



(10) **DE 10 2011 014 310 A1** 2012.09.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 014 310.6**

(22) Anmeldetag: **18.03.2011**

(43) Offenlegungstag: **20.09.2012**

(51) Int Cl.: **F16C 3/06 (2006.01)**

**F16C 3/08 (2006.01)**

**B23P 13/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Volkswagen Aktiengesellschaft, 38440,  
Wolfsburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Pauls, Rudolf, 38446, Wolfsburg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 000002435476 C3**  
**DE 29 47 699 A1**  
**DE 43 25 722 A1**  
**DE 103 27 840 A1**

**DE 10 2007 025 470 A1**  
**US 3 772 763 A**  
**EP 0 243 896 A2**  
**WO 2003/ 016 729 A1**  
**WO 2009/ 049 653 A1**  
**JP 60- 088 214 A**  
**JP 2009 197 929 A**

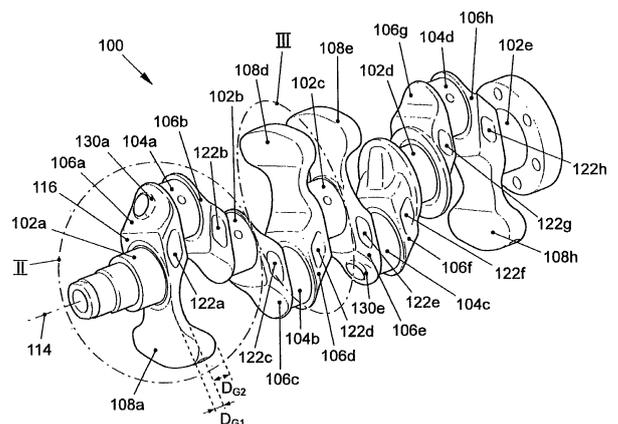
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Leichtbau-Kurbelwelle**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kurbelwelle für einen Hubkolbenmotor, wobei der Erfindung die Aufgabe zugrunde liegt, eine Leichtbau-Kurbelwelle zur Verfügung zu stellen, deren Gewicht aufgrund bislang nicht bekannter Maßnahmen reduziert ist. Eine erfindungsgemäße Kurbelwelle im Sinne einer Leichtbau-Kurbelwelle für einen Hubkolbenmotor umfasst mindestens zwei, symmetrisch zur Drehachse (114) der Kurbelwelle (106) angeordnete, Hauptlager (102) mindestens ein Pleuellager (104) sowie das Hauptlager (102) und das Pleuellager (104) verbindende Kurbelwangen (106). Dabei weist mindestens eine Kurbelwange (106) auf der an das Hauptlager (102) grenzenden Seite eine ebene, senkrecht zur Drehachse (114) verlaufende, durch mechanische Bearbeitung erzeugte Spiegelfläche (116) auf, die sich von dem Hauptlager (102) aus über die gesamte Breite der Kurbelwangen (106) in Richtung desjenigen Pleuellagers (104) erstreckt, welches sich an die Kurbelwange (106) anschließt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kurbelwelle für einen Hubkolbenmotor, insbesondere eine Leichtbau-Kurbelwelle.

**[0002]** Aus WO 03/016729 A1 ist es bekannt, Kurbelwellen zur Gewichtsreduktion mit Hohlräumen zu versehen und diese Hohlräume mit sich stabilisierendem Füllmaterial zu befüllen.

**[0003]** Aus US 3,772,763 ist es bekannt, Leichtbau-Kurbelwellen dadurch herzustellen, dass einzelne Kurbelwellen-Segmente hergestellt und anschließend zusammengefügt werden.

**[0004]** Aus JP 2009 197 929 A ist es bekannt, eine Kurbelwange seitens eines Pleuellagers mit einer axialen Ausnehmung zu versehen.

**[0005]** Aus JP 60088214 A ist es bekannt, die Kurbelwange einer Kurbelwelle mit einer parallel zu einer Ölbohrung verlaufenden Sackloch-Bohrung zu versehen, um das Gewicht der Kurbelwelle zu reduzieren.

**[0006]** Aus DE 24 35 476 C3 ist es bekannt, eine Kurbelwelle mit Sacklochbohrungen mit einem speziell ausgestalteten ausgerundeten Übergang zu versehen, um eine günstige Spannungsverteilung zu erreichen.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kurbelwelle als Leichtbau-Kurbelwelle zur Verfügung zu stellen, deren Gewicht gegenüber bekannten Leichtbau-Kurbelwellen weiter reduziert ist.

**[0008]** Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 6.

**[0009]** Eine erfindungsgemäße Leichtbau-Kurbelwelle für einen Hubkolbenmotor umfasst mindestens zwei, symmetrisch zur Drehachse der Kurbelwelle angeordnete, Hauptlager mindestens ein Pleuellager sowie das Hauptlager und das Pleuellager verbindende Kurbelwangen. Dabei weist mindestens eine Kurbelwange auf der an das Hauptlager grenzenden Seite eine ebene, senkrecht zur Drehachse verlaufende, durch mechanische Bearbeitung erzeugte Spiegelfläche auf, die sich von dem Hauptlager aus über die gesamte Breite der Kurbelwangen in Richtung desjenigen Pleuellagers erstreckt, welches sich an die Kurbelwange anschließt. Eine derartige Spiegelfläche ist zwar gegenüber vielen bekannten Kurbelwellen mit einem etwas größeren Bearbeitungsaufwand verbunden, hat jedoch den Vorteil, dass die an ein Hauptlager anschließende Kurbelwange eine größere Biegesteifigkeit aufweist. Dies gilt insbesondere im Vergleich zu Kurbelwellen, bei denen sich an ein Hauptlager zunächst ein ringförmiger Anlaufbund anschließt und die Kurbelwange dadurch um die axia-

le Ausdehnung des Anlaufbundes versetzt ist. Durch Ausbildung einer vorstehend beschriebenen Spiegelfläche kann bei relativ kompaktem Aufbau und niedrigem Gewicht der Kurbelwelle eine hohe Biegesteifigkeit in Kröpfungsebene erreicht werden. Insbesondere kann die Breite  $B_K$  der Kurbelwangen im Bereich des daran angrenzenden Hauptlagers im Vergleich zu bekannten Kurbelwellen gering gehalten werden, ohne dass die Biegesteifigkeit der Kurbelwelle in Kröpfungsebene reduziert wird.

**[0010]** In weiteren praktischen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Kurbelwelle weist die Spiegelfläche vom Hauptlager aus eine Höhe  $H_S$  auf, die mindestens 10% des Durchmessers  $d_H$  des Hauptlagers entspricht. Bevorzugt beträgt die Höhe  $H_S$  mindestens 15% und besonders bevorzugt mindestens 25% des Durchmessers  $d_H$  des Hauptlagers.

**[0011]** Eine erfindungsgemäße Kurbelwelle ist besonders kompakt und biegesteif, wenn mindestens eine Kurbelwange in dem zu einem Hauptlager angrenzenden Bereich zunächst im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse verläuft und anschließend in einem zwischen  $5^\circ$  und  $90^\circ$  liegenden Winkel geneigt verläuft, wobei die Spiegelfläche mehr als 75% des im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse verlaufenden Bereichs einnimmt. Unter "im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse verlaufenden Bereichen" werden vorliegend alle Bereiche verstanden, die mit einer Toleranz von  $\pm 5^\circ$  senkrecht zur Drehachse verlaufen. In einer bevorzugten Ausführungsform nimmt die Spiegelfläche mehr als 85% und in einer besonders bevorzugten Ausführungsform mehr als 95% des im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse verlaufenden Bereichs ein.

**[0012]** In einer weiteren praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kurbelwelle beträgt die Dicke  $D_K$  mindestens einer Kurbelwange mindestens 95%, vorzugsweise 100%, des Abstandes der Spiegelfläche von der senkrechten Begrenzungswand des diese Kurbelwange begrenzenden Pleuellagers. Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, dass vorzugsweise weder die Hauptlager, noch die Pleuellager Anlaufbunde aufweisen, welche die Kurbelwangen von den Lager axial beabstanden. Derartige Anlaufbunde haben den Nachteil, dass diese die Biegesteifigkeit reduzieren und einen weniger kompakten Aufbau der Kurbelwelle zur Folge haben.

**[0013]** In einer praktischen Ausführungsform ist die sich von dem angrenzenden Lager (Hauptlager oder Pleuellager) erstreckende Spiegelfläche auf der von diesem Lager am weitesten beabstandeten Seite möglichst geradlinig begrenzt.

**[0014]** In einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist die Breite  $B_S$  der Spiegelfläche vom Hauptlager in Richtung Pleuellager im Wesentlichen konstant. Sie

kann allerdings in einem gewissen Toleranzbereich variieren, insbesondere wenn Haupt- und Pleuellager verschiedene Durchmesser aufweisen. In diesem Fall verläuft weist die Breite bestimmende Außenseite der Spiegelfläche eine vorzugsweise stetige, abgerundete Kontur auf.

**[0015]** Die Erfindung betrifft auch eine Leichtbau-Kurbelwelle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, bei welcher mindestens eine Kurbelwange auf der an das Pleuellager grenzenden Seite eine ebene, senkrecht zur Drehachse verlaufende, durch mechanische Bearbeitung erzeugte Spiegelfläche aufweist, welche sich von dem Pleuellager aus über die gesamte Breite der Kurbelwange in Richtung des Hauptlagers erstreckt, welches sich an die Kurbelwange anschließt. Die bereits im Zusammenhang mit Anspruch 1 erläuterten Vorteile gelten in diesem Fall entsprechend.

**[0016]** Vorzugsweise weist die Spiegelfläche, welche sich von dem Pleuellager aus in Richtung Hauptlager erstreckt, eine größere Höhe  $H_S$  auf als die Höhe  $H_S$  der Spiegelfläche, welche sich von dem Hauptlager in Richtung Pleuellager erstreckt. In diesem Fall ist die auszugleichende Masse geringer.

**[0017]** In einer praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kurbelwelle übersteigt die Breite  $B_K$  der mindestens einen Kurbelwange im Bereich des daran angrenzenden Hauptlagers den Durchmesser  $d_H$  des angrenzenden Hauptlagers um weniger als 25%. In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leichtbau-Kurbelwelle übersteigt die Breite  $B_K$  der Kurbelwangen im Bereich des daran angrenzenden Hauptlagers den Durchmesser  $d_H$  des angrenzenden Hauptlagers um weniger als 15%, und in einer besonders bevorzugten Ausführungsform um weniger als 8%. Mit anderen Worten ausgedrückt, zielt die Erfindung darauf ab, dass die Breite  $B_K$  der Kurbelwangen im Bereich des daran angrenzenden Hauptlagers in etwa dem Durchmesser  $d_H$  des angrenzenden Hauptlagers entspricht. Hierdurch wird gegenüber bekannter Kurbelwellen in der Breite der Kurbelwangen Gewicht eingespart. Dies gilt insbesondere, wenn die Breite der Kurbelwangen im Bereich des daran angrenzenden Hauptlagers die maximale Breite der Kurbelwangen vorgibt (auch in den von dem Hauptlager beabstandeten Bereichen).

**[0018]** Die Erfindung betrifft insbesondere Kurbelwellen, an welchen auf der einer Kurbelwange gegenüber liegenden Seite eines Hauptlagers ein im Wesentlichen T-förmiges Gegengewicht ausgebildet ist, welches einen schmalen, sich von der Drehachse des Hauptlagers erstreckenden Mittelteil und einen sich an den Mittelteil anschließenden, von dem Hauptlager beabstandeten breiten Querteil umfasst. Bei solchen Kurbelwellen kann durch Gewichtseinsparung im Bereich der Kurbelwangen auch das Ge-

gengewicht reduziert werden. Die Gewichtsreduzierung kann bei dem Gegengewicht dazu genutzt werden, an dem Mittelteil eine Verjüngung vorzusehen, deren Breite  $B_V$  kleiner ist als der Durchmesser  $d_H$  des Hauptlagers.

**[0019]** Alternativ oder in Ergänzung dazu kann die Dicke  $D_{G1}$  des Gegengewichts im Bereich der Verjüngung kleiner ausgebildet sein als die Dicke  $D_{G2}$  des Gegengewichts im Bereich des Querteils.

**[0020]** In einer weiteren praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kurbelwelle weist mindestens eine Kurbelwange eine seitliche Ausnehmung (auch Tasche genannt) auf, deren Zentrum sich vorzugsweise nach virtueller Projektion der Ausnehmung in die Symmetrieebene der Kurbelwelle zwischen der Drehachse der Hauptlager und der Drehachse des zu der Kurbelwange gehörigen Pleuellagers befindet. Vorzugsweise sind die seitlichen Ausnehmungen symmetrisch an der Kurbelwelle ausgebildet und derart angeordnet, dass die Biegesteifigkeit in Kröpfungsebene nicht reduziert wird. Durch das Vorsehen der seitlichen Ausnehmungen können das Gewicht der Kurbelwangen sowie der entsprechenden Gegengewichte weiter reduziert werden.

**[0021]** Volumen und Masse der Gegengewichte können weiter dadurch reduziert werden, dass mindestens ein Pleuellager eine Lauffläche aufweist, welche mindestens teilweise einen größeren Abstand zu der Drehachse der Hauptlager aufweist als die sich an das Pleuellager anschließenden Kurbelwangen. Das gleiche gilt für den Fall, dass die Kurbelwange im Übergangsbereich zu einem Hauptlager den gleichen Abstand zur Drehachse aufweist wie die Lauffläche des Hauptlagers und somit die Kurbelwange ohne Anlaufbündel in die Lauffläche des Hauptlagers übergeht. Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, dass Bereiche des Pleuellagers radial gegenüber den angrenzenden Kurbelwangen herausstehen und die Pleuellager keine über die Lauffläche herausstehenden Anlaufbündel aufweisen bzw. dass die Kurbelwange ohne Anlaufbündel direkt in die Lauffläche des Hauptlagers übergeht. Dies wird dadurch erzielt, dass durch mechanische Bearbeitung der Laufflächen entstehende Anlaufbündel weggefräst werden bzw. die Breite  $B_P$  der Pleuellager bzw. die Breite  $B_H$  der Hauptlager so gewählt wird, dass diese im Wesentlichen der benötigten Lagerbreite entspricht.

**[0022]** Das Gewicht einer erfindungsgemäßen Kurbelwelle kann weiter reduziert werden, wenn mindestens eine Kurbelwange ein Sackloch und eine von dem an die Kurbelwange angrenzenden Hauptlager zu dem an die Kurbelwange angrenzenden Pleuellager führende Ölbohrung umfasst, wobei das Sackloch schräg (d. h. nicht parallel) zu der Ölbohrung ver-

läuft und an dieser vorbeiführt. Ein derartiges Sackloch kann entweder gebohrt oder in eine Gusswelle eingegossen sein. Vorzugsweise durchdringen das Sackloch und die Ölbohrung die gleiche Kurbelwange und kreuzen sich in dieser.

**[0023]** Um die durch die Ausbildung eines Sacklochs entstehende „Schwächung“ der Kurbelwelle teilweise oder vollständig auszugleichen, kann die Kurbelwange im Bereich des Sacklochs gehärtet sein. Damit ist nicht nur eine Härtung des Eintrittsbereichs des Sacklochs gemeint, sondern auch eine „Durchhärtung“ der Innenwandung innerhalb des Sacklochs, insbesondere in Bereichen mit geringer Wandstärke.

**[0024]** Da die Ausbildung eines Sacklochs mit einer erhöhten Gefahr einer Rissbildung verbunden ist, ist es vorteilhaft, wenn eine Kurbelwange im Bereich des Sacklochs eine Fase zur Reduktion einer solchen Rissbildung aufweist.

**[0025]** Auch wenn vorstehend zur Erläuterung der Ansprüche teilweise als Mindestvoraussetzung von mindestens einem Element die Rede ist (z. B. mindestens eine Kurbelwange, mindestens ein Pleuellager etc.), so ist insbesondere aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen ersichtlich, dass in praktischen Ausführungsformen auch mehrere bzw. alle entsprechenden Elemente die in den Ansprüchen definierten Merkmale aufweisen können.

**[0026]** Weitere Einzelheiten der Erfindung sind nachfolgend im Zusammenhang mit den Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

**[0027]** [Fig. 1](#) eine erfindungsgemäße Leichtbau-Kurbelwelle gemäß einer ersten Ausführungsform in einer perspektivischen Ansicht,

**[0028]** [Fig. 2](#) den in [Fig. 1](#) gestrichelt dargestellten Abschnitt II der erfindungsgemäßen Kurbelwelle in einer vergrößerten Darstellung,

**[0029]** [Fig. 3](#) den in [Fig. 1](#) gestrichelt dargestellten Abschnitt III der erfindungsgemäßen Kurbelwelle in einer vergrößerten Darstellung,

**[0030]** [Fig. 4](#) die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) dargestellte erfindungsgemäße Kurbelwelle in einer vereinfachten Schnittdarstellung,

**[0031]** [Fig. 5](#) die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) dargestellte erfindungsgemäße Kurbelwelle in einer Ansicht gemäß dem Pfeil V in [Fig. 2](#) sowie

**[0032]** [Fig. 6](#) einen exemplarischen Ausschnitt einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kurbelwelle in einer Seitenansicht.

**[0033]** [Fig. 1](#) zeigt eine erfindungsgemäße Leichtbau-Kurbelwelle **100** mit fünf Hauptlagern **102**, vier Pleuellagern **104** und acht Kurbelwangen **106**, wobei die Kurbelwangen **106** jeweils ein Hauptlager **102** und ein Pleuellager **104** miteinander verbinden. Den Kurbelwangen **106a**, **106d**, **106e**, **106h** gegenüberliegend sind Gegengewichte **108** angeordnet.

**[0034]** Wie insbesondere in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zu erkennen ist, sind die Gegengewichte **108** T-förmig ausgebildet und umfassen einen schmalen, sich von der Drehachse des zugehörigen Hauptlagers erstreckenden Mittelteil **110** und einen sich an den Mittelteil **110** anschließenden, von dem Hauptlager beabstandeten breiten Querteil **112**.

**[0035]** Die erste Kurbelwange **106a** weist auf der an das Hauptlager **102a** angrenzenden Seite eine ebene, senkrecht zur Drehachse **114** verlaufende Spiegelfläche **116** auf (vgl. [Fig. 2](#)). Die Spiegelfläche **116** ist durch mechanische Bearbeitung erzeugt. Die Spiegelfläche **116** erstreckt sich vom Hauptlager **102a** aus radial in Richtung des Pleuellagers **104a**, welches sich an die Kurbelwange **106a** anschließt.

**[0036]** In der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kurbelwelle beträgt der Winkel  $\alpha$  zwischen der Spiegelfläche **116** und der an die Spiegelfläche **116** angrenzenden Verbindungsfläche **118** der Kurbelwange **106**  $40^\circ$ . Die Dicke  $D_K$  der Kurbelwelle entspricht dem Abstand der Spiegelfläche von der senkrechten Begrenzungswand **120** des dieser Kurbelwange begrenzenden Pleuellagers **104a**.

**[0037]** Die Breite  $B_S$  der Spiegelfläche ist annähernd konstant (Toleranz  $\pm 2$  mm) und entspricht über die gesamte Höhe  $H_S$  der Spiegelfläche der Breite  $B_K$  der Kurbelwange.

**[0038]** Wie in [Fig. 2](#) zu erkennen ist, ist die Breite  $B_V$  der Verjüngung des Gegengewichts **108a** im Mittelteil **110a** kleiner als der Durchmesser  $d_H$  des Hauptlagers **102a**.

**[0039]** Ferner ist die Dicke  $D_{G1}$  der Gegengewichte **108** im Bereich der Verjüngung des Mittelteils **110** kleiner als die Dicke  $D_{G2}$  der Gegengewichte **108** im Bereich der Querteile **112**. Dabei kann die Dicke  $D_G$  – wie in [Fig. 2](#) gezeigt – gleichmäßig ansteigend ausgebildet oder – wie in [Fig. 3](#) gezeigt – mit einem „Dickensprung“ ausgebildet sein. Unter einem „Dickensprung“ wird verstanden, dass die Dicken  $D_{G1}$  und  $D_{G2}$  über zwei Bereiche und 2 konstant ist und in einem relativ kurzen Übergangsbereich sprunghaft ansteigt.

**[0040]** Wie in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigt sind an den Kurbelwangen **106** seitliche Ausnehmungen **122** (Taschen) ausgebildet, um das Gewicht der Kurbel-

wangen und das Gewicht der Gegengewichte weiter zu reduzieren. Die seitlichen Ausnehmungen **122** sind so angeordnet, dass deren Zentrum **124** sich nach virtueller Projektion der Ausnehmung in die Symmetrieebene zwischen der Drehachse **114** der Hauptlager **102** und der Mittelachse **125** des zu der Kurbelwange **106** gehörigen Pleuellagers **104** befindet.

**[0041]** Wie insbesondere in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zu erkennen ist, sind in den Kurbelwangen **106a**, **106d**, **106e**, **106h** Sacklöcher **126** ausgebildet. Die Kurbelwangen **106a**, **106d**, **106e**, **106h**, an welchen die Sacklöcher **126a**, **126d**, **126e**, **126h** ausgebildet sind, sind diejenigen Kurbelwangen, welche Hauptlager **102** und Pleuellager **104** über entsprechende Ölbohrungen **128** miteinander verbinden (vgl. insbesondere [Fig. 5](#)). Die Sacklöcher **126** sind so positioniert, dass diese schräg zu den Ölbohrungen **128** verlaufen und an diesen vorbeiführen. Würde man die Ölbohrungen **128** und die Sacklöcher **126** in die Mittelebene der Kurbelwelle projizieren, würden sich diese kreuzen.

**[0042]** Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen einer Ölbohrung **128** und einem Sackloch **126** mindestens 2,5 mm. Ein Abstand von etwa 5 mm wird vorzugsweise zwischen Sacklöchern **126** und Laufflächen der an die Sacklöcher **126** angrenzenden Pleuellager **104** eingehalten. Weiter vorzugsweise sind die Sacklöcher im Vergleich zu der Drehachse der Kurbelwelle nur um eine Richtung geneigt (z. B. im Falle der Sacklöcher **126a**, **126h** nur nach unten und im Falle der Sacklöcher **126d**, **126e** nur nach oben geneigt). Dadurch können die Kosten für die Erstellung der Sacklöcher reduziert werden, wenn diese gebohrt sind.

**[0043]** Wie insbesondere in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) zu erkennen ist, sind an den Kurbelwangen **106a**, **106d**, **106e**, **106h** im Bereich der Sacklöcher **126a**, **126d**, **126e**, **126h** entsprechende Fasen **130** vorgesehen. Dabei handelt es sich um Materialverstärkungen im Bereich der Schrägflächen **118**, um die Gefahr einer Rissbildung aufgrund des Sacklochs zu verringern und um den Fertigungsprozess zu begünstigen.

**[0044]** [Fig. 6](#) zeigt einen Ausschnitt einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kurbelwelle, welche im Wesentlichen die gleichen Elemente umfasst, wie die vorstehend beschriebene Kurbelwelle. Funktional gleiche Elemente sind daher nachfolgend mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie die erste Ausführungsform.

**[0045]** Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich im Wesentlichen dadurch von der ersten Ausführungsform, dass die Lauffläche **132** des Pleuellagers **104a** einen größeren Abstand zu der Dreh-

achse **114** der Hauptlager **102a** aufweist als die sich an das Pleuellager **104a** anschließenden Kurbelwangen **106a**, **106b**. Der obere Bereich des Pleuellagers **104a** steht daher radial gegenüber den angrenzenden Kurbelwangen **106a**, **106b** heraus. Auf entsprechende Anlaufbunde des Pleuellagers **104a** wurde bei der in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsform verzichtet. Es ist daher hilfreich, wenn das Pleuel kolbenseitig axial geführt ist, um eine Reibung und/oder Abnutzung des Pleuels durch Kontakt mit den dem Pleuellager **104a** zugewandten Seiten der Kurbelwangen **106a**, **106b** zu verhindern. Durch Verzicht auf die Anlaufbunde und eine Anordnung der Pleuellager **104a** wie in [Fig. 6](#) gezeigt, kann das Gewicht einer erfindungsgemäßen Kurbelwelle weiter reduziert werden. Da in diesem Fall der Schwerpunkt der Kurbelwangen **106a**, **106b** näher an der Drehachse **114** liegen, kann auch das Gegengewicht **108a** reduziert werden.

**[0046]** Bevorzugte Durchmesser für das Hauptlager sind Durchmesser zwischen 40 und 60 mm, insbesondere 42 mm, 45 mm, und 48 mm. Die Breite  $B_K$  der Kurbelwelle im Bereich der Hauptlager ist vorzugsweise 2 mm bis 10 mm größer als der Durchmesser  $d_H$  der Hauptlager. Besonders bevorzugt ist die Breite  $B_K$  der Kurbelwange 2 mm bis 5 mm größer als der Durchmesser  $d_H$  der Hauptlager.

**[0047]** Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele begrenzt. Die beschriebenen Merkmale, insbesondere die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale sind beliebig miteinander kombinierbar.

#### Bezugszeichenliste

<b>100</b>	Leichtbau-Kurbelwelle
<b>102</b>	Hauptlager
<b>104</b>	Pleuellager
<b>106</b>	Kurbelwange
<b>108</b>	Gegengewicht
<b>110</b>	Mittelteil
<b>112</b>	Querteil
<b>114</b>	Drehachse
<b>116</b>	Spiegelfläche
<b>118</b>	Verbindungsfläche
<b>120</b>	senkrechte Begrenzungswand
<b>122</b>	seitliche Ausnehmung
<b>124</b>	Zentrum
<b>126</b>	Sackloch
<b>128</b>	Ölbohrung
<b>130</b>	Fase
<b>132</b>	Lauffläche des Pleuellagers

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 03/016729 A1 [0002]
- US 3772763 [0003]
- JP 2009197929 A [0004]
- JP 60088214 A [0005]
- DE 2435476 C3 [0006]

### Patentansprüche

1. Kurbelwelle für einen Hubkolbenmotor umfassend mindestens zwei, symmetrisch zur Drehachse (114) der Kurbelwelle angeordnete Hauptlager (102), mindestens ein Pleuellager (104) sowie das Hauptlager (102) und das Pleuellager (104) verbindende Kurbelwangen (106), **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Kurbelwange (106) auf der an das Hauptlager (102) grenzenden Seite eine ebene, senkrecht zur Drehachse (114) verlaufende, durch mechanische Bearbeitung erzeugte Spiegelfläche (116) aufweist, welche sich, von dem Hauptlager (102) aus über die gesamte Breite der Kurbelwange (106) in Richtung des Pleuellagers (104) erstreckt, welches sich an die Kurbelwange (106) anschließt.

2. Kurbelwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelfläche (116) vom Hauptlager (102) aus eine Höhe  $H_S$  aufweist, die mindestens 10% des Durchmessers  $d_H$  des Hauptlagers (102) entspricht.

3. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kurbelwange (106) in dem zu einem Hauptlager (102) angrenzenden Bereich zunächst im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse (114) verläuft und anschließend in einem zwischen  $5^\circ$  und  $90^\circ$  liegenden Winkel geneigt verläuft, wobei die Spiegelfläche (116) mehr als 75% des senkrecht zur Drehachse (114) verlaufenden Bereichs einnimmt.

4. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke  $D_K$  mindestens einer Kurbelwange (106) mindestens 95%, vorzugsweise 100%, des Abstands der Spiegelfläche (116) von der senkrechten Begrenzungswand des diese Kurbelwange (106) begrenzenden Pleuellagers (104) beträgt.

5. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite  $B_S$  der Spiegelfläche (116) vom Hauptlager (102) in Richtung Pleuellager (104) im Wesentlichen konstant ist.

6. Leichtbau-Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kurbelwange (106) auf der an das Pleuellager (104) grenzenden Seite eine ebene, senkrecht zur Drehachse (114) verlaufende, durch mechanische Bearbeitung erzeugte Spiegelfläche (116) aufweist, welche sich von dem Pleuellager (102) aus über die gesamte Breite der Kurbelwange (106) in Richtung des Hauptlagers (102) erstreckt, welches sich an die Kurbelwange (106) anschließt.

7. Kurbelwelle nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelfläche, welche sich von dem Pleuellager (104) aus in Richtung Hauptlager (102) erstreckt, eine größere Höhe  $H_S$  aufweist als die Höhe  $H_S$  der Spiegelfläche (116), welche sich von dem Hauptlager (102) in Richtung Pleuellager (104) erstreckt.

8. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite  $B_K$  mindestens einer der Kurbelwangen (106) im Bereich des daran angrenzenden Hauptlagers (102) den Durchmesser  $d_H$  des angrenzenden Hauptlagers (102) um weniger als 25% übersteigt.

9. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der einer Kurbelwange (106) gegenüber liegenden Seite eines Hauptlagers (102) ein im Wesentlichen T-förmiges Gegengewicht (108) ausgebildet ist, welches einen schmalen, sich von der Drehachse (114) des Hauptlagers (102) erstreckenden Mittelteil (110) und einen sich an den Mittelteil (110) anschließenden, von dem Hauptlager (102) beabstandeten breiten Querteil (112) umfasst.

10. Kurbelwelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelteil (110) eine Verjüngung umfasst, deren Breite  $B_V$  kleiner ist als der Durchmesser  $d_H$  des Hauptlagers (102).

11. Kurbelwelle nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke  $D_{G1}$  des Gegengewichts (108) im Bereich der Verjüngung kleiner ist als die Dicke  $D_{G2}$  des Gegengewichts (108) im Bereich des Querteils (112).

12. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kurbelwange (106) eine seitliche Ausnehmung (122) aufweist, deren Zentrum (124) sich vorzugsweise nach virtueller Projektion der Ausnehmung (122) in die Symmetrieebene zwischen der Drehachse der Hauptlager (102) und der Drehachse des zu der Kurbelwange (106) gehörigen Pleuellagers (104) befindet.

13. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Pleuellager (104) eine Lauffläche aufweist, die mindestens teilweise einen größeren Abstand zu der Drehachse (114) der Hauptlager (102) aufweist als die sich an das Pleuellager (104) anschließenden Kurbelwangen (106) und/oder dass die Kurbelwange im Grenzbereich zu einem Hauptlager den gleichen Abstand zur Drehachse aufweist wie die Lauffläche des Hauptlagers und somit die Kurbelwange ohne Anlaufbund in die Lauffläche des Hauptlagers übergeht.

14. Kurbelwelle nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kurbelwange (106) ein Sackloch (126) und eine von dem an die Kurbelwange (106) angrenzenden Hauptlager (102) zu dem an die Kurbelwange (106) angrenzenden Pleuellager (104) führende Ölbohrung (128) umfasst, wobei das Sackloch (126) schräg zu der Ölbohrung (128) verläuft und an dieser vorbeiführt.

15. Kurbelwelle nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurbelwange (106) im Bereich des Sacklochs (126) gehärtet ist und/oder im Bereich des Sacklocks (126) eine Fase (130) aufweist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

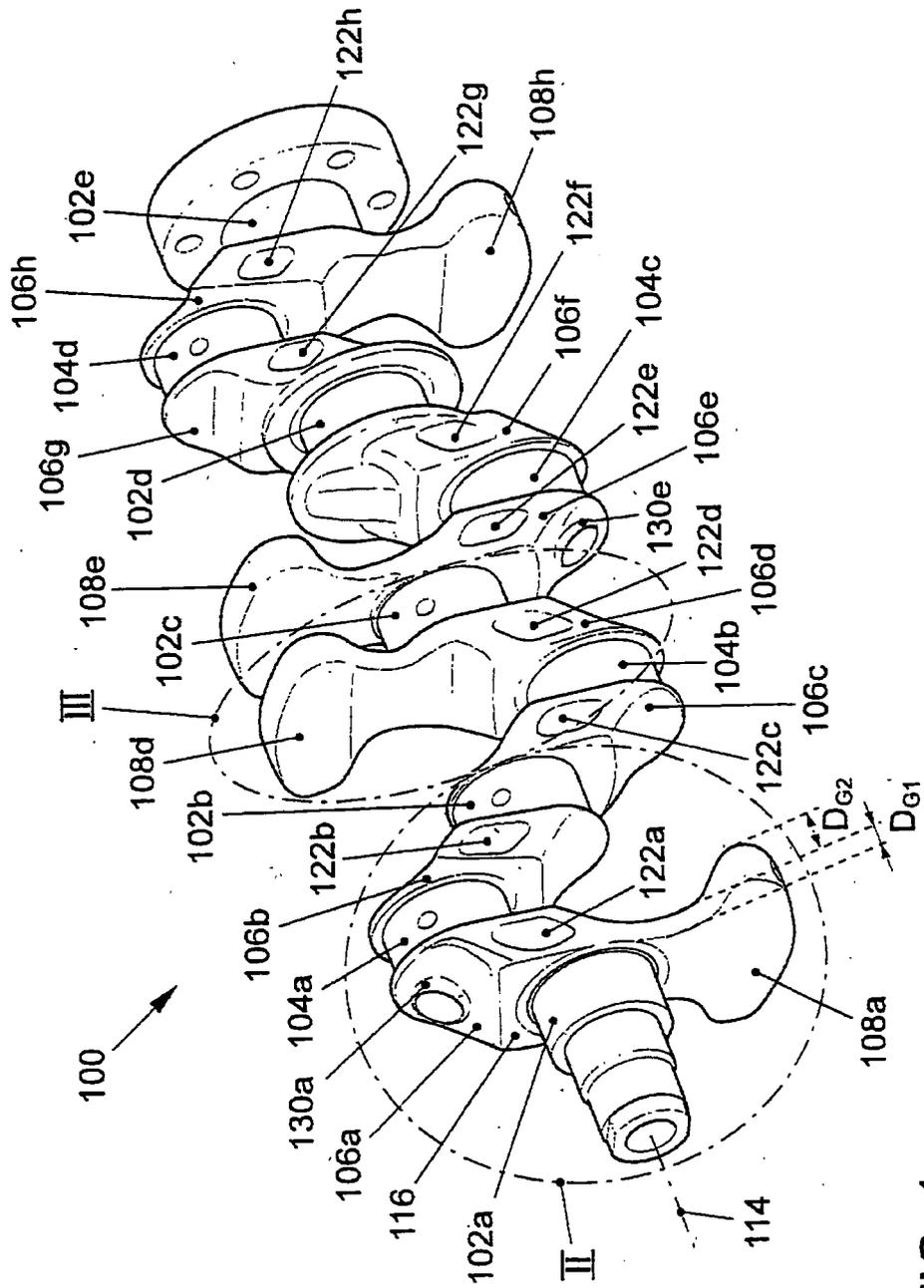


FIG. 1

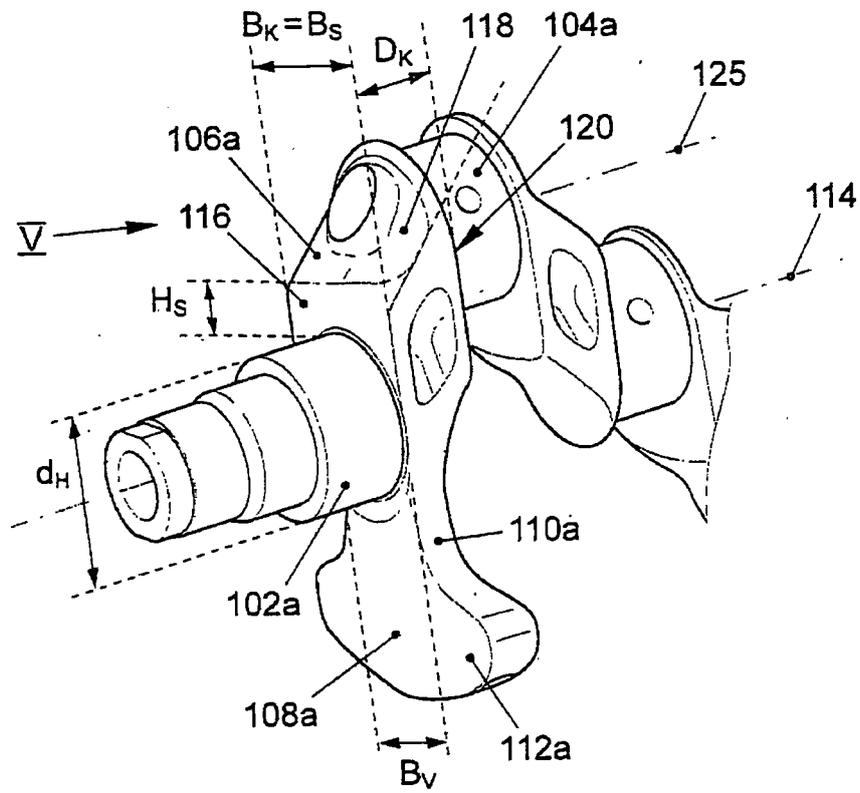


FIG. 2

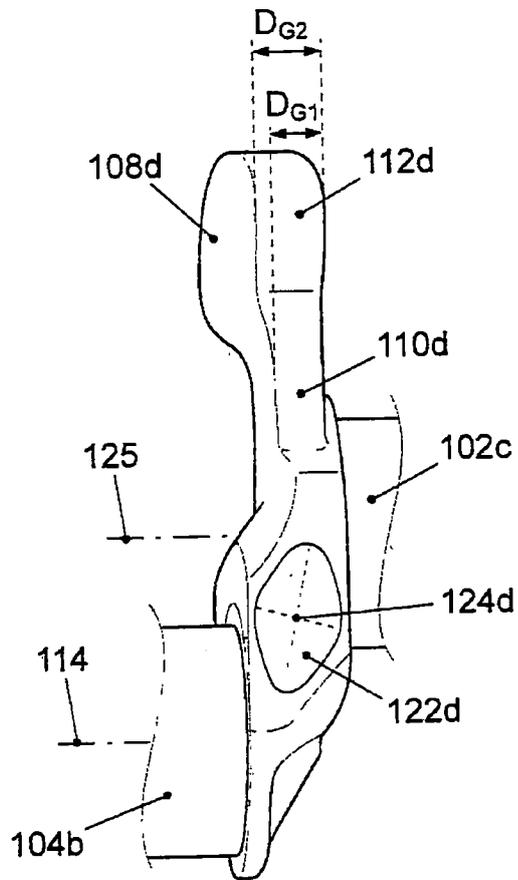


FIG. 3

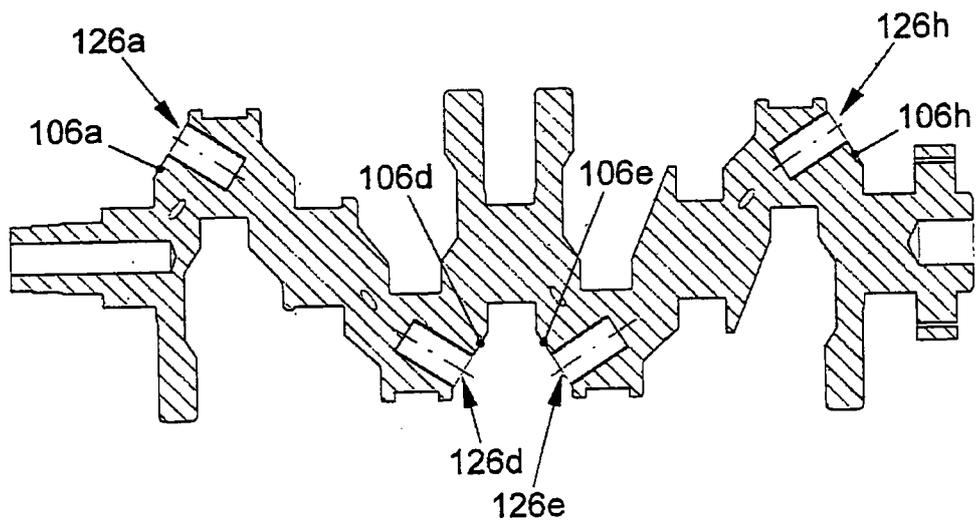


FIG. 4

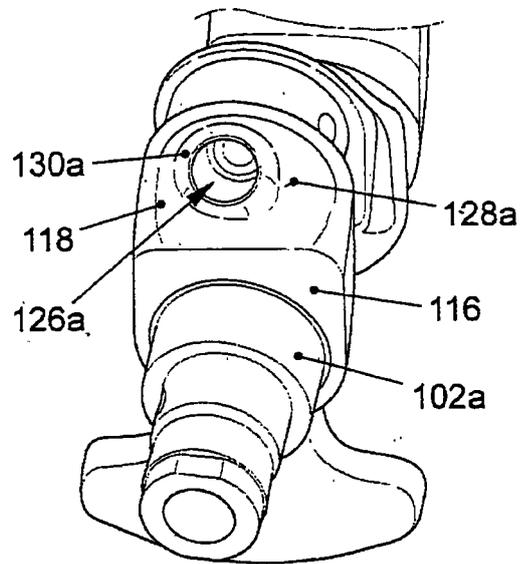


FIG. 5

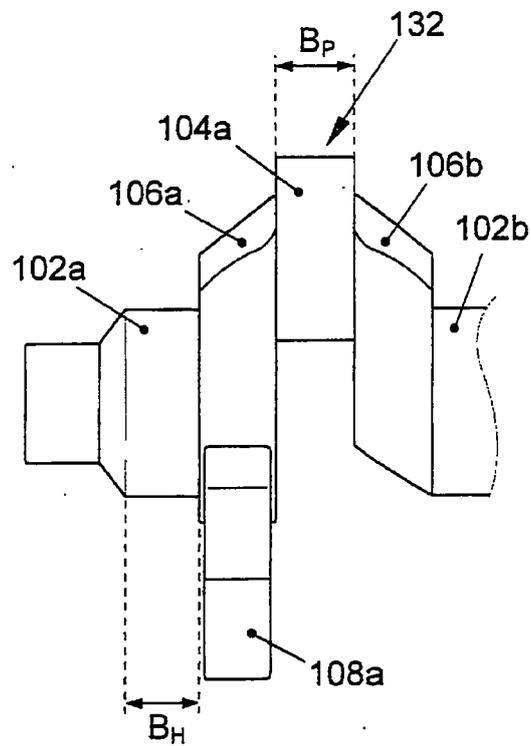


FIG. 6