

(19)



(11)

EP 2 426 336 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.03.2012 Patentblatt 2012/10

(51) Int Cl.:
F02B 75/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11006549.7**

(22) Anmeldetag: **09.08.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Betzmeir, Helmut**
85521 Ottobrunn (DE)
• **Kirk, John David**
Fond du Lac
Wisconsin 54937-7372 (US)

(30) Priorität: **04.09.2010 US 807413**

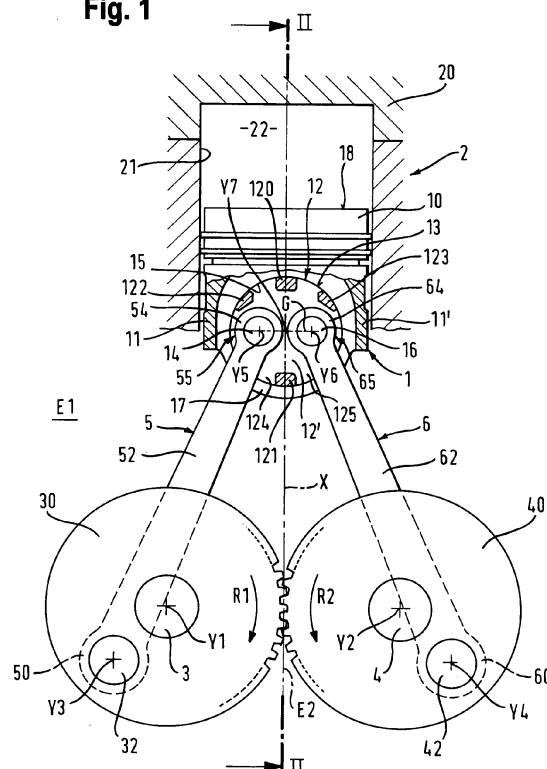
(74) Vertreter: **Schlimme, Wolfram**
Haidgraben 2
85521 Ottobrunn (DE)

(71) Anmelder: **Neander Motors AG**
24143 Kiel (DE)

(54) **Kolben mit zwei Schwenklagern und Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine**

(57) Ein Kolben mit zwei Schwenklagern (55, 65; 255, 265; 355, 365) zur schwenkbaren Lagerung jeweils eines Pleuels (5, 6; 205, 206; 306, 306) am Kolben (1; 201; 301) um eine jeweilige Pleuelschwenkachse (Y5, Y6), wobei die beiden Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) parallel zueinander und seitlich voneinander beabstan-

det verlaufen, zeichnet sich dadurch aus, dass die beiden Schwenklager (55, 65; 255, 265; 355, 365) an einem Lagerelement (12; 212; 312) vorgesehen sind, welches am Kolben (1; 201; 301) um eine Lagerschwenkachse (Y7) schwenkbar gelagert ist, die parallel zu den Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) verläuft.

Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben, insbesondere für eine Kolben-Zylinder-Einheit, mit zwei Schwenklagern zur gelenkigen Lagerung jeweils eines Pleuels am Kolben gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Sie betrifft weiterhin eine Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Ein Problem bei Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschinen ist es, die beiden umlaufenden Kurbelwellen miteinander zu synchronisieren. Dabei ist jede der Kurbelwellen beispielsweise mit einem Synchronisationszahnrad versehen, wobei die Synchronisationszahnräder miteinander im Eingriff stehen. Durch thermische Einflüsse während des Betriebs der Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine oder auch durch Verschleiß an den Zahnflanken der Synchronisationszahnräder kann ein Spiel zwischen den miteinander kämmenden Zähnen der Synchronisationszahnräder auftreten, welches wiederum eine geringfügige Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelwellen hervorruft, wodurch ein unerwünschtes Kippen des Kolbens im Zylinder verursacht werden kann. Bei einer derartigen Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelwellen laufen die Kurbelwellen und mit ihnen der gesamte Kurbeltrieb zwar noch zeitlich synchronisiert gegenläufig um, doch eilt eine der Kurbelwellen gegenüber der anderen Kurbelwelle beim Umlauf vor, so dass die kurbelwellenseitigen Pleuellagerachsen nicht zeitgleich, sondern nacheinander ihren oberen Totpunkt erreichen. Dies wiederum führt dazu, dass auch die kolbenseitigen Pleuellager zeitlich nacheinander ihren oberen Totpunkt erreichen, was zu einer Kippbewegung im Kolben führt. Dieser Vorlauf der einen Kurbelwelle gegenüber der anderen Kurbelwelle gilt selbstverständlich für den gesamten Umlauf der synchronisierten und daher mit gleicher Geschwindigkeit umlaufenden Kurbelwellen, was in dieser Anmeldung als "Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelwellen" bezeichnet wird. Durch diese Asymmetrie wird, wie bereits dargelegt worden ist, im oberen Totpunkt des Kolbens ein Kippmoment zu einer Seite hin auf den Kolben hin ausgeübt und im unteren Totpunkt des Kolbens ein entsprechendes Kippmoment zur anderen Seite. Der Kolben beschreibt daher bei seiner Aufwärts- und Abwärts-Bewegung gleichzeitig eine sich im jeweiligen Totpunkt umkehrende Kippbewegung zur einen Seite und zur anderen Seite in der Ebene, die die Kurbelwellenachsen rechtwinklig schneidet.

STAND DER TECHNIK

[0003] Um dieses Problem zu lösen, wird in der US 2010/0077984 A1 vorgeschlagen, zur Vermeidung eines Spiels zwischen den Zahnflanken die beiden Kurbelwellen in einem gemeinsamen Lagerblock zu lagern und das Material des Lagerblocks sowie das Material der Kurbel-

wellen und der Synchronisationszahnräder bezüglich ihres thermischen Ausdehnungskoeffizienten so auszuwählen, dass die thermische Ausdehnung des Lagerblocks zwischen den beiden Rotationsachsen der Kurbelwellen im wesentlichen identisch mit der thermischen Ausdehnung der Synchronisationszahnräder ist. Der konstruktive Aufwand hierfür ist jedoch nicht unerheblich.

[0004] Aus der DE 10 2006 060 660 A1 ist ein verstellbarer Lagerstuhl für eine Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine bekannt, bei der der Abstand zwischen den Kurbelwellenachsen verstellbar ausgebildet ist, sodass auf diese Weise ein unerwünschtes Lagerspiel und Zahnflankenspiel beseitigt werden kann. Auch diese Lösung ist von der technischen Umsetzung her verhältnismäßig aufwändig.

[0005] Aus der DE 10 2006 036 827 A1 ist es bekannt, bei einer Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine einen Kolben mit einer balligen Außenkontur vorzusehen. Dieser Kolben toleriert ein bei einer Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelwellen auftretendes geringfügiges Verkippen der Kolbenlängsachse gegenüber der Zylinderlängsachse, ohne dass es zu einem Verklemmen des Kolbens im Zylinder oder zu einer erhöhten Reibung kommt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen gattungsgemäßen Kolben anzugeben, der für eine Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine ausgelegt ist und der tolerant ist gegenüber einem verschleißbedingten unsymmetrischen Lauf des Kolbentriebs. Eine weitere Aufgabe ist es, eine Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine anzugeben, die gegenüber eines verschleißbedingten geringfügig unsymmetrischen Laufs der beiden Kurbelwellen tolerant ist.

[0007] Die auf den Kolben gerichtete Aufgabe wird gelöst durch den im Patentanspruch 1 angegebenen Kolben.

[0008] Bei diesem Kolben, der mit zwei Schwenklagern zur gelenkigen Lagerung jeweils eines Pleuels um eine jeweilige Pleuelschwenkachse versehen ist, wobei die Pleuelschwenkachsen parallel zueinander und seitlich voneinander beabstandet verlaufen, sind die Schwenklager an einem Lagerelement vorgesehen, welches am Kolben um eine Lagerschwenkachse schwenkbar gelagert ist, die parallel zu den Pleuelschwenkachsen verläuft.

VORTEILE

[0009] Dieses erfindungsgemäß gegenüber dem Stand der Technik zusätzlich vorgesehene Lagerelement kann sich bei einem Ungleichlauf der Pleuel, also bei einer Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelwellen, gegenüber dem Kolben verdrehen und kompensiert somit die Asymmetrie des Umlaufs der beiden Kurbelwellen, ohne dass der Kolben dabei mit seiner Kolbenlängsachse bezüglich der Zylinderlängsachse verkippt wird.

[0010] Vorzugsweise ist die Lagerschwenkachse, in einer die Lagerschwenkachse rechtwinklig schneidende Schwenkebene gemessen, von den Pleuelschwenkachsen jeweils gleich beabstandet. Dieser symmetrische Aufbau sorgt für symmetrische Kraftverhältnisse.

[0011] Die Lagerschwenkachse liegt bevorzugt auf der Mitte einer die Pleuelschwenkachsen in der Schwenkebene miteinander verbindenden Geraden. Auch durch diese Ausführungsform werden vorteilhafte kinematische Verhältnisse geschaffen.

[0012] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kolbens zeichnet sich dadurch aus, dass das Lagerelement eine kreisförmige Kontur oder zwei, vorzugsweise symmetrisch zueinander gelegene, kreissegmentförmige Konturen aufweist, deren Kreismittelpunkt auf der Lagerschwenkachse liegt, dass der Kolben mit einer angepassten kreisförmigen Kontur beziehungsweise mit angepassten kreissegmentförmigen Konturen versehen ist, deren Kreismittelpunkt ebenfalls auf der Lagerschwenkachse liegt, und dass die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen des Lagerelements und die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen des Kolbens in gegenseitiger Berührung, aber relativ zueinander um die gemeinsame Lagerschwenkachse bewegbar angeordnet sind. Diese kreisförmige oder kreissegmentförmige Ausbildung des Lagerelements lässt sich besonders einfach in den Kolben integrieren.

[0013] Das Lagerelement kann dabei als Scheibe oder als Ring ausgebildet sein und die kreisförmige Kontur beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen sind an einem Außenumfangsrand des Lagerelements ausgebildet.

[0014] Alternativ kann das Lagerelement als Ring ausgebildet sein und die kreisförmige Kontur beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen können an einem Innenumfangsrand des Lagerelements ausgebildet sein.

[0015] Der auf die Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine gerichtete Teil der Aufgabe wird gelöst durch eine Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7.

[0016] Diese Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine, die zumindest eine Kolben-Zylinder-Einheit aufweist, ist versehen mit einem Zylinder, in dem ein Hubkolben hin- und herbewegbar angeordnet ist, einer ersten Kurbelwelle, einer zweiten Kurbelwelle, wobei die erste Kurbelwelle und die zweite Kurbelwelle zueinander parallel verlaufen und sich gegensinnig synchron drehen, wobei die Drehachsen der beiden Kurbelwellen zu einer gemeinsamen Zylinder-Mittelebene parallel verlaufen und bezüglich dieser seitlich versetzt sind, wobei dem Hubkolben ein erstes und ein zweites Pleuel derart zugeordnet sind, dass das erste Pleuel mit seinem ersten Ende in einem ersten Schwenklager schwenkbar am Hubkolben und seinem zweiten Ende an einem Kurbelzapfen der ersten Kurbelwelle drehbar gelagert ist und dass das zweite Pleuel mit seinem ersten Ende in einem zweiten

Schwenklager schwenkbar am Hubkolben und mit seinem zweiten Ende an einem Kurbelzapfen der zweiten Kurbelwelle drehbar gelagert ist. Diese Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass die Schwenklager an einem Lagerelement vorgesehen sind, welches am Kolben um eine Lagerschwenkachse schwenkbar gelagert ist, die parallel zu den Pleuelschwenkachsen verläuft.

[0017] Vorzugsweise ist die Lagerschwenkachse, in einer die Lagerschwenkachse rechtwinklig schneidenden Schwenkebene gemessen, von den Pleuelschwenkachsen jeweils gleich beabstandet.

[0018] Weiter vorzugsweise liegt die Lagerschwenkachse auf der Mitte einer die Pleuelschwenkachsen in der Schwenkebene miteinander verbindenden Geraden.

[0019] Eine bevorzugte Weiterbildung der Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass das Lagerelement eine kreisförmige Kontur oder zwei, vorzugsweise symmetrisch zueinander gelegene, kreissegmentförmige Konturen aufweist, deren Kreismittelpunkt auf der Lagerschwenkachse liegt, dass der Kolben mit einer angepassten kreisförmigen Kontur beziehungsweise mit angepassten kreissegmentförmigen Konturen versehen ist, deren Kreismittelpunkt ebenfalls auf der Lagerschwenkachse liegt, und dass die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen des Lagerelements und die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen des Kolbens in gegenseitiger Berührung, aber relativ zueinander um die gemeinsame Lagerschwenkachse bewegbar angeordnet sind.

[0020] Dabei ist das Lagerelement vorzugsweise als Scheibe oder als Ring ausgebildet und die kreisförmige Kontur beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen sind an einem Außenumfang des Lagerelements ausgebildet.

[0021] Alternativ kann das Lagerelement als Ring ausgebildet sein und die kreisförmige Kontur beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen können an einem Innenumfangsrand des Lagerelements ausgebildet sein.

[0022] Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die Anordnung aus den beiden gegensinnig synchron laufenden Kurbelwellen so gestaltet ist, dass die Kurbelzapfen gegensinnig, aber geringfügig asymmetrisch umlaufen. Dieser asymmetrische Umlauf bedeutet, dass der Kurbelzapfen der einen Kurbelwelle gegenüber dem Kurbelzapfen der anderen Kurbelwelle geringfügig voreilt, also beispielsweise seinen oberen Totpunkt und seinen unteren Totpunkt geringfügig früher erreicht, als der andere Kurbelzapfen. Diese gezielt geschaffene Asymmetrie sorgt dafür, dass im Idealfall, in welchem kein Verschleiß in den Synchronisationszahnradern vorliegt, trotzdem eine geringfügige Relativedrehung des Lagerelements gegenüber dem Kolben stattfindet, um zu verhindern, dass die Lagerung des Lagerelements im Kolben durch statische Dauerbelastung verformt wird.

[0023] Dabei ist es von Vorteil, wenn die Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelzapfen maximal 5° beträgt, vor-

zugsweise zwischen 1° und 3° beträgt, weiter vorzugsweise 2° beträgt.

[0024] Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Asymmetrie des Umlaufs der Pleuellagerzapfen durch einen Winkelversatz von 1 bis 6 Zähnen zwischen miteinander im Eingriff stehenden Synchronisationszahnradern der ersten beziehungsweise der zweiten Pleuellagerachse bewirkt ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In dieser zeigt:

- Fig. 1 eine teilweise geschnittene Stirnansicht einer Doppelpleuellager-Kolbenmaschine mit einem erfindungsgemäßen Pleuellager;
- Fig. 2 einen Vertikalschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1;
- Fig. 3 eine teilweise geschnittene Stirnansicht einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Pleuellagers;
- Fig. 4 eine teilweise geschnittene Stirnansicht einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Pleuellagers und
- Fig. 5 eine Doppelpleuellager-Kolbenmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung bei geringfügiger Asynchronität des Pleuellagertriebs.

DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0026] In Fig. 1 ist eine Doppelpleuellager-Kolbenmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem erfindungsgemäßen Pleuellager 1 gezeigt, der in einem mit einem Pleuellagerkopf 20 versehenen Pleuellager 2 entlang der im Idealfall der Pleuellagerachse entsprechenden Pleuellagerachse X axial verschieblich aufgenommen ist. Im Inneren des Pleuellagers 2 ist, begrenzt vom Pleuellager 2 mit seinem Pleuellagerkopf 22 und einem Pleuellagerboden 18 des Pleuellagers 1, ein Pleuellagerraum 22 gebildet. Der Pleuellager 1 und der Pleuellager 2 bilden eine Pleuellager-Zylinder-Einheit der Doppelpleuellager-Kolbenmaschine, die entweder als Pleuellagermaschine oder als Pleuellagerkompressor ausgebildet sein kann. Die Erfindung ist nicht auf eine Doppelpleuellager-Kolbenmaschine mit nur einer Pleuellager-Zylinder-Einheit beschränkt. Die Maschine kann auch mehr als eine derartige Pleuellager-Zylinder-Einheit aufweisen. Derartige Pleuellagermaschinen sind dem Fachmann hinlänglich bekannt, so dass allgemeine Bauelemente, wie beispielsweise Ventile oder eine Ventilsteuerung nicht in den Figuren dargestellt sind.

[0027] In Fig. 1 sind weiterhin zwei Pleuellagerwellen 3 und 4 des Pleuellagertriebs der Doppelpleuellager-Kolbenma-

chine gezeigt, die jeweils ein Synchronisationszahnrad 30, 40 aufweisen. Die Pleuellagerachsen Y1, Y2 der beiden Pleuellagerwellen 3, 4 verlaufen parallel zu einer Pleuellager-Mittelebene E2 und sind bezüglich dieser seitlich versetzt, also auf voneinander abgewandten Seiten der Pleuellager-Mittelebene E2, gelegen. Die Synchronisationszahnradern 30, 40 stehen miteinander im kämmenden Eingriff und drehen sich gleichzeitig mit derselben Umlaufgeschwindigkeit (synchron) in entgegengesetzten Richtungen, wie durch die Pfeile R1 und R2 symbolisiert ist.

[0028] An der jeweiligen Pleuellagerwelle 3, 4 oder am jeweiligen Synchronisationszahnrad 30, 40 ist exzentrisch zur Pleuellagerachse Y1, Y2 der jeweiligen Pleuellagerwelle 3, 4 ein Pleuellagerzapfen 32, 42 ausgebildet, auf dem jeweils ein Pleuellager 5, 6 mit einem an seinem unteren Ende ausgebildeten Pleuellagerauge 50, 60 um eine untere Pleuellagerachse Y3, Y4 drehbar gelagert ist.

[0029] Vom unteren Pleuellagerauge 50, 60 erstreckt sich jeweils ein Pleuellager 52, 62 des jeweiligen Pleuellagers 5, 6 nach oben zum Pleuellager 1. An seinem oberen, pleuellagerseitigen Ende ist das jeweilige Pleuellager 5, 6 mit einem oberen Pleuellagerauge 54, 64 versehen, welches jeweils auf einem pleuellagerseitigen Pleuellagerzapfen 14, 16 um eine zugeordnete obere Pleuellagerachse oder Pleuellagerachse Y5, Y6 in einer die Pleuellagerachsen rechtwinklig schneidenden Pleuellagerachse E1 schwenkbar gelagert ist.

[0030] Die oberen, pleuellagerseitigen Pleuellagerzapfen 14, 16 bilden somit Pleuellagerlager 55, 65 zur gelenkigen Lagerung jeweils eines Pleuellagers 5, 6 am Pleuellager 1.

[0031] Die oberen, pleuellagerseitigen Pleuellagerzapfen 14, 16 sind in einem im Pleuellagerkörper 10 schwenkbar gelagerten Lagerelement 12 vorgesehen. Die Pleuellagerachse Y7 des Lagerelements 12 verläuft parallel zu den Pleuellagerachsen Y5 und Y6 der oberen Pleuellagerlager 55, 65 der Pleuellager 5, 6.

[0032] Die Pleuellagerachse Y7 liegt auf der Mitte einer die Pleuellagerachsen Y5, Y6 in der Pleuellagerachse E1 miteinander verbindenden Geraden G und ist somit von beiden Pleuellagerachsen Y5, Y6 gleich beabstandet.

[0033] Der Aufbau des Lagerelements 12 wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 erläutert.

[0034] Das Lagerelement 12 besitzt eine kreisförmige zylindrische Außenkontur 13, deren Kreismittelpunkt auf der Pleuellagerachse Y7 liegt. Mit dieser kreisförmigen Außenkontur 13 ist das zylindrisch ausgebildete Lagerelement 12 in einer angepassten Bohrung 15 in einem unteren Bereich des Pleuellagers 1 drehbar aufgenommen. Die Bohrung 15 ist in einem dem Pleuellagertrieb zugewandten unteren Pleuellagerabschnitt 17 des Pleuellagers 1 ausgebildet. Dieser Pleuellagerabschnitt 17 liegt auf der vom Pleuellagerboden 18 des Pleuellagers 1 abgewandten Seite.

[0035] Das Lagerelement 12 besitzt zwei voneinander abgewandte, pleuellagerseitige Pleuellagerabschnitte 12', 12'', die in Richtung der Pleuellagerachse Y6 des Lagerelements 12 voneinander beabstandet sind und einen Zwischenraum

bilden, in welchen das jeweilige Pleuel 5, 6 mit seinem kolbenseitigen Endabschnitt eingreift. Die kolbenseitigen Pleuellagerzapfen 14, 16 erstrecken sich zwischen den beiden Wandabschnitten 12', 12" des Lagerelements 12.

[0036] Im Bereich des Umfangs des Lagerelements 12 sind die Wandabschnitte 12', 12" über einen oberen Steg 120, einen unteren Steg 121 sowie seitliche Umfangswandabschnitte 122, 123 miteinander verbunden. Entlang des Umfangs sind zwischen dem unteren Steg 121 und den jeweiligen Umfangswandabschnitten 122, 123 Durchtrittsöffnungen 124, 125 für den jeweiligen Pleuelschaft 52, 62 des Pleuels 5, 6 ausgebildet. Die Erstreckung der Durchtrittsöffnungen 124, 125 in Umfangsrichtung des Lagerelements 12 ist derart bemessen, dass die Pleuel 5, 6 bei ihrer Schwenkbewegung um die Achsen Y5, Y6 weder durch den unteren mittleren Steg 121, noch durch die seitlichen Umfangswandabschnitte 122, 123 behindert werden.

[0037] Der Kolben 1 ist in herkömmlicher Weise mit Kolbenringen 10', 10" versehen, deren Aufbau und Funktionsweise hier nicht weiter erläutert wird, da sie dem Fachmann allgemein bekannt ist. Der Kolben 1 weist weiterhin in seinem unteren Bereich Kolbenhemdabschnitte 11, 11' auf, die in Gleitreibung mit der Bohrung des Zylinders 2 stehen können und den Kolben 1 auf diese Weise gegen eine mögliche Kippbewegung quer zur Kolben- und Zylinderachse X an der Zylinderinnenwand 21 abstützen können.

[0038] Fig. 3 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform des Kolbens und der Kolbenmaschine, bei welcher das Lagerelement 212 als ringförmige Scheibe mit einer zentralen, zur Achse Y7 konzentrischen Bohrung 213 versehen ist. Der untere Stegabschnitt 217 des Kolbens 201 ist mit einem zylindrischen Lagerzapfen 215 versehen, der sich mit seiner Achse coaxial zur Achse Y7 erstreckt und auf dessen radialem Außenumfang 215' der Innenumfang 212" des ringförmigen Scheibenkörpers 212' des Lagerelements 212 drehbar gelagert ist.

[0039] Die oberen Schwenklager 255, 265 der Pleuel 205, 206 sind wie im ersten Ausführungsbeispiel mit am Lagerelement 212 vorgesehenen Pleuellagerzapfen 214, 216 ausgebildet, die bezüglich der Kolben- und Zylinderachse X beiderseits der zentralen Bohrung 213 des Lagerelements 212 gelegen sind und sich mit ihrer jeweiligen Achse Y5, Y6 parallel zur Achse Y7 erstrecken.

[0040] In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kolbens und der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine gezeigt, bei welcher das Lagerelement 312 die Form von zwei im Bereich der Kolben- und Zylinderachse X aneinanderstoßenden und miteinander verbundenen Kreissegmentabschnitten 312A, 312B aufweist. Das Lagerelement 312 besitzt daher einen Korpus 312' von knochenförmiger Gestalt, an dessen lateralen Außenseiten kreiszylindersegmentartige Flächenabschnitte 312", 312''' ausgebildet sind, deren Krümmungsradius auf der Schwenkachse Y7 des Lagerelements 312 liegt.

[0041] Der unter Stegabschnitt 317 des Kolbens 301 ist, ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1, mit einer Durchbruchsöffnung 315 versehen, die sich in Richtung der Achse Y7 erstreckt. Diese Durchbruchsöffnung 315 weist zwei laterale kreiszylindersegmentartig gekrümmte Innenflächen 315', 315" auf, deren Krümmungsradius auf der Achse Y7 liegt, so dass die Krümmung dieser lateralen Flächen 315', 315" der Krümmung der kreiszylindersegmentartigen Flächenabschnitten 312", 312''' des Lagerelements 312 entspricht. Die Länge der gekrümmten Innenflächen 315', 315" in Krümmungsrichtung ist größer als die Länge der gekrümmten Flächenabschnitte 312", 312''' des Lagerelements 312 und auch die vertikalen Abmessungen (in Richtung der Achse X) der Durchbruchsöffnung 315 sind größer als die vertikalen Abmessungen des Lagerelements 312, so dass oberhalb und unterhalb des in die Durchbruchsöffnung 315 eingesetzten Lagerelements 312 ausreichend Raum ist, damit das Lagerelement 312 in der Durchbruchsaufnahme 315 eine pendelnde Schwenkbewegung um die Achse Y7 durchführen kann.

[0042] Die oberen Schwenklager 355, 365 der Pleuel 305, 306 sind wie im ersten Ausführungsbeispiel mit auf dem Lagerelement 312 angeordneten Pleuellagerzapfen 314, 316 ausgebildet, die bezüglich der Kolben- und Zylinderlängsachse X beiderseits der Achse Y7 gelegen sind und deren Achsen Y5, Y6 sich parallel zur Achse Y7 erstrecken.

[0043] Die Funktionsweise des Kolbentriebs der Kolbenmaschine mit dem erfindungsgemäßen Kolben wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 5 erläutert. Der in Fig. 5 gezeigte Kolbentrieb entspricht in seinem Aufbau dem aus Fig. 1, so dass dieselben Bezugszeichen wie in der Fig. 1 verwendet werden.

[0044] In der Darstellung der Fig. 5 ist zu erkennen, dass der Winkel α_1 zwischen einer die beiden Kurbelwellenachsen Y1 und Y2 verbindenden Geraden G1 und einer die Kurbelwellenachse Y1 und die untere Pleuellagerachse Y3 des ersten Pleuels 5 verbindenden Geraden G2 größer ist als der entsprechende Winkel α_2 zwischen der Geraden G1 und der die Kurbelwellenachse Y2 der zweiten Kurbelwelle 4 mit der unteren Pleuellagerachse Y4 des zweiten Pleuels 6 verbindenden Geraden G3. Hierdurch ist eine Asymmetrie zwischen dem linken Kurbeltrieb mit der Kurbelwelle 3 und dem Pleuel 5 und dem rechten Kurbeltrieb mit der Kurbelwelle 4 und dem Pleuel 6 geschaffen. Diese Asymmetrie kann beispielsweise durch Verschleiß an den Zahnflanken der miteinander kämmenden Synchronisationszahnräder 30, 40 entstehen.

[0045] Obwohl die beiden Kurbelwellen 3, 4 mit gleicher Rotationsgeschwindigkeit in entgegengesetzten Richtungen R1, R2 umlaufen und somit zeitlich synchronisiert sind, bewirkt die Asymmetrie ein Voreilen der Kurbelwelle 4 und damit auch des Pleuels 6 gegenüber der Kurbelwelle 3 mit dem Pleuel 5. Dieses Voreilen führt dazu, dass bei der Aufwärtsbewegung des kurbelwellenseitigen Pleuellagerzapfens 42 eine Verschwenkung des

Lagerelements 12 um dessen Drehachse Y7 in der Drehrichtung der voreilenden Kurbelwelle 4, also im gezeigten Beispiel entgegen dem Uhrzeigersinn, erfolgt, wie durch den Pfeil R3 dargestellt ist. Bei einer Abwärtsbewegung des kurbelwellenseitigen Pleuellagerzapfens 42 der zweiten, voreilenden Kurbelwelle 4 kehrt sich die Drehrichtung des Lagerelements 12 um, so dass das Lagerelement 12 jetzt im Uhrzeigersinn entsprechend dem Pfeil R4 geschwenkt wird. Auf diese Weise führt das Lagerelement 12 eine pendelnde Schwenkbewegung in der Bohrung 15 des Kolbens 1 aus ohne dass der Kolben 1 bezüglich der Längsachse X verkippt.

[0046] Auch in den Beispielen der Fig. 3 und 4 führt das entsprechende Lagerelement 212, 312 in der gleichen Weise entsprechende pendelnde Schwenkbewegungen durch.

[0047] Sind die beiden miteinander kämmenden Synchronisationszahnrad 30, 40 exakt zueinander ausgerichtet und besteht kein Verschleiß im Bereich der miteinander kämmenden Zähne dieser Synchronisationszahnrad 30, 40, so sind die Winkel α_1 und α_2 im einfachsten Fall der vorliegenden Erfindung identisch, wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 dargestellt ist. In diesem Fall tritt so lange keine Pendelbewegung des Lagerkörpers 12 in der Bohrung 15 des Kolbens 1 auf, bis ein zwischen den Zähnen der Synchronisationszahnrad 30, 40 auftretender Verschleiß zu der bereits beschriebenen Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelwellen 3, 4 führt. Bewegt sich das Lagerelement 12 jedoch nicht relativ zum Kolben 1, also wenn keine pendelnde Schwenkbewegung stattfindet, so kann es durch Lagerpressung zu einer Verformung der Lagerflächen zwischen der Außenumfangsfläche des Lagerelements 12 und der Innenumfangsfläche der Bohrung 15 kommen, die die relative Schwenkbarkeit des Lagerelements 12 bezüglich des Kolbens 1 behindert oder gar unmöglich macht.

[0048] Um eine derartige Verformung der Lagerflächen zwischen dem Lagerelement 12 und dem Kolben 1 zu verhindern, kann bereits im Neuzustand der Kolbenmaschine, also wenn zwischen den Synchronisationszahnrad 30, 40 noch kein Verschleiß aufgetreten ist, eine geringfügige Asymmetrie im Sinne einer Ungleichheit der Winkel α_1 und α_2 , wie dies in Fig. 5 gezeigt ist, vorgesehen werden. Dadurch führt das Lagerelement 12 ständig, also auch im Neuzustand, eine pendelnde Schwenkbewegung in der Bohrung 15 des Kolbens 1 aus, wodurch eine Lagerpressung und die damit einhergehende Verformung verhindert wird. Tritt dann ein Verschleiß im Bereich der Zähne der miteinander kämmenden Synchronisationszahnrad 30, 40 auf, so vergrößert sich die ursprüngliche pendelnde Schwenkbewegung des Lagerelements 12. Der Kolben 1 unterliegt somit zu keinem Zeitpunkt einer vom Kurbeltrieb induzierten Kippbewegung.

[0049] Die Erfindung ist nicht auf das obige Ausführungsbeispiel beschränkt, das lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dient. Im Rahmen des Schutzzumfangs kann die erfindungsgemä-

ße Vorrichtung vielmehr auch andere als die oben beschriebenen Ausgestaltungsformen annehmen. Die Vorrichtung kann hierbei insbesondere Merkmale aufweisen, die eine Kombination aus den jeweiligen Einzelmerkmalen der Ansprüche darstellen.

[0050] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

[0051]

1	Kolben
2	Zylinder
3	Kurbelwelle
4	Kurbelwelle
5	Pleuel
6	Pleuel
10	Kolbenkörper
10'	Kolbenring
10"	Kolbenring
11	Kolbenhemdabschnitt
11'	Kolbenhemdabschnitt
12	Lagerelement
12'	stirnseitige Wandabschnitt
12"	stirnseitige Wandabschnitt
13	kreisförmige Außenkontur
14	kolbenseitiger Pleuellagerzapfen
15	Bohrung
16	kolbenseitiger Pleuellagerzapfen
17	unterer Stegabschnitt
18	Kolbenboden
20	Zylinderkopf
21	Zylinderinnenwand

11	EP 2 426 336 A2	12
22	Kompressionsraum	216 kolbenseitiger Pleuellagerzapfen
30	Synchronisationszahnrad	217 unterer Stegabschnitt
32	Lagerzapfen	5 255 oberes Schwenklager
40	Synchronisationszahnrad	265 oberes Schwenklager
42	Lagerzapfen	305 Pleuel
50	unteres Pleuelauge	10 306 Pleuel
52	Pleuelschaft	312 Lagerelement
54	oberes Pleuelauge	15 312' Korpus
55	Schwenklager	312" kreiszyklindrischer Flächenabschnitt
60	unteres Pleuelauge	312''' kreiszyklindrischer Flächenabschnitt
62	Pleuelschaft	20 312A Kreissegmentabschnitt
64	oberes Pleuelauge	312B Kreissegmentabschnitt
65	Schwenklager	25 314 Pleuellagerzapfen
120	oberer Steg	315' laterale Fläche
121	unterer Steg	315" laterale Fläche
122	seitlicher Umfangswandabschnitt	30 316 Pleuellagerzapfen
123	seitlicher Umfangswandabschnitt	355 oberes Schwenklager
124	Durchtrittsöffnung	35 365 oberes Schwenklager
125	Durchtrittsöffnung	E1 Schwenkebene
201	Kolben	E2 Zylinder-Mittelebene
205	Pleuel	40 G Gerade
206	Pleuel	X Kolben- und Zylinderachse
212	Lagerelement	45 Y1 Drehachse
212'	ringförmiger Scheibenkörper	Y2 Drehachse
212"	Innenumfang	Y3 untere Pleuelaugenachse
213	konzentrische Bohrung	50 Y4 untere Pleuelaugenachse
214	kolbenseitiger Pleuellagerzapfen	Y5 obere Pleuelaugenachse
215	zylindrischer Lagerzapfen	55 Y6 obere Pleuelaugenachse
215'	kreisförmiger Außenumfang	Y7 Schwenkachse

Patentansprüche

1. Kolben mit zwei Schwenklagern (55, 65; 255, 265; 355, 365) zur schwenkbaren Lagerung jeweils eines Pleuels (5, 6; 205, 206; 306, 306) am Kolben (1; 201; 301) um eine jeweilige Pleuelschwenkachse (Y5, Y6), wobei die beiden Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) parallel zueinander und seitlich voneinander beabstandet verlaufen,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden Schwenklager (55, 65; 255, 265; 355, 365) an einem Lagerelement (12; 212; 312) vorgesehen sind, welches am Kolben (1; 201; 301) um eine Lagerschwenkachse (Y7) schwenkbar gelagert ist, die parallel zu den Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) verläuft.

5
10
15

2. Kolben nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lagerschwenkachse (Y7), in einer die Lagerschwenkachse (Y7) rechtwinklig schneidenden Schwenkebene (E1) gemessen, von den Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) jeweils gleich beabstandet ist.

20
25

3. Kolben nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lagerschwenkachse (Y7) in der Mitte einer die Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) in der Schwenkebene (E1) miteinander verbindenden Geraden (G) liegt.

30

4. Kolben nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

35
40
45
50
55

 - **dass** das Lagerelement (12; 212; 312) eine kreisförmige Kontur (13; 213) oder zwei, vorzugsweise symmetrisch zueinander gelegene, kreissegmentförmige Konturen (312", 312'") aufweist, deren Kreismittelpunkt auf der Lagerschwenkachse (Y7) liegt,
 - **dass** der Kolben (1; 201; 301) mit einer angepassten kreisförmigen Kontur (15; 215') beziehungsweise mit angepassten kreissegmentförmigen Konturen (315', 315'') versehen ist, deren Kreismittelpunkt ebenfalls auf der Lagerschwenkachse (Y7) liegt, und
 - **dass** die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen (13; 312; 312", 312'") des Lagerelements (12; 212; 312) und die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen (15; 215'; 315', 315'') des Kolbens (1; 201; 301) in gegenseitiger Berührung, aber relativ zueinander um die gemeinsame Lagerschwenkachse (Y7) bewegbar angeordnet sind.

5. Kolben nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Lagerelement (12; 312) als Scheibe oder als Ring ausgebildet ist und dass die kreisförmige Kontur (13) beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen (312", 312'") an einem Außenumfangsrand des Lagerelements (12; 312) ausgebildet ist beziehungsweise sind.

5
10
15

6. Kolben nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Lagerelement (212) als Ring ausgebildet ist und dass die kreisförmige Kontur (213) beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen an einem Innenumfangsrand des Lagerelements (212) ausgebildet ist beziehungsweise sind.

10
15

7. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine mit zumindest einer Kolben-Zylinder-Einheit, mit

20
25
30
35
40
45
50
55

 - einem Zylinder (2), in dem ein Hubkolben (1; 201; 301) hin- und herbewegbar angeordnet ist;
 - einer ersten Kurbelwelle (3);
 - einer zweiten Kurbelwelle (4);
 - wobei die erste Kurbelwelle (3) und die zweite Kurbelwelle (4) zueinander parallel verlaufen und sich gegensinnig synchron drehen;
 - wobei die Drehachsen (Y1, Y2) der beiden Kurbelwellen (3, 4) zu einer gemeinsamen Zylinder-Mittelebene (E2) parallel verlaufen und bezüglich dieser seitlich versetzt sind;
 - wobei dem Hubkolben (1; 201; 301) ein erstes und ein zweites Pleuel (5, 6) derart zugeordnet sind, daß das erste Pleuel (5) mit seinem ersten Ende in einem ersten Schwenklager (55; 255; 355) um eine erste Pleuelschwenkachse (Y5) schwenkbar am Hubkolben (1; 201; 301) und mit seinem zweiten Ende an einem Kurbelzapfen (32) der ersten Kurbelwelle (3) drehbar gelagert ist und daß das zweite Pleuel (6) mit seinem ersten Ende in einem zweiten Schwenklager (65; 265; 365) um eine zweite Pleuelschwenkachse (Y6) schwenkbar am Hubkolben (1; 201; 301) und mit seinem zweiten Ende an einem Kurbelzapfen (42) der zweiten Kurbelwelle (4) drehbar gelagert ist,**dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** die Schwenklager (55, 65; 255, 265; 355, 365) an einem Lagerelement (12; 212; 312) vorgesehen sind, welches am Kolben (1; 201; 301) um eine Lagerschwenkachse (Y7) schwenkbar gelagert ist, die parallel zu den Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) verläuft.

8. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Lagerschwenkachse (Y7), in einer die La-

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

gerschwenkachse (Y7) rechtwinklig schneidenden Schwenkebene (E1) gemessen, von den Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) jeweils gleich beabstandet ist.

9. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Lagerschwenkachse (Y7) auf der Mitte einer die Pleuelschwenkachsen (Y5, Y6) in der Schwenkebene (E1) miteinander verbindenden Geraden (G) liegt.

10. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** das Lagerelement (12; 212; 312) eine kreisförmige Kontur (13; 213) oder zwei, vorzugsweise symmetrisch zueinander gelegene, kreissegmentförmige Konturen (312", 312''') aufweist, deren Kreismittelpunkt auf der Lagerschwenkachse (Y7) liegt,

- **dass** der Kolben (1; 201; 301) mit einer angepassten kreisförmigen Kontur (15; 215') beziehungsweise mit angepassten kreissegmentförmigen Konturen (315', 315'') versehen ist, deren Kreismittelpunkt ebenfalls auf der Lagerschwenkachse (Y7) liegt, und

- **dass** die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen (13; 213; 312", 312''') des Lagerelements (12; 212; 312) und die kreisförmigen beziehungsweise kreissegmentförmigen Konturen (15; 215'; 315', 315'') des Kolbens (1; 201; 301) in gegenseitiger Berührung, aber relativ zueinander um die gemeinsame Lagerschwenkachse (Y7) bewegbar angeordnet sind.

11. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,**

dass das Lagerelement (12; 312) als Scheibe oder als Ring ausgebildet ist und dass die kreisförmige Kontur (13) beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen (312", 312''') an einem Außenumfangsrand des Lagerelements (12; 312) ausgebildet ist beziehungsweise sind.

12. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Lagerelement (212) als Ring ausgebildet ist und dass die kreisförmige Kontur (213) beziehungsweise die kreissegmentförmigen Konturen an einem Innenumfangsrand des Lagerelements (212) ausgebildet ist beziehungsweise sind.

13. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach An-

spruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Anordnung aus den beiden gegensinnig synchron umlaufenden Kurbelwellen (3, 4) so gestaltet ist, dass die Kurbelzapfen (32, 42) gegensinnig, aber geringfügig asymmetrisch umlaufen.

14. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelzapfen (32, 42) maximal 5° beträgt, vorzugsweise zwischen 1° und 3° beträgt, weiter vorzugsweise 2° beträgt.

15. Doppelkurbelwellen-Kolbenmaschine nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Asymmetrie des Umlaufs der Kurbelzapfen (32, 42) durch einen Winkelversatz von 1 bis 6 Zähnen zwischen miteinander im Eingriff stehenden Synchronisationszahnradern (30, 40) der ersten beziehungsweise der zweiten Kurbelwelle bewirkt ist.

Fig. 1

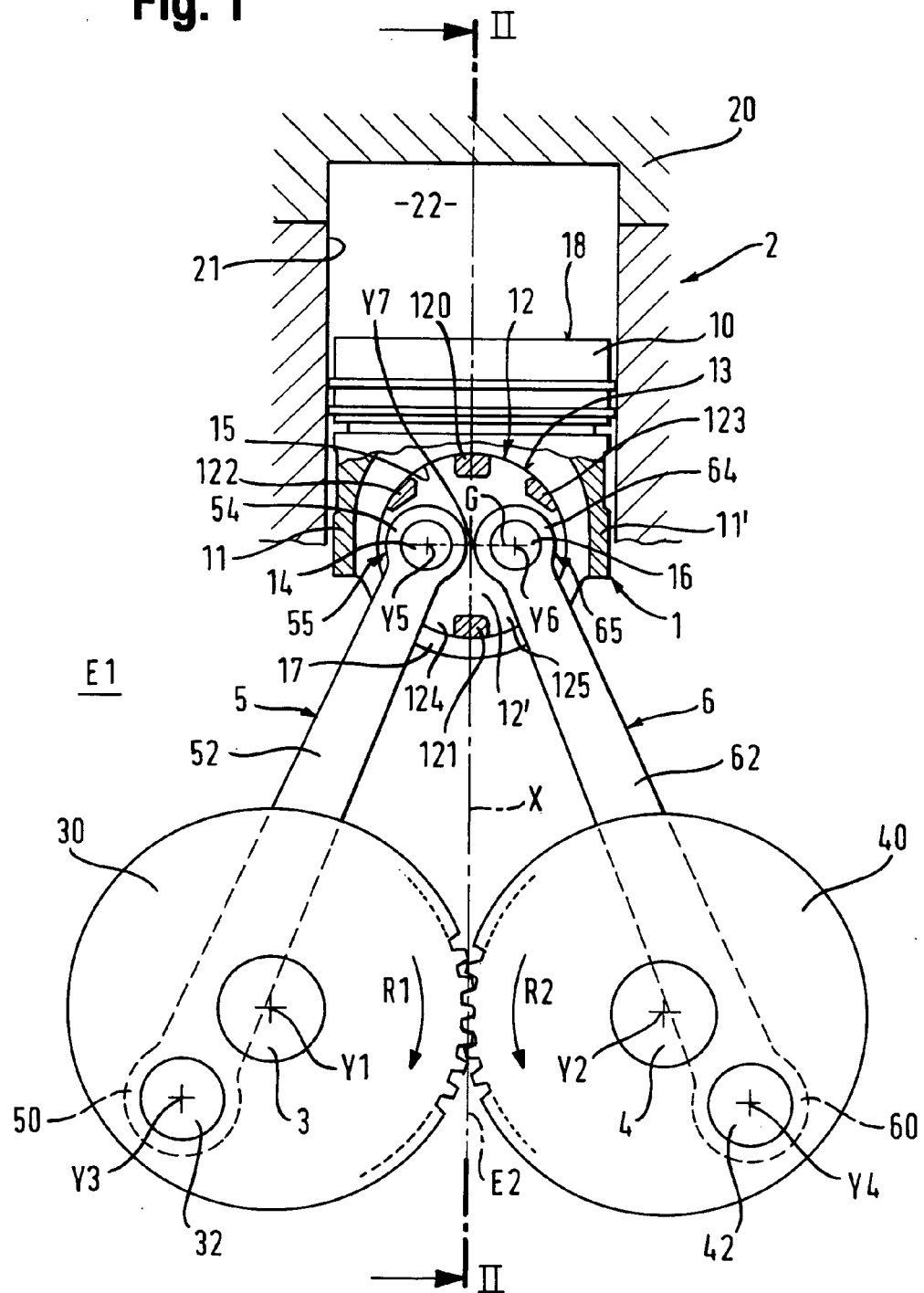


Fig. 2

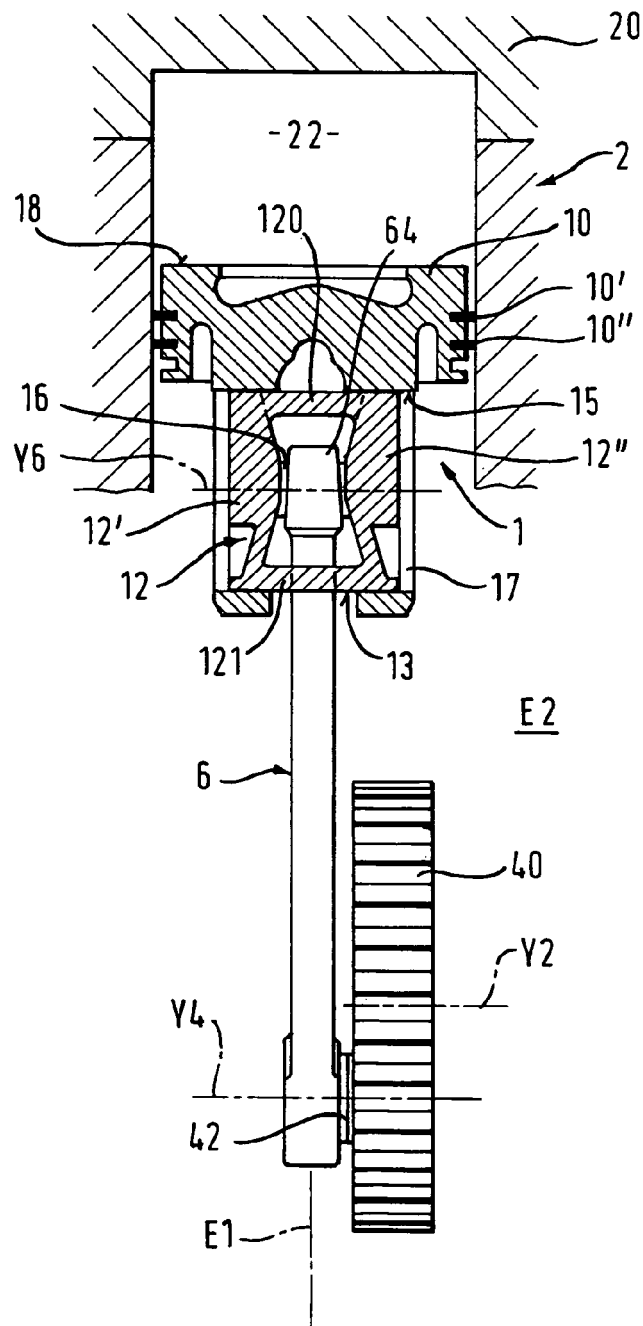


Fig. 3

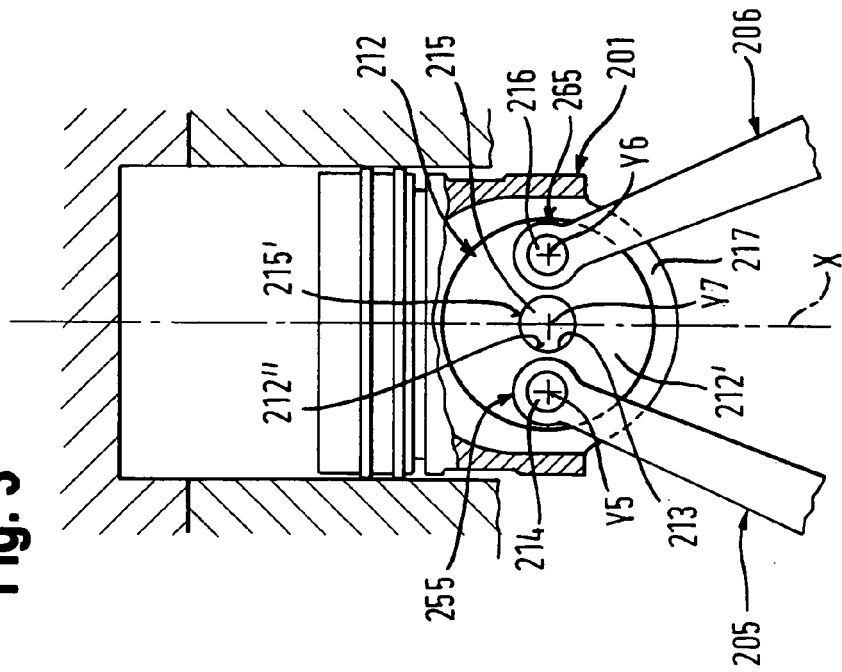


Fig. 4

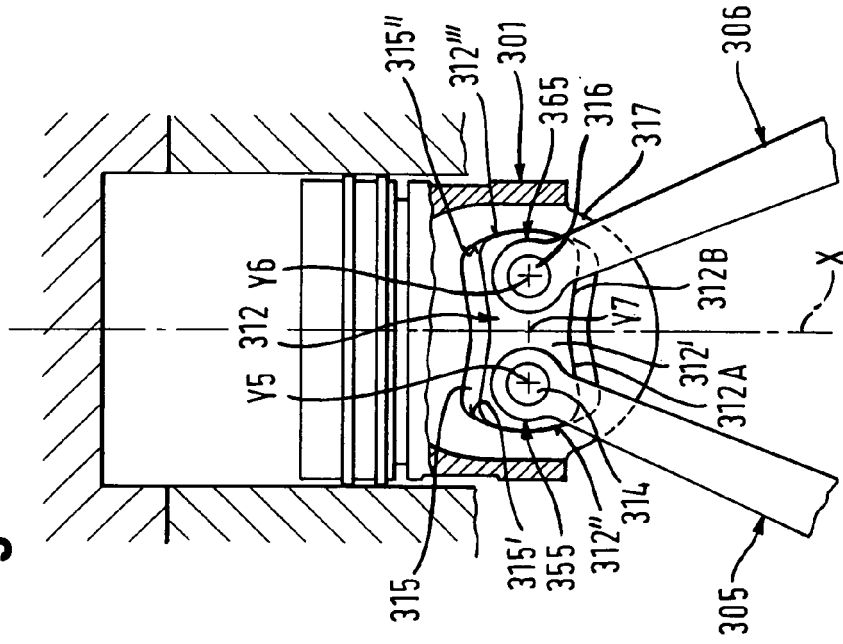
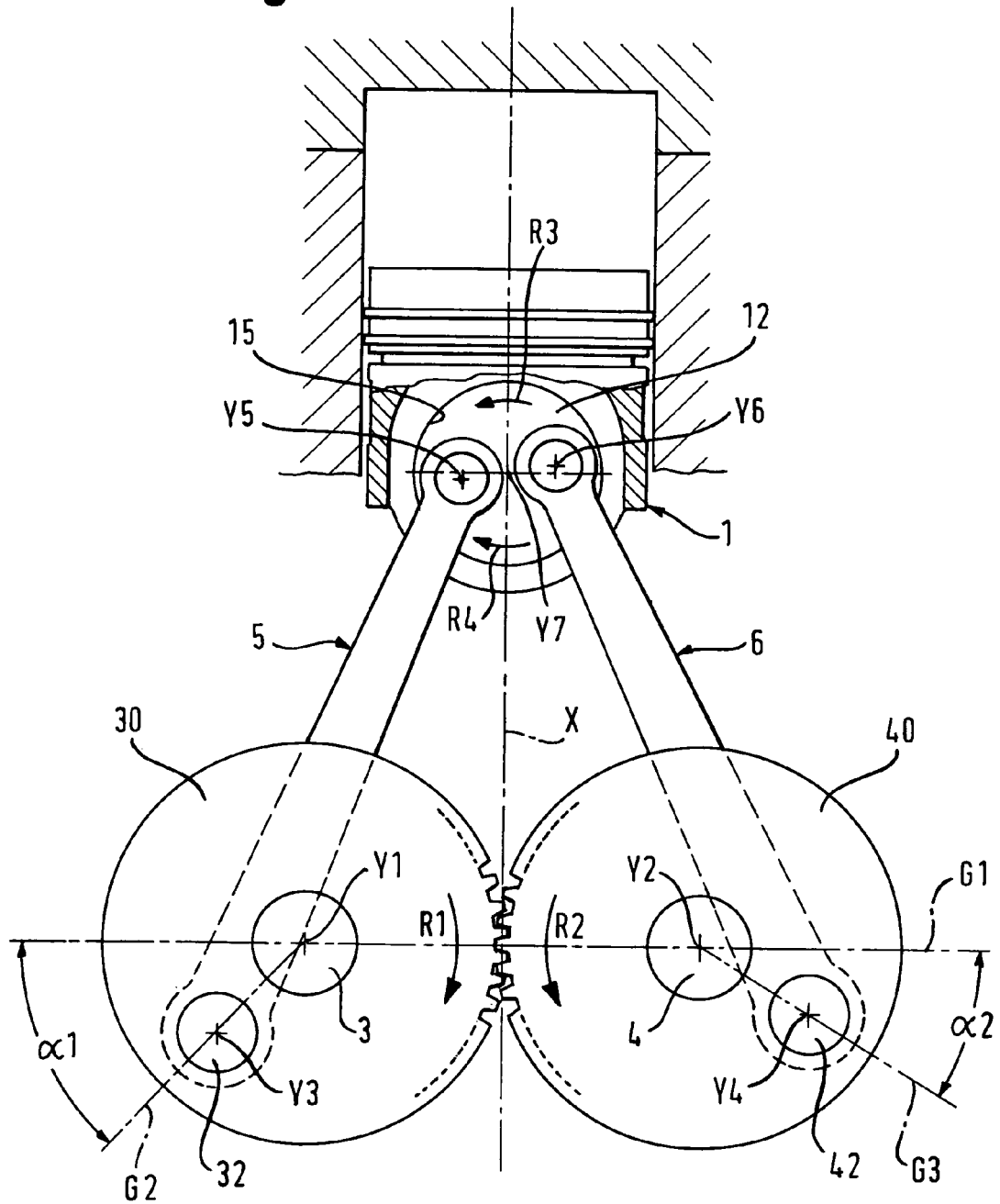


Fig. 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20100077984 A1 [0003]
- DE 102006060660 A1 [0004]
- DE 102006036827 A1 [0005]