

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50435/2019 (51) Int. Cl.: **F16C 7/06** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 15.05.2019 **F02B 75/04** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2021 **F02D 15/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

DE 102017217492 A1
DE 102016215752 A1
WO 2015055582 A2
WO 2018060458 A1

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
iwis motorsysteme GmbH & Co. KG
81369 München (DE)

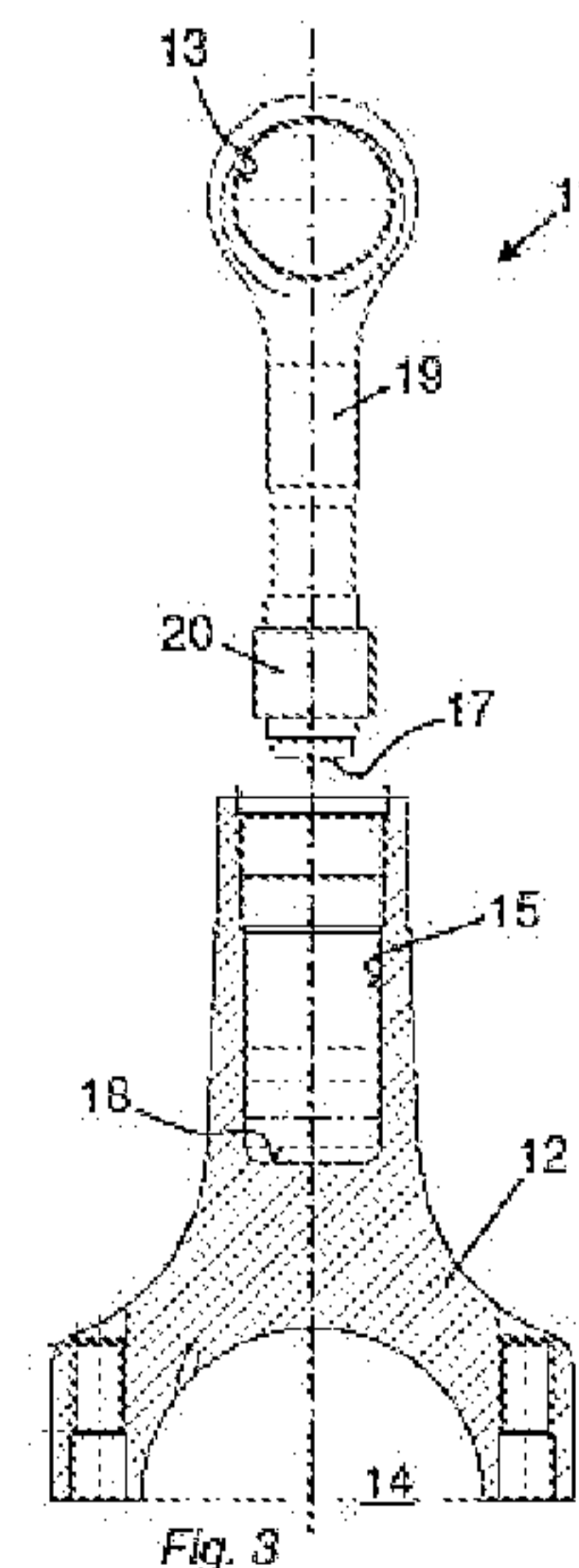
(72) Erfinder:
Lösch Siegfried Dr.
8051 Graz (AT)
Kometter Bernhard Dipl.Ing.
8111 Judendorf (AT)
Unzeitig Wolfgang Dr.
8041 Graz (AT)
Gallob Christian
8750 Judenburg (AT)
Rath Martin Dipl.Ing.
8045 Graz (AT)
Pramberger Harald Dipl.Ing.
8054 Graz (AT)
Sorgner Helfried Dipl.Ing.
8047 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) Längenverstellbare Pleuelstange mit Wölbung

(57) Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (10) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend ein erstes Pleuelteil (11) und ein zweites Pleuelteil (12), wobei die beiden Pleuelteile (11, 12), insbesondere teleskopisch, zu- und/oder ineinander bewegbar ausgebildet sind, der zweite Pleuelteil (12) an seinem dem ersten Pleuelteil (11) zugewandten Ende einen Führungszylinder (15) aufweist und der erste Pleuelteil (11) ein im Führungszylinder (15) verschiebbares Kolbenelement (20) aufweist, wobei in einem Bereich einer Kraftübertragung von dem ersten Pleuelteil (11) zu dem zweiten Pleuelteil (12) wenigstens eine Kraftübertragungsfläche (17, 117) und wenigstens eine Bodenfläche (18, 118) in einer Weise angeordnet sind, dass wenigstens ein Teil eines Kraftflusses von dem ersten Pleuelteil (11) auf den zweiten Pleuelteil (12) über eine formschlüssige Verbindung zwischen der Kraftübertragungsfläche

(17, 117) und der Bodenfläche (18, 118) übertragbar ist, wobei die Kraftübertragungsfläche (17, 117) eine konvexe Wölbung aufweist.



Beschreibung

LÄNGENVERSTELLBARE PLEUELSTANGE MIT WÖLBUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend ein erstes Pleuelteil und ein zweites Pleuelteil, wobei die beiden Pleuelteile, insbesondere teleskopisch, zu- und/oder ineinander verschiebbar ausgebildet sind, der zweite Pleuelteil an seinem dem ersten Pleuelteil zugewandten Ende einen Führungszylinder aufweist und der erste Pleuelteil ein im Führungszylinder verschiebbares Kolbenelement aufweist, wobei in einem Bereich einer Kraftübertragung von dem ersten Pleuelteil zu dem zweiten Pleuelteil eine Kraftübertragungsfläche und eine Bodenfläche in einer Weise angeordnet sind, dass wenigstens ein Teil eines Kraftflusses von dem ersten Pleuelteil auf den zweiten Pleuelteil über eine formschlüssige Verbindung zwischen der Kraftübertragungsfläche und der Bodenfläche übertragbar ist.

[0002] Als Pleuel wird üblicherweise und auch im Sinne der Erfindung das stangenartige Verbindungselement bezeichnet, welches bei einer Hubkolbenmaschine zur Verbindung der Pleuelstange mit einem Hubkolben dient. Das Pleuel dient dabei dazu, eine lineare Bewegung des Hubkolbens, insbesondere eine linearoszillierende Axialbewegung des Hubkolbens, bei dem es sich in der Regel um einen Kraft- oder Arbeitskolben handelt, in eine kreisförmige Bewegung der Pleuelstange umzuwandeln, oder umgekehrt eine kreisförmige Bewegung der Pleuelstange in eine lineare Bewegung des Hubkolbens umzusetzen. Als Pleuelstange im Sinne der Erfindung wird eine Pleuelstange bezeichnet, welche dazu ausgebildet ist, vorzugsweise in einer Hubkolbenmaschine die linear-oszillierende Bewegung, insbesondere die translatorische Bewegung, eines oder mehrerer Hubkolben, insbesondere mit Hilfe von Pleueln, in eine Drehbewegung umzusetzen oder umgekehrt, eine Drehbewegung in eine translatorische Bewegung umzuwandeln.

[0003] Zur Verbindung mit dem Hubkolben und der Pleuelstange weist ein Pleuel in der Regel an seinen beiden Enden jeweils ein Pleuellager auf, üblicherweise in Form eines Pleuelauges, wobei das Pleuel in der Regel ein kleineres Pleuelauge am kolbenseitigen Ende und ein größeres Pleuelauge am pleuelstangenseitigen Ende aufweist, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbaustand eines Pleuels in einer Hubkolbenmaschine. Mithilfe eines im kleinen Pleuelauge gelagerten Pleuelbolzens kann am kolbenseitigen Ende des Pleuels ein Hubkolben angebunden werden. Über das größere Pleuelauge kann das Pleuel an der Pleuelstange angebunden werden, wobei im größeren Pleuelauge üblicherweise ein als Gleitlager ausgebildetes Pleuellager angeordnet ist, welches mit Hydraulikmedium, insbesondere mit dem Motoröl einer Hubkolbenmaschine, geschmiert werden kann.

[0004] Das Pleuel ist dabei in der Regel jeweils drehbar um eine Drehachse der Pleuelstange und des Pleuelbolzens gelagert, wobei der Abstand zwischen den beiden Drehachsen eine wirksame bzw. effektive Pleuellänge definiert. Durch eine Änderung der wirksamen Pleuellänge, insbesondere durch ein Verstellen der wirksamen Pleuellänge, kann in einer Hubkolbenmaschine das Verdichtungsverhältnis verändert werden, da die Änderung der wirksamen Pleuellänge eine Verschiebung des oberen Totpunkts der Pleuelbewegung bewirkt.

[0005] Längenverstellbare Pleuel werden daher insbesondere bei Hubkolbenmaschinen mit variablem Verdichtungsverhältnis zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses eingesetzt. Das Ändern des Verdichtungsverhältnisses durch Verändern der wirksamen Pleuellänge ist aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt, beispielsweise aus dem Dokument WO 2015/055582 A2 und dem Dokument WO 2018/060458 A1.

[0006] Aus der WO 2015/055582 A2 ist ein längenverstellbares Pleuel mit einer hydraulischen Längenverstelleinrichtung mit einem innerhalb des Pleuels angeordneten Hydraulikzylinder bekannt, wobei das Pleuel einen ersten Pleuelschaftabschnitt und einen zweiten Pleuelschaftabschnitt aufweist, welche entlang einer Längsachse des Pleuels relativ zueinander verschiebbar sind und insbesondere teleskopartig ineinander und auseinander geschoben werden können. Einer der beiden Pleuelschaftabschnitte bildet dabei den Hydraulikzylinder der Längenverstellein-

richtung und der andere Pleuelschaftabschnitt einen zugehörigen Hydraulikkolben. Zur Steuerung der Längenverstelleinrichtung ist eine hydraulisch betätigbare Steuerungseinrichtung mit einem senkrecht zur Kurbelwellenachse in einer Längsmittlebene des Pleuels axial verschiebbaren, einfach wirkenden Stellkolben als Stellelement vorgesehen.

[0007] Bei derartigen längenverstellbaren Pleueln liegt die Herausforderung insbesondere auch darin, die für einen Betrieb in einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Hubkolbenbrennkraftmaschine für ein Fahrzeug, erforderliche Pleuefestigkeit zu erreichen: Während der Verwendungsdauer des Pleuels wirken Massen- und Gaskräfte auf seine Komponenten ein, so dass die Gefahr von Beschädigung z.B. durch Verschleiß entsteht.

[0008] Aus WO 2018/060458 A1 ist vor diesem Hintergrund ein längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, bekannt, wobei das Pleuel zumindest einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil aufweist, wobei der zweite Pleuelteil an seinem dem ersten Pleuelteil zugewandten Ende einen Abschnitt mit einem Führungszylinder aufweist, wobei der erste Pleuelteil an seinem dem zweiten Pleuelteil zugewandten Ende einen Führungsschaft aufweist, wobei der Führungsschaft des ersten Pleuelteils zumindest teilweise vom Führungszylinder aufgenommen ist und zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge relativ zu diesem bewegbar ist, insbesondere entlang einer Längsachse des Pleuels, wobei der erste Pleuelteil eine erste Anschlagfläche und der zweite Pleuelteil eine zweite Anschlagfläche aufweist, wobei ein Anliegen der ersten Anschlagfläche an der zweiten Anschlagfläche eine Relativbewegung in eine erste Richtung begrenzt und zumindest einen Anteil einer auf das Pleuel entlang der Längsachse des Pleuels wirkenden Druckkraft vom ersten Pleuelteil in den zweiten Pleuelteil und/oder umgekehrt am Führungsschaft vorbei übertragen wird.

[0009] DE 10 2017 217 492 A1 zeigt eine Lösung ähnlich zu WO 2015/055582 A2 und WO 2018/060458 A1; DE 10 2016 215 752 A1 beschreibt eine Variante, bei der das Verdichtungsverhältnis über einen innerhalb eines Pleuelauges angeordneten Exzenter verstellt wird.

[0010] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine längenverstellbare Pleuelstange bereitzustellen, welche eine verbesserte Kraftübertragung zwischen den Pleuelteilen ermöglicht. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, Belastungsschäden der kraftübertragenden Bauteile, sowie der Gesamtheit der Pleuelstange, welche aufgrund der hohen Druckbelastungen im Betrieb entstehen können, zu vermeiden.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Lehre der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Eine erfindungsgemäße längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, weist ein erstes Pleuelteil und ein zweites Pleuelteil auf. Die beiden Pleuelteile sind, insbesondere teleskopisch, zu- und/oder ineinander bewegbar ausgebildet. Der zweite Pleuelteil weist an seinem dem ersten Pleuelteil zugewandten Ende einen Führungszylinder auf und der erste Pleuelteil weist ein im Führungszylinder verschiebbares Kolbenelement auf. In einem Bereich einer Kraftübertragung von dem ersten Pleuelteil zu dem zweiten Pleuelteil sind wenigstens eine Kraftübertragungsfläche und wenigstens eine Bodenfläche in einer Weise angeordnet, dass wenigstens ein Teil eines Kraftflusses von dem ersten Pleuelteil auf den zweiten Pleuelteil über eine formschlüssige Verbindung zwischen der Kraftübertragungsfläche und der Bodenfläche übertragbar ist, wobei die Kraftübertragungsfläche eine konvexe Wölbung aufweist.

[0013] Die Erfindung beruht insbesondere auf dem Gedanken, Belastungsspitzen in kräfteübertragenden Flächen bei einer Druckbelastung zu vermeiden und damit eine Deformierung und/oder Beschädigung von der kraftübertragenden Flächen zu verhindern. Typischerweise kann eine übermäßige Druckbeanspruchung in Randbereichen der kraftübertragenden Flächen, auch Kantenträger genannt, im Betriebszustand auftreten. Durch die konvexe Wölbung der Kraftübertragungsfläche kann ein formschlüssiges Anliegen der Kraftübertragungsfläche in ihrem Randbereich an der Bodenfläche verhindert, oder zumindest reduziert sein, in einer Art, dass ein formbedingtes Anliegen und somit ein Kraftfluss angepasst an den zu übertragenden Druck über die

Formgebung der konvexen Wölbung dimensioniert sein kann. Eine Beschädigungsanfälligkeit, bedingt durch die hohen Druckkräfte und insbesondere durch die erhöhte Anzahl von verwendeten Bauteilen, kann verringert werden.

[0014] Die erfindungsgemäß konvexe Ausgestaltung der Kraftübertragungsfläche kann eine Verformung der konvexen Wölbung bei einer formschlüssigen Verbindung zwischen Kraftübertragungsfläche und Bodenfläche begünstigen. Dabei kann eine Spitze der Wölbung, also ein am weitesten von einer Grundfläche der Wölbung entfernter Bereich, an der Bodenfläche anliegen. Bei zunehmender Druckbelastung kann sich die Wölbung derart verformen, dass immer mehr Fläche der Wölbung mit der Bodenfläche in Kontakt gebracht wird. Somit kann eine Kraftübertragung zwischen Kraftübertragungsfläche und Bodenfläche über einen, in Abhängigkeit einer zu übertragenden Kraft, variablen Querschnitt der Kraftübertragungsfläche erfolgen und eine Kraftaufnahme zwischen den Pleuelteilen wird verbessert.

[0015] Ferner können Belastungsspitzen insbesondere dann entstehen, wenn kraftübertragende Flächen nicht gleichmäßig planflächig auf einander treffen. Beispielsweise können Unebenheiten in den kraftübertragenden Flächen bei Druckbelastung lokale Belastungsspitzen verursachen, welche die mechanische Integrität der kraftübertragenden Flächen negativ beeinflussen können und somit die Bauteile beschädigungsanfälliger machen. Durch die konvexe Ausbildung der Kraftübertragungsfläche und deren hierdurch verbesserten Verformungseigenschaften werden die Auswirkungen von Unebenheiten oder Ungleichmäßigkeiten in den Oberflächen verringert.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Pleuelstange ist eine erste Kraftübertragungsfläche an einem dem zweiten Pleuelteil zugewandten Ende des Kolbenelements angeordnet und eine erste Bodenfläche ist derart angeordnet, dass sie den Führungszylinder des zweiten Pleuelteils begrenzt. Eine derartige Anordnung der kraftübertragenden Flächen begünstigt eine formschlüssige Verbindung der Kraftübertragungsfläche und der Bodenfläche in einer Normalen zur Längsachse des ersten und des zweiten Pleuelteils, da das Kolbenelement in einer lagestabilisierenden Weise in dem Führungszylinder geführt sein kann. Ein Kraftfluss zwischen den Pleuelteilen kann so verbessert sein, insbesondere eine Übertragung einer Druckkraft entlang einer Längsachse der Pleuelstange.

[0017] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange umfasst der erste Pleuelteil ein Kolbenelement und eine Kolbenstange, wobei das Kolbenelement mit dem Führungszylinder zusammenwirkt, um eine effektive Länge der Pleuelstange zu verstellen. Hierbei weist das Kolbenelement eine Zylinderbohrung auf und die Kolbenstange ist in der Zylinderbohrung aufgenommen. Besonders bevorzugt ist das Kolbenelement in axialer Richtung zur Kolbenstange verschiebbar und arretierbar ausgebildet, um eine vereinfachte Verstellung einer wirksamen Länge eines Führungskolbens zu ermöglichen.

[0018] Weiter bevorzugt ist eine zweite Kraftübertragungsfläche an einem dem Kolbenelement zugewandten Ende der Kolbenstange und eine zweite Bodenfläche die Zylinderbohrung des Kolbenelements begrenzend angeordnet. Eine stabile Führung bzw. Lage der Kolbenstange innerhalb des Kolbenelements entlang der Längsachse der Pleuelstange kann so verbessert sein. Hierdurch wird eine Kraftübertragung zwischen der Kolbenstange und dem Kolbenelement verbessert und somit auch die Kraftübertragung innerhalb des Kolbenelements. Weiter bevorzugt kann eine Außenfläche des Kolbenelements, welche dem zweiten Pleuelteil zugewandt ist, als eine erste Kraftübertragungsfläche ausgebildet sein, welche der ersten Bodenfläche des Führungszylinders zur Kraftübertragung zugeordnet ist.

[0019] In einer vorteilhaften Ausführung weist das erste Pleuelteil und/oder das zweite Pleuelteil wenigstens ein Element eines Pleuellagers auf, vorzugsweise ein Pleuelauge, wobei das erste Pleuelteil insbesondere dazu eingerichtet ist, mit einem Hubkolben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden zu werden. Das zweite Pleuelteil ist insbesondere dazu eingerichtet, mit einer Kurbelwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden zu werden. Vorzugsweise weist das erste Pleuelteil ein kleineres Pleuelauge auf, welches ein Kolbenbolzenlager bildet. Das zweite Pleuelteil weist vorzugsweise ein größeres Pleuelauge auf, welches insbesondere als Kurbelwellenlager dient.

[0020] Vorzugsweise ist die Bodenfläche, welche als Anschlag für die Kraftübertragungsfläche zur Kraftübertragung dient, eben ausgebildet. Ein Anliegen der Kraftübertragungsfläche an der Bodenfläche kann durch ihre konvexe Ausführung in einem größeren Winkelbereich gegenüber der Längsachse ermöglicht sein, wobei die ebene Bodenfläche über ihren gesamten Querschnitt gleichmäßig als Anlenkpunkt und zur Übertragung des Kraftflusses nutzbar ist. So können geringfügige Fehlstellungen der Pleuelteile gegenüber ihrer Längsachse im Betrieb kompensiert werden und die Bildung von Schlag- oder Abriebkanten kann so vermieden werden.

[0021] In einer bevorzugten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange ist die konvexe Wölbung über den gesamten Querschnitt eines Übergangs des Kolbenelements und/oder der Pleuelstange in seine/ihre Kraftübertragungsfläche ausgebildet. Bei angepasster Dimensionierung der Wölbung, in Materialeigenschaft und Geometrie, kann mittels einer derartigen Ausgestaltung der gesamte Querschnitt des Kolbenelements, auf Basis der durch die Dimensionierung vorbestimmten Verformung, als wirksame Fläche zur Kraftübertragung gegenüber der Bodenfläche genutzt werden.

[0022] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange ist eine maximale Höhe der Wölbung auf einer Längsachse des ersten Pleuelteils, insbesondere der Längsachse der Pleuelstange, ausgebildet. Die maximale Höhe der Wölbung kann auch als Spitze bezeichnet werden. Als Längsachse kann eine annähernde Symmetrieachse oder eine Längsmittelachse der Pleuelstange oder eines der Pleuelteile herangezogen werden. Vorzugsweise fällt die Längsachse des ersten Pleuelteils mit der Längsachse des zweiten Pleuelteils zusammen. Ein Anliegen der Kraftübertragungsfläche an der Bodenfläche in einem mittleren Querschnittsbereich der Pleuelstange kann so begünstigt sein und ein Kraftfluss entlang der Längsachse der Pleuelstange kann verbessert sein. Ein Auftreten einer axial abweichenden Druckkraft kann so vermindert sein und somit einem schnellen Verschleiß der kraftübertragenden Flächen vorgebeugt sein.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer Pleuelstange liegt eine maximale Höhe der konvexen Wölbung in einem Bereich zwischen 5 μm und 15 μm , vorzugsweise in einem Bereich zwischen 8 μm und 12 μm . Besonders bevorzugt beträgt die maximale Höhe der Wölbung 10 μm . In dieser Bemaßung kann eine optimale Verformung der Wölbung erfolgen, um eine verbesserte Kraftübertragung zu ermöglichen.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer Pleuelstange weist das Kolbenelement an dem Übergang zu seiner Kraftübertragungsfläche einen kreisförmigen Querschnitt auf. Eine konvexe Wölbung über einem kreisförmigen Querschnitt kann besonders gleichmäßig ausgebildet sein und kann somit in ihren Verformungseigenschaften optimiert sein. Eine derartige Ausprägung ist besonders einfach zu dimensionieren und zu fertigen. Bevorzugt weist das Kolbenelement und/oder die Pleuelstange mindestens über die von dem Führungszylinder und/oder dem Kolbenelement aufgenommene Länge einen kreisförmigen Querschnitt auf. Weiter bevorzugt ist der Führungszylinder und/oder das Kolbenelement dazu korrespondierend ausgebildet. So kann eine Bewegung entlang einer Längsachse verbessert geführt sein und eine Kraftübertragung entlang der Längsachse kann begünstigt sein.

[0025] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer Pleuelstange ist die Wölbung als Kugelsegment ausgebildet. Mittels einer derartigen Ausgestaltung kann eine optimal gleichmäßige Oberfläche mit optimierten Verformungseigenschaften bereitgestellt werden. Ein Radius des Kugelsegments ist hierbei vorzugsweise ein Vielfaches größer als der Querschnitt der Grundfläche der Kraftübertragungsfläche.

[0026] Eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, ist dadurch gekennzeichnet, dass sie wenigstens eine erfindungsgemäße Pleuelstange aufweist.

[0027] Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug ist dadurch gekennzeichnet, dass es eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine aufweist.

[0028] Weitere Merkmale und Vorteile gehen aus der Beschreibung und den Figuren hervor. Die

einzelnen Merkmale können für sich allein oder zu mehreren, in Form von Unterkombinationen bei einer Ausgestaltung der Erfindung verwirklicht sein.

[0029] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert, wobei die Bauteile mit gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen aufweisen. In den Figuren zeigen wenigstens teilweise schematisch:

[0030] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange;

[0031] Fig. 2 ein Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Pleuelstange;

[0032] Fig. 3 eine Explosionsdarstellung einer ersten Variante einer erfindungsgemäßen Pleuelstange in teilweiser Schnittansicht;

[0033] Fig. 4 eine Explosionsdarstellung einer zweiten Variante einer erfindungsgemäßen Pleuelstange in teilweiser Schnittansicht; und

[0034] Fig. 5 einen vergrößerten Ausschnitt einer Detailansicht der erfindungsgemäßen Pleuelstange in Schnittdarstellung.

[0035] Fig. 1 zeigt in schematischer Ansicht eine erfindungsgemäße längenverstellbare Pleuelstange 10 mit einem ersten Pleuelteil 11 sowie einem zweiten Pleuelteil 12, wobei das erste Pleuelteil 11 an einem ersten, kolbenseitigen Ende ein kleineres Pleuelauge 13 zu Verbindung der Pleuelstange 10 mit einem Hubkolben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine aufweist. Am anderen, kurbelwellenseitigen Ende der Pleuelstange 10 weist der zweite Pleuelteil 12 ein größeres Pleuelauge 14 zur Anbindung der Pleuelstange 10 an einer Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine auf. Dazu ist der zweite Pleuelteil 12 über Pleuelschrauben 23 mit einer Lagerschale 22 verbunden und bildet mit dieser das größere Pleuelauge 14 aus. Der erste Pleuelteil 11 ist gegenüber dem zweiten Pleuelteil 12 zwischen einer ausgezogenen Lage und einer eingeschobenen Lage in Richtung der Längsachse L der Pleuelstange 10 verstellbar. Dazu ist eine mit Hydraulikmedium, insbesondere Öl bzw. Motoröl beschickbare Längenverstellvorrichtung 24 vorgesehen, die auf verschiedene Weise ausgeführt sein kann.

[0036] Alternativ kann auch vorgesehen sein (nicht dargestellt), dass das zweite Pleuelteil 12 an einem ersten, kolbenseitigen Ende das kleinere Pleuelauge 13 zur Verbindung der Pleuelstange 10 mit einem Hubkolben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine aufweist. Am anderen, kurbelwellenseitigen Ende der Pleuelstange 10 weist der zweite Pleuelteil 12 in diesem Fall das größere Pleuelauge 13 zur Anbindung der Pleuelstange 10 an der Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine auf.

[0037] Die Beschickung mit bzw. Drainierung von Hydraulikmedium erfolgt dabei über Hydraulikkanäle 25, 25' und einen Hydraulikmediumversorgungskanal 26, die über eine Steuereinrichtung 27 gesteuert werden. Der Hydraulikmediumversorgungskanal 26 ist dabei z.B. über das größere Pleuelauge 14 mit der Hydraulikmediumversorgung einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden. Bezüglich der Ausführung der Steuereinrichtung 27 wird auf bekannte Systeme im Stand der Technik, insbesondere der Anmelderin verwiesen.

[0038] Fig. 2 zeigt in einer Schnittdarstellung die Ausführung der Längenverstellvorrichtung 24, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit die Steuereinrichtung 27 nicht dargestellt ist. Der zweite Pleuelteil 12 weist an seinem, dem ersten Pleuelteil 11 zugewandten Ende einen Abschnitt mit einem Führungszylinder 15 auf. Der erste Pleuelteil 11 weist an seinem dem zweiten Pleuelteil 12 zugewandten Ende eine Kolbenstange 19 und ein daran ausgeführtes bzw. damit verbundenes, zum Führungszylinder 15 korrespondierendes ausgebildetes Kolbenelement 20 auf. Führungszylinder 15 und Kolbenelement 20 bzw. Kolbenstange 19 haben dabei z.B. einen kreisförmigen Querschnitt, können aber auch oval oder mit mehreckigem Querschnitt ausgeführt sein. Das Kolbenelement 20 ist in Fig. 2 in einer Mittelstellung dargestellt und unterteilt den Führungszylinder 15 in einen oberen, in Richtung des kleinen Pleuelauges 13 orientierten Druckraum 28 und einen unteren, in Richtung des größeren Pleuelauges 14 orientierten Druckraum 29. An dem Kolbenelement 20 sind Kolbendichtungen 30 vorgesehen, die durch Halteelemente 31 in ihrer Position am Kolbenelement 20 gehalten werden. Die Kolbendichtungen 30 dichten das Kolbenelement 20

gegenüber dem Führungszylinder 15 und damit auch die Druckräume 28, 29 zueinander ab.

[0039] Der obere Druckraum 28 wird nach oben durch einen Zylinderdeckel 32 begrenzt, in dem eine Kolbenstangendichtung 33 angeordnet ist, die ebenfalls durch ein Halteelement 31 in Position gehalten wird.

[0040] Das Kolbenelement 20 ist zumindest teilweise vom Führungszylinder 15 aufgenommen und kann zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge PL relativ zum Führungszylinder 15 entlang einer Längsachse L der Pleuelstange 10 relativ zum Führungszylinder 15 bzw. dem zweiten Pleuelteil 12 verschoben werden. Insbesondere kann das Kolbenelement 20 in den Führungszylinder 15 hineingeschoben bzw. aus diesem herausgezogen werden. Ein Ineinanderschieben von Kolbenelement 20 und Führungszylinder 15 bewirkt dabei eine Verkürzung der wirksamen Pleuellänge PL, während ein Auseinanderziehen bzw. ein Herausziehen des Kolbenelements 20 aus dem Führungszylinder 15 zu einer Verlängerung der wirksamen Pleuellänge PL führt.

[0041] Das Bewegen des Kolbenelements 20 erfolgt mittels wechselseitigen Befüllens bzw. Drainierens der Druckräume 28, 29 mit Hydraulikmedium, was durch die in Fig. 1 dargestellte Steuereinrichtung 27 gesteuert wird.

[0042] Die wirksame Pleuellänge PL kann dabei zwischen einer minimalen wirksamen Pleuellänge PL und einer maximalen wirksamen Pleuellänge PL eingestellt werden. Die wirksame Pleuellänge PL ist dabei durch den Abstand zwischen den beiden Drehachsen der Pleuelstange 10 definiert, um welche sich die Pleuelstange 10 in einem funktionsmäßigen Verwendungszustand kolbenseitig und kurbelwellenseitig drehen kann. Bei diesen Drehachsen handelt es sich im Wesentlichen um den Kolbenbolzen des Hubkolbens und die Kurbelwelle.

[0043] Wenn die maximale Länge PL eingestellt ist, ist der obere Druckraum 28 drainiert und der untere Druckraum 29 mit Hydraulikmedium gefüllt. Das Kolbenelement 20 liegt am Zylinderdeckel 32 an, das als oberer Anschlag für die maximal erreichbare wirksame Pleuellänge PL fungiert. Wenn die minimale Länge PL eingestellt ist, ist der obere Druckraum 28 mit Hydraulikmedium gefüllt und der untere Druckraum 29 ist von Hydraulikmedium entleert. Das Kolbenelement 20 liegt an einer Bodenfläche 18 (siehe Fig. 4 und Fig. 5) am unteren, dem größeren Pleuelauge 14 zugewandten Ende des Führungszylinders 15 an.

[0044] Während der Verwendung einer derartigen Pleuelstange 10 - insbesondere in einer Hubkolbenbrennkraftmaschine - kommt es durch die auftretenden Kräfte zu hohen Belastungen der einzelnen Komponenten der Pleuelstange 10. Insbesondere in der Stellung kurz, wenn also die minimale Länge PL eingestellt ist, ergeben sich Spannungsspitzen aufgrund der Gaskräfte und eine gute Krafteinleitung ist von hoher Bedeutung.

[0045] Ein erstes Ausführungsbeispiel zur Lösung dieser Problemstellung ist in Fig. 3 dargestellt. Zu sehen sind dabei nur die für das Verständnis der Erfindung notwendigen Komponenten. Dabei weist das erste Pleuelteil 11 eine Kolbenstange 19 und ein damit im Wesentlichen einstückig ausgeführtes Kolbenelement 20 auf. Am unteren, also vom kleinen Pleuelauge 13 abgewandten Ende des Kolbenelements 20 ist eine erste Kraftübertragungsfläche 17 angeordnet. Eine erste Bodenfläche 18 ist den Führungszylinder 15 des zweiten Pleuelteils 12 begrenzend angeordnet. Die erste Kraftübertragungsfläche 17 und die erste Bodenfläche 18 bilden kraftübertragende Flächen und sind dazu ausgebildet, zumindest einen Teil eines Kraftflusses F (siehe Fig. 2) über eine formschlüssige Verbindung zwischen dem ersten Pleuelteil 11 und dem zweiten Pleuelteil 12 zu übertragen. Der Kraftfluss F kann insbesondere eine Druckkraft sein, welche durch den Verbrennungsdruck im zugehörigen Brennraum der Hubkolbenmaschine entsteht und wirkt im Wesentlichen entlang der Längsachse L der Pleuelstange 10.

[0046] Die erste Kraftübertragungsfläche 17 weist eine konvexe Wölbung auf, die in Fig. 3 strichpunktiert dargestellt ist, die erste Bodenfläche 18 ist eben ausgebildet. Vorteilhaft erstreckt sich die Wölbung der ersten Kraftübertragungsfläche 17 über den gesamten Querschnitt eines Übergangs des Kolbenelements 20. Weiter bevorzugt weist die Grundfläche der Wölbung der ersten Kraftübertragungsfläche 17 einen kreisförmigen Querschnitt auf. In einer nicht dargestellten Variante kann vorgesehen sein, dass auch die erste Bodenfläche 18 im zweiten Pleuelteil 12 eine

konvexe Wölbung aufweist.

[0047] In einem anderen, nicht dargestellten, Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, dass das erste Pleuelteil 11 das große Pleuelauge 14 und das zweite Pleuelteil 12 das kleine Pleuelauge 13 umfasst und entsprechend invertiert in einer Hubkolbenmaschine eingesetzt werden. Hierbei kann bei einem Abwärtshub ein Kraftfluss F über die erste Bodenfläche 18 des Führungszylinders 15 in die erste Kraftübertragungsfläche 17 des Kolbenelements 20 vom zweiten Pleuelteil 12 in den ersten Pleuelteil 11 übertragen werden. Es kann vorgesehen sein, dass die erste Kraftübertragungsfläche 17, die erste Bodenfläche 18 oder beide kraftübertragenden Flächen 17, 18 eine konvexe Wölbung aufweisen.

[0048] Fig. 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 10, bei dem die Kolbenstange 19 und das Kolbenelement 20 als separate Bauteile ausgeführt sind, wobei das Kolbenelement 20 die Kolbenstange 19 an ihrem dem zweiten Pleuelteil 12 zugewandten Ende umgreift. Das Kolbenelement 20 weist an seinem dem ersten Pleuelteil 11 zugewandten Ende einen Abschnitt mit einer Zylinderbohrung 21 auf, in der vorzugsweise wenigstens teilweise ein Innengewinde 16 ausgeführt ist. Am dem Kolbenelement 20 zugewandten Ende der Kolbenstange 19 ist an der Außenwandung ein korrespondierendes Außengewinde 16' ausgeführt. Hierbei sind die Kolbenstange 19 und das Kolbenelement 20 dazu ausgebildet, miteinander verschraubt zu werden um eine wirksame Länge PL der Pleuelstange 10 entlang der Längsachse L relativ zum Führungszylinder 15 des zweiten Pleuelteils 12 zu verstellen.

[0049] Vorzugsweise ist das Innengewinde 16 des Kolbenelements 20 in einem gewissen Abstand vom Boden der Zylinderbohrung 21 und von der kolbenstangenseitigen Öffnung der Zylinderbohrung 21 vorgesehen. Das Außengewinde 16' in der Kolbenstange 19 beginnt nicht unmittelbar am dem Kolbenelement 20 zugewandten Ende, sondern erst nach einem Abschnitt ohne Gewinde. Dadurch wird einerseits die Herstellung des Kolbenelements 20 erleichtert, weil das Gewinde nicht bis zum Boden der Zylinderbohrung 20 ausgeführt werden muss. Andererseits fungiert der Bereich der Kolbenstange 19 ohne Gewinde zusammen mit dem gewindelosen Bodenbereich der Zylinderbohrung 21 als Führung für die Kolbenstange 19 im Kolbenelement 20 und deren gegenseitige Zentrierung.

[0050] Neben der beschriebenen Verschraubung sind auch andere Einrichtungen zur Arretierung der Kolbenstange 19 im Kolbenelement 20 denkbar, beispielsweise eine Klemmbefestigung, Verpressen, Einkleben oder ein anderes übliches mechanisches Befestigungsmittel.

[0051] Bei dem in Fig. 4 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 ist eine zweite Kraftübertragungsfläche 117 (in Fig. 4 strichpunktiert dargestellt) an einem dem Kolbenelement 20 zugewandten Ende der Kolbenstange 19 angeordnet. Eine zweite Bodenfläche 118 ist die Zylinderbohrung 21 des Kolbenelements 20 begrenzend angeordnet. Die Kraftübertragungsfläche 117 und die Bodenfläche 118 bilden kraftübertragende Flächen und sind dazu ausgebildet, zumindest einen Teil eines Kraftflusses F (siehe Fig. 5) über eine formschlüssige Verbindung zwischen der Kolbenstange 19 und dem Kolbenelement 20 zu übertragen. Der Kraftfluss F kann insbesondere eine Druckkraft sein, welche durch den Verbrennungsdruck im zugehörigen Brennraum der Hubkolbenmaschine entsteht und wirkt im Wesentlichen entlang der Längsachse L der Pleuelstange 10.

[0052] Hierbei weist die Kraftübertragungsfläche 117 der Kolbenstange 19 eine konvexe Wölbung auf und der Kraftfluss F kann durch die konvexe Wölbung in gleicher Weise wie oben dargestellt begünstigt sein. Insbesondere ist durch eine derartige Anordnung ein Kraftfluss F innerhalb des ersten Pleuelteils 11 optimiert. Vorteilhaft erstreckt sich die Wölbung über den gesamten Querschnitt eines Übergangs der Kolbenstange 19.

[0053] Insbesondere hat sich gezeigt, dass Öl in das Gewinde 16, 16' zwischen dem Kolbenelement 20 und der Kolbenstange 19 eintreten kann. Druckpulsationen an der Pleuelstange 10 können sich dann in das Gewinde 16, 16' fortsetzen und ein leichtes Lockern bewirken, so dass die Kraftübertragungsfläche 117 der Kolbenstange 19 stärker auf die Bodenfläche 118 des Kolbenelements 20 gedrückt wird.

[0054] In einem weiteren, nicht dargestellten, Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 kann vorgesehen sein, dass die Kolbenstange 19 das dem zweiten Pleuelteil 12 zugewandte Ende des ersten Pleuelteils 11 bildet und beispielsweise in dem zweiten Pleuelteil verschraubt, klemmbefestigt, verpresst, eingeklebt oder mittels eines anderen üblichen mechanischen Befestigungsmittels verbunden ist. Bei einer derartigen Ausführung kann eine dem zweiten Pleuelteil 12 zugewandte Außenfläche der Kolbenstange 19 die erste Kraftübertragungsfläche 17 des ersten Pleuelteils 11 bilden.

[0055] Fig. 5 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 aus Fig. 4 im zusammengebauten Zustand, wobei zwei Bereiche zur Kraftübertragung wenigstens eines Teils einer Druckkraft F vom ersten Pleuelteil 11 in den zweiten Pleuelteil 12 vorgesehen sind. Hierbei kann ein erster Kraftübergang innerhalb des Kolbenelements 20 von der Kolbenstange 19 in das Kolbenelement 20 über formschlüssige Verbindung der zweiten Kraftübertragungsfläche 117 und der zweiten Bodenfläche 118 erfolgen, wobei die zweite Kraftübertragungsfläche 117 eine konvexe Wölbung aufweist.

[0056] Ein zweiter Kraftübergang vom ersten Pleuelteil 11 in den zweiten Pleuelteil 12 kann zwischen Kolbenelement 20 und Führungszylinder 15 mittels einer weiteren formschlüssigen Verbindung der ersten Kraftübertragungsfläche 17 und der ersten Bodenfläche 18 erfolgen. Hierbei ist die Kraftübertragungsfläche 17 des Kolbenelements 20 durch eine dem zweiten Pleuelteil 12 zugewandte Außenfläche des Kolbenelements 20 gebildet. Erfindungsgemäß weist die Kraftübertragungsfläche 17 eine konvexe Wölbung auf. Die oben beschriebenen Effekte und Vorteile der konvexen Wölbung gelten auch für dieses Ausführungsbeispiel.

[0057] Während Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel mit einer gewölbten ersten Kraftübertragungsfläche 17 und einer ersten Bodenfläche 18 zwischen Kolbenelement 20 und Führungszylinder 15 zeigt, die gemäß Ausführung in Fig. 4 zusätzlich zu der Kraftübertragung zwischen einer gewölbten zweiten Kraftübertragungsfläche 117 und einer zweiten Bodenfläche innerhalb des Kolbenelements 20 vorgesehen ist, kann auch nur die Kraftübertragung zwischen der gewölbten zweiten Kraftübertragungsfläche 117 und der zweiten Bodenfläche 118 innerhalb des Kolbenelements 20 vorgesehen sein.

[0058] Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Ausführungsbeispielen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung mindestens eines Ausführungsbeispiels gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 10 Pleuelstange
- 11 erster Pleuelteil
- 12 zweiter Pleuelteil
- 13 kleines Pleuelauge
- 14 großes Pleuelauge
- 15 Führungszylinder
- 16 Innengewinde
- 16' Außengewinde
- 17 erste Kraftübertragungsfläche
- 18 erste Bodenfläche
- 19 Kolbenstange
- 20 Kolbenelement
- 117 zweite Kraftübertragungsfläche
- 118 zweite Bodenfläche

- F Druckkraft, Kraftfluss
- L Längsachse
- PL wirksame Pleuellänge

Patentansprüche

1. Längenverstellbare Pleuelstange (10) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend ein erstes Pleuelteil (11) und ein zweites Pleuelteil (12), wobei die beiden Pleuelteile (11, 12), insbesondere teleskopisch, zu- und/oder ineinander bewegbar ausgebildet sind, der zweite Pleuelteil (12) an seinem dem ersten Pleuelteil (11) zugewandten Ende einen Führungszylinder (15) aufweist und der erste Pleuelteil (11) ein im Führungszylinder (15) verschiebbares Kolbenelement (20) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Bereich einer Kraftübertragung von dem ersten Pleuelteil (11) zu dem zweiten Pleuelteil (12) wenigstens eine Kraftübertragungsfläche (17, 117) und wenigstens eine Bodenfläche (18, 118) in einer Weise angeordnet sind, dass wenigstens ein Teil eines Kraftflusses (F) von dem ersten Pleuelteil (11) auf den zweiten Pleuelteil (12) über eine formschlüssige Verbindung zwischen der Kraftübertragungsfläche (17, 117) und der Bodenfläche (18, 118) übertragbar ist, wobei die Kraftübertragungsfläche (17, 117) eine konvexe Wölbung aufweist.
2. Pleuelstange (10) nach Anspruch 1, wobei eine erste Kraftübertragungsfläche (17) an einem dem zweiten Pleuelteil (12) zugewandten Ende des Kolbenelements (20) angeordnet ist und eine erste Bodenfläche (18) den Führungszylinder (15) des zweiten Pleuelteils (12) begrenzend angeordnet ist.
3. Pleuelstange (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Pleuelteil (11) das Kolbenelement (20) und eine Kolbenstange (19) umfasst, wobei das Kolbenelement (20) mit dem Führungszylinder (15) zusammenwirkt um eine effektive Länge (PL) der Pleuelstange (10) zu verstellen, wobei das Kolbenelement (20) eine Zylinderbohrung (21) aufweist und die Kolbenstange (19) in der Zylinderbohrung (21) aufgenommen ist.
4. Pleuelstange (10) nach Anspruch 3, wobei eine zweite Kraftübertragungsfläche (117) an einem dem Kolbenelement (20) zugewandten Ende der Kolbenstange (19) angeordnet ist und eine zweite Bodenfläche (18) die Zylinderbohrung (21) des Kolbenelements (20) begrenzend angeordnet ist.
5. Pleuelstange (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei das erste Pleuelteil (11) und/oder das zweite Pleuelteil (12) wenigstens ein Element eines Pleuellagers aufweist, vorzugsweise ein Pleuelauge (13, 14).
6. Pleuelstange (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die Bodenfläche (18, 118) eben ausgebildet ist.
7. Pleuelstange (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 6, wobei die konvexe Wölbung über den gesamten Querschnitt eines Übergangs des Kolbenelements (20) und/oder der Kolbenstange (19) in seine Kraftübertragungsfläche (17, 117) ausgebildet ist.
8. Pleuelstange (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei eine maximale Höhe der Wölbung im Bereich einer Längsachse (L) der Pleuelstange (10), insbesondere der Längsachse des ersten Pleuelteils (11), ausgebildet ist.
9. Pleuelstange (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 8, wobei die maximale Höhe der konvexen Wölbung in einem Bereich zwischen 5 μm und 15 μm liegt, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 8 μm und 12 μm liegt, besonders bevorzugt 10 μm beträgt.
10. Pleuelstange (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 9, wobei das Kolbenelement (20) und/oder die Kolbenstange (19) an dem Übergang zu seiner/ihrer Kraftübertragungsfläche (17, 117) einen kreisförmigen Querschnitt aufweist.
11. Pleuelstange nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Wölbung als Kugelsegment ausgebildet ist.
12. Hubkolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend wenigstens eine Pleuelstange (10) ausgebildet nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Fahrzeug, aufweisend eine Hubkolbenmaschine insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, ausgebildet nach Anspruch 12.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

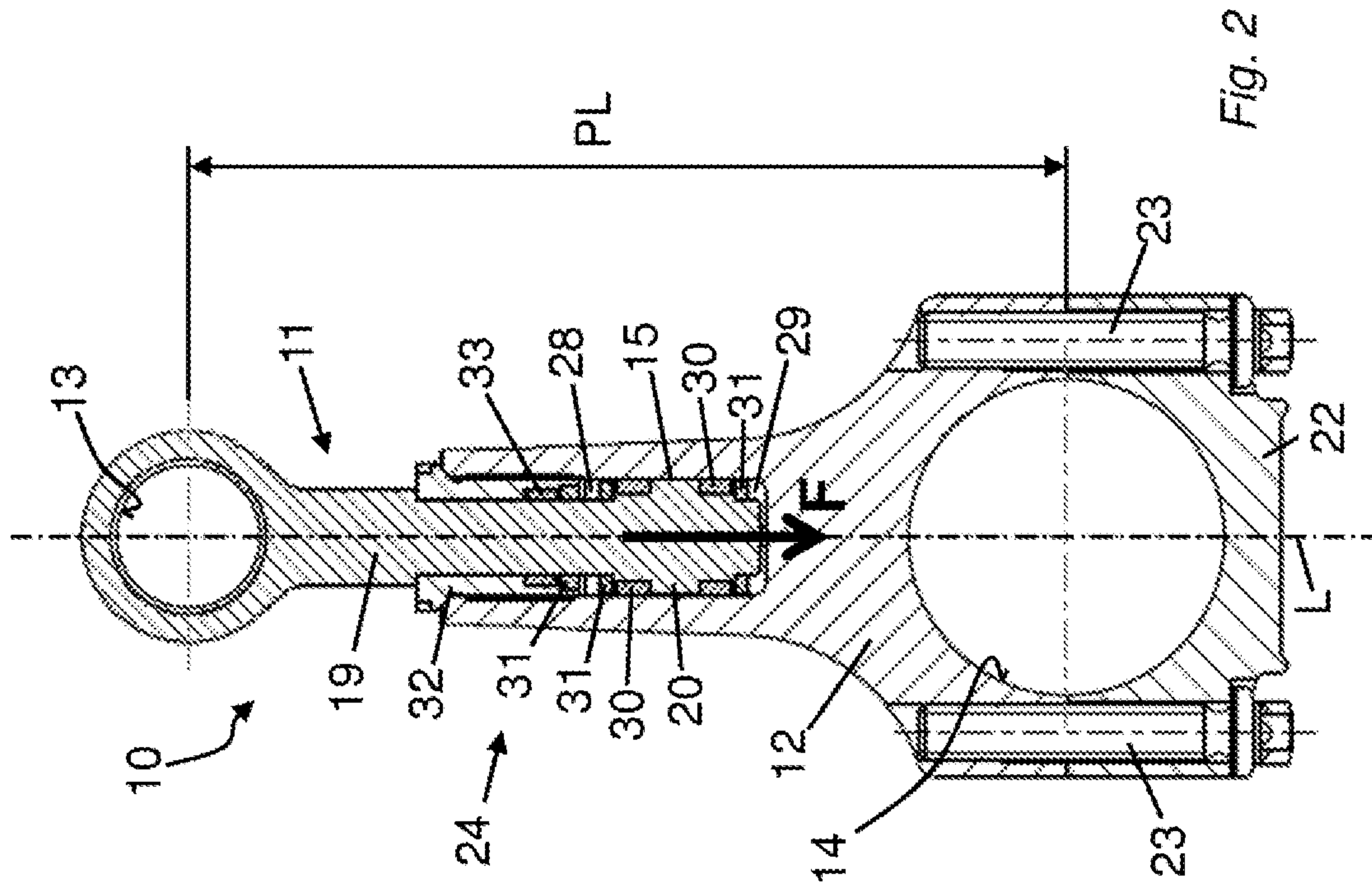


Fig. 2

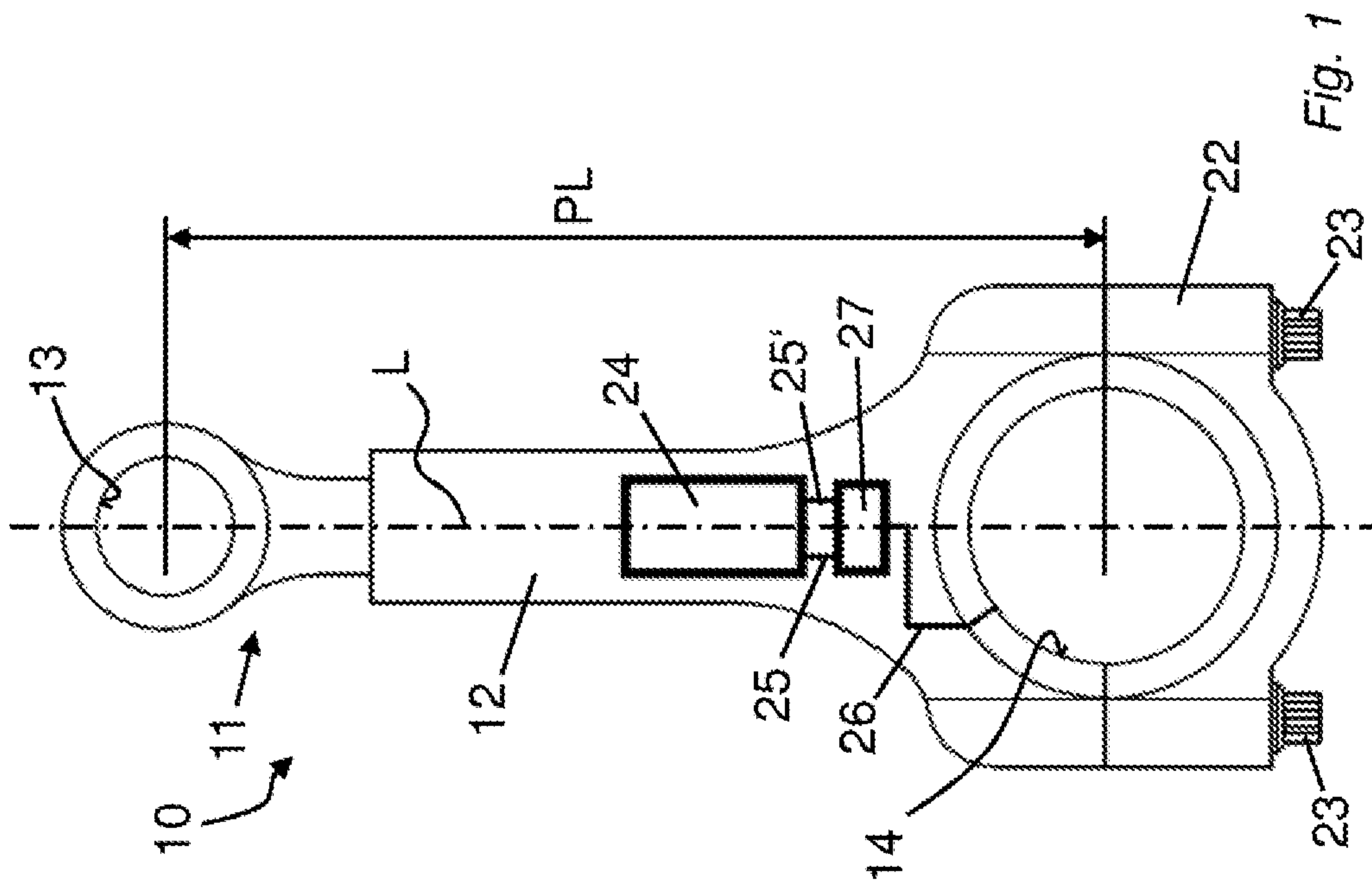


Fig. 1

2/3

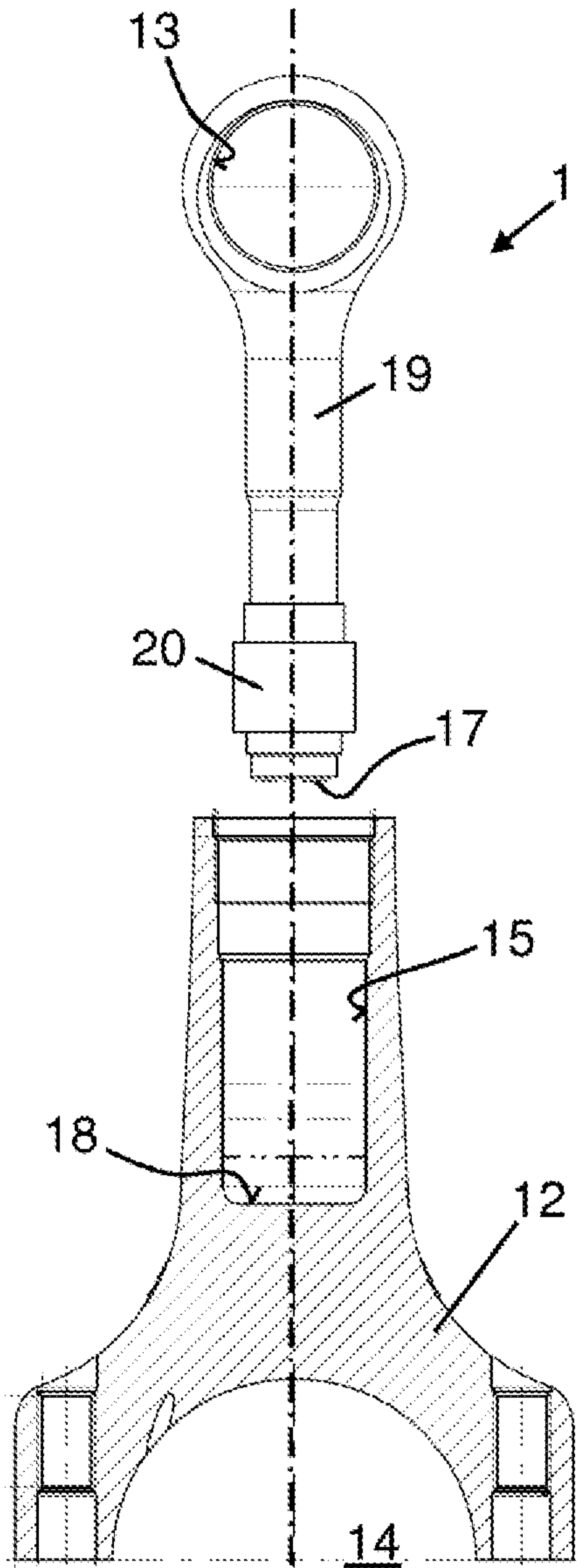


Fig. 3

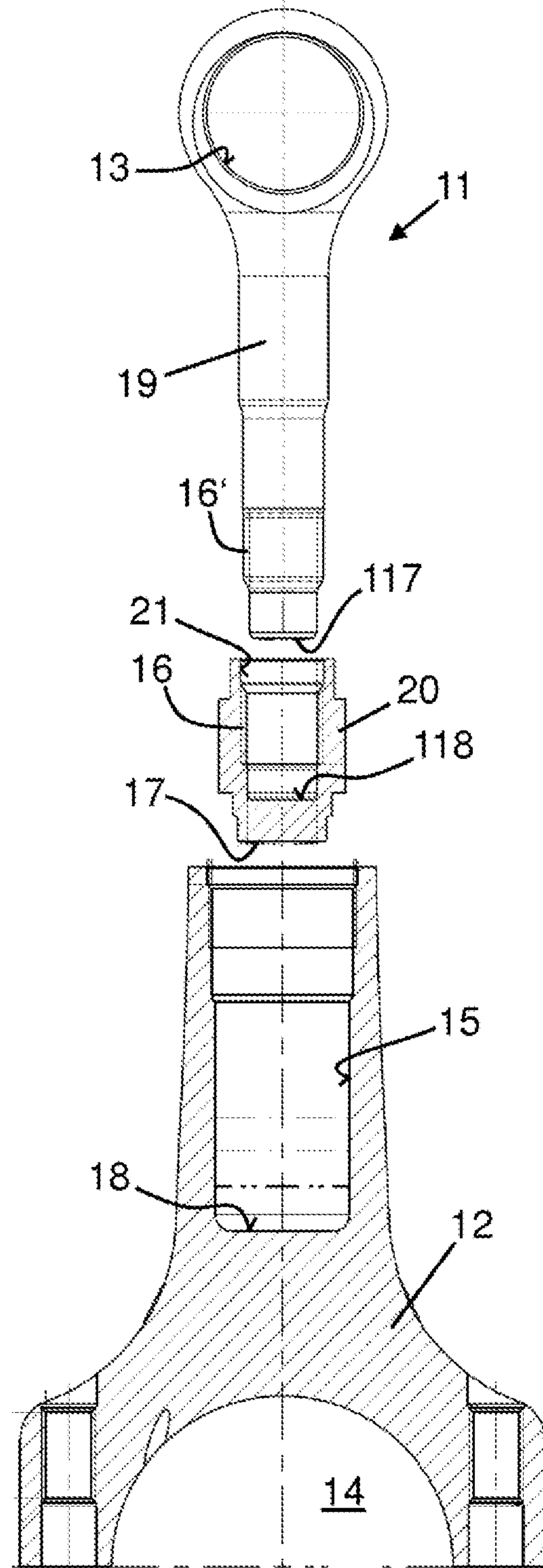


Fig. 4

