

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50881/2017 (51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)
 (22) Anmeldetag: 18.10.2017 **F02D 15/02** (2006.01)
 (43) Veröffentlicht am: 15.12.2018 **F16C 7/06** (2006.01)

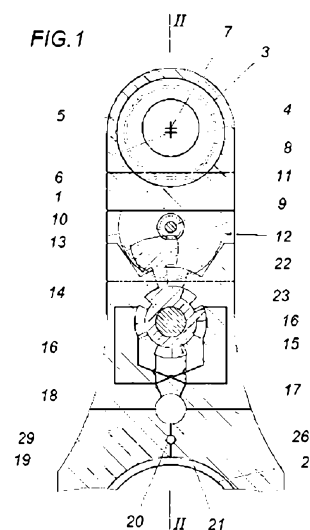
(56) Entgegenhaltungen:
 JP S61187937 U
 EP 2821619 A1

(71) Patentanmelder:
 IMT-C INNOVATIVE MOTORFAHRZEUGE
 UND TECHNOLOGIE - COOPERATION GMBH
 4631 KRENGLBACH (AT)

(74) Vertreter:
 Hübscher Helmut Dipl.Ing.
 4020 Linz (AT)

(54) **Pleuelstange**

(57) Es wird eine Pleuelstange für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Schaft (1) und zwei Pleuelaugen (2, 3), von denen das einen Kolbenbolzen aufnehmende Pleuelauge (3) einen ein Bolzenlager (5) bildenden anschlagbegrenzt drehbaren Exzenter (4) aufweist, mit einem im Schaft (1) gelagerten, mithilfe eines Umschaltventils (19) gegensinnig beaufschlagbaren hydraulischen Stelltrieb und mit einem Zahnrad-Übersetzungsgetriebe (12) zwischen dem hydraulischen Stelltrieb und dem mit einem Zahnkranz (8) versehenen Exzenter (4) beschrieben. Um vorteilhafte Konstruktionsverhältnisse zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass der hydraulische Stelltrieb einen beidseitig beaufschlagbaren Drehkolben (14) und einen mit dem Drehkolben (14) drehfest verbundenen Zahnkranz (22) umfasst, der mit dem Eingangszahnrad (13) des Zahnrad-Übersetzungsgetriebes (12) kämmt.



Zusammenfassung

Es wird eine Pleuelstange für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Schaft (1) und zwei Pleuelaugen (2, 3), von denen das einen Kolbenbolzen aufnehmende Pleuelauge (3) einen ein Bolzenlager (5) bildenden anschlagbegrenzt drehbaren Exzenter (4) aufweist, mit einem im Schaft (1) gelagerten, mithilfe eines Umschaltventils (19) gegensinnig beaufschlagbaren hydraulischen Stelltrieb und mit einem Zahnrad-Übersetzungsgetriebe (12) zwischen dem hydraulischen Stelltrieb und dem mit einem Zahnkranz (8) versehenen Exzenter (4) beschrieben. Um vorteilhafte Konstruktionsverhältnisse zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass der hydraulische Stelltrieb einen beidseitig beaufschlagbaren Drehkolben (14) und einen mit dem Drehkolben (14) drehfest verbundenen Zahnkranz (22) umfasst, der mit dem Eingangszahnrad (13) des Zahnrad-Übersetzungsgetriebes (12) kämmt.

(Fig. 1)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Pleuelstange für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Schaft und zwei Pleuelaugen, von denen das einen Kolbenbolzen aufnehmende Pleuelauge einen ein Bolzenlager bildenden anschlagbegrenzt drehbaren Exzenter aufweist, mit einem im Schaft gelagerten, mithilfe eines Umschaltventils gegensinnig beaufschlagbaren hydraulischen Stelltrieb und mit einem Zahnrad-Übersetzungsgetriebe zwischen dem hydraulischen Stelltrieb und dem mit einem Zahnkranz versehenen Exzenter.

Zur Verringerung der Spitzendrücke im Vollastbereich und zur Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs im Teillastbereich ist es bei Verbrennungskraftmaschinen bekannt, das Kraftstoff-Luftgemisch bei Vollast geringer und bei Teillast höher zu verdichten, und zwar durch eine lastabhängige Längenverstellung der Pleuelstange zwischen Kolben und Kurbelwelle. Um die mit einer teleskopartig verstellbaren Pleuelstange verbundenen Nachteile zu vermeiden, wurde bereits vorgeschlagen (AT 515 419 B1), das den Kolbenbolzen aufnehmende Pleuelauge in einem Exzenter vorzusehen, der zwischen zwei zumindest angenähert um 180° gegeneinander versetzten, anschlagbegrenzten Arbeitsstellungen drehverstellbar gelagert ist. Zur Drehverstellung des Exzenter sind ein an einer Zahnstange angreifender hydraulischer Stellzylinder und ein Zahnrad-Übersetzungsgetriebe zwischen der Zahnstange und dem Exzenter im Schaft der Pleuelstange vorgesehen. Die beidseitige Beaufschlagung des mit der Zahnstange verbundenen Kolbens des Stellzylinders wird durch ein Umschaltventil gesteuert, das die beiden Beaufschlagungsleitungen des Stellzylinders wahlweise mit einer Ölersorgungsnut des Pleuelauges für den Hubzapfen der Kurbelwelle verbindet, sodass der

hydraulische Stelltrieb für die Zahnstange mit dem Schmieröl für das Hubzapfenlager beaufschlagt werden kann.

Aufgrund der im Totpunktbereich durch einen Anschlag vorgegebenen Arbeitsstellungen des Exzenters werden zwar für die Verriegelung dieser Arbeitsstellungen keine besonderen Haltekräfte erforderlich, was in Verbindung mit der Stelltriebbeaufschlagung mit dem Schmieröl des Hubzapfenlagers vergleichsweise einfache Konstruktionsverhältnisse mit sich bringt, doch bleiben die Massenkräfte insbesondere auf die Zahnstange zufolge der auftretenden Beschleunigungen erheblich, was sich nachteilig auf das Stellverhalten auswirkt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine in ihrer wirksamen Länge verstellbare Pleuelstange mit einfachen konstruktiven Mitteln so auszugestalten, dass die auftretenden Massenkräfte möglichst keinen Einfluss auf das Verstellverhalten der zur Längenverstellung der Pleuelstange vorgesehenen Bauteile haben.

Ausgehend von einer Pleuelstange der eingangs geschilderten Art löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, dass der hydraulische Stelltrieb einen beidseitig beaufschlagbaren Drehkolben und einen mit dem Drehkolben drehfest verbundenen Zahnkranz umfasst, der mit dem Eingangsrads des Zahnrad-Übersetzungsgetriebes kämmt.

Durch das Vorsehen eines Drehkolbens für den hydraulischen Stelltrieb können die durch die Bewegung der Pleuelstange bedingten Massenkräfte auf den Drehkolben im Wesentlichen über dessen Drehlagerung auf den Schaft der Pleuelstange abgetragen werden, sodass sich diese Massenkräfte wie auch die auf die übrigen Zahnräder im Antriebsstrang zwischen dem Stelltrieb und dem Exzenter wirksamen Massenkräfte nicht nachteilig auf das Verstellverhalten des Stelltriebs auswirken können. Da außerdem der mit dem Drehkolben drehfest verbundene Zahnkranz mit dem Eingangszahnrad des Zahnrad-Übersetzungsgetriebes für den Antrieb des Exzenters kämmt, kann bei einer entsprechenden Auslegung der Übersetzungsverhältnisse mit einem vergleichsweise kleinen Drehhub des

Drehkolbens eine Drehverstellung des Exzenters über 180° auch bei kürzeren Pleuelstangen erreicht werden. Eine Drehverstellung des Exzenters über 180° hinaus ist erforderlich, wenn die beiden anschlagbegrenzten Arbeitsstellungen des Exzenters jeweils eine Übertotpunktlage des Exzenters sichern sollen.

Zur Beaufschlagung des Drehkolbens mit dem Schmieröl aus dem Pleuelaage für den Hubzapfen können die durch das Umschaltventil ansteuerbaren Beaufschlagungsleitungen für den Drehkolben mithilfe eines Rückschlagventils an eine Ölversorgungsnut dieses Pleuelauges angeschlossen werden. Der Anschluss der Beaufschlagungsleitungen an die Ölversorgungsnut über ein Rückschlagventil verhindert ein Rückströmen des Schmieröls und sichert damit die ausschließliche Drehverstellung des Exzenters in der angewählten Richtung unabhängig von den jeweiligen Belastungen. Aufgrund des durch die Pleuelstange vorgegebenen, begrenzten Platzangebots ist die mögliche Größe der Beaufschlagungsflächen des Drehkolbens beschränkt, was in Verbindung mit den üblichen Schmieröldrücken für die Hubzapfenlager zu Stellkräften führt, die für sich unter Umständen nicht für eine sichere Drehverstellung des Exzenters für das Bolzenlager ausreichen. Dies spielt jedoch keine Rolle, weil die bereits bei vergleichsweise geringen Drehzahlen auftretenden Massenkräfte in der einen Richtung und die resultierenden Kräfte aus dem Verbrennungsdruck in der anderen Richtung ausreichen, um eine sichere und rasche Exzenterverstellung in der angewählten Richtung zu gewährleisten. Die Beaufschlagung des Drehkolbens über das Umschaltventil leitet somit die Drehverstellung des Exzenters ein, die dann durch die auf die Pleuelstange einwirkenden Kräfte vollendet wird. Das Rückschlagventil sichert dabei die Bewegung des Stelltriebs nur in der ausgewählten Richtung.

Damit besonders einfache Konstruktionsvoraussetzungen für die Ansteuerung des Umschaltventils geschaffen werden, kann das Umschaltventil einen gegen Federkraft verstellbaren, über eine an die Ölversorgungsnut des Pleuelauges angeschlossene Steuerleitung beaufschlagbaren Steuerschieber aufweisen, der die Beaufschlagungsleitungen für die gegensinnige Drehkolbenbeaufschlagung in Abhängigkeit vom Schmieröldruck mit der Ölversorgungsnut verbindet. Zuzufolge

dieser Maßnahmen hängt die Schaltstellung des Umschaltventils vom am Steuerschieber anliegenden Schmieröldruck ab, was eine einfache Ansteuerung des Umschaltventils über den Schmieröldruck ermöglicht. Liegt der Schmieröldruck unter der den Steuerschieber beaufschlagenden Federkraft, so bestimmt die Feder die Schaltstellung des Umschaltventils für die Drehkolbenbeaufschlagung in der einen Richtung. Übersteigt der Schmieröldruck die am Steuerschieber anliegenden Federkraft, wird der Steuerschieber gegen die Federkraft in die zweite Schaltstellung verlagert, in der die für die gegensinnige Beaufschlagung des Drehkolbens vorgesehene Beaufschlagungsleitung mit der Ölversorgungsleitung des Pleuellauges strömungsverbunden wird. Ob dabei die durch die Feder bestimmte Schaltstellung oder die Schaltstellung aufgrund des höheren Schmieröldrucks für die Verstellung der Pleuelstange zur Erhöhung der Verdichtung herangezogen wird, hängt von den jeweiligen Umständen ab.

Hohe Schmieröldrücke werden für hohe spezifische Belastungen der Pleuellager benötigt, wie sie im Vollastbereich aufgrund der hohen Verbrennungsdrücke auftreten. Da insbesondere bei Verbrennungsmotoren mit Turboladern hohe Leistungen bei hohen Ladedrücken und niedrigeren Verdichtungen erreicht, im Teillastbereich hingegen aufgrund der niedrigeren Verbrennungsdrücke zur Wirkungsgradsteigerung höhere Verdichtungen angestrebt werden, können die hohen Schmieröldrücke zur Ansteuerung des Umschaltventils im Sinne einer Drehkolbenbeaufschlagung für niedrigere Verdichtungen genutzt werden. Eine solche Ansteuerung des Umschaltventils ist jedoch nicht zwingend, weil beispielsweise bei Dieselmotoren die Beaufschlagung des Drehkolbens für eine höhere Verdichtung in der durch einen hohen Schmieröldruck bedingten Schaltstellung des Umschaltventils vorteilhaft sein kann.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Pleuelstange in einem schematischen Schnitt senkrecht zu den Achsen der beiden Pleuellaugen und

Fig. 2 einen schematischen Schnitt Längsschnitt durch das Umschaltventil.

Die schematisch dargestellte Pleuelstange für eine Verbrennungskraftmaschine weist in herkömmlicher Weise einen Schaft 1 mit einem Pleuelauge 2 für einen Hubzapfen der Kurbelwelle und mit einem Pleuelauge 3 für einen Kolbenbolzen auf. Zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge ist im Pleuelauge 3 für den Kolbenbolzen ein Exzenter 4 coaxial zum Pleuelauge 3 drehbar gelagert, der ein exzentrisches Bolzenlager 5 bildet. Die Achse des Pleuelauges 3 bzw. die Drehachse des Exzenter 4 ist mit 6, die Achse des Bolzenlagers 5 mit 7 bezeichnet. Der Exzenter 4 ist anschlagbegrenzt zwischen zwei um 180° gegeneinander winkelfversetzten Arbeitsstellungen drehverstellbar gelagert, die den Totpunkten der Exzenterstellung bezüglich der gemeinsamen Axialebene der beiden Pleuelaugen 2 und 3 entsprechen, sodass bei einer axialen Pleuelbelastung zufolge der auftretenden durch Massenkräfte oder durch die Verbrennungsdrücke der Verbrennungskraftmaschine kein Drehmoment auf den Exzenter 4 wirksam werden kann.

Zur Drehverstellung des Exzenter 4 ist dieser mit einem Zahnkranz 8 versehen, der mit einem Zahnrad 9 kämmt, das in einer Pleueltasche 10 auf einer Welle 11 gelagert ist. Der Zahnkranz 8 und das Zahnrad 9 bilden ein Übersetzungsgetriebe 12, dessen Eingangszahnrad mit 13 bezeichnet ist.

Der Antrieb des Übersetzungsgetriebes 12 erfolgt durch einen Drehkolben 14, der in einen zu den Pleuelaugen 2 und 3 parallelen Aufnahmezylinder 15 im Schaft 1 eingesetzt ist und über mehrere radiale Kolbenansätze 16 beidseitig beaufschlagt werden kann, und zwar über Beaufschlagungsleitungen 17 und 18. Diese zur gegensinnigen Beaufschlagung des Drehkolbens 14 vorgesehenen Beaufschlagungsleitungen 17 und 18 werden durch ein Umschaltventil 19 angesteuert, das die Beaufschlagungsleitungen 17 und 18 wahlweise unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils 20 mit einer Ölversorgungsnut 21 des Pleuelauges 2 für den Hubzapfen einer Kurbelwelle verbindet. Je nach der Schaltstellung des Umschaltventils 19 wird somit der Drehkolben 14 in der einen oder anderen Drehrichtung mit dem Schmieröl für das Hubzapfenlager beaufschlagt.

Zur Drehmomentübertragung auf das Übersetzungsgetriebe 12 ist der Drehkolben 14 mit einem Zahnkranz 22 versehen, der mit dem Eingangszahnrad 13 des Übersetzungsgetriebes 12 kämmt. Dieser Zahnkranz 22 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel an einem radialen Arm 23 des Drehkolbens 14 angeordnet, was jedoch nicht zwingend ist, weil es ja nur auf die Drehmomentübertragung vom Drehkolben 14 auf das Eingangszahnrad 13 des Übersetzungsgetriebes 12 ankommt. Aufgrund der gewählten Übersetzungsverhältnisse kann trotz eines vergleichsweise kleinen Drehhubs des Drehkolbens 14 der Exzenter 4 um 180° zwischen den beiden anschlagbegrenzten Arbeitsstellungen verdreht werden.

Das Umschaltventil 19 weist gemäß der bevorzugten Ausführungsform nach der Fig. 2 einen durch eine Feder 24 beaufschlagten Steuerschieber 25 auf, der in der durch die Feder 24 bestimmten, in der Fig. 2 dargestellten Schaltstellung die Beaufschlagungsleitung 18 für den Drehkolben 14 über das zugehörige Rückschlagventil 20 mit der Ölversorgungsnut 21 im Pleuelauge 2 verbindet. Das Schmieröl für das Pleuelauge 2 beaufschlagt daher in dieser Schaltstellung des Umschaltventils 19 den Drehkolben 14 über die Beaufschlagungsleitung 18 entsprechend der Fig. 1 entgegen dem Uhrzeigersinn, sodass der Exzenter 4 gegen den Anschlag für die der größeren Länge der Pleuelstange zugehörige Arbeitsstellung gedrückt wird. Die für die gegensinnige Beaufschlagung des Drehkolbens 14 vorgesehene Beaufschlagungsleitung 17 wird durch den Steuerschieber 25 gegenüber der Ölversorgungsnut 21 gesperrt, jedoch mit einer in den Kurbelraum mündenden Rückleitung 26 verbunden, sodass das Schmieröl durch die Kolbenansätze 16 aus dem nicht druckbeaufschlagten Zylinderraum verdrängt werden kann.

Die Umschaltung des Umschaltventils 19 erfolgt durch eine Druckbeaufschlagung des Steuerschiebers 25 entgegen der Federkraft. Zu diesem Zweck kann die der Feder 24 gegenüberliegende Stirnseite 27 des Steuerschiebers 25 über eine von der Ölversorgungsnut 21 ausgehende Steuerleitung 28 mit dem Schmieröldruck beaufschlagt werden. Übersteigt der Schmieröldruck die Kraft der Feder 24 so verlagert sich der Steuerschieber 25 gegen die Federkraft in die gegensinnige

Anschlagsstellung, in der der Steuerschieber 25 die Beaufschlagungsleitung 17 unter gleichzeitiger Sperrung der Rückleitung 26 mit der Ölversorgungsnut 21 verbindet. Dabei wird die Beaufschlagungsleitung 18 von der Ölversorgungsnut 21 getrennt und mit einer Rückleitung 29 verbunden, sodass der Drehkolben 14 gegensinnig belastet und das Übersetzungsgetriebe 12 im Sinne einer Drehverstellung des Exzenters 4 in die Arbeitsstellung für die kürzere Länge der Kolbenstange beaufschlagt wird.

Die Rückschlagventile 20 in den Beaufschlagungsleitungen 17 und 18 sorgen dabei dafür, dass das Schmieröl zur Beaufschlagung des Drehkolbens 14 nicht durch die jeweils angesteuerte Beaufschlagungsleitung 17 und 18 in die Ölversorgungsnut 21 rückströmen kann, wodurch sichergestellt wird, dass der Exzenter 4 stets aus der einen Arbeitsstellung sicher in die anschlagbegrenzte andere Arbeitsstellung verlagert werden kann, und zwar mithilfe der auf die Pleuelstange einwirkenden, entweder durch die auftretenden Beschleunigungen oder den Verbrennungsdruck bedingten Kräfte, wobei die Schaltstellung des Umschaltventils 19 in Verbindung mit den Rückschlagventilen 20 bestimmt, welche dieser Kräfte für die Drehverstellung des Exzenters 4 genützt werden.

Da die Ansteuerung des Umschaltventils 19 über den Schmieröldruck erfolgt und der Schmieröldruck über drehzahl- oder kennfeldgesteuerte Schmierölpumpen einfach vorgegeben werden kann, sind für die Ansteuerung des Umschaltventils 19 keine zusätzlichen Konstruktionsteile erforderlich. Die Drehlagerung der für das Verstellen des Exzenters 4 vorgesehenen Bauteile erlaubt eine weitgehende Lastabtragung über die Drehlager auf den Schaft 1, was den sonst nachteiligen Einfluss der Massenkräfte auf das Verstellverhalten weitgehend vermeidet. Es können daher in ihren äußeren Abmessungen mit üblichen Pleuelstangen vergleichbare Pleuelstangen mit einer einfachen Längenverstellung zur Verfügung gestellt werden.

Patentansprüche

1. Pleuelstange für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Schaft (1) und zwei Pleuelaugen (2, 3), von denen das einen Kolbenbolzen aufnehmende Pleuelauge (3) einen ein Bolzenlager (5) bildenden anschlagbegrenzt drehbaren Exzenter (4) aufweist, mit einem im Schaft (1) gelagerten, mithilfe eines Umschaltventils (19) gegensinnig beaufschlagbaren hydraulischen Stelltrieb und mit einem Zahnrad-Übersetzungsgetriebe (12) zwischen dem hydraulischen Stelltrieb und dem mit einem Zahnkranz (8) versehenen Exzenter (4), dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische Stelltrieb einen beidseitig beaufschlagbaren Drehkolben (14) und einen mit dem Drehkolben (14) drehfest verbundenen Zahnkranz (22) umfasst, der mit dem Eingangszahnrad (13) des Zahnrad-Übersetzungsgetriebes (12) kämmt.
2. Pleuelstange nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die durch das Umschaltventil (19) ansteuerbaren Beaufschlagungsleitungen (17, 18) für den Drehkolben (14) mithilfe eines Rückschlagventils (20) an eine Ölversorgungsnut (21) des Pleuelauges (2) für den Hubzapfen angeschlossen sind.
3. Pleuelstange nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Umschaltventil (19) einen gegen Federkraft verstellbaren, über eine an die Ölversorgungsnut (21) des Pleuelauges (2) angeschlossene Steuerleitung (28) beaufschlagbaren Steuerschieber (25) aufweist, der die Beaufschlagungsleitungen (17, 18) für die gegensinnige Drehkolbenbeaufschlagung in Abhängigkeit vom Schmieröldruck mit der Ölversorgungsnut (21) verbindet.

FIG.1

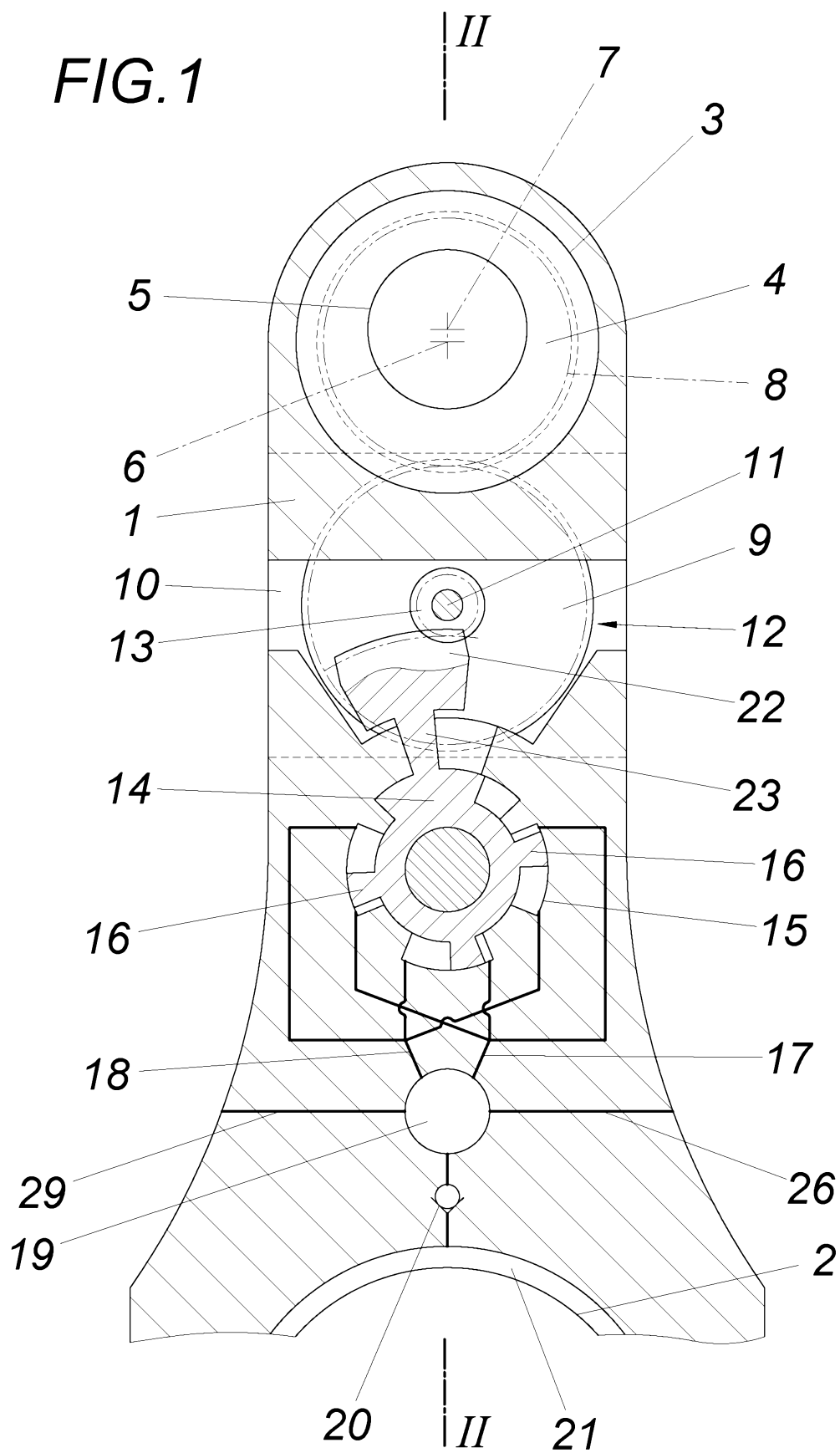


FIG.2

