



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/145595**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 000 670.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/001490**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.01.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.08.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.11.2024**

(51) Int Cl.: **F16H 25/22 (2006.01)**
F16D 65/18 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2022-009887 **26.01.2022** **JP**
2022-198420 **13.12.2022** **JP**

(72) Erfinder:
Sato, Kanta, Fujisawa-shi, Kanagawa, JP; Abe,
Yasuaki, Fujisawa-shi, Kanagawa, JP; Watanabe,
Yasumi, Fujisawa-shi, Kanagawa, JP

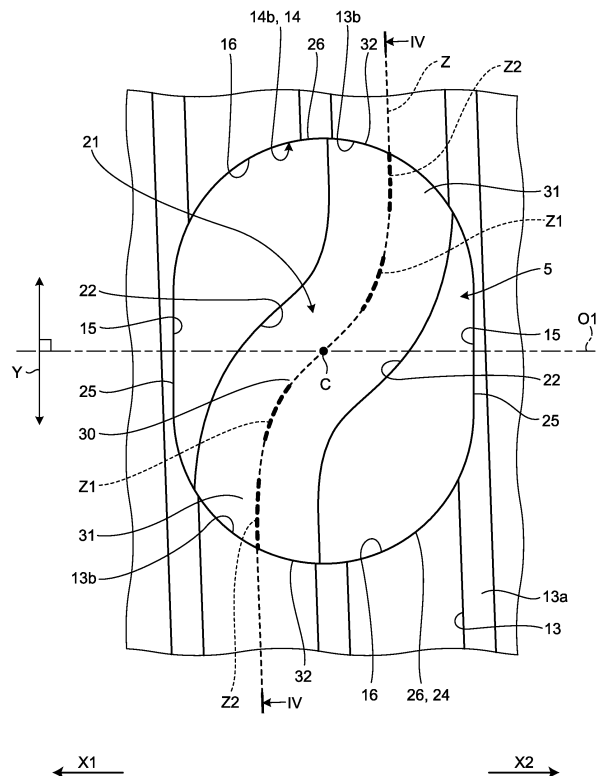
(71) Anmelder:
NSK Ltd., Tokyo, JP

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **KUGELUMLAUFSPINDELVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Kugelumlaufspindelvorrichtung der vorliegenden Offenbarung umfasst: eine Gewindespindel, in der eine Außenumfangslaufbahnoberfläche auf einer äußeren Umfangsfläche vorgesehen ist; eine Mutter, in die die Gewindespindel eingesetzt ist und in der eine Innenumfangslaufbahnoberfläche auf einer inneren Umfangsfläche vorgesehen ist; mehrere Kugeln, die auf einer Laufbahn zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und der Innenumfangslaufbahnoberfläche angeordnet sind; und mindestens einen Umlenker, der mit einer S-förmigen Rillenoberfläche versehen ist, die die Kugeln zirkuliert. Die äußere Umfangsfläche der Gewindespindel ist mit einem Ausnehmungsabschnitt versehen, der in radialer Richtung zu der Innenseite hin zurückgesetzt ist und den Umlenker aufnimmt, und eine innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts und eine äußere Umfangsfläche des Umlenkens sind nicht kreisförmig, wenn man sie von einer äußeren Seite in radialer Richtung der Gewindespindel betrachtet.



Beschreibung**Lösung der Aufgabe**

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Kugelumlaufspindelvorrichtung.

Hintergrund

[0002] Eine Kugelumlaufspindel umfasst eine Mutter, eine Gewindespindel, die die Mutter durchdringt, mehrere Kugeln, die auf einer Laufbahn zwischen der Mutter und der Gewindespindel rollen, und eine Umlaufkomponente. Die Umlaufkomponente ist eine Komponente zur Rückführung der von einem Ende der Laufbahn zum anderen Ende der Laufbahn bewegten Kugeln zu dem einen Ende der Laufbahn. Ein Beispiel für die Umlaufkomponente ist ein Umlenker, der die Kugeln um eine Steigung zurückführt. In einer Kugelumlaufspindel aus der folgenden Patentliteratur ist in einer äußeren Umfangsfläche einer Gewindespindel ein Ausnehmungsabschnitt vorgesehen, der in radialer Richtung zu der Innenseite hin ausgespart ist. In die Ausnehmung ist ein Umlenker eingesetzt.

Zitierliste

Patentliteratur

[0003] Patentliteratur 1: Japanische Gebrauchsmusteranmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 58-52359

Zusammenfassung

Technische Aufgabe

[0004] Gemäß der oben beschriebenen Patentliteratur sind eine innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts und eine äußere Umfangsfläche des Umlenkens kreisförmig, wenn man sie von einer äußeren Seite in radialer Richtung der Gewindespindel betrachtet. Daher ist es bei der Montage des Umlenkens an den Ausnehmungsabschnitt erforderlich, den Umlenker so zu positionieren, dass eine Außenumfangslaufbahnoberfläche der Gewindespindel und eine S-förmige Rillenoberfläche des Umlenkens durchgehend sind. Die Montage ist daher arbeitsintensiv.

[0005] Die vorliegende Offenbarung wurde in Anbetracht der obigen Ausführungen gemacht, und ein Ziel davon ist es, eine Kugelumlaufspindel zur Verfügung zu stellen, in der ein Umlenker leicht montiert werden kann.

[0006] Um das obige Ziel zu erreichen, umfasst eine Kugelumlaufspindelvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung: eine Gewindespindel, in der eine Außenumfangslaufbahnoberfläche an einer äußeren Umfangsfläche vorgesehen ist; eine Mutter, in die die Gewindespindel eingesetzt ist und in der eine Innenumfangslaufbahnoberfläche an einer inneren Umfangsfläche vorgesehen ist; mehrere Kugeln, die auf einer Laufbahn zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und der Innenumfangslaufbahnoberfläche angeordnet sind und mindestens einen Umlenker, der mit einer S-förmigen Rillenoberfläche versehen ist, die die Kugeln zirkuliert, wobei die äußere Umfangsfläche der Gewindespindel mit einem Ausnehmungsabschnitt versehen ist, der in einer radialen Richtung zu einer inneren Seite zurückgesetzt ist und der den Umlenker aufnimmt, und eine innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts und eine äußere Umfangsfläche des Umlenkens nicht kreisförmig sind, wenn sie von einer äußeren Seite in der radialen Richtung der Gewindespindel betrachtet werden.

[0007] Erfindungsgemäß wird eine Richtung eines Umlenkens nur durch Einsetzen des Umlenkens in einen Ausnehmungsabschnitt positioniert. Das heißt, die Arbeit der Positionierung der Richtung des Umlenkens in einer solchen Weise, dass eine S-förmige Rillenoberfläche und eine Außenumfangslaufbahnoberfläche kontinuierlich ist, wird unnötig. Somit ist der Umlenker leicht zu montieren.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung ist die Höhe des Gewindes auf der Außenumfangslaufbahnoberfläche höher als die Höhe des Gewindes auf der Innenumfangslaufbahnoberfläche.

[0009] Gemäß der obigen Konfiguration, da eine Gewindespindel der Außenumfangslaufbahnoberfläche hoch wird, ist es möglich zu verhindern, dass die Kugeln auf einer Rillenschulter der Außenumfangslaufbahnoberfläche reiten. Darüber hinaus ist in einem Fall, in dem sich die Kugeln von der Außenumfangslaufbahnoberfläche zu der S-förmigen Rillenoberfläche des Umlenkens bewegen, gemäß der obigen Konfiguration, da ein unterer Abschnitt der Außenumfangslaufbahnoberfläche tief ist, ein Stufenbetrag zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und der S-förmigen Rillenoberfläche des Umlenkens (Bewegungsbetrag in einer radialen Richtung) klein. Andererseits ist in einem Fall, in dem ein Umlenker auf einer Mutter vorgesehen ist, da ein unterer Abschnitt einer Innenumfangslaufbahnoberfläche flach ist, ein Stufenbetrag zwischen der Innenumfangslaufbahnoberfläche und einer S-förmigen Rillenoberfläche des Umlenkens (Bewegungsbetrag in der radialen Richtung) groß. Daher wird gemäß

der vorliegenden Offenbarung ein Bewegungsbetrag der Kugeln in der radialen Richtung so gesteuert, dass er klein ist, und die Kugeln bewegen sich reibungslos in der S-förmigen Rille.

[0010] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung ist, von der Außenseite in radialer Richtung der Gewindespindel aus gesehen, eine Länge des Ausnehmungsabschnitts und des Umlenkers in einer Schnittrichtung, die sich mit einer axialen Richtung parallel zu der Gewindespindel schneidet, länger als eine Länge davon in axialer Richtung.

[0011] Gemäß der obigen Konfiguration nimmt ein Verhältnis in der Schnittrichtung auf der S-förmigen Rillenoberfläche zu. Das heißt, ein Grad einer Kurve der S-förmigen Rillenoberfläche wird sanft. Dadurch bewegen sich die Kugeln reibungslos in der S-förmigen Rillenoberfläche.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung ist die äußere Umfangsfläche des Umlenkers gegenüber der inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts überstehend.

[0013] Gemäß der obigen Konfiguration ist der Umlenker in den Ausnehmungsabschnitt eingepasst. Der Umlenker wird also nicht aus der Aussparung herausgelöst.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung umfasst die innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts ein Paar erster gegenüberliegender Flächen, die einander zugewandt sind, und ein Paar zweiter gegenüberliegender Flächen, die einander zugewandt sind und die zwischen dem Paar erster gegenüberliegender Flächen angeordnet sind, die äußere Umfangsfläche des Umlenkers umfasst ein Paar erster Seitenflächen, die dem Paar erster gegenüberliegender Flächen zugewandt sind, und ein Paar zweiter Seitenflächen, die dem Paar zweiter gegenüberliegender Flächen zugewandt sind, das Paar erster gegenüberliegender Flächen und das Paar erster Seitenflächen sind von der Außenseite in der radialen Richtung gesehen gerade, das Paar zweiter gegenüberliegender Flächen und das Paar zweiter Seitenflächen haben von der Außenseite in der radialen Richtung gesehen eine Bogenform und das Paar erster Seitenflächen hat den Überstand bezüglich des Paares erster gegenüberliegender Flächen.

[0015] Gemäß der obigen Konfiguration ist es einfach, den Überstand zu handhaben, verglichen mit einem Fall, in dem der Überstand in jedem des Paares der zweiten gegenüberliegenden Flächen und des Paares der zweiten Seitenflächen vorgesehen ist. Der Umlenker lässt sich daher leicht herstellen.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindel ist der Umlenker lose in die Ausnehmung eingesetzt.

[0017] Wenn der Umlenker in den Ausnehmungsabschnitt eingepresst (eingepasst) wird, wird die S-förmige Rillenoberfläche des Umlenkers verformt. Dann wird die S-förmige Rillenoberfläche verformt, und es besteht die Möglichkeit, dass die Kugeln nicht reibungslos rollen. Andererseits ist der Umlenker gemäß der obigen Konfiguration locker in den Ausnehmungsabschnitt eingepasst. Auf diese Weise wird die Verformung des Umlenkers kontrolliert.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindel umfasst der Umlenker ferner mindestens einen Vorsprung, der aus der äußeren Umfangsfläche herausragt und durch Anstoßen an die innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts gequetscht wird.

[0019] Gemäß der obigen Konfiguration erschwert der Vorsprung das Ablösen des Umlenkers aus dem Ausnehmungsabschnitt. Außerdem wird, obwohl der kleine Vorsprung verformt wird, eine Verformung des Umlenkers (S-förmige Rillenoberfläche) vermieden. So bewegen sich die Kugeln reibungslos in der S-förmigen Rillenoberfläche.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindel umfasst die S-förmige Rillenoberfläche eine zentrale Rillenoberfläche, auf der die Kugeln in radialer Richtung nach innen sinken, und zwei Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen, die jeweils auf beiden Seiten der zentralen Rillenoberfläche vorgesehen sind und durch die die Kugeln ein- und austreten.

[0021] Gemäß der obigen Konfiguration, selbst wenn eine Last in der radialen Richtung auf der Außenseite auf den Umlenker wirkt, kommen die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen in Kontakt mit den Kugeln, die an der Innenumfangslaufoberfläche anliegen, und die Bewegung des Umlenkers zur Außenseite in der radialen Richtung wird reguliert. Somit wird der Umlenker nicht von dem Ausnehmungsabschnitt gelöst.

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindel ist eine gewindespindel-seitige Öffnung der Außenumfangslaufoberfläche in der inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts vorgesehen, eine umlenkerseitige Öffnung der S-förmigen Rillenoberfläche ist in der äußeren Umfangsfläche des Umlenkers vorgesehen, und eine Rillenform der umlenkerseitigen Öffnung ist größer als eine Rillenform der gewindespindel-seitigen Öffnung.

[0023] Gemäß der obigen Konfiguration bewegt sich eine Kante der umlenkerseitigen Öffnung nicht zu einer Innenseite der gewindespindelartigen Öffnung, selbst wenn sich der Umlenker in radialer Richtung zur Außenseite bewegt. Dadurch wird verhindert, dass die Kante der umlenkerseitigen Öffnung mit den Kugeln in Kontakt kommt.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindel umfasst die S-förmige Rillenoberfläche eine zentrale Rillenoberfläche, auf der die Kugeln in radialer Richtung nach innen sinken, und zwei Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen, die jeweils auf beiden Seiten der zentralen Rillenoberfläche vorgesehen sind und durch die die Kugeln ein- und austreten, wobei eine Rillenform der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen größer ist als eine Rillenform der Außenumfangslaufbahnoberfläche, eine umlenkerseitige Öffnung der S-förmigen Rillenoberfläche in der äußeren Umfangsfläche des Umlenkers vorgesehen ist, eine gewindespindelartige Öffnung der Außenumfangslaufbahnoberfläche, die sich zu der umlenkerseitigen Öffnung fortsetzt, in der inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts vorgesehen ist, und mindestens ein Teil einer Grenzlinie zwischen der umlenkerseitigen Öffnung und der gewindespindelartigen Öffnung, von der Außenseite in der radialen Richtung gesehen, einen geraden Abschnitt umfasst, der sich gerade in einer axialen Richtung erstreckt.

[0025] Bewegen sich die Kugeln von der S-förmigen Rillenoberfläche des Umlenkers zu der Außenumfangslaufbahnoberfläche der Gewindespindel, überlappt die Grenzlinie die Kugeln, wenn man sie von der Außenseite in radialer Richtung betrachtet. Das heißt, in der Rillenoberfläche auf der Innenseite in radialer Richtung der Kugeln ist die Außenumfangslaufbahnoberfläche auf einer Seite in axialer Richtung angeordnet, und die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen sind auf der anderen Seite in axialer Richtung angeordnet. Darüber hinaus haben die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen eine größere Rillenform als die Außenumfangslaufbahnoberfläche. So werden die Kugeln von der Außenumfangslaufbahnoberfläche geführt und bewegen sich in axialer Richtung leicht zu der anderen Seite (Seite, auf der die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen von der Außenumfangslaufbahnoberfläche aus gesehen vorhanden sind). Wenn sich die Kugeln in axialer Richtung auf die andere Seite bewegen, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass die Kugeln zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und einer Rillenschulter der Innenumfangslaufbahnoberfläche eingeklemmt sind. Das bedeutet, dass die Kugeln nicht reibungslos rollen und die Umwandlungseffizienz der Kugelumlaufspindel verringert wird. Andererseits hat die Grenzlinie zwischen der umlenkerseitigen Öffnung und der gewindespindelartigen Öffnung gemäß der vorliegenden Offenbarung einen geraden Abschnitt,

der sich gerade in axialer Richtung erstreckt, und eine Länge der Grenzlinie in Spiralrichtung ist kurz. Daher ist es weniger wahrscheinlich, dass die Kugeln durch die Außenumfangslaufbahnoberfläche in axialer Richtung zu der anderen Seite (Seite der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen) geführt werden, und es ist weniger wahrscheinlich, dass sie zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und der Rillenschulter der Innenumfangslaufbahnoberfläche eingeschlossen werden. Dadurch wird ein gleichmäßiges Abrollen der Kugeln sichergestellt und eine Verringerung des Umwandlungswirkungsgrads der Kugelumlaufspindelvorrichtung verhindert.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung ist der gerade Abschnitt orthogonal zu einer Spiralrichtung, in der die Kugeln rollen.

[0027] Gemäß der obigen Konfiguration wird die Länge des geraden Abschnitts (Grenzlinie) in Spiralrichtung null, und die Länge der gesamten Grenzlinie in Spiralrichtung wird kurz. Dadurch wird ein Abschnitt, in dem die Außenumfangslaufbahnoberfläche die Kugeln in axialer Richtung zu der anderen Seite (Seite der Eingangs-/Austrittsrillenoberflächen) führt, verkürzt, und es ist weniger wahrscheinlich, dass die Kugeln zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und der Rillenschulter der Innenumfangslaufbahnoberfläche eingeklemmt werden.

[0028] Außerdem ist bei der Kugelumlaufspindelvorrichtung der gerade Abschnitt parallel zu der axialen Richtung.

[0029] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung ist die gesamte Grenzlinie der gerade Abschnitt.

[0030] Die Grenzlinie kann einen gekrümmten Abschnitt enthalten, der durch einen Eckabschnitt R an einem Eckabschnitt des Umlenkers entsteht. Darüber hinaus enthält eine Grenzlinie eines kreisförmigen Umlenkers eines herkömmlichen Beispiels auch einen gekrümmten Abschnitt. Es gibt einen Fall, in dem der gekrümmte Abschnitt teilweise einen Abschnitt umfasst, der sich in einer Spiralrichtung erstreckt und eine Länge in der Spiralrichtung relativ lang ist. Wenn die Grenzlinie einen solchen gekrümmten Abschnitt enthält, ist die Länge der Grenzlinie in Spiralrichtung, das heißt ein Abschnitt, in dem eine Außenumfangslaufbahnoberfläche Kugeln in axialer Richtung zu der anderen Seite führt (Seite der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen), ebenfalls lang. Dadurch werden die Kugeln leicht zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und einer Rillenschulter einer Innenumfangslaufbahnoberfläche eingeklemmt. Andererseits ist die Länge der Grenzlinie in Spiralrichtung gemäß der obigen Konfiguration kurz, da der gekrümmte

Abschnitt nicht enthalten ist. Das heißt, ein Abschnitt, in dem die Außenumfangslaufbahnoberfläche die Kugeln in axialer Richtung zur anderen Seite (Seite der Eingangs-/Austrittsrillenoberflächen) führt, ist verkürzt, und es ist weniger wahrscheinlich, dass die Kugeln zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und der Rillenschulter der Innenumfangslaufbahnoberfläche eingeklemmt werden.

[0031] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung umfasst die innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts ein Paar erster Umfangsflächen, die einander gegenüberliegen und sich in einer Umfangsrichtung erstrecken, umfasst die äußere Umfangsfläche des Umlenkers ein Paar zweiter Umfangsflächen, die den ersten Umfangsflächen gegenüberliegen, und sind die ersten Umfangsflächen und die zweiten Umfangsflächen parallel zu einer Spiralrichtung, in der die Kugeln rollen.

[0032] Das Schraubengewinde der Gewindespindel umfasst einen dünnen Abschnitt, der durch den Ausnehmungsabschnitt ausgeschnitten ist und eine geringe Dicke in einer orthogonalen Richtung orthogonal zur Spiralrichtung aufweist. Gemäß der obigen Konfiguration erstrecken sich eine erste Umfangsfläche und eine zweite Umfangsfläche in der Spiralrichtung. Somit ist die Dicke des dünnen Abschnitts in der orthogonalen Richtung gleichmäßig in der Spiralrichtung. Infolgedessen gibt es keinen Bereich mit geringer Festigkeit in dem dünnen Abschnitt, und eine Verformung des Schraubengewindes (dünner Abschnitt) wird vermieden.

[0033] In einer bevorzugten Ausführungsform der Kugelumlaufspindelvorrichtung umfasst die Mutter einen Mutterhauptkörper, der eine zylindrische Form aufweist und an einer inneren Umfangsfläche mit der Innenumfangslaufbahnoberfläche versehen ist, sowie einen Deckelteil, der eine Öffnung des Mutterhauptkörpers verschließt.

[0034] Gemäß der obigen Konfiguration kann eine weitere Komponente mittels des Deckelteils der Mutter gedrückt werden. Das heißt, die Mutter kann die Funktion eines Kolbens haben, und die Anzahl der Komponenten kann reduziert werden. Darüber hinaus ist es in einem Fall, in dem eine Mutter und ein Kolben separate Komponenten sind, notwendig, den Kolben extern an der Mutter zu befestigen, und eine Kugelumlaufspindelvorrichtung wird groß. Andererseits ist es gemäß der vorliegenden Offenbarung nicht notwendig, den Kolben extern an der Mutter zu befestigen, und die Kugelumlaufspindelvorrichtung wird verkleinert.

Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung

[0035] Mit einer Kugelumlaufspindel der vorliegenden Offenbarung wird der Zusammenbau eines Umlenkers einfach.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Die **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht eines Bremssattels einer ersten Ausführungsform.

Die **Fig. 2** ist eine perspektivische Ansicht eines Umlenkers und eines Ausnehmungsabschnitts einer Kugelumlaufspindelvorrichtung der ersten Ausführungsform.

Die **Fig. 3** ist eine vergrößerte Ansicht des Ausnehmungsabschnitts und des Umlenkers der ersten Ausführungsform, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen.

Die **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Querschnitt entlang der Mitte einer S-förmigen Rillenoberfläche zeigt.

Die **Fig. 5** ist eine Ansicht einer Öffnung in einer Außenumfangslaufbahnoberfläche, die in einer zweiten gegenüberliegenden Oberfläche des Ausnehmungsabschnitts (gewindespindel-seitige Öffnung) vorgesehen ist, vom Ausnehmungsabschnitt aus gesehen.

Die **Fig. 6** ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem sich der Umlenker von dem Zustand der **Fig. 5** in radialer Richtung zu der Außenseite bewegt.

Die **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht, die einen Querschnitt einer Kugelumlaufspindelvorrichtung eines ersten Vergleichsbeispiels zeigt, wobei der Querschnitt entlang einer S-förmigen Rillenoberfläche aufgenommen ist.

Die **Fig. 8A** ist eine Ansicht, die einen Umlenker eines zweiten Vergleichsbeispiels in abstrakter Weise darstellt.

Die **Fig. 8B** ist eine Ansicht, die den Umlenker der ersten Ausführungsform in abstrakter Weise darstellt.

Die **Fig. 9** ist eine perspektivische Ansicht eines Umlenkers eines ersten Modifikationsbeispiels.

Die **Fig. 10** ist eine vergrößerte Ansicht, in der ein Teil eines Umlenkers, der in einen Ausnehmungsabschnitt in dem ersten Modifikationsbeispiel eingepasst ist, vergrößert dargestellt ist.

Die **Fig. 11** ist eine Querschnittsansicht eines Umlenkers eines zweiten Änderungsbeispiels.

Die **Fig. 12** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkers einer zweiten Ausführungsform, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen.

Die **Fig. 13** ist eine vergrößerte Ansicht, in der die Umgebung einer umlenkerseitigen Öffnung und einer gewindespindelseitigen Öffnung der **Fig. 12** vergrößert dargestellt ist.

Die **Fig. 14** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkers eines dritten Vergleichsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen.

Die **Fig. 15** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie XV-XV in der **Fig. 14**.

Die **Fig. 16** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie XVI-XVI in der **Fig. 13**.

Die **Fig. 17** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkers eines dritten Modifikationsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen.

Die **Fig. 18** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkers eines vierten Modifikationsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen.

Die **Fig. 19** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkers eines fünften Modifikationsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0036] Nachfolgend wird die vorliegende Offenbarung unter Bezugnahme auf die Figuren im Detail beschrieben. Es ist zu beachten, dass die vorliegende Offenbarung durch die folgenden Ausführungsformen der Erfindung (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 äquivalenten Bereich liegen. Darüber hinaus können die in den folgenden Ausführungsformen offengelegten Komponenten in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden.

(Erste Ausführungsform)

[0037] Die **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht eines Bremssattels der ersten Ausführungsform. Wie in der **Fig. 1** dargestellt, ist ein Bremssattel 100 eine Vorrichtung, die eine Bremsscheibe 101, die sich zusammen mit einem Rad (nicht dargestellt) dreht, zwischen zwei Bremsbelägen 102 und 103 ein-klemmt und eine Drehbewegung des Rades steuert. Der Bremssattel 100 umfasst die Bremsscheibe 101, die beiden Bremsbeläge 102 und 103, einen elektrischen Stellantrieb 104, der den Bremsbelag 102 betätigt, und ein Gehäuse 120.

[0038] Der elektrische Stellantrieb 104 umfasst einen Motor (nicht dargestellt), der eine Drehbewegung erzeugt, eine Untersetzungs Vorrichtung 110, die die Drehbewegung abbremst, und eine Kugelumlaufspindelvorrichtung 1, die die Drehbewegung in eine lineare Bewegung umwandelt. In der folgenden Beschreibung wird eine Richtung parallel zu der Spindelmitte O1 einer Gewindespindel 2 der Kugelumlaufspindelvorrichtung 1 als axiale Richtung bezeichnet. Darüber hinaus wird in der axialen Richtung eine Seite, auf der die Bremsscheibe 101 von der Kugelumlaufspindelvorrichtung 1 aus gesehen angeordnet ist, als eine erste Richtung X1 bezeichnet, und eine der ersten Richtung X1 entgegengesetzte Richtung wird als eine zweite Richtung X2 bezeichnet.

[0039] Die Untersetzungs Vorrichtung 110 ist ein Planetengetriebe. Die Untersetzungs Vorrichtung 110 umfasst eine Eingangswelle 111, ein Sonnenrad 112, ein Hohlrad 113, mehrere Planetenräder 114, mehrere Übertragungswellen 115 und einen Träger 116.

[0040] Die Drehbewegung des Motors wird auf die Eingangswelle 111 übertragen. Die Eingangswelle 111 erstreckt sich in axialer Richtung. Außerdem befindet sich ein Wellenmittelpunkt O2 der Eingangswelle 111 auf einer Verlängerungslinie der Spindelmitte O1. Das Sonnenrad 112 wird von der Eingangswelle 111 durchdrungen und ist unverdrehbar an der Eingangswelle 111 befestigt. Das Hohlrad 113 ist ein Innenzahnrad, das auf der Wellenmitte O2 zentriert ist. Eine äußere Umfangsfläche des Hohlrades 113 ist in das Gehäuse 120 eingepasst. Somit ist das Hohlrad 113 unverdrehbar mit dem Gehäuse 120 verbunden.

[0041] Das Planetenrad 114 ist zwischen dem Sonnenrad 112 und dem Hohlrad 113 angeordnet und kämmt mit dem Sonnenrad 112 und dem Hohlrad 113. Das Planetenrad 114 wird von der Übertragungswelle 115 durchdrungen. Außerdem ist das Planetenrad 114 um die Übertragungswelle 115 drehbar gelagert.

[0042] Der Träger 116 ist ein ringförmiges Bauteil, das auf die Spindelmitte O1 zentriert ist. Eine äußere Umfangsfläche des Trägers 116 ist in ein Lager 117 eingepasst. Somit ist der Träger 116 drehbar in dem Gehäuse 120 gelagert. Die Gewindespindel 2 durchdringt einen zentralen Teil des Trägers 116. Der Träger 116 und die Gewindespindel 2 sind mit einer Keilverzahnung versehen (nicht dargestellt). Somit sind der Träger 116 und die Gewindespindel 2 so gekoppelt, dass sie sich nicht relativ zueinander drehen. Darüber hinaus dringt die Übertragungswelle 115 in eine Position ein, die in radialer Richtung exzentrisch zur Außenseite des Mittelteils des Trägers 116 liegt.

[0043] Aus den obigen Ausführungen ergibt sich, dass sich das Sonnenrad 112 um den Wellenmittelpunkt O2 dreht, wenn die Drehbewegung auf die Eingangswelle 111 einwirkt. Dann dreht sich das Planetenrad 114 um den Wellenmittelpunkt O2, während es sich um die Übertragungswelle 115 dreht (rotiert). Infolgedessen drehen sich der Träger 116 und die Gewindespindel um die Spindelmitte O1. Außerdem wird die Drehgeschwindigkeit der Gewindespindel 2 stärker verlangsamt als die Drehgeschwindigkeit der Eingangswelle 111.

[0044] Die Kugelumlaufspindelvorrichtung 1 umfasst die Gewindespindel 2, eine Mutter 3 und eine (in der **Fig. 1** nicht dargestellte) Kugel 4 (siehe-**Figur 4**) sowie mehrere Umlenker 5 (in der **Fig. 1** ist nur einer dargestellt). Die Gewindespindel 2 besteht aus einem in den Träger 116 eingepassten Wellenteil 10 und einem Gewindespindel-Hauptkörper 11, der in der ersten Richtung X1 in Bezug auf das Wellenteil 10 angeordnet ist. Eine äußere Umfangsfläche des Gewindespindel-Hauptkörpers 11 ist mit einer spiralförmigen Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 und mehreren Ausnehmungsabschnitten 14 (in der **Fig. 1** ist nur einer dargestellt) versehen, die an einer Innenseite in radialer Richtung ausgespart sind.

[0045] Die Mutter 3 hat eine zylindrische Form mit Boden. Das heißt, die Mutter 3 umfasst einen zylindrischen Mutterhauptkörper 6 und ein Deckelteil 7, das eine Öffnung des Mutterhauptkörpers 6 verschließt. Eine Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a, die der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 gegenüberliegt, ist an einer inneren Umfangsfläche des Mutterhauptkörpers 6 vorgesehen. Zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 und der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a ist eine spiralförmige Laufbahn 8 ausgebildet. Auf der Laufbahn 8 ist eine Mehrzahl von Kugeln 4 angeordnet. Im Folgenden wird eine Richtung, in der die Kugeln 4 entlang der Laufbahn 8 rollen, als Spiralrichtung bezeichnet.

[0046] Eine äußere Umfangsfläche 6b des Mutterhauptkörpers 6 hat eine kreisförmige Form, die auf die Spindelmitte O1 zentriert ist. Die äußere Umfangsfläche 6b des Mutterhauptkörpers 6 liegt an einer Stützfläche 121 des Gehäuses 120 an. Die äußere Umfangsfläche 6b des Mutterhauptkörpers 6 ist in Bezug auf die Stützfläche 121 in axialer Richtung verschiebbar gelagert. An der äußeren Umfangsfläche 6b des Mutterhauptkörpers 6 ist ein Drehsicherungselement (nicht dargestellt) vorgesehen. Das Drehsicherungselement reguliert die Mutter 3 so, dass sie sich nicht um die Spindelmitte O1 dreht.

[0047] Man beachte, dass die Stützfläche 121 des Gehäuses 120 eine kreisförmige Form hat. Außer-

dem ist zwischen der Stützfläche 121 und der äußeren Umfangsfläche 6b des Mutterhauptkörpers 6 ein winziger Spalt vorgesehen, so dass die Mutter 3 verschiebbar ist.

[0048] Das Deckelteil 7 schließt einen Innenraum des Mutterhauptkörpers 6 in der ersten Richtung X1 ab. Darüber hinaus ist eine Länge der äußeren Umfangsfläche 6b des Mutterhauptkörpers 6 in der axialen Richtung länger als die der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13. Dadurch gelangen Flüssigkeit und Staub von einer Seite der Bremsscheibe 101 kaum in den Innenraum des Mutterhauptkörpers 6. Darüber hinaus ist der Bremsbelag 102 in Kontakt mit einer Oberfläche 7a des Deckelteils 7, die der ersten Richtung X1 zugewandt ist.

[0049] Wenn sich die Mutter 3 durch die Drehung der Gewindespindel 2 in die erste Richtung X1 bewegt, bewegt sich der Bremsbelag 102 in die erste Richtung X1. Der Bremsbelag 102 drückt die Bremsscheibe 101 in die erste Richtung X1, und die Bremsscheibe 101 kommt mit dem Bremsbelag 103 in Kontakt. Dadurch wird die Bremsscheibe 101 zwischen den Bremsbelägen 102 und 103 eingeklemmt und gehalten, und die Drehung des Rades (nicht dargestellt) wird reguliert. Darüber hinaus ist eine Länge der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a des Mutterhauptkörpers 6 in axialer Richtung länger als die der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13. Ein Bewegungsbetrag der Mutter 3 in der ersten Richtung X1 nimmt zu, wenn der Bremsbelag 102 verschleißt. Dann besteht die Möglichkeit, dass die Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a nicht der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 gegenüberliegt und die Kugeln 4 von der Laufbahn 8 fallen. Daher wird in der vorliegenden Ausführungsform die Länge der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a in der axialen Richtung auf eine solche Länge eingestellt, mit der die Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 jederzeit zugewandt bleibt und die Kugeln 4 nicht aus der Laufbahn 8 fallen, selbst wenn der Bewegungsbetrag der Mutter 3 in der ersten Richtung X1 zunimmt.

[0050] Die Umlenker 5 sind Umlaufvorrichtungen, die die um eine Steigung bewegten Kugeln 4 in der Laufbahn 8 um eine Steigung zurückführen. Einer der Umlenker 5 wird in eine der Ausnehmungen 14 der Gewindespindel 2 eingesetzt. Außerdem stößt eine Bodenfläche 5a des Umlenkens 5 an eine Bodenfläche 14a des Ausnehmungsabschnitts 14 (siehe **Fig. 4**). Man beachte, dass die Bodenfläche 5a und die Bodenfläche 14a ebene Flächen sind. Die mehreren Umlenker 5 (mehrere Ausnehmungsabschnitte 14) sind in verschiedenen Richtungen so angeordnet, dass sie sich in axialer Richtung, von der Spindelmitte O1 aus gesehen, nicht überlappen. Dadurch wird eine von der Mutter 3 über die Kugeln 4 auf die Gewindespindel 2 wirkende Belas-

tung gleichmäßig in Umfangsrichtung verteilt. Es ist zu beachten, dass die mehreren Umlenker 5 vorzugsweise in gleichen Abständen in Umfangsrichtung angeordnet sind.

[0051] Die Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht des Umlenkers und des Ausnehmungsabschnitts der Kugelumlaufspindelvorrichtung der ersten Ausführungsform in einer perspektivischen Weise. Wie in der Fig. 2 dargestellt, hat jeder der Umlenker 5 eine äußere Seitenfläche 20, die in radialer Richtung nach außen weist. Diese äußere Seitenfläche 20 ist der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a der Mutter 3 zugewandt. Die äußere Seitenfläche 20 des Umlenkers 5 ist mit einer S-förmigen Rillenoberfläche 21 versehen, die auf der radialen Seite zu der Innenseite hin zurückgesetzt ist. Die S-förmige Rillenoberfläche 21 ist eine Rillenoberfläche, die die Kugeln 4 um eine Steigung zurückführt und von der Außenseite in radialer Richtung gesehen eine S-Form aufweist. Darüber hinaus ist die S-förmige Rillenoberfläche 21 mit zwei Zungen 22 versehen. Jeder dieser Zungen 22 ist eine Führung (Vorsprung), die bewirkt, dass die Kugeln 4, die in die S-förmige Rillenoberfläche 21 eintreten, in radialer Richtung zur Innenseite hin absinken. Nachfolgend werden Einzelheiten des Ausnehmungsabschnitts 14 und des Umlenkers 5 der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0052] Die Fig. 3 ist eine vergrößerte Ansicht des Ausnehmungsabschnitts und des Umlenkers der ersten Ausführungsform, von der Außenseite in radialer Richtung gesehen. Nachfolgend wird, wie in der Fig. 3 dargestellt, eine Richtung orthogonal zu der Spindelmitte O1 bei Betrachtung von der Außenseite in radialer Richtung als eine Schnittrichtung Y bezeichnet. Wie in der Fig. 3 dargestellt, weist der Ausnehmungsabschnitt 14 eine innere Umfangsfläche 14b auf. Die innere Umfangsfläche 14b hat ein Paar erster gegenüberliegender Flächen 15 und 15 und ein Paar zweiter gegenüberliegender Flächen 16 und 16. Die ersten gegenüberliegenden Flächen 15 sind Flächen, die sich in der Schnittrichtung Y erstrecken. Das Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 ist in axialer Richtung einander zugewandt. Jede der beiden ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 hat eine gerade Form in der Schnittrichtung Y, wenn man sie von der Außenseite in radialer Richtung betrachtet. Da sie sich auch in Umfangsrichtung um die Spindelmitte O1 erstrecken, kann das Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 auch als Paar erster Umfangsflächen bezeichnet werden.

[0053] Die zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 sind Flächen, die sich in axialer Richtung erstrecken. Das Paar der zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 und 16 ist einander in der Schnittrichtung Y zugewandt. Das Paar der zweiten gegenüberliegenden

Flächen 16 und 16 ist zwischen dem Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 angeordnet. Jede der beiden zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 und 16 hat eine Bogenform, wenn man sie von der Außenseite in radialer Richtung betrachtet, und ein mittlerer Teil der zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 ragt zur Außenseite in der Schnittrichtung Y vor.

[0054] Der Umlenker 5 ist ein punktsymmetrisch zu einem Zentrum C geformtes Bauteil (siehe Fig. 3). Der Umlenker 5 hat eine äußere Umfangsfläche 24. Die äußere Umfangsfläche 24 hat ein Paar erster Seitenflächen 25 und 25, die dem Paar erster gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 zugewandt sind, und ein Paar zweiter Seitenflächen 26 und 26, die dem Paar zweiter gegenüberliegenden Flächen 16 und 16 zugewandt sind. Eine äußere Form (äußere Umfangsfläche 24) des Umlenkers 5 ist die gleiche wie eine innere Form (innere Umfangsfläche 14b) des Ausnehmungsabschnitts 14. So erstrecken sich die ersten Seitenflächen 25 ähnlich wie die ersten gegenüberliegenden Flächen 15 gerade in der Schnittrichtung Y. Die zweiten Seitenflächen 26 erstrecken sich in der axialen Richtung ähnlich wie die zweiten gegenüberliegenden Flächen 16. Außerdem ist jede der zweiten Seitenflächen 26 ähnlich wie die zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 bogenförmig, und ein mittlerer Teil der zweiten Seitenfläche 26 ragt in der Schnittrichtung Y nach außen. Da sie sich auch in Umfangsrichtung um die Spindelmitte O1 erstrecken, kann das Paar der ersten Seitenflächen 25 und 25 auch als Paar zweiter Umfangsflächen bezeichnet werden.

[0055] Wie oben beschrieben, haben der Ausnehmungsabschnitt 14 und der Umlenker 5 der ersten Ausführungsform eine sogenannte ovale Form, wenn man sie von der Außenseite in radialer Richtung betrachtet. Darüber hinaus ist eine Länge des Ausnehmungsabschnitts 14 und des Umlenkers 5 in der Schnittrichtung Y länger als eine Länge davon in der axialen Richtung.

[0056] Die äußere Umfangsfläche 24 des Umlenkers 5 hat einen Überstand gegenüber der inneren Umfangsfläche 14b des Ausnehmungsabschnitts 14. Mit anderen Worten, die äußere Form (äußere Umfangsfläche 24) des Umlenkers 5 vor der Montage wölbt sich im Vergleich zur inneren Form (innere Umfangsfläche 14b) des Ausnehmungsabschnitts 14 nach außen. So wird der Umlenker 5 in die Aussparung 14 eingepasst.

[0057] Darüber hinaus ist ein Teil, das den Überstand aufweist, das Paar der ersten Seitenflächen 25 und 25 der äußeren Umfangsfläche 24 des Umlenkers 5, und der Überstand ist nicht in dem Paar der zweiten Seitenflächen 26 und 26 vorgesehen. Somit erhält das Paar der ersten Seitenflächen

25 und 25 des Umlenkers 5 eine Druckbelastung von dem Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 des Ausnehmungsabschnitts 14. Andererseits erhält das Paar der zweiten Seitenflächen 26 und 26 des Umlenkers 5 keine Last von dem Paar der zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 und 16 des Ausnehmungsabschnitts 14.

[0058] Im Folgenden wird eine Richtung, in der sich die S-förmige Rillenoberfläche erstreckt (Richtung entlang einer virtuellen Linie Z, die durch einen zentralen Abschnitt in axialer Richtung der S-förmigen Rillenoberfläche 21 in der **Fig. 3** verläuft), als S-förmige Richtung bezeichnet. Die S-förmige Rillenoberfläche 21 umfasst eine zentrale Rillenoberfläche 30, die sich in dem zentralen Abschnitt der S-förmigen Rillenoberfläche 21 in der S-förmigen Richtung befindet, und zwei Eingangs-/Ausgangsrillenoberflächen 31, die sich auf beiden Seiten der S-förmigen Rillenoberfläche 21 in der S-förmigen Richtung befinden.

[0059] Die **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Querschnitt entlang der Mitte der S-förmigen Rillenoberfläche zeigt. Eine in der **Fig. 4** dargestellte virtuelle Linie K1 ist eine Linie, die durch Verlängerung der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 in Umfangsrichtung erhalten wird. Darüber hinaus ist in der **Fig. 4** nur ein Teil der mehreren Kugeln 4 dargestellt, um die S-förmige Rillenoberfläche 21 besser erkennen zu können. Wie in der **Fig. 4** dargestellt, befindet sich die zentrale Rillenoberfläche 30 in radialer Richtung auf der Innenseite der virtuellen Linie K1. Darüber hinaus ist die zentrale Rillenoberfläche 30 so geneigt, dass sie sich auf der Innenseite in radialer Richtung zu dem zentralen Abschnitt in der S-förmigen Richtung befindet und eine vertiefte Form aufweist.

[0060] Obwohl in der **Fig. 4** nicht dargestellt, sind die Zungen 22 an den Seitenflächen der zentralen Rillenoberfläche 30 vorgesehen. Daher sinken die Kugeln 4, die von der Eintritts-/Austrittsrillenoberfläche 31 zu der zentralen Rillenoberfläche 30 bewegt werden, indem sie von den Zungen 22 geführt werden. So bewegen sich die Kugeln 4 in S-förmiger Richtung, während sie auf der zentralen Rillenoberfläche 30 rollen (siehe eine Kugel 4A unter den in der **Fig. 4** dargestellten Kugeln 4). Da sich die Kugeln 4 in radialer Richtung nach innen bewegen, wird außerdem ein Kontakt mit einem Schraubengewinde 6c der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a der Mutter 3 vermieden. Es ist zu beachten, dass der Bewegungsbetrag in radialer Richtung in dem Fall, in dem die Kugeln 4 auf der S-förmigen Rillenoberfläche 21 (zentrale Rillenoberfläche 30) rollen, R1 ist.

[0061] Darüber hinaus ist, wie in der **Fig. 4** dargestellt, eine Höhe L1 des Schraubengewindes 6c der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a geringer als eine Höhe L2 eines Schraubengewindes 13a der

Außenumfangslaufbahnoberfläche 13. Das heißt, das Schraubengewinde 13a der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 ist höher. Daher gleiten die Kugeln 4 kaum auf einer Rillenschulter der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13.

[0062] Wie in der **Fig. 3** dargestellt, ist in dem Umlenker 5 die Länge in der Schnittrichtung Y länger als die Länge in der axialen Richtung, wie oben beschrieben. Daher ist die Länge der zentralen Rillenoberfläche 30 in der Schnittrichtung relativ lang. Infolgedessen weist die zentrale Rillenoberfläche 30 eine sanfte S-förmige Kurve auf (siehe einen Abschnitt einer virtuellen Linie Z1 in der virtuellen Linie Z in der **Fig. 3**), wenn man sie in radialer Richtung betrachtet. Dadurch rollen die Kugeln 4 sanft auf der zentralen Rillenoberfläche 30.

[0063] Jede der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 ist eine Rillenoberfläche, die mit der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 zusammenhängt. Wie in der **Fig. 3** dargestellt, erstreckt sich ein Teil der Eintritts-/Austrittsrillenoberfläche 31, der sich in der S-förmigen Richtung nahe einem Ende befindet (siehe einen Teil Z2 in der virtuellen Linie Z in der **Fig. 3**), parallel zu der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13. Somit treten die Kugeln 4 von der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 reibungslos in die Eintritts-/Austrittsrillenoberfläche 31 ein.

[0064] In den Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 ist keine Zunge 22 vorgesehen. Das heißt, wie in der **Fig. 4** dargestellt, sinken die Kugeln 4, die auf den Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 rollen, in radialer Richtung nicht nach innen (siehe Kugeln 4B und 4C unter den in **Fig. 4** dargestellten Kugeln 4). Daher können die Kugeln 4, die auf den Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 rollen, an der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a anliegen.

[0065] Außerdem befinden sich die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 in radialer Richtung auf der Innenseite der virtuellen Linie K1. Das heißt, die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 befinden sich in radialer Richtung auf der Innenseite der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13. Somit wirkt die von der Mutter 3 auf die Gewindespindel 2 wirkende Last nicht auf die Eingangs-/Austrittsrillenoberflächen 31 oder die auf die Eingangs-/Austrittsrillenoberflächen 31 wirkende Last ist geringer. Auf diese Weise wird die Verformung des Umlenkers 5 kontrolliert. Es ist zu beachten, dass in einem Fall, in dem der Abstand L3 zwischen jeder der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 und der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a größer ist als der Durchmesser der Kugeln 4, die von der Mutter 3 auf die Gewindespindel 2 wirkende Belastung nicht auf die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 wirkt.

[0066] Die **Fig. 5** ist eine Ansicht einer Öffnung (gewindespindel-seitige Öffnung) in einer Außenumfangslaufbahnoberfläche, die in jeder der zweiten gegenüberliegenden Oberflächen des Ausnehmungsabschnitts vorgesehen ist, von dem Ausnehmungsabschnitt aus gesehen. Wie in der **Fig. 5** dargestellt, ist eine gewindespindel-seitige Öffnung 13b der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 in jeder der zweiten gegenüberliegenden Oberflächen 16 der inneren Umfangsfläche 14b des Ausnehmungsabschnitts 14 vorgesehen. Darüber hinaus ist in jeder der zweiten Seitenflächen 26 der Außenumfangsfläche 24 des Umlenkers 5 eine umlenker-seitige Öffnung 32 der Eintritts-/Austritts-Rillenoberfläche 31 vorgesehen (siehe **Fig. 2** und dergleichen). Die gewindespindel-seitige Öffnung 13b und die umlenker-seitige Öffnung 32 liegen in einer Abrollrichtung der Kugeln 4 (S-förmige Richtung) benachbart. Darüber hinaus ist in Rollrichtung der Kugeln 4 gesehen eine Rillenform der Eintritts-/Austritts-rillenoberflächen 31 größer als eine Rillenform der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13. In Rollrichtung der Kugeln 4 gesehen, ist daher auch die Rillenform der umlenker-seitigen Öffnung 32 größer als die Rillenform der gewindespindel-seitigen Öffnung 13b. Das heißt, die Rillenform der umlenker-seitigen Öffnung 32 ist in der Tiefe und in der Rillenbreite größer als die Rillenform der spindelschaftseitigen Öffnung 13b. Daher befindet sich die gewindespindel-seitige Öffnung 13b auf der Innenseite der umlenker-seitigen Öffnung 32.

[0067] Als nächstes wird ein Effekt der Kugelumlauflaufspindelvorrichtung 1 der ersten Ausführungsform beschrieben. Wie in der **Fig. 3** dargestellt, haben der Ausnehmungsabschnitt 14 und der Umlenker 5 eine sogenannte ovale Form, wenn man sie von der Außenseite in radialer Richtung betrachtet. Das heißt, der Ausnehmungsabschnitt 14 und der Umlenker 5 sind nicht kreisförmig. Daher sind die S-förmige Rillenoberfläche 21 und die Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 nur dann durchgängig, wenn der Umlenker 5 in den Ausnehmungsabschnitt 14 eingesetzt ist. Wenn der Umlenker 5 in den Ausnehmungsabschnitt 14 eingesetzt wird, erübrigt sich daher die Arbeit, die Richtung des Umlenkers 5 festzulegen.

[0068] Außerdem ist der Umlenker 5 in den Ausnehmungsabschnitt 14 eingepasst und bewegt sich in radialer Richtung kaum zur Außenseite. Wie in der **Fig. 4** dargestellt, können die Kugeln 4B und 4C, die auf den Eintritts-/Austritts-rillenoberflächen 31 rollen, an der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a anliegen. Auf diese Weise regulieren die Kugeln 4B und 4C die Bewegung des Umlenkers 5 in radialer Richtung zu der Außenseite. Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass der Umlenker 5 nicht von dem Ausnehmungsabschnitt 14 gelöst ist.

[0069] Darüber hinaus wirkt eine Druckbelastung von der inneren Umfangsfläche 14b des Ausnehmungsabschnitts 14 auf die äußere Umfangsfläche 24 des in den Ausnehmungsabschnitt 14 eingepassten Umlenkers 5. Wenn die auf die äußere Umfangsfläche 24 des Umlenkers 5 wirkende Last zunimmt, wird der Umlenker 5 verformt. Dann wird die S-förmige Rillenoberfläche 21 verformt, und die Kugeln 4 können nicht mehr reibungslos auf der S-förmigen Rillenoberfläche 21 abrollen. Andererseits ist bei dem Umlenker 5 der ersten Ausführungsform der Bereich, in dem ein Überstand auftritt, auf einen Teil (nur das Paar der ersten Seitenflächen 25 und 25) der äußeren Umfangsfläche 24 beschränkt. Das heißt, die auf den Umlenker 5 wirkende Belastung durch den Ausnehmungsabschnitt 14 ist so begrenzt, dass sie nicht übermäßig groß ist. Infolgedessen wird die Verformung des Umlenkers 5 kontrolliert.

[0070] Außerdem handelt es sich bei dem Abschnitt mit dem Überstand nicht um das Paar der zweiten Seitenflächen 26 und 26, sondern um das Paar der ersten Seitenflächen 25 und 25. Wenn der Bereich, in dem der Überstand vorhanden ist, ein gerader Bereich ist, ist seine Herstellung einfach, und die Messung einer Überstandsmenge ist ebenfalls einfach. Somit ist es gemäß der vorliegenden Ausführungsform einfach, den Überstand zu verwalten.

[0071] Wie in der **Fig. 4** dargestellt, befinden sich die Eintritts-/Austritts-rillenoberflächen 31 in radialer Richtung auf der Innenseite der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13. Dies hat zur Folge, dass die von der Mutter 3 auf die Gewindespindel 2 wirkende Last nicht auf die Eingangs-/Austritts-rillenoberflächen 31 wirkt oder die auf die Eingangs-/Austritts-rillenoberflächen 31 wirkende Last verringert ist. Infolgedessen wird die Verformung des Umlenkers 5 kontrolliert.

[0072] Die **Fig. 6** ist eine Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem sich der Umlenker in radialer Richtung gegenüber dem Zustand der **Fig. 5** nach außen bewegt. Wie in der **Fig. 5** dargestellt, ist die Rillenform der umlenker-seitigen Öffnung 32 in Rollrichtung der Kugeln 4 gesehen größer als die Rillenform der gewindespindel-seitigen Öffnung 13b. Wie in der **Fig. 6** dargestellt, bewegt sich daher die umlenker-seitige Öffnung 32 nicht zu der Innenseite der gewindespindel-seitigen Öffnung 13b, selbst wenn der Umlenker 5 in radialer Richtung nach außen verschoben wird. Das heißt, eine Kante der umlenker-seitigen Öffnung 32 wird daran gehindert, sich zu der Innenseite der gewindeschaftseitigen Öffnung 13b zu bewegen und mit den Kugeln 4 in Kontakt zu kommen.

[0073] Darüber hinaus ist bei der Kugelumlauflaufspindelvorrichtung 1 der ersten Ausführungsform ein Bewegungsbetrag R1 der Kugeln 4 auf der S-förmigen

gen Rillenoberfläche 21 in radialer Richtung kleiner als ein Bewegungsbetrag in radialer Richtung in einem Fall, in dem der Umlenker 5 in der Mutter 3 vorgesehen ist. Nachfolgend wird eine spezifische Beschreibung gegeben.

[0074] Die **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht, die einen Querschnitt einer Kugelumlaufspindelvorrichtung eines ersten Vergleichsbeispiels zeigt, wobei der Querschnitt entlang einer S-förmigen Rillenoberfläche aufgenommen ist. Wie in der **Fig. 7** dargestellt, ist bei einer Kugelumlaufspindelvorrichtung 1001 des ersten Vergleichsbeispiels die Höhe eines Gewindes 1013a einer Außenumfangslaufbahnoberfläche 1013 einer Gewindespindel 1002 L2, die die gleiche ist wie die der ersten Ausführungsform. Darüber hinaus ist in einer Mutter 1003 eine Höhe eines Schraubengewindes 1006c einer Innenumfangslaufbahnoberfläche 1006a L1, die die gleiche ist wie die der ersten Ausführungsform. Man beachte, dass eine virtuelle Linie K2 in der **Fig. 7** eine Linie ist, die durch Verlängerung der Innenumfangslaufbahnoberfläche 1006a in einer Umfangsrichtung erhalten wird.

[0075] In einem Fall, in dem sich die Kugeln 1004 auf einer S-förmigen Rillenoberfläche 1021 eines Umlenkers 1005 bewegen, ist ein Bewegungsbetrag der Kugeln 1004 in einer radialen Richtung R2. Der Bewegungsbetrag R2 in der radialen Richtung ist ein Bewegungsbetrag, um den die Kugeln 1004 eine Höhe L2 des Schraubengewindes 1013a der Außenumfangslaufbahnoberfläche 1013 überschreiten, um einen Kontakt mit dem Schraubengewinde 1013a zu vermeiden. Darüber hinaus ist in der Innenumfangslaufbahnoberfläche 1006a des ersten Vergleichsbeispiels eine Höhe des Schraubengewindes 1006c L1 und ist niedrig. Daher ist ein unterer Abschnitt der Innenumfangslaufbahnoberfläche 1006a flach, und ein Stufenbetrag zwischen dem unteren Abschnitt der Innenumfangslaufbahnoberfläche 1006a und dem tiefsten Abschnitt der S-förmigen Rillenoberfläche 1021 ist groß. Das heißt, gemäß dem ersten Vergleichsbeispiel ist der Bewegungsbetrag R2, um den sich die Kugeln 1004 in der radialen Richtung bewegen, groß.

[0076] Andererseits ist, wie in der **Fig. 4** dargestellt, in der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 der vorliegenden Ausführungsform die Höhe des Schraubengewindes 13a L2 und ist hoch. Daher ist ein unterer Abschnitt der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 tief, und ein Stufenbetrag zwischen dem unteren Abschnitt der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 und dem tiefsten Abschnitt der S-förmigen Rillenoberfläche 21 ist klein. Das heißt, gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der Bewegungsbetrag R1, um den sich die Kugeln 4 in der radialen Richtung bewegen, kleiner als der Bewegungsbetrag R2 des ersten Vergleichsbeispiels.

[0077] Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass die S-förmige Rillenoberfläche 1021 des ersten Vergleichsbeispiels einen großen Stufenbetrag (Bewegungsbetrag in radialer Richtung) aufweist. Andererseits ist bei der S-förmigen Rillenoberfläche 21 der vorliegenden Ausführungsform der Stufenbetrag klein, die Neigung in der Tiefenrichtung (radiale Richtung) der S-förmigen Rillenoberfläche 21 ist sanft, und die Ebenheit ist gesichert. Daher bewegen sich die Kugeln 4, die auf der S-förmigen Rillenoberfläche 21 rollen, reibungslos.

[0078] Die **Fig. 8A** ist eine Ansicht, die einen Umlenker eines zweiten Vergleichsbeispiels in einer abstrakten Weise darstellt. Die **Fig. 8B** ist eine Ansicht, die einen Umlenker der ersten Ausführungsform in einer abstrakten Weise darstellt. Ein Umlenker 2005 des in **Fig. 8A** dargestellten zweiten Vergleichsbeispiels hat eine kreisförmige Außenform. Gemäß dem Umlenker 2005 des zweiten Vergleichsbeispiels beträgt der Winkel, unter dem sich Kugeln in axialer Richtung entlang einer S-förmigen Rillenoberfläche 2021 drehen, θ_1 und ist relativ groß. Außerdem beträgt bei dem Umlenker 2005 des zweiten Vergleichsbeispiels der Winkel, unter dem sich die Kugeln in radialer Richtung entlang der S-förmigen Rillenoberfläche 2021 drehen, θ_2 und ist relativ groß. Andererseits ist der Umlenker 5 der vorliegenden Ausführungsform in der Schnittrichtung länger als in der axialen Richtung. Wie in der **Fig. 8B** dargestellt, ist der Winkel θ_3 , in dem sich die Kugeln in axialer Richtung entlang der S-förmigen Rillenoberfläche 21 drehen, klein, und die Neigung ist sanfter als in dem zweiten Vergleichsbeispiel. Außerdem ist der Winkel θ_4 , unter dem sich die Kugeln in radialer Richtung entlang der S-förmigen Rillenoberfläche 21 drehen, klein und die Neigung ist sanfter als in dem zweiten Vergleichsbeispiel. Somit rollen die Kugeln 4 gemäß der ersten Ausführungsform reibungslos auf der S-förmigen Rillenoberfläche 21.

[0079] Darüber hinaus sind in der vorliegenden Ausführungsform der Mutterhauptkörper 6 und das Deckelteil 7 integriert. Somit hat die Mutter 3 die Funktion eines Kolbens, und der Bremsbelag 102 kann mittels des Deckelteils 7 gedrückt werden. Dadurch kann die Anzahl der Bauteile reduziert werden. Darüber hinaus ist es in einem Fall, in dem eine Mutter und ein Kolben separate Komponenten sind, notwendig, den Kolben extern an der Mutter zu befestigen, und eine Kugelumlaufspindelvorrichtung wird groß. Andererseits ist es gemäß der ersten Ausführungsform nicht notwendig, den Kolben extern an der Mutter zu befestigen, und die Kugelumlaufspindelvorrichtung wird verkleinert. Darüber hinaus ist die Mutter 3 nicht mit einer Durchgangsbohrung zur Aufnahme des Umlenkers 5 versehen. Daher ist die Dichtheit der Mutter 3 hoch, und Flüssigkeit und Staub dringen kaum in das Innere der Mutter 3 ein.

[0080] Wie oben beschrieben, umfasst die Kugelumlaufspindelvorrichtung 1 der ersten Ausführungsform die Gewindespindel 2, in der die Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 in der äußeren Umfangsfläche vorgesehen ist, die Mutter 3, in die die Gewindespindel 2 eingesetzt ist und die Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a in der inneren Umfangsfläche vorgesehen ist, die mehreren Kugeln 4, die in der Laufbahn 8 zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 und der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a angeordnet sind, und den mindestens einen Umlenker 5, in dem die S-förmige Rillenoberfläche 21 zum Zirkulieren der Kugeln 4 vorgesehen ist. Die äußere Umfangsfläche der Gewindespindel 2 ist mit mehreren Ausnehmungen 14 versehen, die in radialer Richtung nach innen versetzt sind und die Umlenker 5 aufnehmen. Die inneren Umfangsflächen 14b der Ausnehmungsabschnitte 14 und die äußeren Umfangsflächen 24 der Umlenker 5 sind nicht kreisförmig, wenn man sie von der Außenseite in radialer Richtung der Gewindespindel 2 betrachtet.

[0081] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der Arbeitsaufwand für die Montage der Umlenker 5 reduziert.

[0082] Darüber hinaus ist in der ersten Ausführungsform die Höhe des Schraubengewindes 13a auf der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 höher als die Höhe des Schraubengewindes 6c auf der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a.

[0083] Dies hat zur Folge, dass die Kugeln 4 kaum auf der Rillenschulter der Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 laufen. Darüber hinaus wird die Neigung der S-förmigen Rillenoberfläche 21 in radialer Richtung sanft, und die Kugeln 4 rollen auf der S-förmigen Rillenoberfläche 21 reibungslos.

[0084] Darüber hinaus ist bei der ersten Ausführungsform, von der Außenseite in radialer Richtung der Gewindespindel 2 gesehen, die Länge der Ausnehmungsabschnitte 14 und der Umlenker 5 in der Schnittrichtung Y, die sich mit der axialen Richtung schneidet, länger als ihre Länge in der axialen Richtung parallel zu der Gewindespindel 2.

[0085] Dementsprechend wird die Neigung der S-förmigen Rillenoberfläche 21 sanft, und die Kugeln 4, die auf der S-förmigen Rillenoberfläche 21 rollen, bewegen sich reibungslos.

[0086] Darüber hinaus haben die äußeren Umfangsflächen 24 der Umlenker 5 in der ersten Ausführungsform eine Überlagerung mit den inneren Umfangsflächen 14b der Ausnehmungsabschnitte 14.

[0087] Dementsprechend sind die Umlenker 5 in die Ausnehmungsabschnitte 14 eingepasst und lassen sich kaum aus den Ausnehmungsabschnitten 14 lösen.

[0088] Darüber hinaus weist die innere Umfangsfläche 14b jedes der Ausnehmungsabschnitte 14 der ersten Ausführungsform das Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 und das Paar der zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 und 16 auf, die zwischen dem Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 angeordnet sind. Die äußere Umfangsfläche 24 jedes der Umlenker 5 weist das Paar erster Seitenflächen 25 und 25 auf, die dem Paar erster gegenüberliegender Flächen 15 und 15 zugewandt sind, und das Paar zweiter Seitenflächen 26 und 26, die dem Paar zweiter gegenüberliegender Flächen 16 und 16 zugewandt sind. Das Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 und das Paar der ersten Seitenflächen 25 und 25 sind von der Außenseite in radialer Richtung gesehen gerade. Das Paar der zweiten gegenüberliegenden Flächen 16 und 16 und das Paar der zweiten Seitenflächen 26 und 26 haben von der Außenseite in radialer Richtung gesehen eine Bogenform. Das Paar der ersten Seitenflächen 25 und 25 ist gegenüber dem Paar der ersten gegenüberliegenden 15 und 15 überstehend.

[0089] Aus den obigen Ausführungen ergibt sich, dass der Bereich, in dem der Überstand auftritt, auf einen Teil der äußeren Umfangsfläche 24 des Umlenkens 5 beschränkt ist. Dadurch wird die auf den Umlenker 5 wirkende Belastung durch den Ausnehmungsabschnitt 14 verringert und die Verformung des Umlenkens 5 kontrolliert. Darüber hinaus sind die mit dem Überstand versehenen Abschnitte die geraden ersten Seitenflächen 25, in denen der Überstand leicht zu bewältigen ist. Somit ist der Umlenker 5 leicht herzustellen.

[0090] Darüber hinaus umfasst die S-förmige Rillenoberfläche 21 der ersten Ausführungsform die zentrale Rillenoberfläche 30, in der die Kugeln 4 in radialer Richtung nach innen sinken, und zwei Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31, die auf beiden Seiten der zentralen Rillenoberfläche 30 vorgesehen sind und durch die die Kugeln 4 ein- und austreten.

[0091] Aus den obigen Ausführungen ergibt sich, dass, selbst wenn eine Last auf der Außenseite in radialer Richtung auf den Umlenker 5 wirkt, die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 an den Kugeln 4 anliegen, die an der Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a anliegen, und die Bewegung zu der Außenseite in radialer Richtung reguliert wird. Auf diese Weise wird der Umlenker 5 nicht aus dem Ausnehmungsabschnitt 14 herausgelöst.

[0092] Darüber hinaus ist die gewindespindel­seitige Öffnung 13b der Außenumfangslaufbahn­oberfläche 13 in der inneren Umfangsfläche 14b des Aus­nehmungsabschnitts 14 der ersten Ausführungsform vorgesehen. Eine umlenkerseitige Öffnung 31a der S-förmigen Rillenoberfläche 21 ist in der äußeren Umfangsfläche 24 des Umlenkers 5 vorgesehen. Die Rillenform der umlenkerseitigen Öffnung 31a ist größer als die Rillenform der gewindespindel­seitigen Öffnung 13b.

[0093] Selbst wenn sich der Umlenker 5 in radialer Richtung nach außen bewegt, dringt der Rand der umlenkerseitigen Öffnung 32 nicht in das Innere der gewindespindel­seitigen Öffnung 13b ein. Somit ist der Rand der umlenkerseitigen Öffnung 32 nicht in Kontakt mit den Kugeln 4.

[0094] Darüber hinaus umfasst die Mutter 3 der ersten Ausführungsform den Mutterhauptkörper 6, der die zylindrische Form aufweist und mit der Innen­umfangslaufbahn­oberfläche 6a in der inneren Umfangs­fläche versehen ist, und das Deckelteil 7, das eine Öffnung des Mutterhauptkörpers 6 verschließt.

[0095] Die Mutter 3 hat die Funktion eines Kolbens, und die Anzahl der Bauteile kann reduziert werden. Darüber hinaus wird in einem Fall, in dem die Mutter und der Kolben separate Komponenten sind, der Kolben extern an der Mutter befestigt, und die Größe der Kugelumlau­fspindel­vorrichtung erhöht. Bei der vor­liegenden Ausführungsform ist es jedoch nicht erfor­derlich, den Kolben extern an der Mutter zu befestigen, und die Kugelumlau­fspindel­vorrichtung wird verkleinert.

[0096] Obwohl die Kugelumlau­fspindel­vorrichtung der ersten Ausführungsform oben beschrieben wurde, ist die vor­liegende Offenbarung nicht auf die Kugelumlau­fspindel­vorrichtung 1 beschränkt, die als Beispiel in der ersten Ausführungsform beschrieben ist. Zum Beispiel kann die Kugelumlau­fspindel­vorrichtung der vor­liegenden Offenbarung auf eine andere Vorrichtung als den elektrischen Stellantrieb 104 oder den Brems­sattel 100 angewendet werden.

[0097] Darüber hinaus haben die innere Umfangs­fläche 14b des Aus­nehmungsabschnitts 14 und die äußere Umfangs­fläche 24 des Umlenkers 5 in der ersten Ausführungsform die sogenannte ovale Form, wobei die vor­liegende Offenbarung jede andere Form als eine kreisförmige Form haben kann. So können die innere Umfangs­fläche 14b des Aus­nehmungsabschnitts 14 und die äußere Umfangs­fläche 24 des Umlenkers 5 beispielsweise eine viereckige Form oder eine elliptische Form haben. Darüber hinaus können sich das Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 15 und 15 und das Paar der ersten Seitenflächen 25 und 25, obwohl sie sich in der Schnittrichtung Y erstrecken, in Spiral-

richtung entlang der Laufbahn 8 erstrecken. Darüber hinaus sind in einem Fall, in dem der Aus­nehmungs­abschnitt 14 und der Umlenker 5 eine viereckige Form haben, ein Rechteck, ein Quadrat, ein Paralle­logramm, ein Rhombus, ein Trapez und dergleichen enthalten. Darüber hinaus kann ein viereckiger Eck­teil ein R-Teil sein und ist nicht speziell begrenzt.

[0098] Darüber hinaus kann in der vor­liegenden Offenbarung ein Überstand an einem Paar zweiter Seitenflächen 26 und 26 in einem Umlenker 5 vorge­sehen werden. Alternativ kann in einem Umlenker 5 ein Überstand auf einem Paar erster Seitenflächen 25 und 25 und einem Paar zweiter Seitenflächen 26 und 26 vorgesehen sein.

[0099] Darüber hinaus kann in der vor­liegenden Offenbarung eine äußere Umfangs­fläche 24 eines Umlenkers 5 keinen Überstand in Bezug auf eine innere Umfangs­fläche 14b eines Aus­nehmungs­abschnitts 14 haben. Das heißt, der Umlenker 5 kann lose in den Aus­nehmungsabschnitt 14 eingepasst werden. In einem Fall, in dem ein solcher Umlenker 5 verwendet wird, muss eine S-förmige Rillenoberfläche 21 Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 aufwei­sen, um zu verhindern, dass der Umlenker 5 aus dem Aus­nehmungsabschnitt 14 herausgelöst wird. Es ist zu beachten, dass, wie bei der ersten Ausführungs­form, in einem Fall, in dem der Umlenker 5 in der Schnittrichtung Y lang ist, die Länge der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 ebenfalls so gesichert ist, dass sie lang sind. Auf diese Weise stoßen die Kugeln 4 immer an mindestens einer der beiden Ein­tritts-/Austrittsrillenoberflächen 31 an, und ein Ablö­sen des Umlenkers 5 wird vermieden.

[0100] Darüber hinaus kann eine S-förmige Rillen­oberfläche 21 der vor­liegenden Offenbarung nur eine zentrale Rillenoberfläche 30 und nicht zwei Ein­gangs-/Ausgangsrillenoberflächen 31 umfassen.

[0101] Die Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht eines Umlenkers gemäß einem ersten Modifikations­beispiel. Die Fig. 10 ist eine vergrößerte Ansicht, in der ein Teil des Umlenkers, der in dem ersten Modi­fikationsbeispiel in einen Aus­nehmungsabschnitt eingepasst ist, vergrößert ist. Die vor­liegende Offenbarung kann einen Umlenker 5A umfassen, wie in der Fig. 9 und der Fig. 10 dargestellt. Der Umlenker 5A hat mindestens einen oder mehrere Vorsprünge 50, die von einer äußeren Umfangs­fläche 24 abste­hen. Es ist zu beachten, dass die äußere Umfangs­fläche 24 des Umlenkers 5A keine Überstände auf­weist. Wenn der Umlenker 5A in einen Aus­nehmungsabschnitt 14 eingesetzt wird, wird der Vorsprung 50 zwischen einer inneren Umfangs­fläche 14b des Aus­nehmungsabschnitts 14 und einer äußeren Umfangs­fläche 24 des Umlenkers 5A eingedrückt. Auf diese Weise wird der Umlenker 5A in die Aussparung 14 eingepasst. Außerdem ist der Vor-

sprung 50 leicht verformbar, da er klein ist. Das heißt, während der Vorsprung 50 verformt wird, wird eine Verformung des Umlenkers 5A vermieden. So rollen die Kugeln 4 auf einer S-förmigen Rillenoberfläche 21 reibungslos.

[0102] Wenn der Vorsprung 50 an der äußeren Umfangsfläche 24 des Umlenkers 5A angebracht ist, wird er vorzugsweise nur an einem Paar erster Seitenflächen 25 und 25 angebracht, wie in der **Fig. 9** dargestellt. Dies liegt daran, dass ein Spalt zwischen einer umlenkerseitigen Öffnung 31a und einer gewindespindel-seitigen Öffnung 13b entstehen kann und die Kugeln 4 möglicherweise nicht reibungslos rollen, wenn der Vorsprung 50 an einem Paar zweiter Seitenflächen 26 und 26 vorgesehen ist.

[0103] Darüber hinaus kann eine Höhe L1 eines Schraubengewindes 6c einer Innenumfangslaufbahnoberfläche 6a größer oder gleich einer Höhe L2 eines Schraubengewindes 13a einer Außenumfangslaufbahnoberfläche 13 sein. Außerdem ist der Umlenker 5 der ersten Ausführungsform in der Schnittrichtung Y länger als in der axialen Richtung. In der vorliegenden Offenbarung kann die Länge eines Umlenkers 5 jedoch in axialer Richtung länger sein. Dies liegt daran, dass die Arbeit der Einstellung einer Richtung eines Umlenkers 5 unnötig gemacht werden kann, wenn der Umlenker 5 an einem Ausnehmungsabschnitt 14 montiert wird, selbst in einem solchen ersten Modifikationsbeispiel.

[0104] Darüber hinaus kann eine Mutter 3 der vorliegenden Offenbarung nur einen Mutter-Hauptkörper 6 und kein Deckelteil 7 umfassen. Darüber hinaus kann eine Bodenfläche 5a (siehe **Fig. 4**) eines Umlenkers 5 keine ebene Fläche sein und kann eine vertiefte Form haben, bei der ein zentraler Abschnitt in radialer Richtung zur Außenseite hin vertieft ist, und ist nicht speziell begrenzt. Darüber hinaus kann eine Fasenbearbeitung an einer gewindespindel-seitigen Öffnung 13b oder an einer umlenker-seitigen Öffnung 32 durchgeführt werden, und es kann ein R-Abschnitt oder ein Eck-R-Abschnitt erzeugt werden. Darüber hinaus kann ein Umlenker 5 im Rahmen der vorliegenden Offenbarung keine Zunge 22 aufweisen.

[0105] Die **Fig. 11** ist eine Querschnittsansicht eines Umlenkers eines zweiten Modifikationsbeispiels. Darüber hinaus ist die Querschnittsform (Rillenform) einer S-förmigen Rillenoberfläche 21 eines Umlenkers 5 in der vorliegenden Offenbarung nicht spezifisch begrenzt. Wie in der **Fig. 11** dargestellt, kann beispielsweise ein unterer Abschnitt 21a der S-förmigen Rillenoberfläche 21 bogenförmig sein, und ein Abschnitt 21b in der Nähe einer äußeren Seitenfläche 20 kann eine gerade Form haben. Mit einer solchen Form kann der Umlenker 5 nach dem Gießen

leicht aus einer Form gelöst werden. Als nächstes wird eine Kugelumlaufspindelvorrichtung einer zweiten Ausführungsform beschrieben. Bei der Beschreibung der zweiten Ausführungsform werden nur die Unterschiede zu der ersten Ausführungsform beschrieben.

(Zweite Ausführungsform)

[0106] Die **Fig. 12** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkers der zweiten Ausführungsform, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen. Wie in der **Fig. 12** dargestellt, unterscheidet sich eine Kugelumlaufspindelvorrichtung 201 der zweiten Ausführungsform von der Kugelumlaufspindelvorrichtung 1 der ersten Ausführungsform in dem Punkt, dass eine Form eines Umlenkers 205 und eines Ausnehmungsabschnitts 214 von der Außenseite in radialer Richtung gesehen ein Parallelogramm ist. Man beachte, dass sich eine virtuelle Linie Z4 in der **Fig. 12** in einer Spiralrichtung erstreckt, in der sich eine Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 erstreckt. Darüber hinaus wird im Folgenden eine Richtung orthogonal zu der virtuellen Linie Z4 als orthogonale Richtung bezeichnet (siehe die virtuelle Linie Z5 in der **Fig. 13**).

[0107] Wenn Einzelheiten der zweiten Ausführungsform beschrieben werden, erstreckt sich ein Paar erster gegenüberliegender Flächen 215 und 215 des Ausnehmungsabschnitts 214 parallel zu der Spiralrichtung (siehe die virtuelle Linie Z4). Das Paar der zweiten gegenüberliegenden Flächen 216 und 216 des Ausnehmungsabschnitts 214 erstreckt sich geradlinig. Darüber hinaus verläuft das Paar der zweiten gegenüberliegenden Flächen 216 und 216 parallel zu einer axialen Richtung (siehe Spindelmitte O1). Es ist zu beachten, dass die ersten gegenüberliegenden Flächen 215 länger sind als die zweiten gegenüberliegenden Flächen 216. Somit sind der Umlenker 205 und der Ausnehmungsabschnitt 214 von der Außenseite in radialer Richtung gesehen Parallelogramme, die in einer Schnittrichtung Y länger sind als in axialer Richtung. Ein innerer Eckabschnitt, an dem ein Endabschnitt jeder der ersten gegenüberliegenden Flächen 215 und ein Endabschnitt jeder der zweiten gegenüberliegenden Flächen 216 ineinander übergehen, ist von der Außenseite in radialer Richtung gesehen bogenförmig ausgebildet und wird als innerer Eckabschnitt 217 gebildet. Eine gewindespindel-seitige Öffnung 213b der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 ist über die zweite gegenüberliegende Fläche 216 und den inneren Eckabschnitt R 217 offen.

[0108] Eine äußere Form (äußere Umfangsfläche 224) des Umlenkers 205 ist die gleiche wie eine innere Form (innere Umfangsfläche 214b) des Ausnehmungsabschnitts 214. Das heißt, ein Paar von ersten Seitenflächen 225 und 225 des Umlenkers

205 erstreckt sich parallel zu der Spiralrichtung (siehe die virtuelle Linie Z4 in der **Fig. 12**). Ein Paar zweiter Seitenflächen 226 und 226 des Umlenkens 205 erstreckt sich gerade und parallel zu der axialen Richtung (siehe die Spindelmitte O1). Ein Eckabschnitt, an dem ein Endabschnitt jeder der ersten Seitenflächen 225 und ein Endabschnitt jeder der zweiten Seitenflächen 226 ineinander übergehen, ist in radialer Richtung gesehen bogenförmig und wird als Eckabschnitt R 227 ausgebildet.

[0109] Ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform ist eine S-förmige Rillenoberfläche 221 des Umlenkens 205 punktsymmetrisch in Bezug auf einen Mittelpunkt C ausgebildet. Außerdem ist, wie oben beschrieben, die äußere Form (äußere Umfangsfläche 224) des Umlenkens 205 ebenfalls punktsymmetrisch in Bezug auf den Mittelpunkt C ausgebildet. Die S-förmige Rillenoberfläche 221 hat eine zentrale Rillenoberfläche 230 und Eingangs-/Austrittsrillenoberflächen 231. Die Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 231 erstrecken sich parallel zu der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 (parallel zu der Spiralrichtung Z4), ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform. Eine umlenkerseitige Öffnung 232 jeder der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 231 ist über die zweite Seitenfläche 226 und den Eckbereich R 227 offen. Außerdem ist, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, eine Rillenform der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 231 größer als eine Rillenform der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213.

[0110] Ein Schraubengewinde 213a der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 einer Gewindespindel 202 ist in einem Bereich ausgeschnitten, der mit dem Ausnehmungsabschnitt 214 überlappt ist. Somit ist ein Teil des Schraubengewindes 213a, der in axialer Richtung an den Ausnehmungsabschnitt 214 angrenzt, ein dünner Abschnitt 218 mit einer geringen Dicke in orthogonaler Richtung. Die ersten gegenüberliegenden Flächen 215 der vorliegenden Ausführungsform erstrecken sich in Spiralrichtung und sind parallel zu dem Schraubengewinde 213a. Somit ist die Dicke W des dünnen Abschnitts 218 in der orthogonalen Richtung gleichmäßig über die gesamte Richtung, in der sich der dünne Abschnitt 218 erstreckt. Somit gibt es keinen Bereich, in dem die Festigkeit des dünnen Abschnitts 218 relativ gering ist, und eine Verformung des Schraubengewindes 213a (dünner Abschnitt 218) wird vermieden.

[0111] Die **Fig. 13** ist eine vergrößerte Ansicht, in der ein Bereich der umlenkerseitigen Öffnung und der gewindespindelseitigen Öffnung aus der **Fig. 12** vergrößert dargestellt ist. Eine Grenzlinie H zwischen der umlenkerseitigen Öffnung 232 und der gewindespindelseitigen Öffnung 213b, von der Außenseite in radialer Richtung gesehen, umfasst einen geraden Abschnitt H1 mit einer geraden Form und einen gekrümmten Abschnitt H2 mit einer Bogenform.

Man beachte, dass in der **Fig. 13** die Grenzlinie H mit einer Linie gezeichnet ist, die dicker als andere Linien ist, damit die Grenzlinie H leicht zu erkennen ist. Darüber hinaus sind ein Startpunkt P1 und ein Endpunkt P2 der Grenzlinie H ein Endabschnitt in einer ersten Richtung X1 und ein Endabschnitt in einer zweiten Richtung X2 in der gewindespindel-seitigen Öffnung 213b. Der gerade Abschnitt H1 überlappt mit der zweiten gegenüberliegenden Fläche 216 und der zweiten Seitenfläche 226. Der gekrümmte Abschnitt H2 überlappt mit dem inneren Eckabschnitt R 217 und dem Eckabschnitt R 227. Der gerade Abschnitt H1 erstreckt sich in axialer Richtung und ist in orthogonaler Richtung leicht geneigt (siehe die virtuelle Linie Z5). Der gekrümmte Abschnitt H2 hat eine größere Länge in Spiralrichtung (siehe die virtuelle Linie Z4) als der gerade Abschnitt H1. Eine Länge der Grenzlinie H in Spiralrichtung (siehe die virtuelle Linie Z4) ist L3.

[0112] Als nächstes wird ein Effekt der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Es ist zu beachten, dass vor der Beschreibung der Wirkung der vorliegenden Ausführungsform eine Kugelumlaufspindel 1101 eines dritten Vergleichsbeispiels beschrieben wird.

[0113] Die **Fig. 14** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkens des dritten Vergleichsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen. Die **Fig. 15** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XV-XV in der **Fig. 14**. Man beachte, dass die Querschnittsansicht der **Fig. 15** ein Querschnitt ist, der an einem Punkt (Linie XV-XV) geschnitten wird, der über eine Länge L5 von einem Endpunkt P4 einer Grenzlinie J entfernt ist, und eine Querschnittsansicht ist, die entlang der virtuellen Linie D der **Fig. 4** liegt und in der radialen Richtung geschnitten ist, die durch die Spindelmitte O1 verläuft. In einer Kugelumlaufspindelvorrichtung 1101 des dritten Vergleichsbeispiels sind eine äußere Form (äußere Umfangsfläche 1124) eines Umlenkens 1105 und eine innere Form (innere Umfangsfläche 1114b) eines Ausnehmungsabschnitts 1114 kreisförmig. Eine Grenzlinie J zwischen einer umlenkerseitigen Öffnung 1132 und einer gewindespindel-seitigen Öffnung 1113b, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen, hat eine kreisförmige Form. Man beachte, dass ein Startpunkt P3 und ein Endpunkt P4 der Grenzlinie J ein Endabschnitt in einer ersten Richtung X1 und ein Endabschnitt in einer zweiten Richtung X2 in der gewindespindel-seitigen Öffnung 1113b sind. Die Grenzlinie J des dritten Vergleichsbeispiels enthält nur einen gekrümmten Abschnitt. Eine Länge der Grenzlinie J in Spiralrichtung ist L4. Wie in der **Fig. 13** dargestellt, ist die Länge L4 der Grenzlinie J länger als die Länge L3 der Grenzlinie H der zweiten Ausführungsform.

[0114] Hier, in einem Fall, in dem sich eine Kugel 1104 von einer S-förmigen Rillenoberfläche 1121 zu einer Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113 bewegt, überlappt die Kugel 1104 mit der Grenzlinie J, wenn sie von der äußeren Seite in der radialen Richtung betrachtet wird. In einem Fall, in dem die Kugel 1104 und die Grenzlinie J einander überlappen, wie in der **Fig. 15** dargestellt ist, ist in einer Rillenoberfläche auf einer Innenseite in der radialen Richtung der Kugel 1104 die Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113 auf einer Seite in der axialen Richtung angeordnet, und eine Eintritts-/Austrittsrillenoberfläche 1131 ist auf der anderen Seite in der axialen Richtung angeordnet. Darüber hinaus ist eine Rillenform der Eintritts-/Austrittsrillenoberfläche 1131 größer als eine Rillenform der Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113. Somit wird auf der anderen Seite in axialer Richtung (Seite, auf der die Eintritts-/Austrittsrillenoberfläche 1131 von der Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113 aus gesehen angeordnet ist) ein Raum bereitgestellt, in dem sich die Kugel 1104 bewegen kann.

[0115] So wird die Kugel 1104 bei einer Bewegung von der S-förmigen Rillenoberfläche 1121 zu der Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113 durch die Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113 geführt und bewegt sich in axialer Richtung leicht zu der anderen Seite. Wenn sich die Kugel 1104 in axialer Richtung auf die andere Seite bewegt, wie in der **Fig. 15** dargestellt, wird die Kugel 1104 wahrscheinlich zwischen einem Eckbereich (Grenzlinie J) der Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113 und einer Rillenschulter (Gewinde 1106c) einer Mutter 1103 eingeklemmt. Dieser sandwichartige Zustand ist nicht vorteilhaft, da die Kugel 1104 nicht reibungslos rollt und die Umwandlungseffizienz der Kugelumlaufspindelvorrichtung 1101 verringert wird. In dem dritten Vergleichsbeispiel, wie in der **Fig. 14** dargestellt, bewegt sich die Kugel 1104 in axialer Richtung leicht zu der anderen Seite, da die Länge L4 der Grenzlinie J in Spiralrichtung lang ist. Das heißt, wie in der **Fig. 15** dargestellt, ist die Kugel 1104 wahrscheinlich in einem Zustand, in dem sie zwischen dem Eckteil der Außenumfangslaufbahnoberfläche 1113 und der Rillenschulter der Mutter 1103 eingeschlossen ist.

[0116] Die **Fig. 16** ist eine Querschnittsansicht, die entlang einer Linie XVI-XVI in der **Fig. 13** aufgenommen wurde. Man beachte, dass die Querschnittsansicht der **Fig. 16** ein Querschnitt ist, der an einem Punkt (Linie XVI-XVI) geschnitten wird, der über die Länge L5 von einem Endpunkt P2 einer Grenzlinie H entfernt ist, und eine Querschnittsansicht ist, die entlang der virtuellen Linie D der **Fig. 4** liegt und in der radialen Richtung geschnitten wird, die durch die Spindelmitte O1 verläuft. Andererseits, gemäß der zweiten Ausführungsform, wenn eine Kugel 204 über die Länge L5 von dem Endpunkt P2 der Grenzlinie H (siehe **Fig. 12**) in Richtung der Außenum-

fangslaufbahnoberfläche 213 rollt, wie in der **Fig. 16** dargestellt, ist die Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 auf beiden Seiten in der axialen Richtung in der Rillenoberfläche auf der inneren Seite in der radialen Richtung der Kugel 204 angeordnet, und die Kugel 204 rollt gleichmäßig zwischen einer Innenumfangslaufbahnoberfläche 206a und der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213.

[0117] Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass die Grenzlinie H der zweiten Ausführungsform einen geraden Abschnitt H1 und eine kurze Länge in Spiralrichtung aufweist. Daher bewegt sich die Kugel 204 in der axialen Richtung kaum zu der anderen Seite (Seite der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 231, von der Seite der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 aus gesehen), und die Kugel 204 wird kaum zwischen dem Eckabschnitt der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 und einer Rillenschulter (Schraubengewinde) einer Innenumfangslaufbahnoberfläche 116a eingeklemmt. Auf diese Weise wird eine Verringerung des Umwandlungswirkungsgrads der Kugelumlaufspindelvorrichtung 201 kontrolliert.

[0118] Wie oben beschrieben, umfasst in der Kugelumlaufspindelvorrichtung 201 der zweiten Ausführungsform eine S-förmige Rillenoberfläche 2211 die zentrale Rillenoberfläche 230, in der die Kugel 204 in radialer Richtung nach innen sinkt, und die beiden Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 231, die auf beiden Seiten der zentralen Rillenoberfläche 230 vorgesehen sind und durch die die Kugel 204 eintritt und austritt. Die Rillenform der Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 231 ist größer als die Rillenform der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213. Die umlenkerseitige Öffnung 232 der S-förmigen Rillenoberfläche 221 ist in der äußeren Umfangsfläche 224 des Umlenkers 205 vorgesehen. In einer inneren Umfangsfläche 214a des Ausnehmungsabschnitts 214 ist die gewindespindelseitige Öffnung 213b der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213, die mit der umlenkerseitigen Öffnung 232 zusammenhängt, vorgesehen. Zumindest ein Teil der Grenzlinie H zwischen der umlenkerseitigen Öffnung 232 und der gewindespindelseitigen Öffnung 213b, von der Außenseite in radialer Richtung gesehen, umfasst den geraden Abschnitt H1, der sich gerade in axialer Richtung erstreckt.

[0119] Bei der Kugelumlaufspindelvorrichtung 201 der zweiten Ausführungsform wird die Kugel 204 kaum an der Grenze zwischen den Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen 231 und der Außenumfangslaufbahnoberfläche 213 eingeklemmt, und die Abnahme des Umwandlungswirkungsgrads der Kugelumlaufspindelvorrichtung 201 wird kontrolliert.

[0120] Als nächstes werden ein drittes Modifikationsbeispiel, ein viertes Modifikationsbeispiel und

ein fünftes Modifikationsbeispiel beschrieben, bei denen jeweils ein Teil der zweiten Ausführungsform modifiziert wird.

[0121] Die **Fig. 17** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkens des dritten Modifikationsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen. Wie in der **Fig. 17** dargestellt, ist in einer Kugelumlaufspindelvorrichtung 301 des dritten Modifikationsbeispiels ein innerer Eckabschnitt 217 (siehe **Fig. 12**) nicht an einem inneren Eckabschnitt vorgesehen, an dem ein Endabschnitt einer ersten gegenüberliegenden Fläche 315 und ein Endabschnitt einer zweiten gegenüberliegenden Fläche 316 eines Ausnehmungsabschnitts 314 zusammenlaufen. Außerdem ist an einem Eckabschnitt, an dem ein Endabschnitt einer ersten Seitenfläche 325 und ein Endabschnitt einer zweiten Seitenfläche 326 ineinander übergehen, kein Eckabschnitt R 227 (siehe **Fig. 12**) vorgesehen. Daher öffnet sich eine gewindespindel-seitige Öffnung 313b nur von der zweiten gegenüberliegenden Fläche 316 aus. Außerdem öffnet sich eine umlenker-seitige Öffnung 332 nur von der zweiten Seitenfläche 326 aus. Die Grenzlinie H10 zwischen der gewindespindel-seitigen Öffnung 313b und der umlenker-seitigen Öffnung 332 besteht daher nur aus einem geraden Abschnitt, der sich in axialer Richtung erstreckt. Entsprechend der Grenzlinie H10 ist eine Länge der Grenzlinie H10 in einer Spiralrichtung deutlich verkürzt. Das heißt, dass gemäß dem dritten Modifikationsbeispiel eine Kugel 204 im Vergleich zu der zweiten Ausführungsform weniger wahrscheinlich eingeklemmt wird und die Zirkulation der Kugel (nicht dargestellt) reibungslos erfolgt.

[0122] Die **Fig. 18** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkens des vierten Modifikationsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen. In einer Kugelumlaufspindelvorrichtung 401 des vierten Modifikationsbeispiels sind, ähnlich wie bei der Kugelumlaufspindelvorrichtung 301 des dritten Modifikationsbeispiels, ein innerer Eckbereich R 217 (siehe **Fig. 12**) und ein Eckbereich R 227 (siehe **Fig. 12**) nicht vorgesehen. Daher öffnet sich eine gewindespindel-seitige Öffnung 413b nur von einer zweiten gegenüberliegenden Fläche 416 aus. Darüber hinaus öffnet sich eine umlenker-seitige Öffnung 432 nur von einer zweiten Seitenfläche 426 aus. Somit besteht eine Grenzlinie H20 zwischen der gewindespindel-seitigen Öffnung 413b und der umlenker-seitigen Öffnung 432 nur aus einem geraden Abschnitt, der sich in axialer Richtung erstreckt. Darüber hinaus sind die zweite gegenüberliegende Fläche 416 und die zweite Seitenfläche 426 orthogonal zu einer Spiralrichtung Z (erstrecken sich in einer orthogonalen Richtung). Das heißt, von der Außenseite in radialer Richtung betrachtet, sind ein Umlenker 405 und ein Ausnehmungsabschnitt 414 rechteckig. Darüber hinaus ist

eine Länge der Grenzlinie H20 in der Spiralrichtung des vierten Modifikationsbeispiels ein Punkt, und eine Kugel (nicht abgebildet) ist nicht eingeklemmt. Somit wird gemäß dem vierten Modifikationsbeispiel die Zirkulation der Kugel (nicht dargestellt) sanfter als die des dritten Modifikationsbeispiels, und eine Abnahme des Umwandlungswirkungsgrads der Kugelumlaufspindelvorrichtung 401 wird kontrolliert.

[0123] Die **Fig. 19** ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausnehmungsabschnitts und eines Umlenkens eines fünften Modifikationsbeispiels, von einer Außenseite in radialer Richtung gesehen. Wie in der **Fig. 19** dargestellt, ist eine Kugelumlaufspindelvorrichtung 501 des fünften Modifikationsbeispiels ähnlich wie die Kugelumlaufspindelvorrichtung 301 des dritten Modifikationsbeispiels nicht mit einem inneren Eckabschnitt R 217 (siehe **Fig. 12**) und einem Eckabschnitt R 227 (siehe **Fig. 12**) versehen. Daher öffnet sich eine gewindespindel-seitige Öffnung 513b nur von einer zweiten gegenüberliegenden Fläche 516 aus. Darüber hinaus öffnet sich eine umlenker-seitige Öffnung 532 nur von einer zweiten Seitenfläche 526 aus. Das heißt, eine Grenzlinie H30 zwischen der gewindespindel-seitigen Öffnung 513b und der umlenker-seitigen Öffnung 532 besteht nur aus einem geraden Abschnitt.

[0124] Die zweite gegenüberliegende Fläche 516 und die zweite Seitenfläche 526 erstrecken sich entlang einer virtuellen Linie Z6. Mit anderen Worten, die Grenzlinie H30 verläuft parallel zu der virtuellen Linie Z6. Die virtuelle Linie Z6 schneidet sich mit einer virtuellen Linie Z7. Die virtuelle Linie Z7 verläuft orthogonal zu einer virtuellen Linie Z4, die sich in einer Spiralrichtung erstreckt. Ein erster Schnittwinkel zwischen der virtuellen Linie Z6 und der virtuellen Linie Z7 ist θ_5 . Darüber hinaus ist ein zweiter Schnittwinkel zwischen einer virtuellen Linie Z8, die sich in axialer Richtung erstreckt, und der virtuellen Linie Z7 θ_6 . Der erste Schnittwinkel θ_5 und der zweite Schnittwinkel θ_6 sind gleich. Somit sind die virtuelle Linie Z6 und die virtuelle Linie Z8 liniensymmetrisch in Bezug auf die virtuelle Linie Z7, die in einer orthogonalen Richtung verläuft. Das heißt, die Grenzlinie H30 ist liniensymmetrisch mit der Grenzlinie H10 des dritten Modifikationsbeispiels (siehe **Fig. 17**) in Bezug auf die virtuelle Linie Z7. Somit sind die Grenzlinie H30 des fünften Modifikationsbeispiels und die Grenzlinie H10 des dritten Modifikationsbeispiels in Bezug auf eine Länge in Spiralrichtung identisch. Auch bei einer solchen Kugelumlaufspindelvorrichtung 501 des fünften Modifikationsbeispiels ist die Länge der Grenzlinie H30 in Spiralrichtung ähnlich wie bei dem dritten Modifikationsbeispiel deutlich verkürzt. Dadurch wird eine Kugel kaum eingeklemmt, und die Kugelzirkulation wird reibungslos.

[0125] Obwohl die zweite Ausführungsform, das dritte Modifikationsbeispiel, das vierte Modifikations-

beispiel und das fünfte Modifikationsbeispiel oben beschrieben wurden, ist eine Richtung eines geraden Abschnitts nicht auf eine, die sich in der axialen Richtung erstreckt und in der zweiten Ausführungsform und dem dritten Modifikationsbeispiel beschrieben wurde, eine, die sich in der orthogonalen Richtung erstreckt und in dem vierten Modifikationsbeispiel beschrieben wurde, und eine, die sich in der Richtung parallel zu der virtuellen Linie Z6 erstreckt und in dem fünften Modifikationsbeispiel der vorliegenden Offenbarung beschrieben wurde, beschränkt. Bei der vorliegenden Offenbarung kann es sich beispielsweise um einen geraden Abschnitt handeln, der sich in einem Winkel zwischen der axialen Richtung und der orthogonalen Richtung erstreckt (zwischen der virtuellen Linie Z7 und der virtuellen Linie Z8, wie in der **Fig. 19** dargestellt). Alternativ dazu kann auch ein gerader Abschnitt verwendet werden, der sich in einem Winkel zwischen der virtuellen Linie Z6 und der virtuellen Linie Z7 erstreckt. Darüber hinaus kann in der vorliegenden Offenbarung ein gerader Abschnitt in einem Toleranzbereich in Bezug auf die virtuelle Linie Z8 geneigt sein. Das heißt, dass der gerade Abschnitt, der sich in axialer Richtung erstreckt, zusätzlich zu dem geraden Abschnitt, der sich entlang der virtuellen Linie Z8 erstreckt, einen geraden Abschnitt umfasst, der innerhalb des Toleranzbereichs in Bezug auf die virtuelle Linie Z8 geneigt ist.

[0126] Darüber hinaus ist die Länge des geraden Abschnitts nicht beschränkt. Da jedoch die Länge der Grenzlinie in der Spiralrichtung kürzer wird, wenn ein Anteil des geraden Abschnitts in der Grenzlinie größer ist als der des gekrümmten Abschnitts, ist es vorzuziehen, dass der Anteil des geraden Abschnitts in der Grenzlinie größer ist. Obwohl der gerade Abschnitt, der sich in der orthogonalen Richtung erstreckt (Grenzlinie H30), in dem vierten Modifikationsbeispiel beschrieben wurde, kann die vorliegende Offenbarung eine Grenzlinie mit einem geraden Abschnitt und einem gekrümmten Abschnitt sein, die sich in der orthogonalen Richtung erstreckt.

[0127] Es ist zu beachten, dass ein Umlenker, auch wenn er nicht spezifisch verbunden ist, einen Überstand in Bezug auf einen Ausnehmungsabschnitt haben kann, oder dass ein Umlenker lose in einen Ausnehmungsabschnitt in den Kugelumlaufspindelvorrichtungen der zweiten Ausführungsform, des dritten Modifikationsbeispiels und des vierten Modifikationsbeispiels eingepasst werden kann, und dass dies keine spezifische Einschränkung darstellt. Darüber hinaus kann in einem Fall, in dem der Umlenker lose in den Ausnehmungsabschnitt eingepasst ist, ein Vorsprung, der an einer inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts anliegt und der gequetscht ist, an einer äußeren Umfangsfläche des Umlenkers vorgesehen sein. Obwohl sich das Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen 215

in Spiralrichtung erstreckt, um die Dicke W des dünnen Abschnitts 218 in der zweiten Ausführungsform konstant zu halten, kann die Anwendung auf die Kugelumlaufspindel der ersten Ausführungsform erfolgen.

Bezugszeichenliste

1, 201, 301, 401, 1001, 1101	KUGELUMLAUF- SPINDELVORRICHTUNG
2, 1002	GEWINDESPINDEL
3, 1003	MUTTER
4, 1004, 1104	KUGEL
5, 5A, 205, 305, 405, 505, 1005, 1105	UMLENKER
6	MUTTER- HAUPTKÖRPER
6a, 1006a, 1113	INNENUMFANGS- LAUFBAHNOBERFLÄCHE
7	DECKELTEIL
11	GEWINDESPINDEL- HAUPTKÖRPER
13, 213, 1013	AUSSENUMFANGS- LAUFBAHNOBERFLÄCHE
14, 214, 314, 414, 514	AUSNEHMUNGS- ABSCHNITT
6c, 13a, 1006c, 1013a	SCHRAUBENGEGWINDE
13b, 213b, 313b, 413b, 513b, 1113b	GEWINDESPINDELSEITIGE ÖFFNUNG
14b	INNERE UMFANGSFLÄCHE
15, 215, 315	ERSTE EINANDER ZUGEWANDTE FLÄCHE
16, 216, 316, 416, 516	ZWEITE EINANDER ZUGEWANDTE FLÄCHE
21, 221, 1021	S-FÖRMIGE RILLE- NOBERFLÄCHE
22	ZUNGE
24, 224	ÄUSSERE UMFANGSFLÄCHE
25, 225	ERSTE SEITENFLÄCHE

26, 226, 326, 426, 526	ZWEITE SEITENFLÄCHE
30, 230	ZENTRALE RILLEN-OBERFLÄCHE
31, 231	EINGANGS-/AUSSTIEGSRILLEN-OBERFLÄCHE
32, 232, 332, 432, 532, 1132	UMLENKERSEITIGE ÖFFNUNG
50	VORSPRUNG
217	INNERER ECKABSCHNITT R
218	DÜNNER ABSCHNITT
227	ECKABSCHNITT R
H, H10, H20, H30, J	GRENZLINIE
H1	GERADER ABSCHNITT
H2	GEKRÜMMTER ABSCHNITT

Patentansprüche

1. Eine Kugelumlaufspindelvorrichtung, die Folgendes umfasst:

eine Gewindespindel, bei der eine Außenumfangslaufbahnoberfläche an einer äußeren Umfangsfläche vorgesehen ist;

eine Mutter, in die die Gewindespindel eingesetzt ist und in der eine Innenumfangslaufbahnoberfläche an einer inneren Umfangsfläche vorgesehen ist;

mehrere Kugeln, die auf einer Laufbahn zwischen der Außenumfangslaufbahnoberfläche und der Innenumfangslaufbahnoberfläche angeordnet sind; und

mindestens einen Umlenker, der mit einer S-förmigen Rillenoberfläche versehen ist, die die Kugeln zirkuliert, wobei

die äußere Umfangsfläche der Gewindespindel mit einem Ausnehmungsabschnitt versehen ist, der in einer radialen Richtung zu einer Innenseite ausgespart ist und der den Umlenker aufnimmt, und

eine innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts und eine äußere Umfangsfläche des Umlenkens nicht kreisförmig sind, wenn sie in der radialen Richtung von einer Außenseite der Gewindespindel betrachtet werden.

2. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Höhe eines Schraubengewindes auf der Außenumfangslaufbahnoberfläche größer ist als eine Höhe eines Schraubengewindes auf der Innenumfangslaufbahnoberfläche.

3. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei bei Betrachtung in radialer Richtung von der Außenseite der Gewindespindel eine Länge in einer Schnittrichtung, die sich mit einer axialen Richtung parallel zu der Gewindespindel schneidet, des Ausnehmungsabschnitts und des Umlenkens länger ist als eine Länge davon in der axialen Richtung.

4. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die äußere Umfangsfläche des Umlenkens einen Überstand mit der inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts aufweist.

5. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts umfasst:

ein Paar erster gegenüberliegender Flächen und ein Paar zweiter gegenüberliegender Flächen, die zwischen dem Paar erster gegenüberliegender Flächen angeordnet sind,

die äußere Umfangsfläche des Umlenkens umfasst:

ein Paar erster Seitenflächen, die dem Paar erster gegenüberliegender Flächen zugewandt sind, und ein Paar zweiter Seitenflächen, die dem Paar zweiter gegenüberliegender Flächen zugewandt sind,

das Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen und das Paar der ersten Seitenflächen von der Außenseite in radialer Richtung gesehen gerade sind,

das Paar der zweiten gegenüberliegenden Flächen und das Paar der zweiten Seitenflächen von der Außenseite in radialer Richtung gesehen eine Bogenform haben und

das Paar der ersten Seitenflächen einen Überstand mit dem Paar der ersten gegenüberliegenden Flächen hat.

6. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Umlenker lose in den Ausnehmungsabschnitt eingesetzt ist.

7. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Umlenker mindestens einen Vorsprung aufweist, der von der äußeren Umfangsfläche vorsteht und durch Anstoßen an die innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts gequetscht wird.

8. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die S-förmige Rillenoberfläche umfasst:

eine zentrale Rillenoberfläche, auf der die Kugeln in radialer Richtung nach innen sinken, und

zwei Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen, die jeweils auf beiden Seiten der zentralen Rillenoberfläche vorgesehen sind und durch die die Kugeln ein- und austreten.

9. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine gewindespindel-seitige Öffnung der Außenumfangslaufbahnoberfläche in der inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts vorgesehen ist, eine umlenker-seitige Öffnung der S-förmigen Rillenoberfläche in der äußeren Umfangsfläche des Umlenkers vorgesehen ist, und eine Rillenform der umlenker-seitigen Öffnung größer ist als eine Rillenform der gewindespindel-seitigen Öffnung.

10. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die S-förmige Rillenoberfläche umfasst:
eine zentrale Rillenoberfläche, auf der die Kugeln in radialer Richtung nach innen sinken, und zwei Eintritts-/Austrittsrillenoberflächen, die jeweils auf beiden Seiten der zentralen Rillenoberfläche vorgesehen sind und durch die die Kugeln ein- und austreten,
eine Rillenform der Eingangs-/Austrittsrillenoberflächen größer ist als eine Rillenform der Außenumfangslaufbahnoberfläche,
eine umlenker-seitige Öffnung der S-förmigen Rillenoberfläche in der äußeren Umfangsfläche des Umlenkers vorgesehen ist,
eine gewindespindel-seitige Öffnung der Außenumfangslaufbahnoberfläche, die sich zu der umlenker-seitigen Öffnung fortsetzt, in der inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts vorgesehen ist, und
zumindest ein Teil einer Grenzlinie zwischen der umlenker-seitigen Öffnung und der gewindespindel-seitigen Öffnung von der Außenseite in radialer Richtung gesehen einen geraden Abschnitt aufweist, der sich in axialer Richtung gerade erstreckt.

11. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach Anspruch 10, wobei der gerade Abschnitt orthogonal zu einer Spiralrichtung ist, in der die Kugeln rollen.

12. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach Anspruch 10, wobei der gerade Abschnitt parallel zu der axialen Richtung verläuft.

13. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die gesamte Grenzlinie der gerade Abschnitt ist.

14. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die äußere Umfangsfläche des Umlenkers einen Überstand mit der inneren Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts aufweist.

15. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei der Umlenker lose in den Ausnehmungsabschnitt eingesetzt ist.

16. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach Anspruch 15, wobei der Umlenker mindestens einen Vorsprung aufweist, der von der äußeren Umfangsfläche vorsteht und durch Anstoßen an die innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts gequetscht wird.

17. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die innere Umfangsfläche des Ausnehmungsabschnitts ein Paar von ersten Umfangsflächen aufweist, die einander gegenüberliegen und sich in einer Umfangsrichtung erstrecken, die äußere Umfangsfläche des Umlenkers (ein Paar zweiter Umfangsflächen aufweist, die den Umfangsflächen gegenüberliegen, und die ersten Umfangsflächen und die zweiten Umfangsflächen parallel zu einer Spiralrichtung sind, in der die Kugeln rollen.

18. Die Kugelumlaufspindelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die Mutter umfasst:
einen Mutter-Hauptkörper, der eine zylindrische Form hat und an einer inneren Umfangsfläche mit der Inneumfangslaufbahnoberfläche versehen ist, und
ein Deckelteil, das eine Öffnung des Mutter-Hauptkörpers verschließt.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

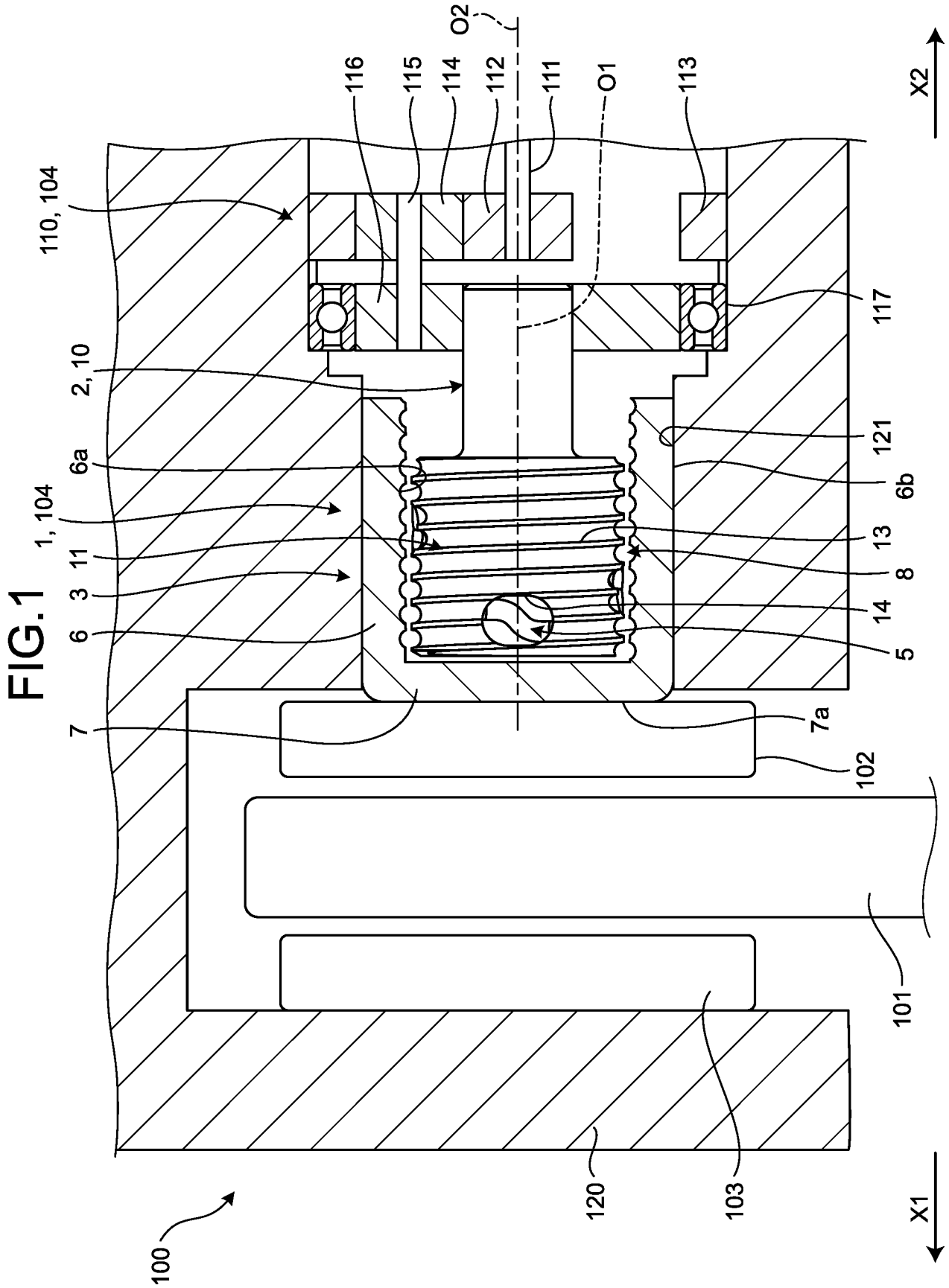


FIG.2

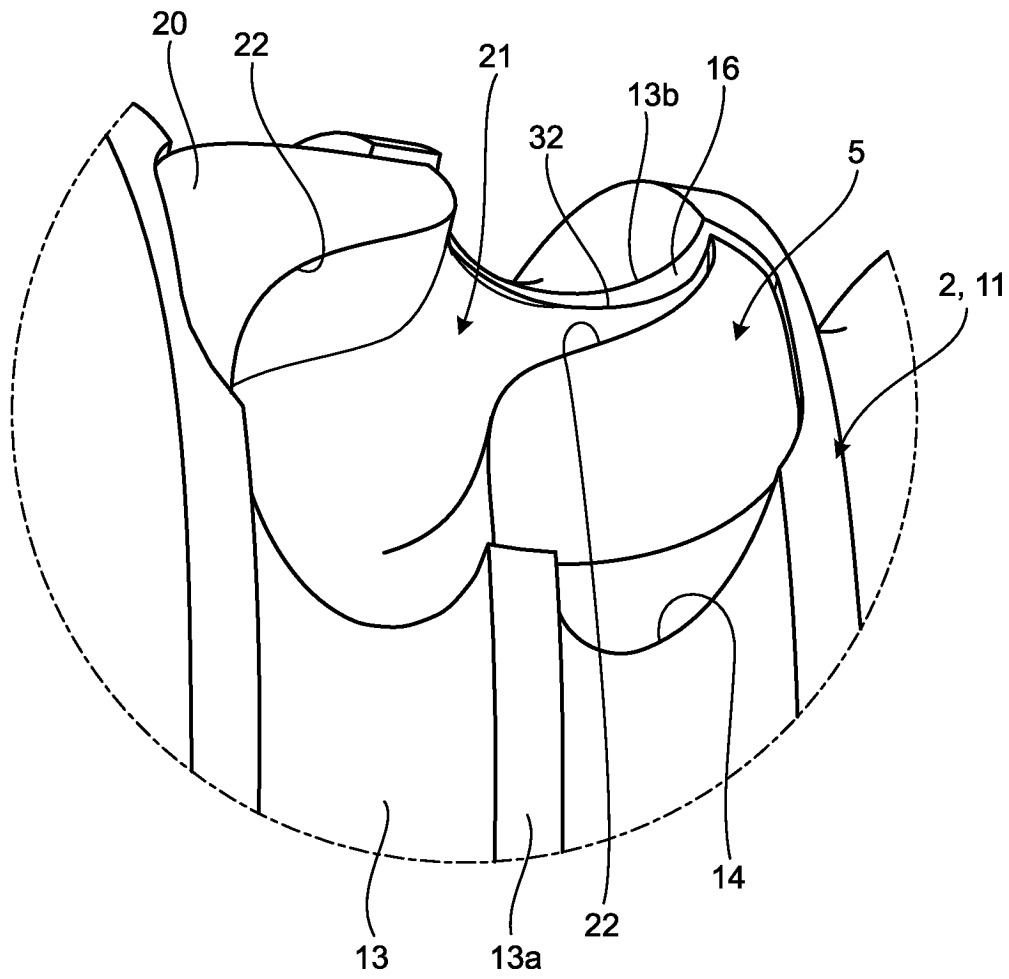


FIG.3

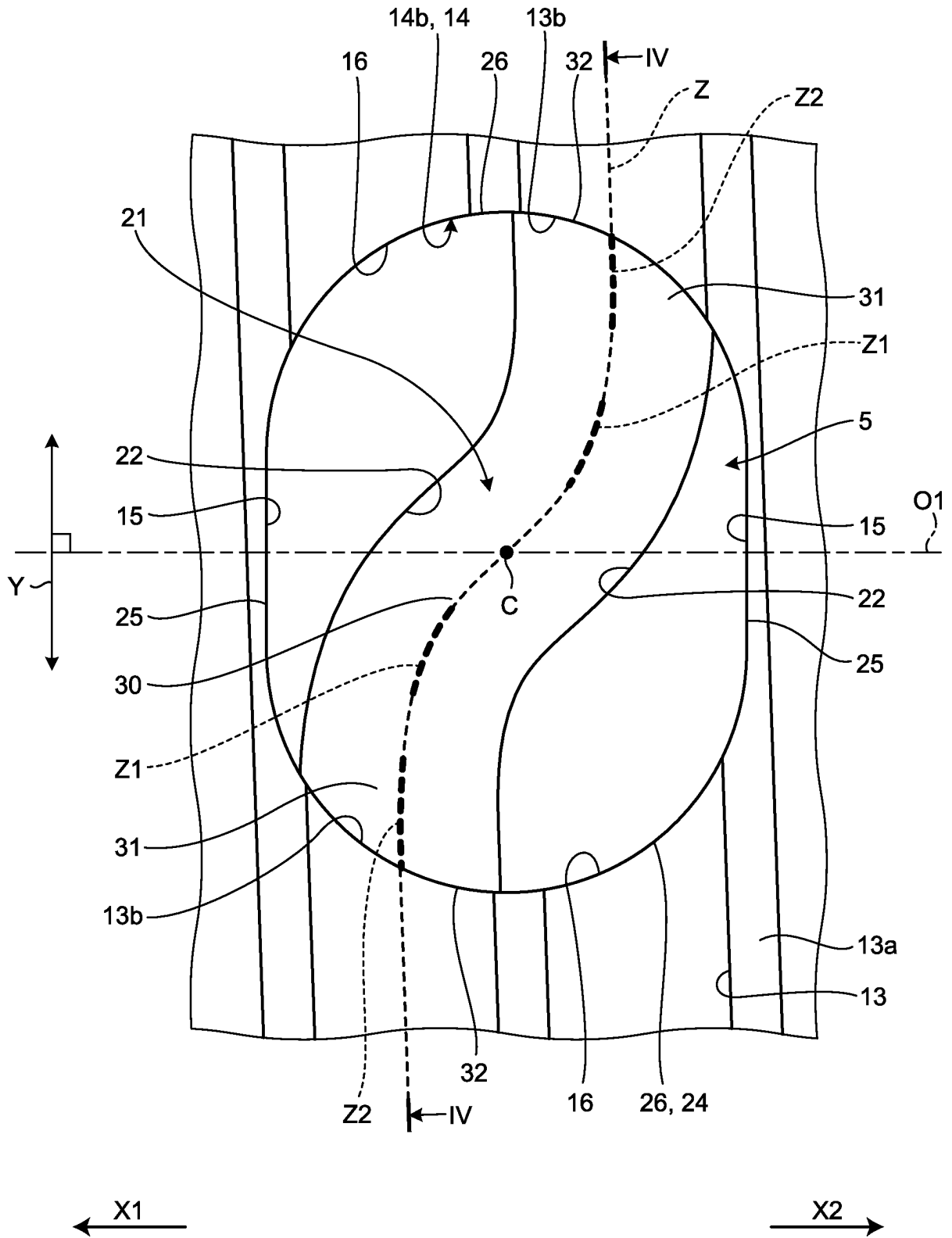


FIG.5

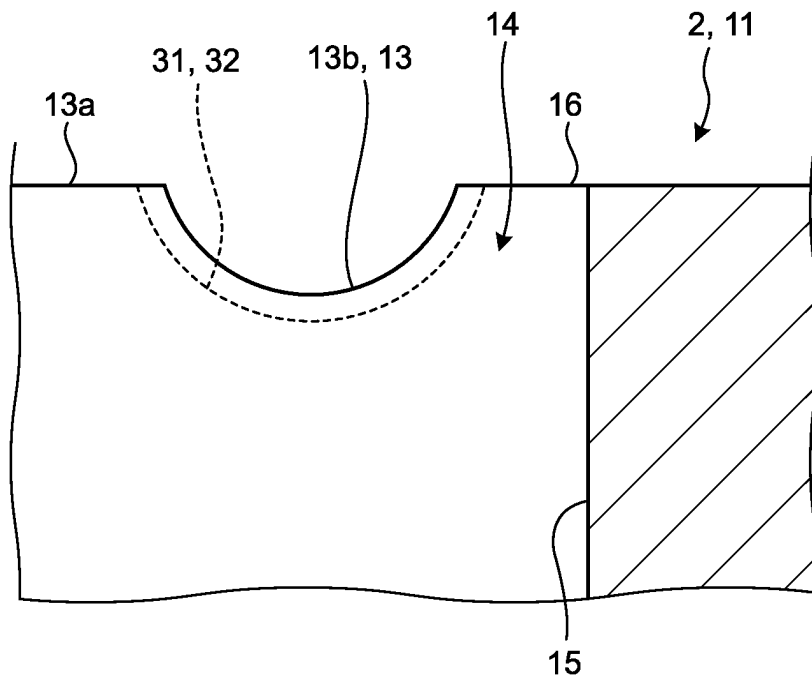


FIG.6

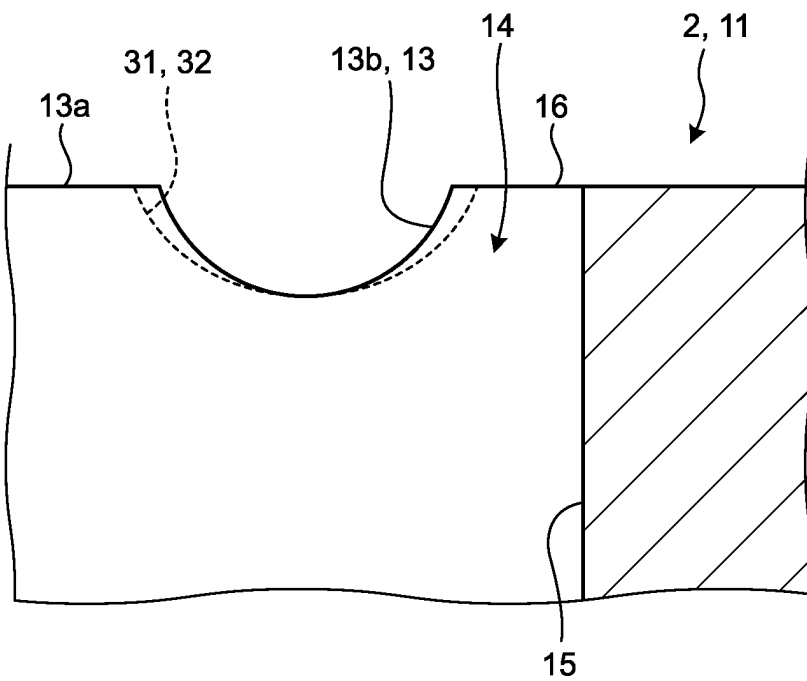


FIG.7

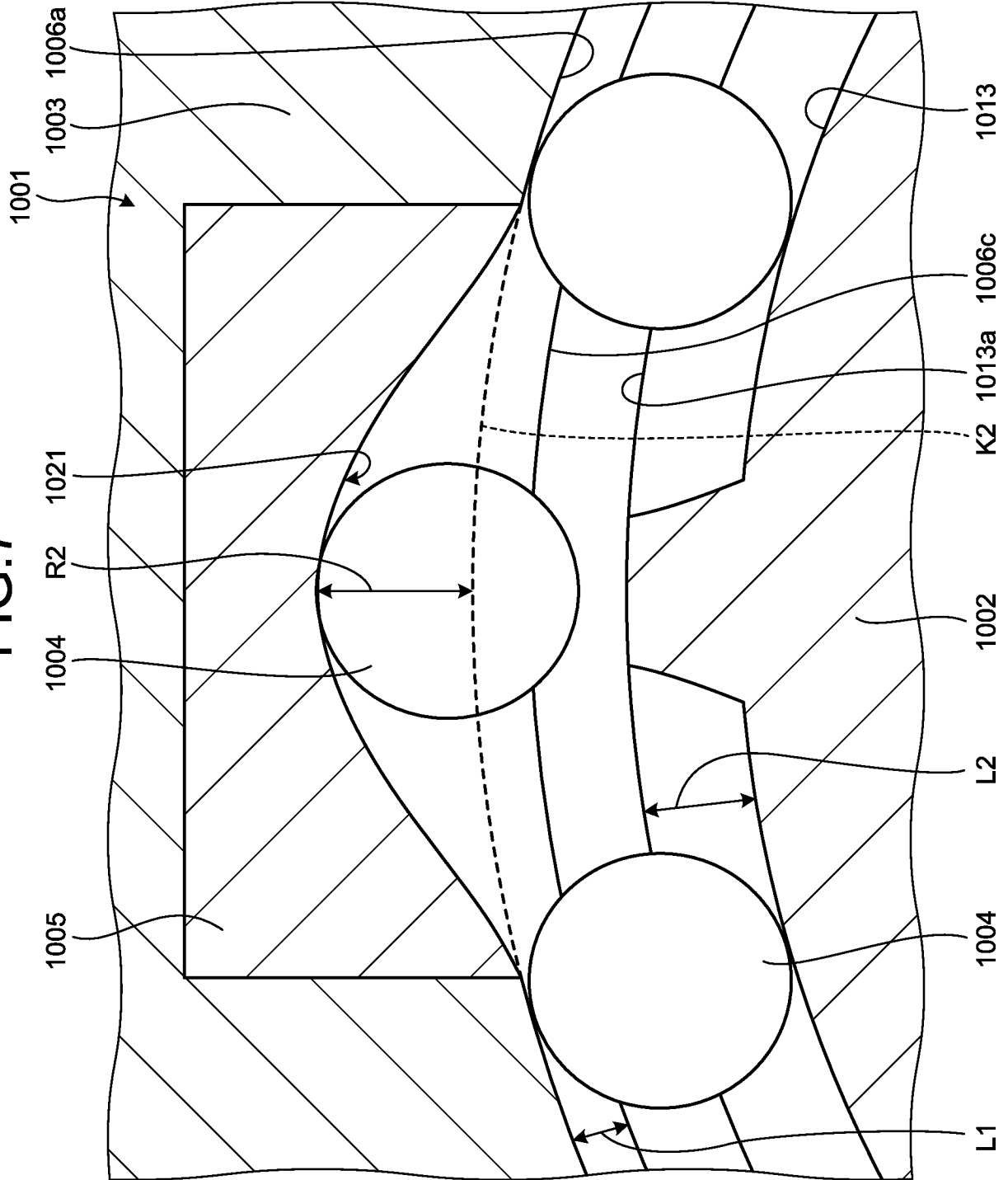


FIG.8A

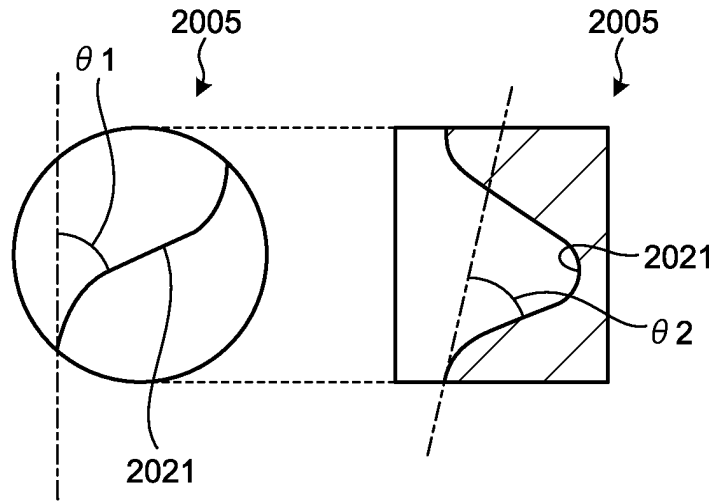


FIG.8B

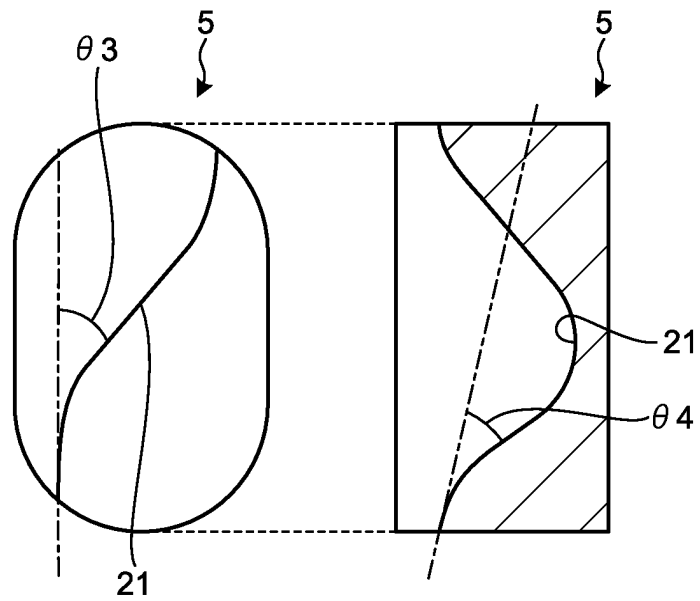


FIG.9

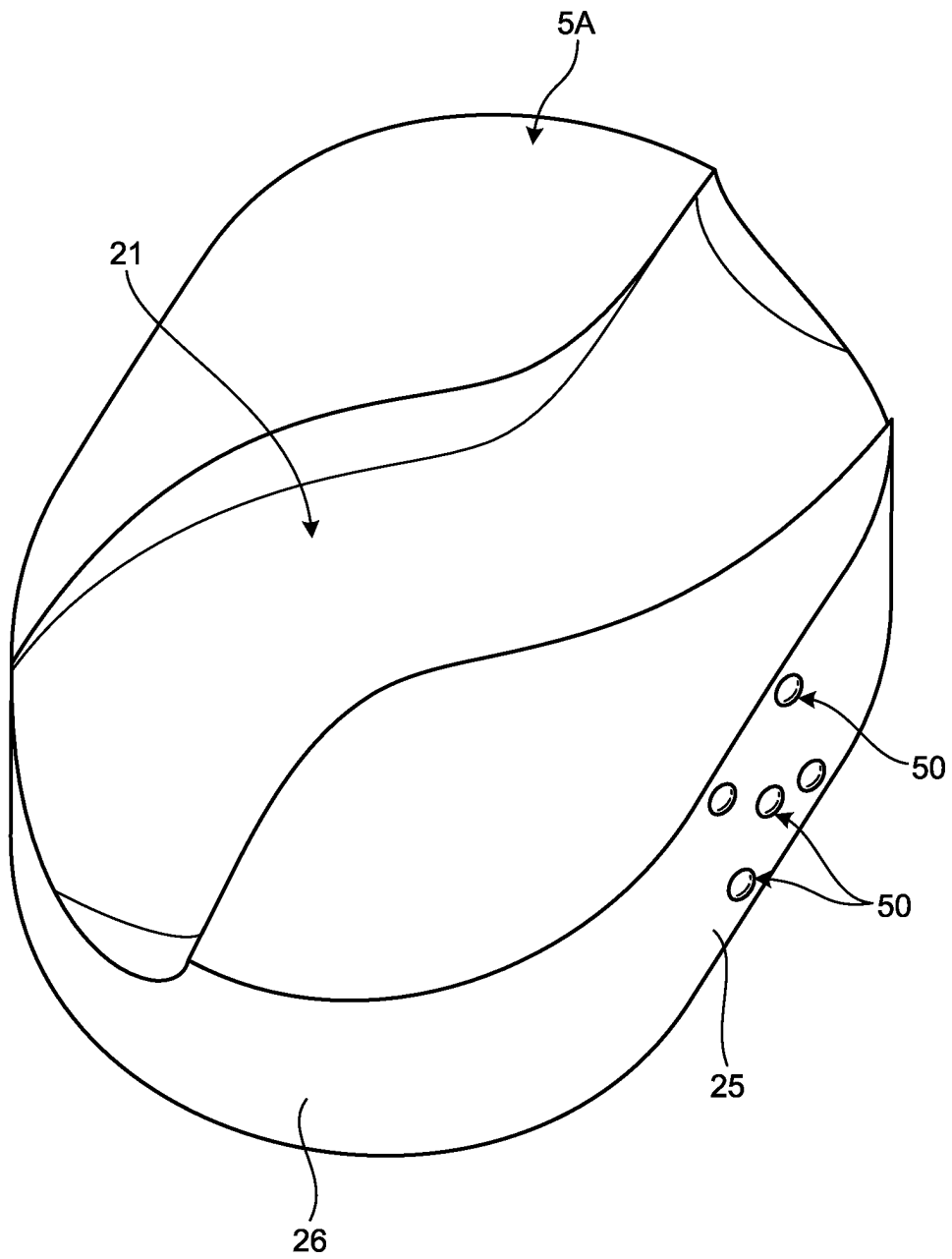


FIG.10

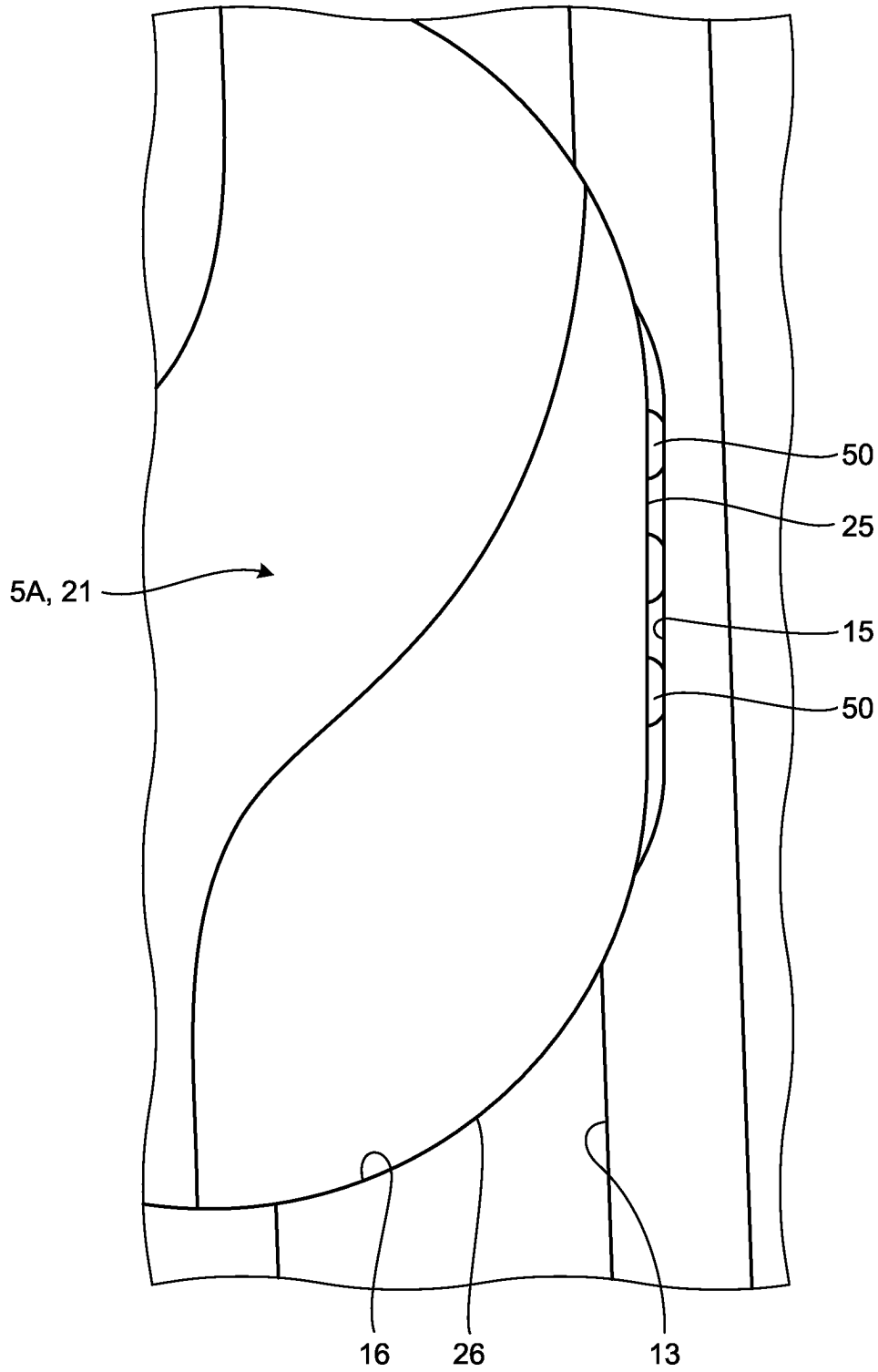


FIG.11

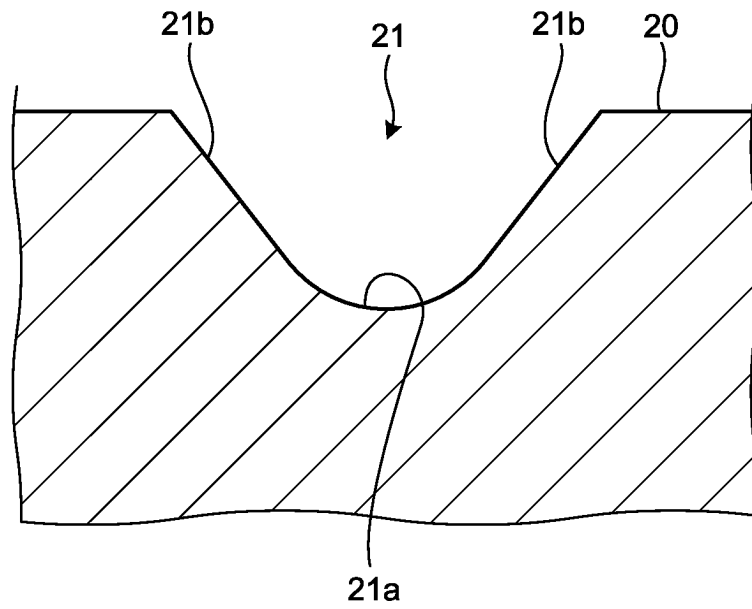


FIG.12

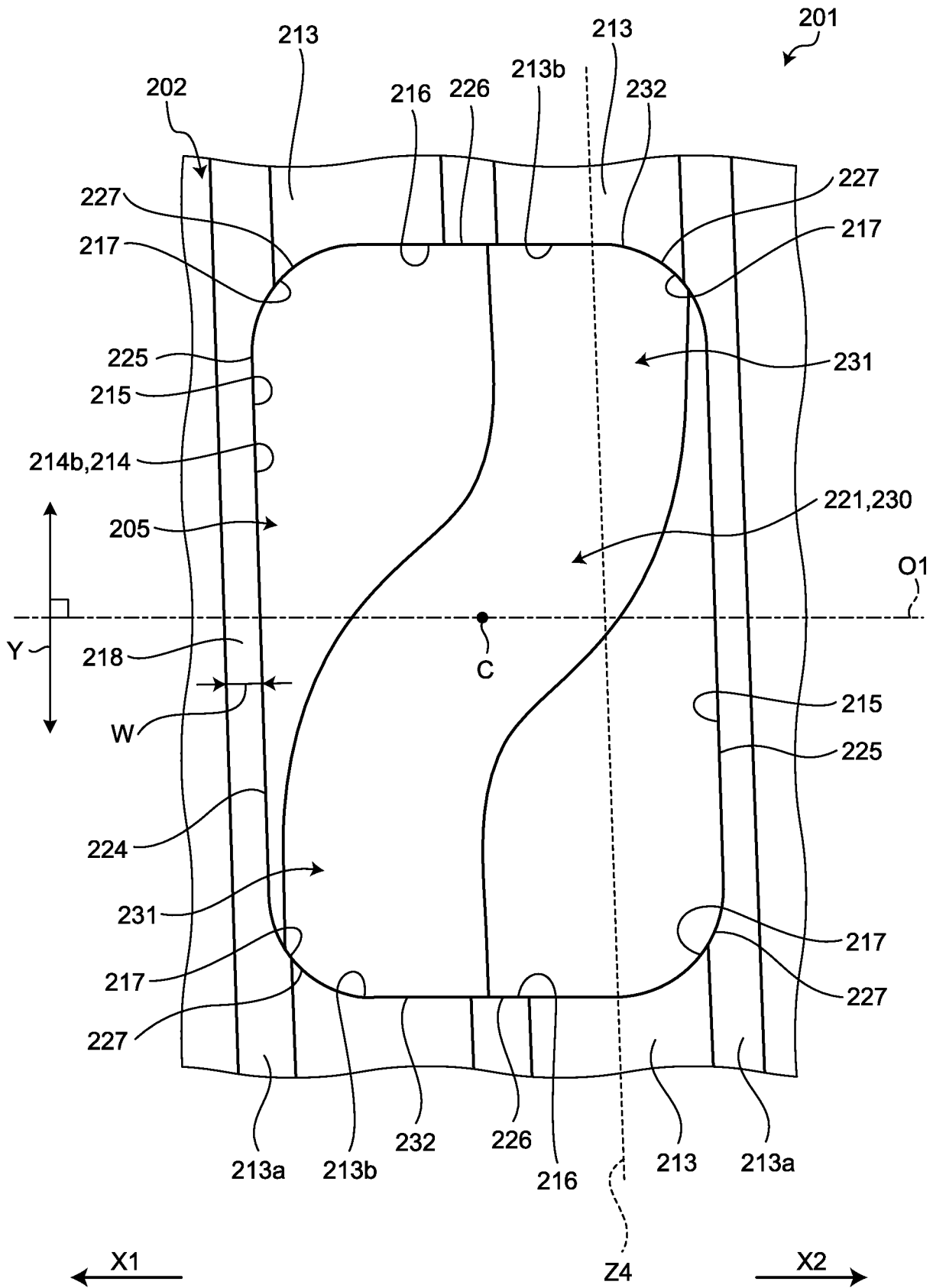


FIG.13

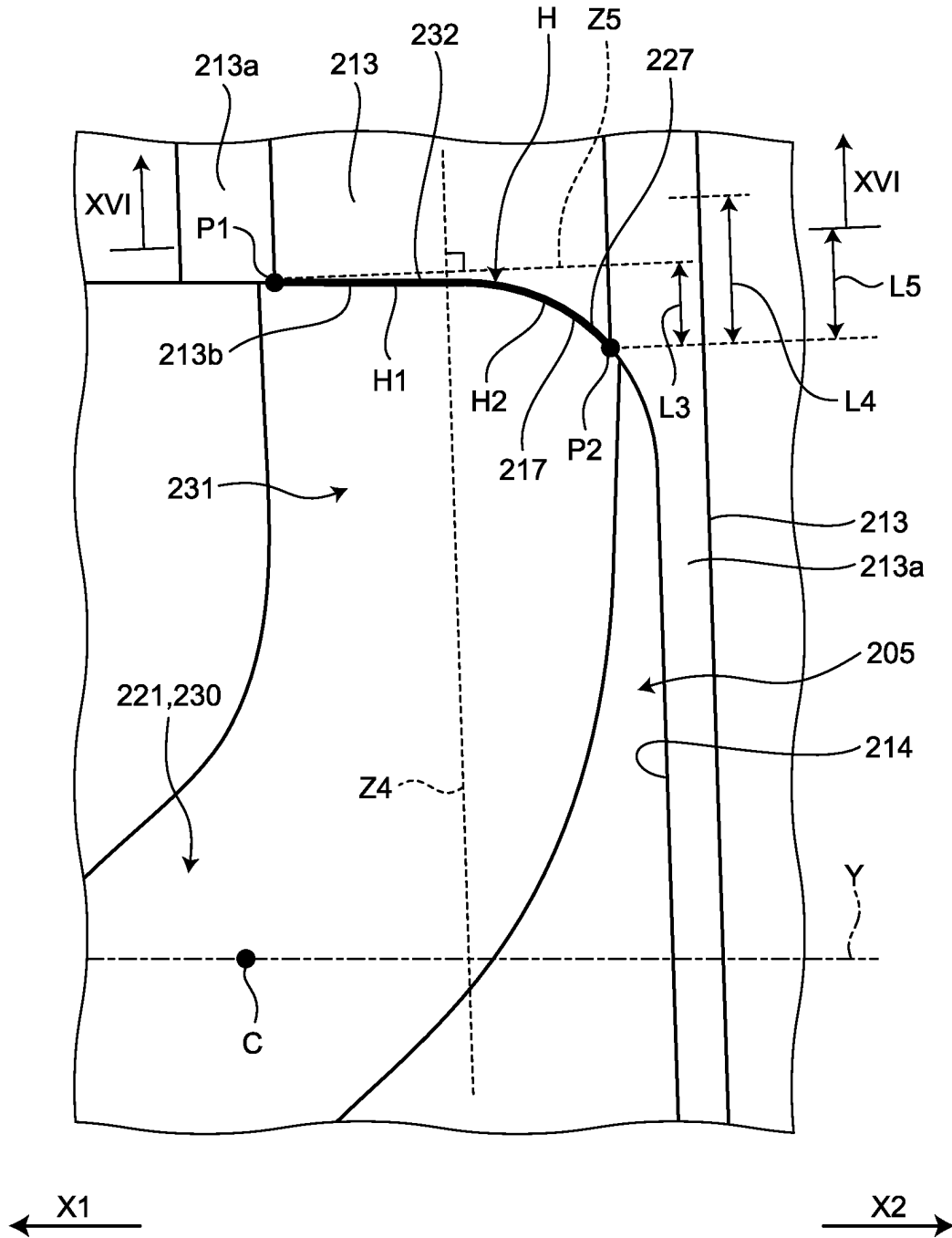


FIG.14

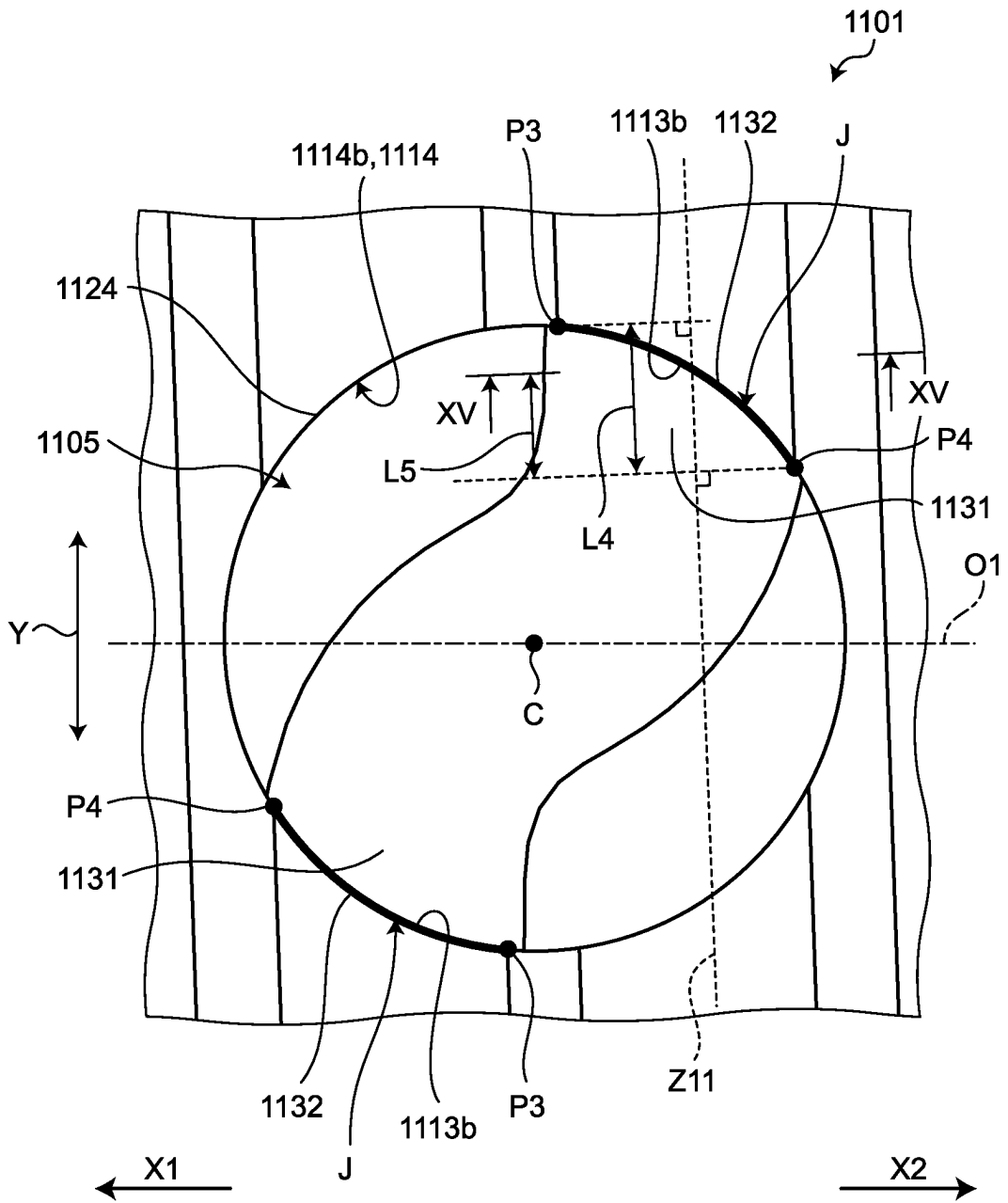


FIG.15

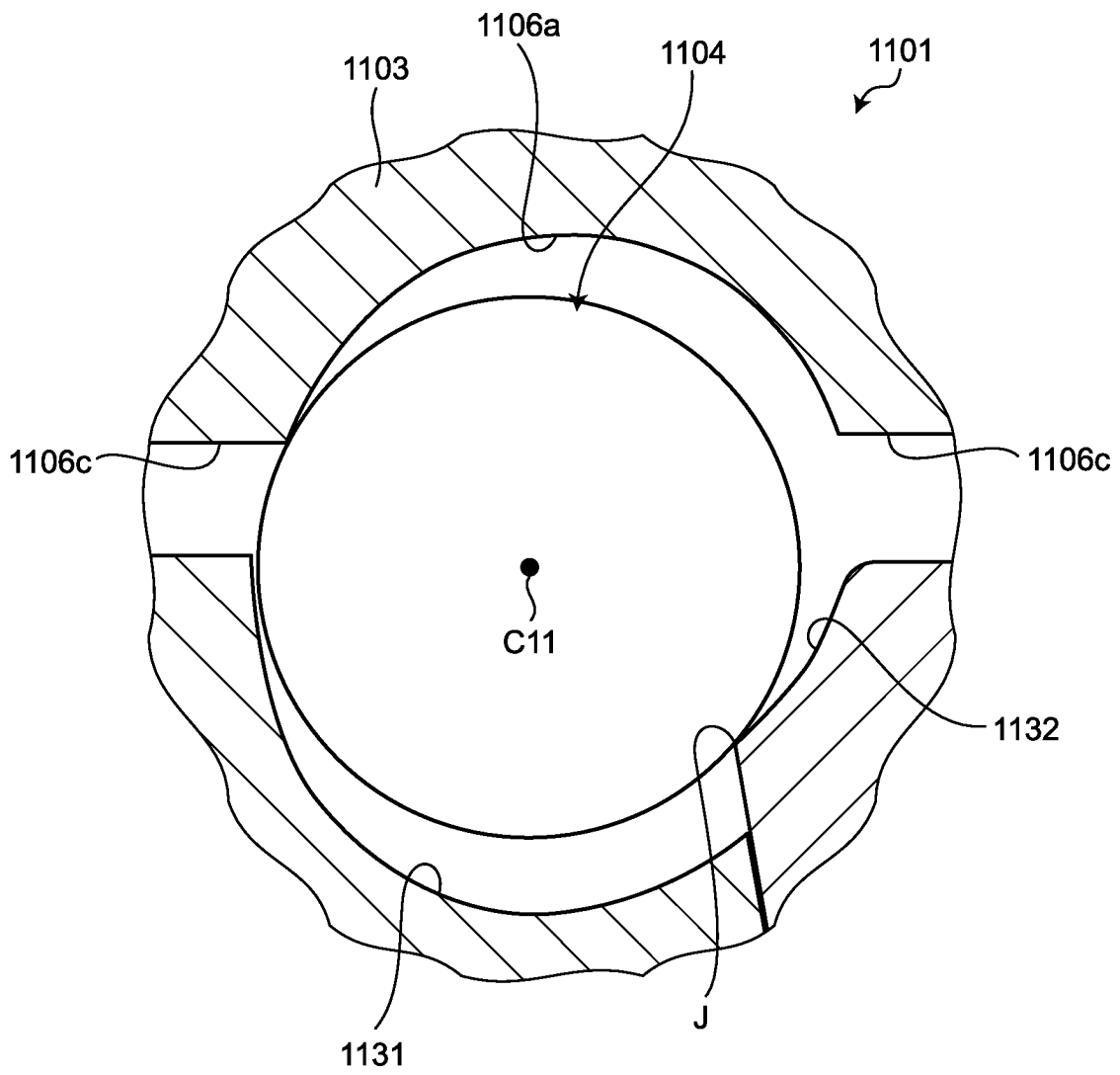


FIG.16

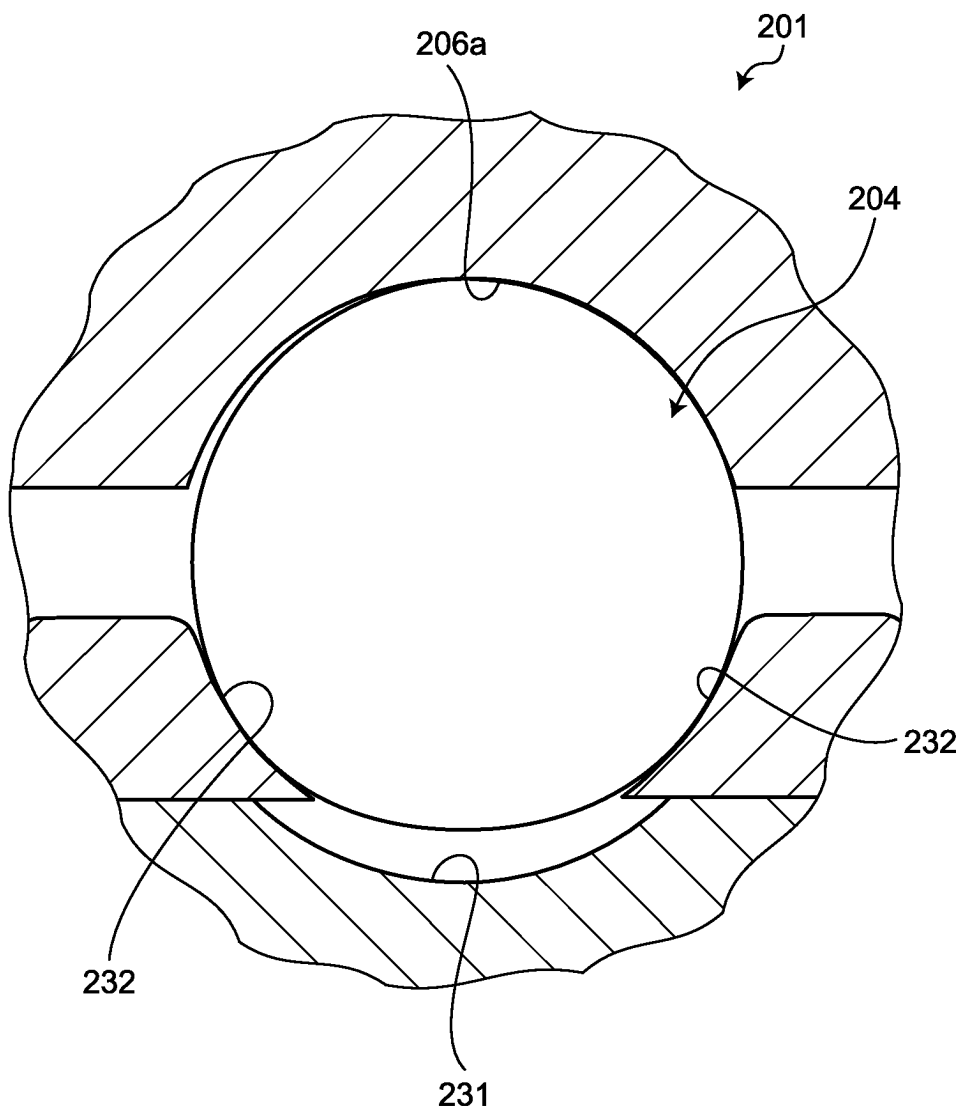


FIG.17

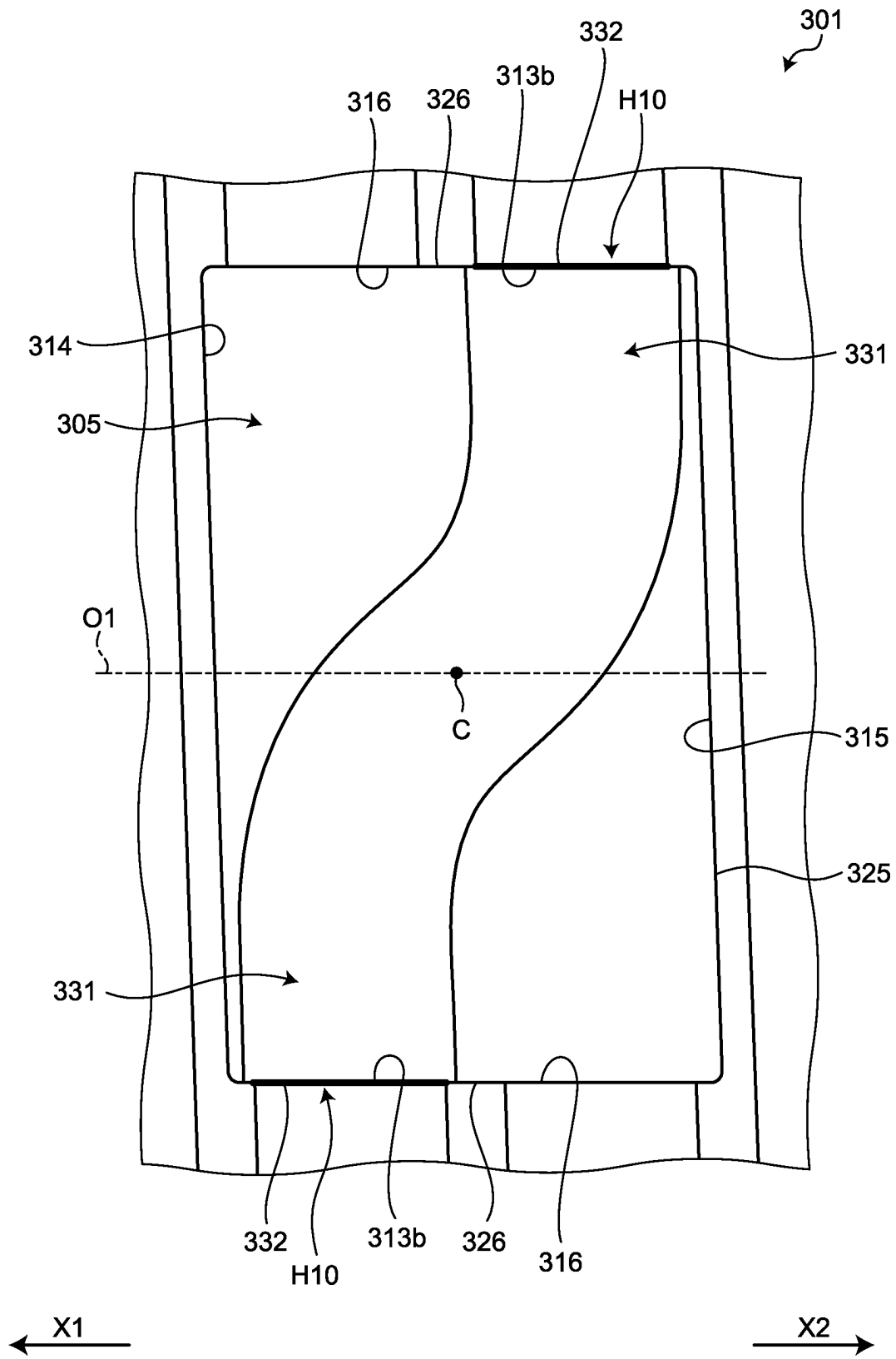


FIG.18

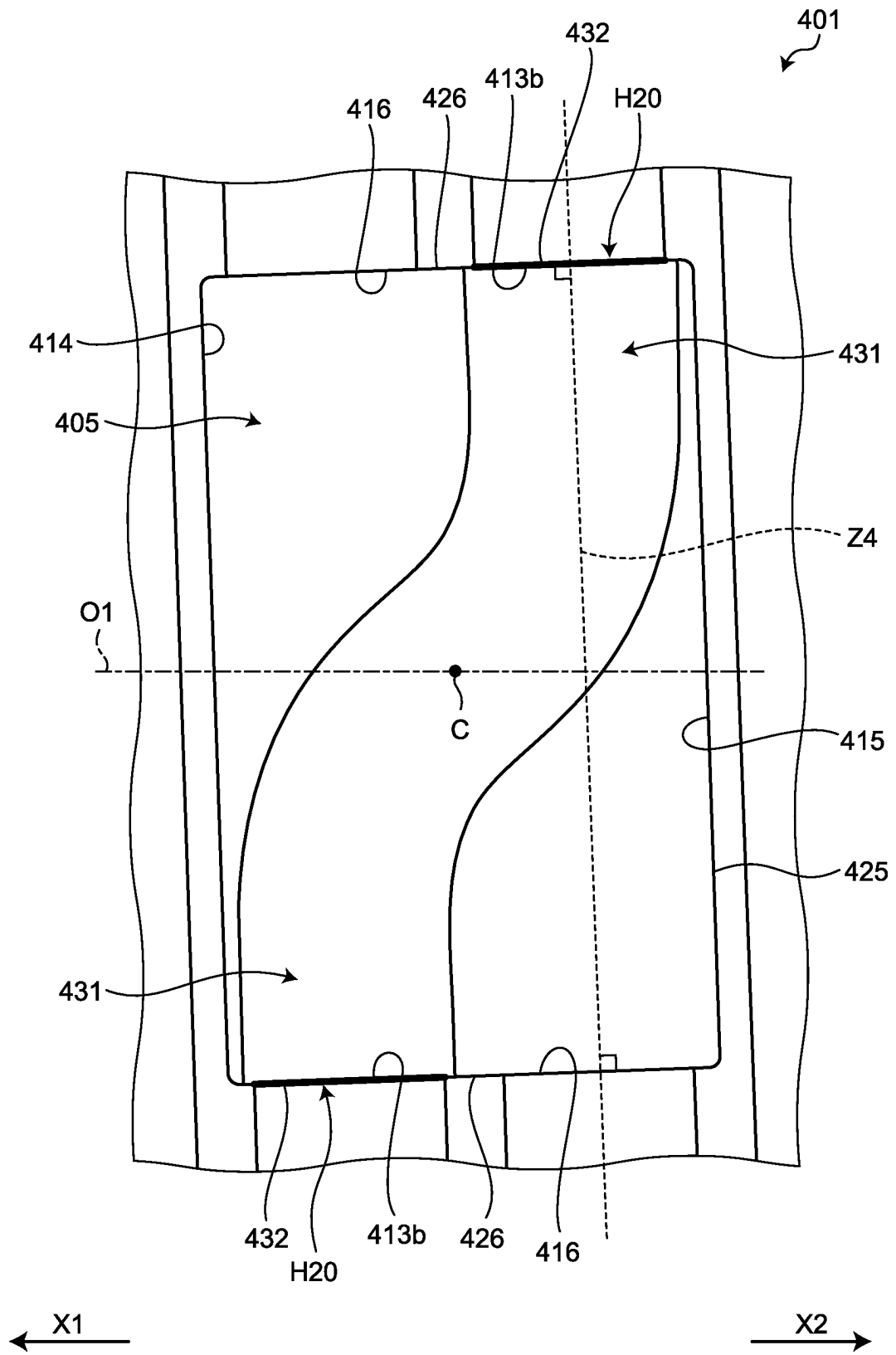


FIG.19

