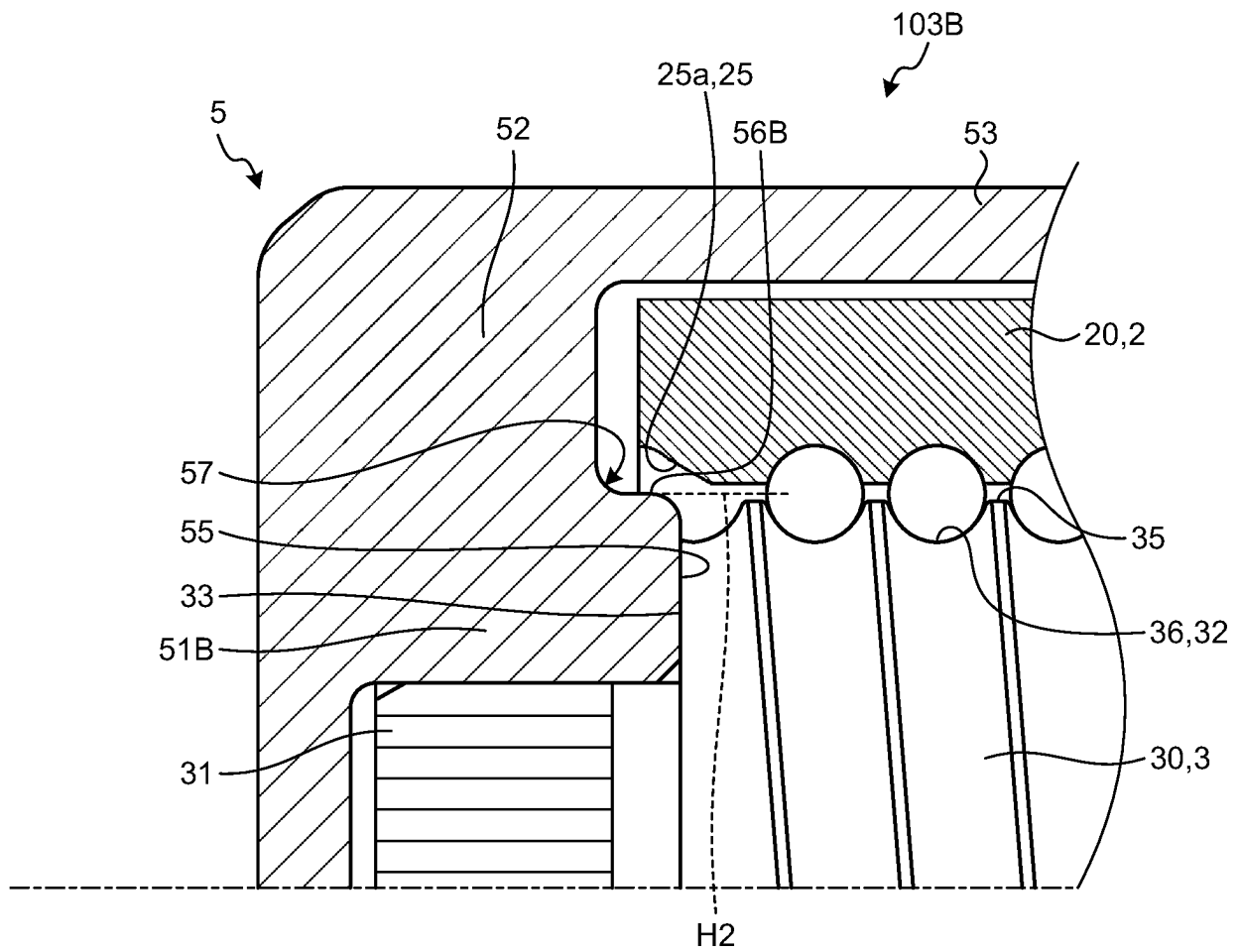


FIG.8

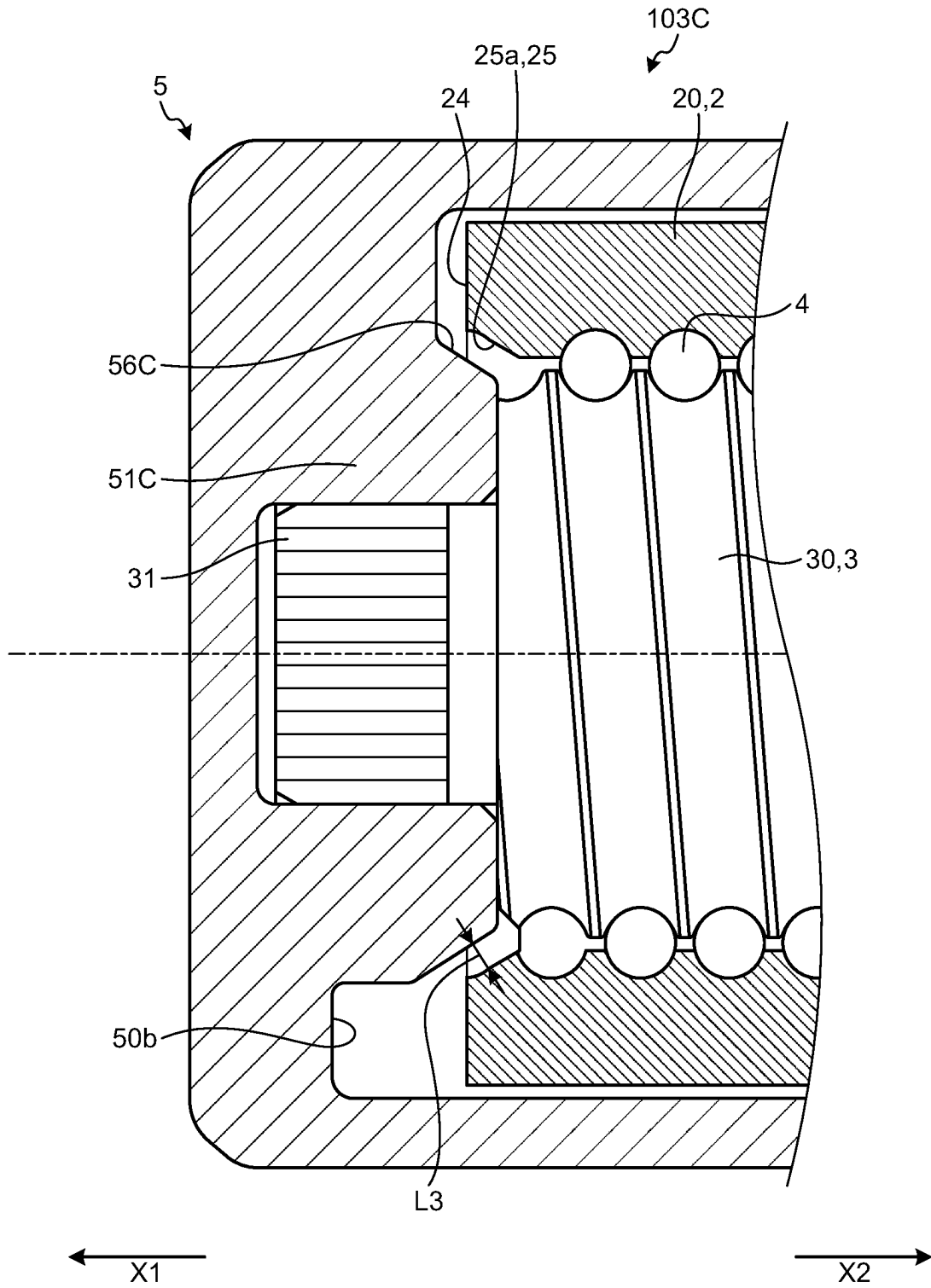


FIG.9

