



(10) **DE 10 2017 221 443 A1** 2018.11.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 221 443.0**

(22) Anmeldetag: **29.11.2017**

(43) Offenlegungstag: **08.11.2018**

(51) Int Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)

F02B 75/32 (2006.01)

F01B 31/14 (2006.01)

F16C 9/04 (2006.01)

F16C 23/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

10-2017-0055986 02.05.2017 KR

(71) Anmelder:

Hyundai Motor Company, Seoul, KR; Kia Motors Corporation, Seoul, KR

(74) Vertreter:

**isarpatent - Patentanwälte- und Rechtsanwälte
Behnisch Barth Charles Hassa Peckmann &
Partner mbB, 80801 München, DE**

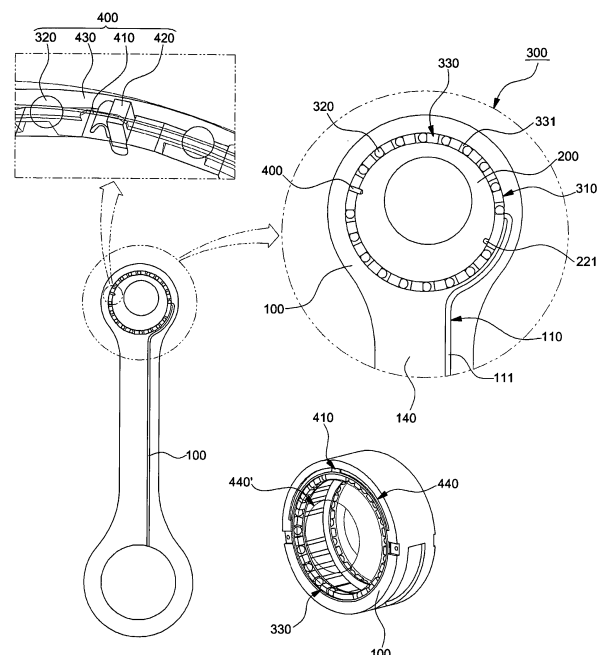
(72) Erfinder:

Kim, Won-Gyu, Seoul, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Pleuelstange**

(57) Zusammenfassung: Eine Pleuelstange ist vorgesehen, die einen Exzentermechanismus enthält. Der Exzentermechanismus ist an einem Pleuelauge der Pleuelstange installiert, um eine Höhe eines Kolbens zum Verändern eines Verdichtungsverhältnisses zu verändern. Folglich wird das Verdichtungsverhältnis durch Durchführen einer Phasensteuerung stabiler eingestellt.



Beschreibung

HINTERGRUND

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pleuelstange und genauer eine Pleuelstange mit einem Exzentermechanismus, der an einem Pleuelstangenende bzw. Pleuelauge der Pleuelstange installiert ist, um eine Höhe eines Kolbens zum Verändern eines Verdichtungsverhältnisses zu verändern, wobei dadurch das Verdichtungsverhältnis durch Durchführen einer Phasensteuerung stabil eingestellt wird.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Im Allgemeinen wird ein thermischer Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine erhöht, indem ein Verdichtungsverhältnis erhöht wird, und bei einer Kraftmaschine mit Funkenzündung wird ein thermischer Wirkungsgrad durch Vorverlegen eines Zündzeitpunktes auf ein vorbestimmtes Niveau erhöht. Bei der Kraftmaschine mit Funkenzündung tritt jedoch eine anormale Verbrennung auf, wenn der Zündzeitpunkt bei einem hohen Verdichtungsverhältnis vorverlegt wird, was eine Beschädigung der Kraftmaschine verursachen kann. Daher besteht beim Vorverlegen des Zündzeitpunktes eine Beschränkung und infolgedessen besteht ein Nachteil hinsichtlich der Verschlechterung der Leistung.

[0003] Eine Vorrichtung mit einem variablen Verdichtungsverhältnis (VCR-Vorrichtung; engl. variable compression ratio device) bezieht sich auf eine Vorrichtung, die ein Verdichtungsverhältnis eines gasförmigen Gemisches basierend auf einem Betriebszustand der Kraftmaschine verändert. Die Vorrichtung mit einem variablen Verdichtungsverhältnis verbessert die Kraftstoffeffizienz durch Erhöhen eines Verdichtungsverhältnisses des gasförmigen Gemisches bei einer Bedingung mit einer niedrigen Last der Kraftmaschine und verbessert eine Kraftmaschinenleistung und verhindert das Auftreten eines Klopfens durch Verringern eines Verdichtungsverhältnisses des gasförmigen Gemisches bei einer Bedingung mit einer hohen Last der Kraftmaschine. Die bestehende Technologie des variablen Verdichtungsverhältnisses verwendet jedoch einen Öldruck eines Aktuators, wie beispielsweise ein Elektromotor, um ein Verdichtungsverhältnis zu verändern, und infolgedessen wird eine Kapazität einer Ölpumpe erhöht und eine elektrische Last aufgrund des Elektromotors mit einer hohen Kapazität erhöht.

[0004] Daher ist es erforderlich, die Kraftstoffeffizienz durch Erzielen eines hohen Verdichtungsverhältnisses durch Vergrößern der Höhe einer Pleuelstange zu verbessern, wenn das Fahrzeug mit einer geringen Geschwindigkeit gefahren wird, und Klopfcharakteristiken durch Erzielen eines niedrigen Verdichtungsverhältnisses durch Verringern der Höhe der Pleuelstange zu verbessern, wenn das Fahrzeug mit einer hohen Geschwindigkeit gefahren wird. Bei der verwandten Technik ist die Höhe der Pleuelstange jedoch fest bzw. unveränderbar und infolgedessen ist es schwierig, das Verdichtungsverhältnis der Kraftmaschine des Fahrzeugs basierend auf einem Betriebszustand des Fahrzeugs zu verändern.

[0005] Als eine Lösung zum Lösen des Problems ist, wie in **Fig. 1A** veranschaulicht, ein Exzenternocken an einem Pleuelauge vorgesehen, um eine Position eines Kolbenbolzens zum Implementieren eines variablen Verdichtungsverhältnisses vertikal zu bewegen. Ein Exzenternocken 20 wird an einem Pleuelauge 10 gelagert und Zylinder 30 und 40 sind mit beiden Enden des Exzenternockens 20 durch Stangen 31 und 41 verbunden.

[0006] In diesem Fall sind die Zylinder 30 und 40, wie in **Fig. 1B** veranschaulicht, mit einem Hydraulikkreis verbunden, der eine Öffnung 52, ein Rückschlagventil 51 und ein Einstellventil 50 enthält. Das Einstellventil 50 ändert einen Hydraulikkreis, während dasselbe durch einen Steuernocken horizontal bewegt wird, der auf einem Zylinderblock montiert ist. Der Exzenternocken 20 an dem Auge 10 der Pleuelstange erzeugt eine Kraft im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn durch eine Hin- und Herbewegung des Kolbens und infolgedessen empfangen die Zylinder 30 und 40 abwechselnd eine Kraft in unterschiedlichen Phasen, die die Zylinder 30 und 40 komprimiert oder expandiert.

[0007] Insbesondere wird Öl durch die Kraft, die die Zylinder 30 und 40 komprimiert oder expandiert, durch den Hydraulikkreis in einer Richtung zugeführt oder abgeführt und folglich dreht sich der Exzenternocken 20 an dem Auge 10 der Pleuelstange nur in einer Richtung und die Drehrichtung wird durch das Einstellventil 50 eingestellt. Daher ist die Lage der Position an einer oberen oder unteren Position basierend auf der Position des Einstellventils 50 festgelegt und infolgedessen variiert das Verdichtungsverhältnis.

[0008] Um die Höhe des Kolbens zu verändern, ist bei der verwandten Technik mit den zuvor erwähnten Konfigurationen der Exzenternocken 20 an dem Pleuelauge 10 installiert, die Zylinder 30 und 40 enthalten zwei Hydraulikzylinder und die jeweiligen Zylinder 30 und 40 sind mit dem Pleuelauge 10 durch die Stangen 31 und 41 verbunden. Die Hydraulikzylinder werden durch den in der Pleuelstange eingebetteten Hydraulikkreis betätigt und ein separater Einstellnocken ist auf dem Block installiert und wird betätigt, um das Einstellventil zum Verändern des Verdichtungsverhältnisses zu schalten.

[0009] Die verwandte Technik weist jedoch die folgenden Probleme auf.

[0010] Erstens muss eine Kraft, die durch den Kolben an den Exzenternocken angelegt wird, durch einen Öldruck der zwei Hydraulikzylinder unterstützt werden und infolgedessen werden eine Beständigkeit und Abdichtungseigenschaften gegen hohen Druck erfordert. Mit anderen Worten wird bei der VCR-Kraftmaschine mit dem variablen Pleuelauge eine Gegenmaßnahme (Beständigkeit und Abdichtung) gegen einen im Wesentlichen hohen Druck erfordert und es ist schwierig, eine Qualität sicherzustellen, wenn der bestehende Hydraulikdruck zum Steuern des Verdichtungsverhältnisses verwendet wird.

[0011] Zweitens wird ein separater Einstellventil-Steuernocken auf dem Zylinderbock zum Steuern des Einstellventils erfordert.

[0012] Daher schlägt die vorliegende Erfindung als Lösung zum Lösen der zuvor erwähnten Probleme ein Pleuelauge vor, an dem ein Exzentermechanismus installiert ist, um eine Unsicherheit, die durch einen Hydraulikdruck verursacht wird, unter Verwendung einer Einwegkupplung zu beseitigen und das Verdichtungsverhältnis stabil einzustellen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0013] Die vorliegende Erfindung liefert eine Pleuelstange mit einem Exzentermechanismus, der an einem Pleuelauge der Pleuelstange installiert ist, um eine Höhe eines Kolbens zum Verändern eines Verdichtungsverhältnisses zu verändern, wobei dadurch das Verdichtungsverhältnis durch Durchführen einer Phasensteuerung stabiler eingestellt wird.

[0014] Eine beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liefert eine Pleuelstange, die mit einem Exzentermechanismus ausgestattet ist, wobei die Pleuelstange Folgendes enthalten kann: einen Exzenternocken, der an einem Pleuelauge (z.B. ein kleineres Pleuelauge) der Pleuelstange installiert ist; und den Exzentermechanismus, der zum Einstellen einer Phase des Exzenternockens konfiguriert ist, wobei der Exzentermechanismus eine Einwegkupplung enthalten kann, die Elemente, wie beispielsweise Kugeln, Rollen und Nadeln, die auf jeweiligen äußeren Umfangsflächen von linken und rechten kreisförmigen Vorsprungsabschnitten des Exzenternockens installiert sind, und Käfige aufweist, die Zwischenraumabschnitte zum Unterbringen der Elemente, wie beispielsweise die Kugeln, Rollen und Nadeln, aufweisen.

[0015] Bei der Pleuelstange der vorliegenden Erfindung können der Exzenternocken und die Einwegkupplung an dem Pleuelauge installiert sein, wobei eine Mitte des Kolbenbolzens angeordnet ist, um mit einem Drehmittelpunkt des Exzenternockens nicht übereinzustimmen. Wenn der Kolben eine Kraft, wie beispielsweise ein Druck in einer Brennkammer, eine Trägheitskraft und dergleichen, zu dem Exzenternocken durch den Kolbenbolzen überträgt, wirkt die Kraft daher als Drehmoment im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn, um den Exzenternocken zu drehen. Insbesondere kann die Drehung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn des Exzenternockens durch das Drehmoment unter Verwendung der Einwegkupplung eingestellt werden und folglich ist es nicht erforderlich, einen hohen Druck zum Unterstützen des Öldrucks der zwei Hydraulikzylinder bei der verwandten Technik zu verwenden, wobei dadurch die Beständigkeit einer Kraftmaschine und Abdichtungsqualität verbessert werden. Im Gegensatz zur verwandten Technik kann ein separater Einstellventil-Steuernocken von einem Zylinderblock zum Betätigen des Einstellventils weggelassen werden und infolgedessen können die Herstellungsproduktivität verbessert und Kosten verringert werden.

Figurenliste

[0016] Die oben erwähnten und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden für jemanden mit gewöhnlichen Fähigkeiten in der Technik durch detailliertes Beschreiben beispielhafter Ausführungsformen derselben in Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen offensichtlicher werden, in denen:

die **Fig. 1A-1B** Ansichten sind, die einen Zustand veranschaulichen, in dem ein ExzTERNOCKEN an einem kleinen Pleuelauge installiert ist und Hydraulikzylinder an beiden Seiten des ExzTERNOCKENS installiert sind, um eine Höhe eines Kolbens bei der verwandten Technik zu verändern;

Fig. 2 eine Ansicht ist, die eine Pleuelstange nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

Fig. 3 eine detaillierte Ansicht ist, die ein Ende bzw. Auge der Pleuelstange nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

die **Fig. 4A-4B** Ansichten sind, die eine Einwegkupplung, einen ExzTERNOCKEN und eine Hydraulikleitung, die an dem kleinen Pleuelauge installiert sind, nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen;

die **Fig. 5A** bis **Fig. 5D** Ansichten sind, die eine Betätigung des kleinen Pleuelauges nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen, wobei **Fig. 5A** eine Ansicht ist, die einen Zustand veranschaulicht, in dem sich der ExzTERNOCKEN durch die Einwegkupplung und ein Drehmoment des ExzTERNOCKENS, das durch eine hin- und hergehende Bewegung eines Kolbens erzeugt wird, im Uhrzeigersinn bewegt, **Fig. 5B** eine Ansicht ist, die einen Zustand veranschaulicht, in dem sich der ExzTERNOCKEN durch die Einwegkupplung und das Drehmoment des ExzTERNOCKENS, das durch die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens erzeugt wird, entgegen dem Uhrzeigersinn bewegt, **Fig. 5C** eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Hauptteils a in **Fig. 5A** ist und **Fig. 5D** eine vergrößerte Querschnittsansicht des Hauptteils b in **Fig. 5B** ist;

die **Fig. 6A** und **Fig. 6B** Ansichten sind, die einen Zustand, in dem eine Position eines Käfigs durch eine Sperrung bzw. einen Anschlag variiert, nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen; und

die **Fig. 7A** bis **Fig. 7F** Ansichten sind, die einen Zustand, in dem eine Position des Käfigs basierend auf einem Hydraulikdruck-Signal gesteuert wird, nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0017] Es ist klar, dass der Ausdruck „Fahrzeug“ oder „Fahrzeug-“ oder ein anderer ähnlicher Ausdruck, der hierin verwendet wird, Kraftfahrzeuge im Allgemeinen enthält, wie beispielsweise Personenkraftwagen, die Geländefahrzeuge (SUV), Busse, Lastwagen, verschiedene Geschäftswagen enthalten, Wasserfahrzeuge, die eine Vielzahl von Booten und Schiffen enthalten, Luftfahrzeuge und Ähnliches, und Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge, Verbrennung, Plug-In-Hybridelektrofahrzeuge, wasserstoffbetriebene Fahrzeuge und Fahrzeuge mit anderen alternativen Brennstoffen enthält (z.B. Brennstoffe, die aus anderen Rohstoffen als Erdöl gewonnen werden).

[0018] Die hierin verwendete Terminologie dient nur zum Zweck des Beschreibens bestimmter Ausführungsformen und soll die Erfindung nicht beschränken. Wie hierin verwendet, sollen die Singularformen „ein/eine“ und „der/die/das“ auch die Pluralformen enthalten, sofern der Kontext dies nicht anderweitig klar erkennen lässt. Es wird zudem klar sein, dass die Ausdrücke „weist auf“ und/oder „aufweisend“, wenn in dieser Beschreibung verwendet, das Vorhandensein der genannten Merkmale, ganzen Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente und/oder Bauteile spezifizieren, aber nicht das Vorhandensein oder den Zusatz von einem/einer oder mehreren anderen Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen, Bauteilen und/oder Gruppen derselben ausschließen. Wie hierin verwendet, enthält der Ausdruck „und/oder“ jedes beliebige und alle Kombinationen von einem oder mehreren der assoziierten, aufgelisteten Elemente.

[0019] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung in Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen derart detailliert beschrieben werden, dass jemand mit Fähigkeiten in der Technik, zu der die vorliegende Erfindung gehört, die vorliegende Erfindung leicht ausführen kann. Die vorliegende Erfindung kann jedoch auf viele verschiedene Weisen implementiert werden und ist nicht auf die hierin beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen beschränkt.

[0020] Ein für die Beschreibung irrelevanter Teil wird weggelassen werden, um die vorliegende Erfindung klar zu beschreiben, und gleiche oder ähnliche Bestandteile werden überall in der Beschreibung durch gleiche Bezugsnummern gekennzeichnet werden. Ausdrücke oder Wörter, die in der Beschreibung und den Ansprüchen verwendet werden, sind nicht zu interpretieren, auf eine allgemeine Bedeutung oder Wörterbuchbedeutung beschränkt zu sein, und sind als Bedeutung und Konzept, die mit dem technischen Wesen der vorliegenden

Erfindung übereinstimmen, basierend auf dem Prinzip zu interpretieren, dass ein Erfinder ein Konzept eines Ausdrucks angemessen definieren kann, um seine eigene Erfindung auf beste Weise zu beschreiben.

[0021] Nachstehend werden beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert beschrieben werden. Insbesondere kann eine Pleuelstange der vorliegenden Erfindung, auf der ein Exzentermechanismus installiert ist, in einer Kraftmaschine mit variablen Verdichtungsverhältnis installiert werden, die einen Kolben und einen auf dem Kolben montierten Kolbenbolzen enthält.

[0022] Wie in **Fig. 2** oder **Fig. 3** veranschaulicht, kann die Pleuelstange der vorliegenden Erfindung ein Pleuelauge **100** (z.B. kleineres Pleuelauge, ein Betätigungsende der Pleuelstange oder ein erstes Ende), einen Exzenternocken **200** und einen Exzentermechanismus **300** enthalten. Der Exzenternocken **200** kann in einer Mitte des Pleuelauges **100** positioniert sein. Insbesondere ist eine Mitte des Kolbenbolzens (nicht veranschaulicht) des Kolbens angeordnet, um mit einem Drehmittelpunkt des Exzenternockens **200** nicht übereinzustimmen, um somit eine Höhe des Kolbens in einer Brennkammer der Kraftmaschine zu variieren, während sich die Mitte des Kolbenbolzens basierend auf einer Drehrichtung des Exzenternockens **200** vertikal bewegt.

[0023] Wenn der Kolben eine Kraft, wie beispielsweise ein Druck in der Brennkammer und eine Trägheitskraft, zu dem Exzenternocken **200** durch den Kolbenbolzen überträgt, dreht die Kraft den Exzenternocken **200** durch ein Drehmoment im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn. Die Pleuelstange der vorliegenden Erfindung kann den Exzentermechanismus **300** zum Einstellen einer Drehung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn des Exzenternockens **200** durch ein Drehmoment verwenden.

[0024] Genauer kann in Bezug auf die **Fig. 2** und **Fig. 3** der Exzenternocken **200** kreisförmige Vorsprungabschnitte **220** auf einer linken und rechten Seite eines Hauptkörpers **210** enthalten.

[0025] Die kreisförmigen Vorsprungabschnitte **220** können zwei oder mehr flache Oberflächenabschnitte und zwei Bogenabschnitte aufweisen. Der flache Oberflächenabschnitt kann eine Einwegkupplungsfunktion bereitstellen und Kugelkomponenten **320**, wie beispielsweise Kugeln, Rollen und Nadeln, können auf dem flachen Oberflächenabschnitt positioniert sein. Eine bestimmte Bogenform oder ein bestimmtes Profil kann anstelle der flachen Oberfläche vorgesehen sein, um die Einwegkupplungsfunktion durchzuführen. Einer der zwei Bogenabschnitte ist ein Abschnitt, an dem ein Anschlag **420** und eine Feder **430**, die in **Fig. 4B** veranschaulicht sind, positioniert sein können, und kann eine Nut **221** zum Fixieren des Anschlags aufweisen. Der andere Bogenabschnitt ist ein Abschnitt, der einen Hydraulikdruck zusammen mit einem Käfigkolben **450** des Käfigs **330** und dem Auge **100** abdichtet, und eine Richtung, in der eine Kupplung **310** gesperrt wird, kann durch Einstellen einer Position des Käfigs **330** durch Anlegen einer Kraft an den Käfigkolben **450** durch einen eingestellten Hydraulikdruck bestimmt werden.

[0026] Zur Einfachheit wird eine Seite eines linken kreisförmigen Vorsprungabschnitts als eine Rückseite bezeichnet und eine Seite eines rechten kreisförmigen Vorsprungs als eine Vorderseite bezeichnet. Da die Vorderseiten und die Rückseiten der Komponenten, wie beispielsweise der Exzentermechanismus **300**, die Sicherheitsvorrichtungen **400** und die Ölzufuhrvorrichtung **110**, die unten zu beschreiben sind, symmetrisch sind, werden nur Komponenten, die auf der Vorderseite oder der Rückseite vorgesehen sind und den gleichen Namen und die gleiche Form aufweisen, beschrieben werden.

[0027] Wie in **Fig. 3** veranschaulicht, kann der Exzentermechanismus **300** die auf jeweiligen äußeren Umfangsflächen des linken und rechten kreisförmigen Vorsprungabschnitts **220** des Exzenternockens **200** installierten Kugelkomponenten **320** und die Einwegkupplung **310** enthalten, die vordere und hintere Käfige **330** und **330'** aufweist, die auf dem linken und rechten kreisförmigen Vorsprungabschnitt **220** installiert sind und Zwischenraumabschnitte **331** und **332** (z.B. Hohlräume) zum Unterbringen der Kugelkomponenten **320** aufweisen.

[0028] Der Exzentermechanismus **300** kann eine Ölzufuhrvorrichtung **110** enthalten, die an einer Vorder- bzw. Rückseite des Endes **100** ausgebildet ist und mit Öl zum Betätigen der Einwegkupplung **310** versorgt wird. Die Ölzufuhrvorrichtung **110** kann erste und zweite Ölleitungen **111** und **112** enthalten, die an dem kleinen Auge **100** ausgebildet sind. Wie in **Fig. 4A** oder **Fig. 4B** veranschaulicht, kann die erste Ölleitung **111** insbesondere mit einer ersten Vorderseitenkammer **113a** verbunden sein, um einen Hydraulikdruck zu dem vorderen Käfig **330** in dem Pleuelauge **100** zu übertragen, und einer ersten Rückseitenkammer **113b** verbunden sein, um einen Hydraulikdruck zu dem hinteren Käfig **330'** zu übertragen.

[0029] Die zweite Ölleitung **112** kann mit einer zweiten Vorderseitenkammer **114a** verbunden sein, um einen Hydraulikdruck zu dem vorderen Käfig **330** in dem Pleuelauge **100** zu übertragen, und einer zweiten Rückseitenkammer **114b** verbunden sein, um einen Hydraulikdruck zu dem hinteren Käfig **330'** zu übertragen. Daher kann der zu der ersten Ölleitung **111** zugeführte Hydraulikdruck nur zu den Kammern **113a** und **113b** des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** übertragen werden und der zu der zweiten Ölleitung **112** zugeführte Hydraulikdruck nur zu den Kammern **114a** und **114b** des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** übertragen werden und folglich können Phasen des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** gesteuert werden können, was nachstehend beschrieben werden wird.

[0030] Die Ölzufuhrvorrichtung **110** und der vordere und hintere Käfig **330** und **330'** können durch Abdeckungen **500** abgeschirmt bzw. abgedeckt werden, um einen luftdichten Zustand beizubehalten. Bei einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die Kugelkomponenten **320** als typische Kugeln ausgebildet sein, aber auch als Nadeln, Rollen oder andere Einrichtungen für die Einwegkupplung ausgebildet sein. Eine Sicherheitsvorrichtung **400** kann auf dem vorderen oder hinteren Käfig **330** und **330'** installiert sein, um zu verhindern, dass die Phase des Exzenternockens **200** von einem vorbestimmten Bereich abweicht, wenn eine Drehzahl des Exzenternockens **200** überhöht ist oder der vordere und hintere Käfig **330** und **330'** anormal wirken.

[0031] Wie in der vergrößerten Ansicht des Hauptteils in **Fig. 2** veranschaulicht, kann die Sicherheitsvorrichtung **400** einen Anschlag-Käfig **410**, der auf dem vorderen oder hinteren Käfig **330** und **330'** installiert ist, und Anschlag-Nuten **440** und **440'** enthalten, die an den Exzenterseiten des Pleuelauges **100** positioniert sind, und die Phasen des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** können innerhalb eines vorbestimmten Winkels durch den Anschlag-Käfig **410** beschränkt werden.

[0032] Eine Betätigung der Pleuelstange der vorliegenden Erfindung, die wie oben beschrieben konfiguriert ist und auf der der Exzentermechanismus installiert ist, wird detailliert beschrieben werden. Die **Fig. 5A-5D** sind Ansichten, die eine grundsätzliche Wirkungsweise der Pleuelstange der vorliegenden Erfindung veranschaulichen. Wenn die mit der Pleuelstange der vorliegenden Erfindung ausgestattete Kraftmaschine arbeitet, legt der Kolben zunächst eine Zugkraft oder Druckkraft an die Pleuelstange **100** durch den Kolbenbolzen durch eine Trägheitskraft, einen Druck in der Brennkammer oder dergleichen an und die Zugkraft oder Druckkraft wirkt als Drehmoment und vertikale Kraft, die an den Exzenternocken **200** angelegt sind.

[0033] Das Drehmoment wird durch die Einwegkupplung **310** unterstützt und die vertikale Kraft wird durch ein Gleitlager unterstützt, das an einem mittleren Abschnitt des Körpers des Exzenternockens **200** installiert ist. Insbesondere kann die Drehung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn des Exzenternockens **200** durch vordere und hintere Einwegkupplungen **310** und **310'** eingestellt werden, die auf den kreisförmigen Vorsprungabschnitten **220** des Exzenternockens **200** installiert sind, und ein Sperren und Entsperren der Einwegkupplungen **310** und **310'** kann durch die Phasen der Käfige **330** und **330'** bestimmt werden.

[0034] Wenn sich der vordere Käfig **330** basierend auf dem Exzenternocken **200** im Uhrzeigersinn dreht, wie in **Fig. 5A** veranschaulicht, berühren mit anderen Worten die Kugelkomponenten **320** eine linke Innenwand **331a** des Zwischenraumabschnitts **331**, wie in **Fig. 5C** veranschaulicht, und folglich wird, wenn sich der Exzenternocken **200** im Uhrzeigersinn dreht, ein Abstand zwischen dem flachen Oberflächenabschnitt des kreisförmigen Vorsprungabschnitts **220**, der die Kugeln umgibt, und dem Pleuelauge **100** vergrößert, wenn sich die Kugelkomponenten **320** wälzen, und infolgedessen kann sich der Exzenternocken **200** drehen. Wenn sich der Exzenternocken **200** jedoch entgegen dem Uhrzeigersinn dreht, wird der Abstand zwischen dem flachen Oberflächenabschnitt des kreisförmigen Vorsprungabschnitts **220**, der die Kugeln umgibt, und dem Pleuelauge **100** verringert, wenn sich die Kugelkomponenten **320** wälzen, und infolgedessen kann der Exzenternocken **200** nicht gedreht werden.

[0035] Wenn sich der Käfig **330** basierend auf dem Exzenternocken **200** hingegen entgegen dem Uhrzeigersinn dreht, wie in **Fig. 5B** veranschaulicht, und sich der Exzenternocken **200** entgegen dem Uhrzeigersinn dreht, wenn die Kugelkomponenten **320** eine rechte Innenwand **331b** des Zwischenraumabschnitts **331** berühren, wie in **Fig. 5D** veranschaulicht, wird der Abstand zwischen dem flachen Oberflächenabschnitt des kreisförmigen Vorsprungabschnitts **220**, der die Kugeln umgibt, und dem Pleuelauge **100** vergrößert, wenn sich die Kugelkomponenten **320** wälzen, und infolgedessen kann sich der Exzenternocken **200** drehen. Wenn sich der Exzenternocken jedoch im Uhrzeigersinn dreht, wird der Abstand zwischen dem flachen Oberflächenabschnitt des kreisförmigen Vorsprungabschnitts **220**, der die Kugeln umgibt, und dem Pleuelauge **100** verkleinert, wenn sich die Kugelkomponenten **320** wälzen, und der Exzenternocken **200** kann nicht gedreht werden.

[0036] Bei der beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Position des Käfigs **330** durch eine Differenz des von der ersten und zweiten Ölleitung **111** und **112** des Käfigs **330** zugeführten Hydraulikdrucks bestimmt werden. Mit anderen Worten kann ein Hydraulikdruck-Signal zu der Ölzufuhrvorrichtung **110** übertragen werden, um den Exzenternocken **200** im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn zu drehen oder den Exzenternocken **200** zu fixieren, und Kräfte können an die Käfigkolben **450** und **450'** des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** durch den Hydraulikdruck angelegt werden. Ein Rotationsdrehmoment kann an die Käfige durch die Kräfte angelegt werden und die Positionen des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** können durch ein Kräftegleichgewichts-Verhältnis mit der Feder **430** variieren und infolgedessen kann der Exzenternocken **200** im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht werden oder der Exzenternocken **200** fixiert werden.

[0037] Indessen kann die Phase des Exzenternockens **200** von einem vorbestimmten Bereich abweichen, wenn eine Drehzahl des Exzenternockens **200** überhöht ist (z.B. größer als eine bestimmte Drehzahl ist) oder der vordere und hintere Käfig **330** und **330'** anormal wirken. Wie in den **Fig. 6A-6B** veranschaulicht, kann folglich die Bewegung des Anschlag-Käfigs **410** durch die Anschlag-Nuten **440** und **440'** beschränkt werden, die an den Exzenterseiten des Pleuelauges **100** positioniert sind, so dass der Anschlag-Käfig **410** als Sicherheitsvorrichtung wirkt, um den Exzenternocken **200** innerhalb eines vorbestimmten Bereiches zu beschränken.

[0038] Eine Positionssteuerung des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** basierend auf einem Hydraulikdruck der Einwegkupplung **310** wird in Bezug auf Tabelle 1 und die **Fig. 3** oder **Fig. 4A** bis **Fig. 7F** genauer beschrieben werden.

Tabelle 1

Ölleitungsdruck und Vorspanndruck (Pb) der Feder	Vorderseite	Rückseite	Variables Verdichtungsverhältnis (VCR)
Zweite Ölleitung < erste Ölleitung - Pb	CCW	CCW	CCW (Abnahme des Verdichtungsverhältnisses)
Erste Ölleitung - Pb < zweite Ölleitung < erste Ölleitung + Pb	CCW	CW	Fest (wenn Kraftmaschine abgestellt ist oder normal arbeitet)
Erste Ölleitung + Pb < zweite Ölleitung	CW	CW	CW (Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses)

[0039] Tabelle 1 zeigt eine Betätigung des Exzenternockens **200** basierend auf einem Hydraulikdruck, der der ersten Ölleitung **111** und der zweiten Ölleitung **112** zugeführt wird, um die Positionen des vorderen und hinteren Käfigs **330** einzustellen, nach der beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0040] Wenn der Einwegkupplung **310** der vorliegenden Erfindung kein Hydraulikdruck zugeführt wird, können zunächst die Positionen des vorderen und hinteren Käfigs **330** und **330'** durch den Anschlag **420** und die Feder **430** bestimmt werden, und ein Vorspanndruck, der einer Federkraft der Feder **430** entspricht, ist in Tabelle 1 durch Pb angegeben. Das Drehmoment, das an die Käfige **330** und **330'** durch den Hydraulikdruck der ersten und zweiten Ölleitung **111** und **112** und die Kräfte der Federn **430** und **430'** (nachstehend zur Einfachheit als vordere und hintere Federn bezeichnet, siehe **Fig. 4B**) angelegt wird, ist, wie folgt.

[0041] Wenn der Hydraulikdruck der ersten Ölleitung **111** zugeführt wird, wird eine Kraft nach rechts an die Käfigkolben **450** und **450'** der Käfige **330** und **330'** angelegt, um zu ermöglichen, dass die Käfigkolben **450** und **450'** ein Drehmoment entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW; engl. counterclockwise) empfangen. Wenn der Hydraulikdruck der zweiten Ölleitung **112** zugeführt wird, wird eine Kraft nach links an die Käfigkolben **450** und **450'** der Käfige **330** und **330'** angelegt, um den Käfigkolben **450** und **450'** zu ermöglichen, ein Drehmoment im Uhrzeigersinn (CW; engl. clockwise) empfangen. Insbesondere kann der vordere Käfig **330** zum Empfangen eines Drehmoments entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) durch die Kraft der vorderen Feder **430** konfiguriert sein.

[0042] Zudem kann der hintere Käfig **330'** zum Empfangen eines Drehmoments im Uhrzeigersinn (CW) durch die Kraft der hinteren Feder **430'** konfiguriert sein. Bewegungen der Käfige **330** und **330'** basierend auf einem Steuerdruck der ersten und zweiten Ölleitung **111** und **112** werden beschrieben werden und eine Operation

zum Steuern einer Länge der Pleuelstange durch die Bewegung des Exzenternockens **200** wird beschrieben werden.

[0043] Bei „Zweite Ölleitung < erste Ölleitung - (Pb)“, wie in Tabelle 1 gezeigt, ist zunächst bei dem Käfigkolben **450** des vorderen Käfigs **330**, der in den **Fig. 4A-4B** veranschaulicht ist, das Drehmoment entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) durch die erste Ölleitung größer als das Drehmoment im Uhrzeigersinn (CW) durch die zweite Ölleitung und der Käfigkolben **450** bewegt sich basierend auf dem Anschlag **420** durch das Drehmoment entgegen dem Uhrzeigersinn durch die Feder **430** entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW). Mit dieser Bewegung werden die Kugelkomponenten **320** zu einer Seitenfläche **331a** des Käfigs gedrückt, wie in **Fig. 5B** oder **Fig. 5D** veranschaulicht. Daher wird auf dem Prinzip der Einwegkupplung **310** die Bewegung im Uhrzeigersinn (CW) des Exzenternockens gesperrt und die Bewegung entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) des Exzenternockens ermöglicht bzw. freigegeben.

[0044] Der Käfigkolben **450'** des hinteren Käfigs **330'**, der auf der rechten Seite der **Fig. 4B** veranschaulicht ist, empfängt eine Kraft nach rechts und die an den Käfigkolben **450'** durch den Öldruck der ersten Ölleitung angelegte Kraft ist größer als eine Summe der Kraft der Feder **430'** und der an den Käfigkolben **450'** durch den Öldruck der zweiten Ölleitung angelegten Kraft, und folglich kann der Käfigkolben **450'** konfiguriert sein, um sich entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) zu bewegen.

[0045] Folglich werden die Kugelkomponenten **320'** zu einer Seitenfläche **331a'** des hinteren Käfigs **330'** gedrückt, wie in **Fig. 5B** oder **Fig. 5D** veranschaulicht. Auf dem Prinzip der Einwegkupplung **310'** wird daher die Bewegung im Uhrzeigersinn (CW) des Exzenternockens gesperrt und die Bewegung entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) des Exzenternockens freigegeben. Wie in den **Fig. 7A** und **Fig. 7B** veranschaulicht, kann der Exzenternocken **200** daher konfiguriert sein, um sich durch eine Reaktionskraft entgegen dem Uhrzeigersinn, die an die an der Vorder- und Rückseite des Exzenternockens **200** montierten Einwegkupplungen **310** und **310'** angelegt wird, entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) zu drehen, aber daran gehindert werden, sich im Uhrzeigersinn (CW) zu drehen. Die Höhe des Kolbens, der auf der mit dem Exzenternocken **200** ausgestatteten Pleuelstange installiert ist, kann durch die Drehung entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) des Exzenternockens **200** vergrößert werden, um folglich das variable Verdichtungsverhältnis zu verringern.

[0046] Bei „Erste Ölleitung - Pb < zweite Ölleitung < erste Ölleitung + Pb“, wie in Tabelle 1 gezeigt, kann ferner eine Kraft nach links oder nach rechts, die durch eine Differenz zwischen einem Druck der ersten Ölleitung und einem Druck der zweiten Ölleitung erzeugt wird, an den Käfigkolben **450** des vorderen Käfigs **330** angelegt werden, der auf der linken Seite in **Fig. 4A** veranschaulicht ist, aber eine Größe der Kraft ist geringer als die der Kraft der Feder **430**. Daher kann der vordere Käfig **330** konfiguriert sein, um sich durch die Kraft der Feder **430** entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) zu bewegen. Folglich werden die Kugelkomponenten **320** zu einer Seitenfläche **331a** des Käfigs gedrückt, wie in **Fig. 5B** oder **Fig. 5D** veranschaulicht. Auf dem Prinzip der Einwegkupplung **310** wird daher die Bewegung im Uhrzeigersinn (CW) des Exzenternockens gesperrt und die Bewegung entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) des Exzenternockens freigegeben.

[0047] Eine Kraft nach links oder nach rechts, die durch eine Differenz zwischen einem Druck der ersten Ölleitung und einem Druck der zweiten Ölleitung erzeugt wird, kann an den Käfigkolben **450'** des hinteren Käfigs **330'**, der auf der rechten Seite in **Fig. 4B** veranschaulicht ist, angelegt werden, aber eine Größe der Kraft ist geringer als die der Kraft der Feder **430'**. Daher kann der hintere Käfig **330'** konfiguriert sein, um sich durch die Kraft der Feder **430'** im Uhrzeigersinn (CW) zu bewegen. Folglich werden die Kugelkomponenten **320'** zu der anderen Seitenfläche **331b'** des Käfigs gedrückt, wie in **Fig. 5A** oder **Fig. 5C** veranschaulicht. Auf dem Prinzip der Einwegkupplung **310'** wird daher die Bewegung entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) des Exzenternockens gesperrt und die Bewegung im Uhrzeigersinn (CW) des Exzenternockens freigegeben.

[0048] Wie in den **Fig. 7C** und **Fig. 7D** veranschaulicht, kann der Exzenternocken **200** daher konfiguriert sein, um sich nur in der Richtung zu drehen, in der die Einwegkupplungen **310** und **310'**, die an der Vorder- und Rückseite des Exzenternockens **200** montiert sind, einander gegenüberliegen, und infolgedessen kann der Exzenternocken **220** fixiert sein, ohne sich zu drehen, und das variable Verdichtungsverhältnis durch den Kolben, der auf der mit dem Exzenternocken **200** ausgestatteten Pleuelstange installiert ist, kann fest sein. Der feste Zustand des variablen Verdichtungsverhältnisses kann umgesetzt werden, wenn der ersten und zweiten Ölleitung in erster Linie bei abgestellter Kraftmaschine kein Öl zugeführt wird oder die Kraftmaschine arbeitet, ohne das Verdichtungsverhältnis zu verändern.

[0049] Schließlich wird bei „Erste Ölleitung + Pb < zweite Ölleitung“, wie in Tabelle 1 gezeigt, eine Kraft nach links an den Käfigkolben **450** des vorderen Käfigs **330**, der in **Fig. 4A** veranschaulicht ist, durch den Hydraul-

likdruck der zweiten Ölleitung angelegt und diese Kraft ist größer als eine Summe der Kraft durch den Hydraulikdruck der ersten Ölleitung und der Kraft der Feder **430** und folglich kann der vordere Käfig **330** konfiguriert sein, um sich im Uhrzeigersinn (CW) zu bewegen. Folglich werden die Kugelkomponenten **320** zu der anderen Seitenfläche **331b** des Käfigs gedrückt, wie in **Fig. 5A** oder **Fig. 5C** veranschaulicht. Auf dem Prinzip der Einwegkupplung **310** wird daher die Bewegung entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) des Exzenternockens gesperrt und die Bewegung im Uhrzeigersinn (CW) des Exzenternockens freigegeben.

[0050] Eine Kraft nach links wird an den Käfigkolben **450'** des hinteren Käfigs **330'**, der auf der rechten Seite der **Fig. 4B** veranschaulicht ist, durch den Hydraulikdruck der zweiten Ölleitung angelegt und der hintere Käfig **330'** kann konfiguriert sein, um sich durch die Kraft der Feder **430'** und die an den Käfigkolben **450'** angelegte Kraft im Uhrzeigersinn (CW) zu bewegen. Folglich werden die Kugelkomponenten **320'** zu der anderen Seitenfläche **331a'** des Käfigs gedrückt, wie in **Fig. 5A** oder **Fig. 5C** veranschaulicht. Auf dem Prinzip der Einwegkupplung **310'** wird daher die Bewegung entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) des Exzenternockens gesperrt und die Bewegung im Uhrzeigersinn (CW) des Exzenternockens freigegeben.

[0051] Wie in den **Fig. 7E** und **Fig. 7F** veranschaulicht, kann daher der Exzenternocken **200** der vorliegenden Erfindung konfiguriert sein, um sich durch eine Reaktionskraft im Uhrzeigersinn, die an die vordere und hintere Einwegkupplung **310** und **310'** angelegt wird, die an der Vorder- und Rückseite des Exzenternockens **200** montiert sind, im Uhrzeigersinn (CW) zu drehen, aber daran gehindert werden, sich entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) zu drehen. Die Höhe des auf der mit dem Exzenternocken **200** ausgestatteten Pleuelstange installierten Kolbens kann durch die Drehung im Uhrzeigersinn (CW) des Exzenternockens **200** verringert werden, um folglich das variable Verdichtungsverhältnis zu erhöhen.

[0052] Indessen kann das den Käfigen **330** und **330'** zugeführte Öl auf die folgenden verschiedene Weisen zugeführt werden.

[0053] Erstens kann bei einem Verfahren zum Zuführen eines Steueröldrucks in ein Hauptlager ein Öldruck-Signal zum Betätigen des Käfigs der Einwegkupplung an ein Hauptkanal-OCV in der folgenden Reihenfolge angelegt werden: das Hauptlager → ein Hauptlagerzapfen → ein Kurbelzapfen → ein zweites Pleuelauge → ein Pleuelschaft → ein erstes Pleuelauge. Insbesondere kann sich das erste Pleuelauge auf ein Ende der Pleuelstange beziehen, das kleiner als das eines zweiten Pleuelauges ist.

[0054] Zweitens wird als ein anderes Verfahren bei einem Verfahren zum Zuführen eines Steueröldrucks unter Verwendung eines Kolben-Kühlstrahls ein Öldruck-Signal zum Betätigen des Käfigs der Einwegkupplung an ein OCV1 und ein OCV12 in der folgenden Reihenfolge angelegt: das Hauptlager → der Kolben-Kühlstrahl → ein Kolben-Innenkanal → der Pleuelstangenzapfen → der Exzenternocken → der Käfig.

[0055] Drittens, als noch ein anderes Verfahren wird bei einem Verfahren zum Verwenden eines Pleuelstangenschalters, das heißt, Einstellen eines Steueröldrucks ein Öldruck-Signal zum Betätigen des Käfigs der Einwegkupplung durch einen auf der Pleuelstange installierten Hydraulikdruckschalter eingestellt. In einem Strömungsweg wird das Öldruck-Signal in der folgenden Reihenfolge angelegt: der Kurbelzapfen → das zweite Pleuelauge → der Pleuelschaft → der Hydraulikdruckschalter → das erste Pleuelauge → der Käfig.

[0056] Zwar wurde die vorliegende Erfindung in Bezug auf die beispielhafte Ausführungsform und die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, aber verschiedene beispielhafte Ausführungsformen können innerhalb des Wesens und Bereiches der vorliegenden Erfindung implementiert werden. Daher sollte ausgelegt werden, dass der Bereich der vorliegenden Erfindung durch die beiliegenden Ansprüche definiert und nicht auf die bestimmte beispielhafte Ausführungsform beschränkt ist, die in der vorliegenden Beschreibung offenbart ist.

Patentansprüche

1. Pleuelstange, die mit einem in einer Kraftmaschine installierten Kolben verbunden ist, aufweisend: einen Exzenternocken, der an einem ersten Pleuelauge der Pleuelstange installiert ist; und einen Exzentermechanismus, der konfiguriert ist, um eine Phase des Exzenternockens einzustellen, wobei der Exzentermechanismus eine Einwegkupplung mit Kugelkomponenten, die auf linken und rechten kreisförmigen Vorsprungsabschnitten des Exzenternockens installiert sind, und vorderen und hinteren Käfigen mit Zwischenraumabschnitten enthält, die die Kugelkomponenten unterbringen.

2. Pleuelstange nach Anspruch 1, wobei die Kugelkomponenten Kugeln, Rollen, Nadeln oder Lager sind.

3. Pleuelstange nach Anspruch 1, wobei der Exzentermechanismus eine Ölzufuhrvorrichtung enthält, die eine erste Ölleitung und eine zweite Ölleitung aufweist, die an einer Vorder- bzw. Rückseite des ersten Pleuelauges ausgebildet sind und zum Zuführen von Öl zum Betätigen der Einwegkupplung konfiguriert sind.

4. Pleuelstange nach Anspruch 1, wobei die erste Ölleitung mit einer ersten Vorderseitenkammer verbunden ist, um einen Hydraulikdruck zu dem vorderen Käfig in dem ersten Pleuelauge zu übertragen, und einer ersten Rückseitenkammer verbunden ist, um einen Hydraulikdruck zu dem hinteren Käfig zu übertragen, und die zweite Ölleitung mit einer zweiten Vorderseitenkammer verbunden ist, um einen Hydraulikdruck zu dem Vorderseitenkäfig in dem ersten Pleuelauge zu übertragen, und einer zweiten Rückseitenkammer verbunden ist, um einen Hydraulikdruck zu dem hinteren Käfig zu übertragen.

5. Pleuelstange nach Anspruch 1, wobei der Exzentermechanismus Folgendes enthält:
eine Sicherheitsvorrichtung mit einem Anschlag-Käfig, der an einer Seite des vorderen und hinteren Käfigs installiert ist;
einen Anschlag, der in dem Anschlag-Käfig installiert ist; und
eine Feder, die den Anschlag federnd lagert, und wobei die Sicherheitsvorrichtung Bewegungen des vorderen und hinteren Käfigs beschränkt, während der Anschlag in einer in dem kreisförmigen Vorsprungsabschnitt ausgebildeten Nut eingebettet und in dieselbe eingeführt ist.

6. Pleuelstange nach Anspruch 4, wobei Positionen des vorderen und hinteren Käfigs durch eine Differenz des von der ersten Ölleitung und zweiten Ölleitung zugeführten Hydraulikdrucks bestimmt werden und ein variables Verdichtungsverhältnis variiert, indem eine Höhe eines Kolbens variiert, der auf der mit dem Exzenternocken ausgestatteten Pleuelstange installiert ist, während sich der Exzenternocken durch die Positionen des vorderen und hinteren Käfigs im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn dreht, die durch die Differenz des Hydraulikdrucks bestimmt werden.

7. Pleuelstange nach Anspruch 1, ferner mit einem zweiten Pleuelauge, wobei das erste Pleuelauge kleiner als das zweite Pleuelauge ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A
VERWANDTE TECHNIK

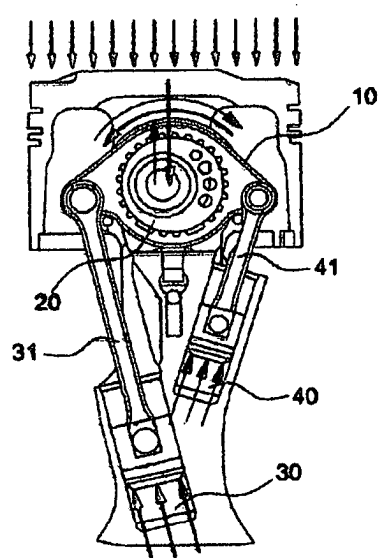


FIG. 1B
VERWANDTE TECHNIK

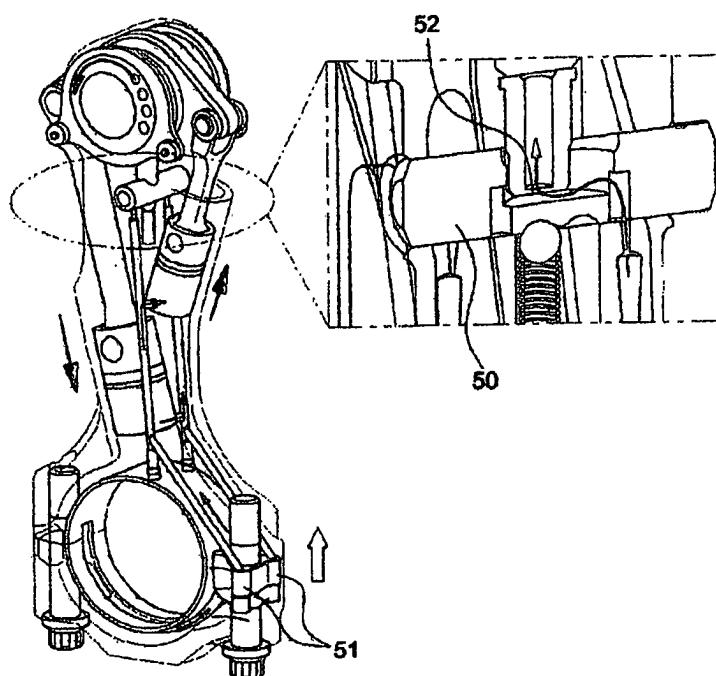


FIG. 2

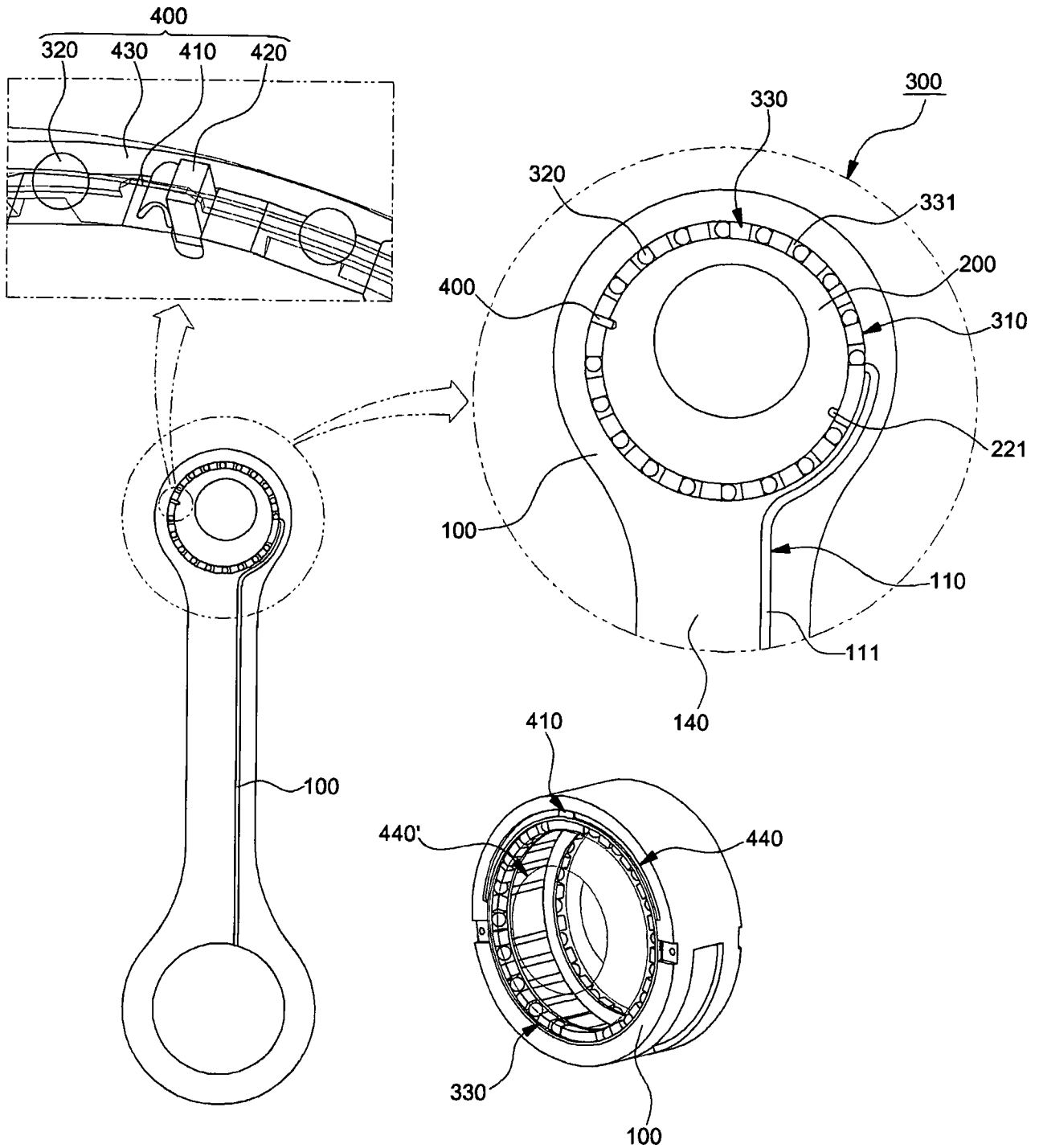


FIG. 3

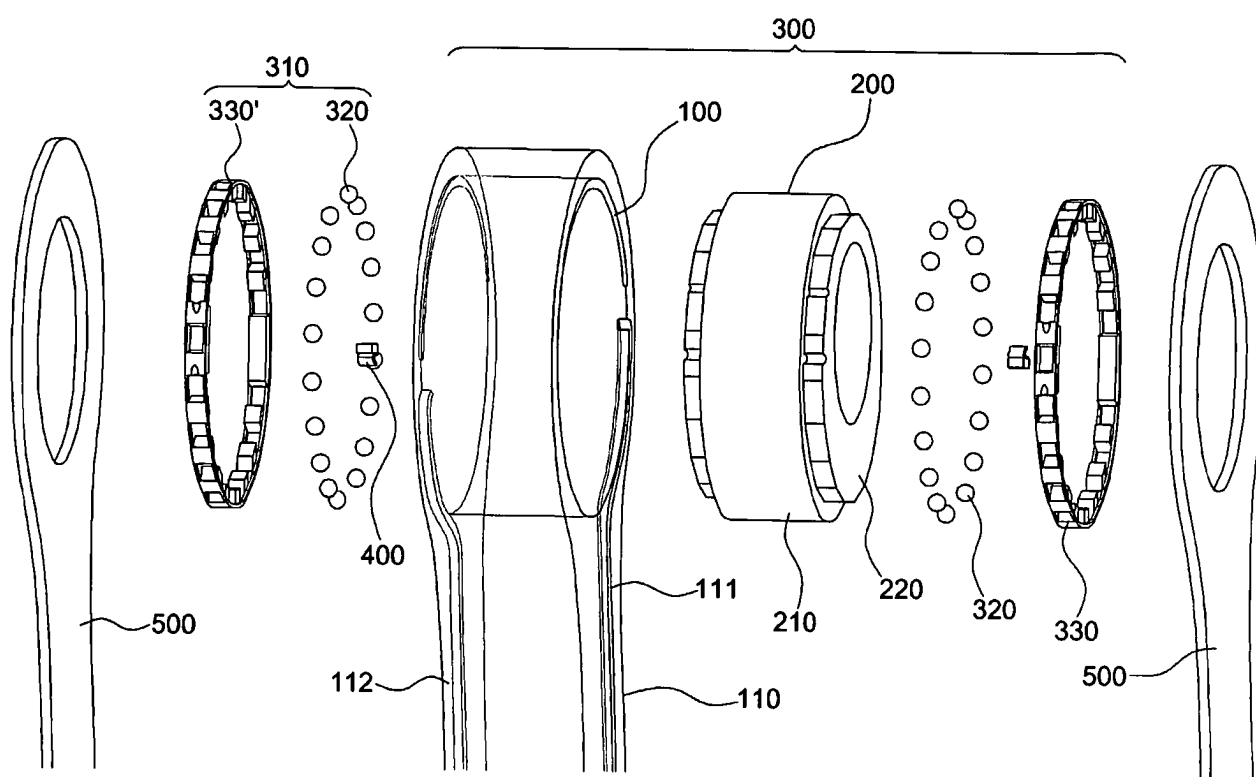


FIG. 4A

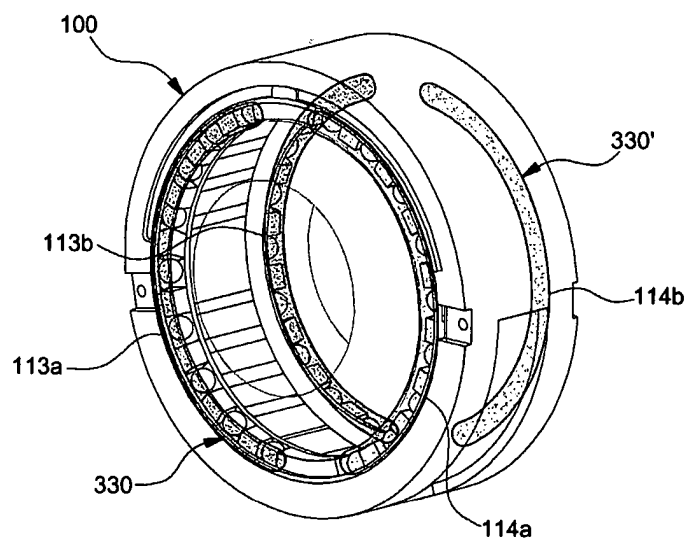


FIG. 4B

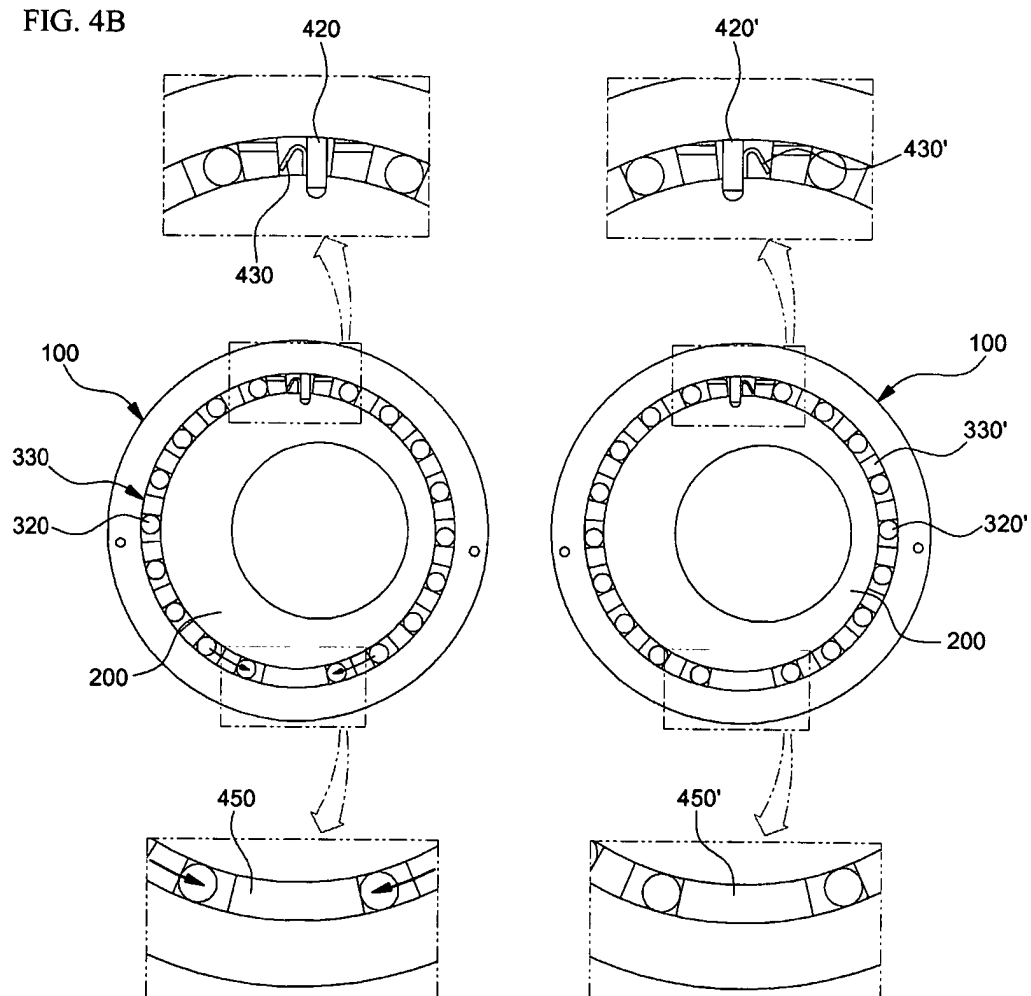


FIG. 5A

(a)

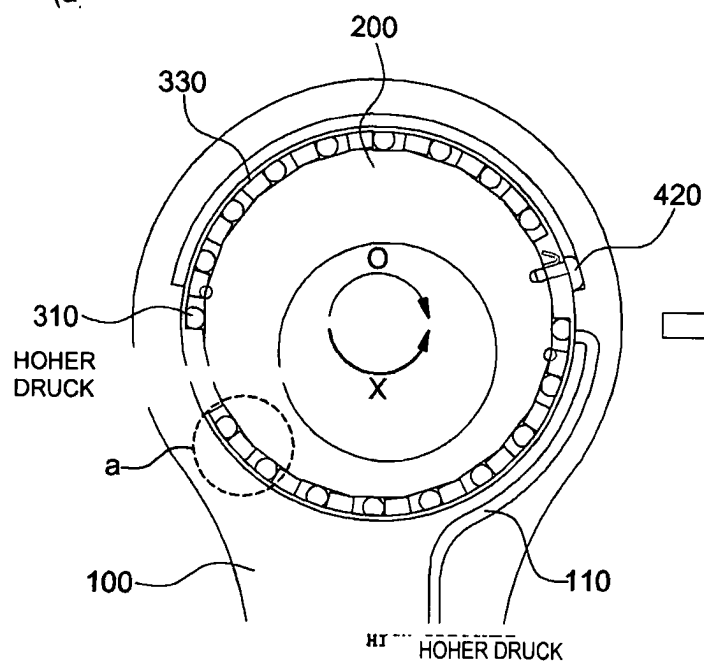


FIG. 5B

(

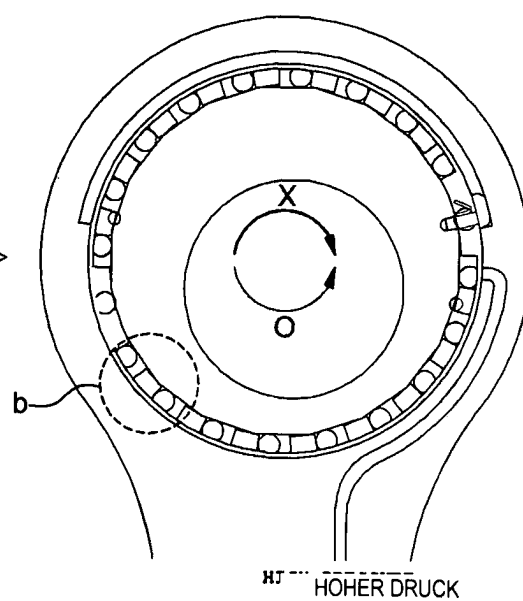


FIG. 5C

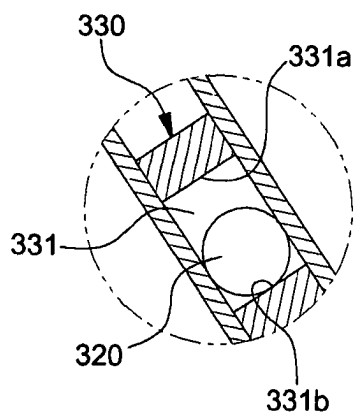


FIG. 5D

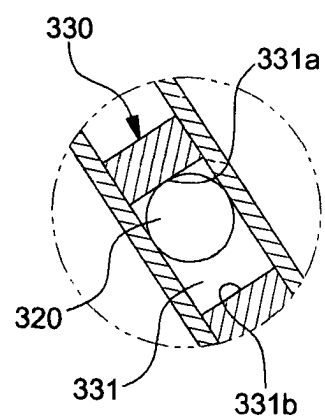


FIG. 6A

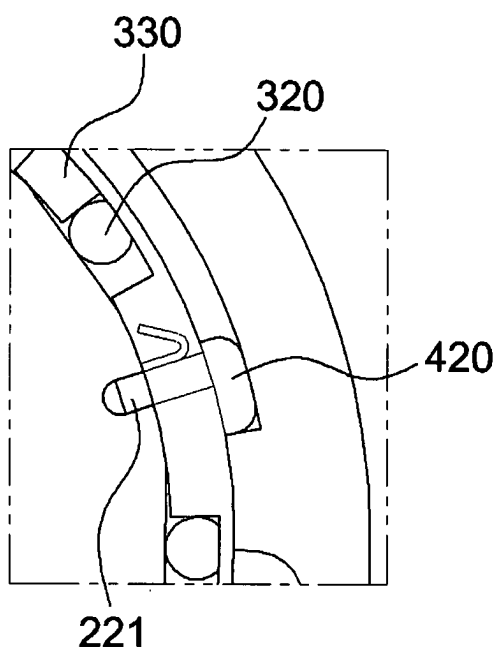


FIG. 6B

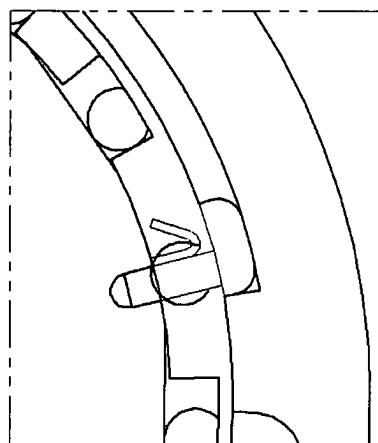


FIG. 7A

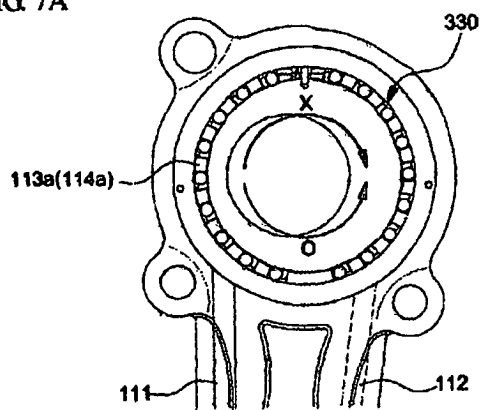


FIG. 7B

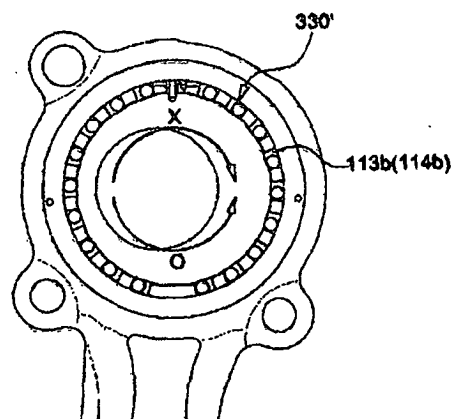


FIG. 7C

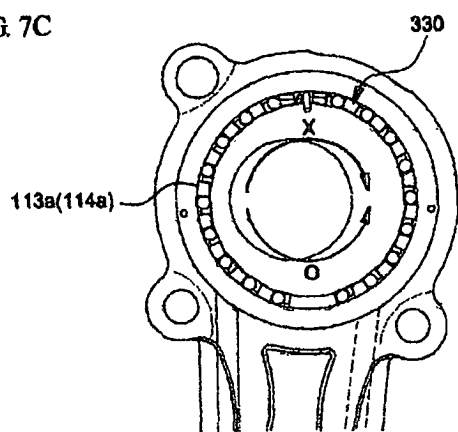


FIG. 7D

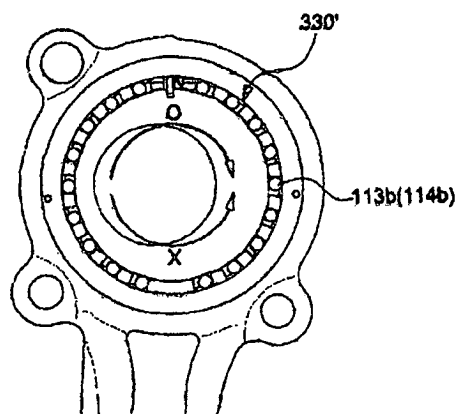


FIG. 7E

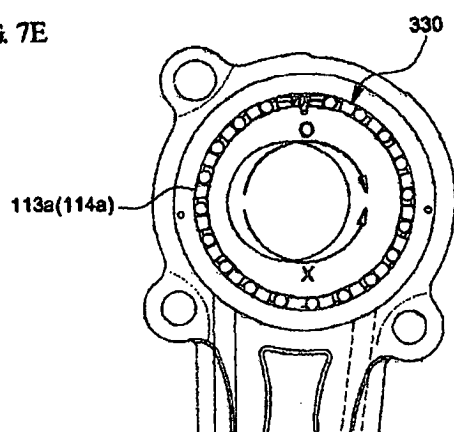


FIG. 7F

