

(19)



(11)

EP 1 555 405 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.04.2010 Patentblatt 2010/15

(51) Int Cl.:
F02B 67/04^(2006.01) F16F 15/26^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04028081.0**

(22) Anmeldetag: **26.11.2004**

(54) **Brennkraftmaschine**

Internal combustion engine

Moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **16.01.2004 DE 102004002277**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.07.2005 Patentblatt 2005/29

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Jerger, Eva
38378 Warberg (DE)**
• **Kielsmeier, Markus
38108 Braunschweig (DE)**
• **Kloft, Manfred
38154 Königslutter (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 916 833 DE-A1- 10 007 660
DE-C1- 3 824 553 US-A- 5 535 643**

EP 1 555 405 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung zum Ausgleich von Massenwirkungen, die ein zumindest eine von einer Kurbelwelle antreibbare Ausgleichswelle lagerndes Ausgleichswellengehäuse aufweist.

[0002] Eine derartige Brennkraftmaschine ist aus US 55 35 643 A bekannt. Die dort offenbarte Brennkraftmaschine weist eine Vorrichtung zum Ausgleich von Massenwirkungen auf, die ein Gehäuse besitzt, das unterhalb eines Kurbelgehäuses und innerhalb einer Ölwanne angeordnet sowie am Kurbelgehäuse befestigt ist, und zwar am Ort von Kurbellagern. In dem Gehäuse sind zwei von der Kurbelwelle antreibbare Ausgleichswellen untergebracht.

[0003] Des Weiteren offenbart DE 100 07 660 A1 eine Vorrichtung zum Momentenausgleich für eine Brennkraftmaschine mit einem Gehäuse, das an das Kurbelgehäuse angeschraubt ist und das eine Bohrung für eine Ausgleichswelle aufweist. Zur Versorgung der Brennkraftmaschine mit Öl ist eine Ölpumpe vorgesehen. Das Gehäuse weist einen Hohlraum auf, in dem die Ölpumpe untergebracht ist.

[0004] Über Montage und Befestigung von Lagerdeckeln der Kurbelwellenlager sagt dieser Stand der Technik nichts aus.

[0005] Eine Motorausgleichseinheit, die für einen Motor mit einem Zylinderblock und einer Kurbelwelle bestimmt ist, mit einer an einer Unterseite des Zylinderblocks angebrachte Ölwanne zeigt DE 198 51 547 A1; wobei in die Ölwanne ein Gehäuse zum Stützen von Ausgleichswellen mit Ausgleichsgewichten eingesetzt ist. An einer Seite der Ölwanne ist eine Ölpumpe mit einer ein Kettenrad aufweisenden Pumpenwelle vorgesehen. Während des Betriebs des Motors dreht sich die Kurbelwelle. Die Drehung der Kurbelwelle wird mittels einer Kette auf das Kettenrad übertragen, um die Ölpumpe zu drehen und zu betreiben. Die Drehung der Ölpumpe wird des Weiteren über eine Kupplung auf eine erste der Ausgleichswellen übertragen, welche über Zahnräder eine zweite Ausgleichswelle in Drehung versetzt.

[0006] Außerdem offenbart DE 197 49 300 A1 eine baulich und antriebsmäßig mit einer Ölpumpe kombinierte Brennkraftmaschine mit einer Ausgleichswellen aufweisenden Massenausgleichsvorrichtung II. Ordnung. Dabei ist die Ölpumpe bezüglich der Ausgleichswellen mit einer geringeren Drehzahl antreibbar. Die Ölpumpe steht mittels eines drehzahlsteigernden Getriebes mit einer der Ausgleichswellen in Antriebsverbindung, und die Ausgleichswellen sind über ein Zahnradpaar miteinander drehverbunden.

[0007] Ferner ist aus DE 38 24 553 C1 eine spezielle Kurbelwellenlagerung für eine Brennkraftmaschine mit einer Kurbelwelle und mit über eine Lagerbrücke verbundenen Hauptlagerstühlen bekannt, wobei die Lagerbrücke zwischen den Hauptlagerstühlen mit von der Kurbelwellenlängsachse abweichendem Verlauf sich erstrek-

kenden Versteifungsrippen versehen ist.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art mit einer erhöhten Steifigkeit und verminderter Geräuscentwicklung zu liefern, die eine erhöhte Montagefreundlichkeit aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst mit einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art, bei der zumindest ein Teil des Ausgleichswellengehäuses als Lagerdeckel der Kurbelwellenlager untereinander und mit dem Kurbelgehäuse verbindende Lagerbrücke ausgebildet sowie zusammen mit den Lagerdeckeln am Kurbelgehäuse befestigt ist. Die Unteransprüche betreffen besonders zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung.

[0010] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Ausgleichswellengehäuses als Lagerbrücke zur Verbindung von Kurbelwellenlagerdeckeln wird die Bauteilanzahl und damit auch die Anzahl der Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Bauteilen der Brennkraftmaschine reduziert, was unmittelbar eine Erhöhung der Steifigkeit zur Folge hat. Es erfolgt zudem eine Versteifung sowohl von Lagerstühlen der Kurbelwellenlager an sich als auch eines Kurbelgehäuses der Brennkraftmaschine. Auf diese Weise kann die Steifigkeit der Brennkraftmaschine insgesamt erheblich erhöht werden. Gleichzeitig werden die von der Brennkraftmaschine selbst bei ihrem Betrieb erzeugten Schwingungen und damit auch die Geräuscentwicklung nennenswert vermindert. Mit der Erfindung erfolgt somit einerseits eine mechanische und andererseits eine akustisch wirksame Versteifung der Brennkraftmaschine mit der Folge, dass die Dauerhaltbarkeit steigt und das Geräuschniveau sinkt. Da die geringere Bauteilanzahl sowohl Logistik und Lagerhaltung als auch Zusammenbau der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine vereinfacht, kann diese zudem besonders kostengünstig hergestellt werden. Weiterhin von Vorteil ist dabei, dass sich die Einheit aus Ausgleichswellengehäuse und Lagerbrücke modularartig vorfertigen lässt. Die erfindungsgemäße Bauteilintegration führt außerdem vorteilhaft zu einer Gewichtseinsparung, die insbesondere bei Brennkraftmaschinen in Kraftfahrzeugen den Verbrauch an Treibstoff zu verringern hilft.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung besitzt das Ausgleichswellengehäuse ein Verbindungen zu den Lagerdeckeln aufweisendes, die Lagerbrücke bildendes Gehäuseunterteil und ein als Gehäusedeckel ausgebildetes Gehäuseoberteil. Auf diese Weise kann die funktionale Integration der Bauteile erhöhend und den Zusammenbau vereinfachend das Gehäuseunterteil sowohl als Lagerungsschale für die Ausgleichswelle als auch als stabilisierende Lagerbrücke dienen.

[0012] Man könnte sich vorstellen, dass die Lagerbrücke einige ausgewählte Lagerdeckel von Kurbelwellenlagern verbindet. Besonders vorteilhaft ist es hingegen, wenn gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung die Lagerbrücke Lagerdeckel aller Kurbelwellenlager untereinander und mit einem Kurbelgehäuse ver-

bindet. Auf diese Weise wird durch die Anbindung der Lagerdeckel unmittelbar an das regelmäßig sehr steife Kurbelgehäuse eine besonders hohe Festigkeit und Verwindungssteifigkeit der Brennkraftmaschine erreicht.

[0013] Vorteilhaft werden insbesondere Längsschwingungen der Lagerbrücke weitestgehend verhindert, wenn gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung die Lagerbrücke an Seitenwände des Kurbelgehäuses angebunden ist. Diese Anbindung kann vorzugsweise mittels einer Verschraubung der Lagerbrücke an dem Kurbelgehäuse erfolgen.

[0014] Dabei ist es für eine Montage und (zum Beispiel im Wartungsfall) für eine Demontage der Brennkraftmaschine von besonderem Vorteil, wenn gemäß einer zusätzlichen Weiterbildung der Erfindung die Lagerbrücke seitliche Anbindungsflaschen aufweist, die mit den Seitenwänden des Kurbelgehäuses verschraubt sind.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Anbindungsflaschen in einer zur Achse eines Zylinders der Brennkraftmaschine parallelen Richtung biegeweich und in einer zur Kurbelwellenlängsachse parallelen Richtung biegesteif. Durch die biegeweichere Ausbildung der Anbindungsflaschen in der zur Zylinderachse parallelen Richtung können besonders gut sowohl Fertigungstoleranzen ausgeglichen als auch unterschiedliche Wärmedehnungen aufgenommen werden. Gleichzeitig verhindert die biegesteife Ausbildung der Anbindungsflaschen in der zur Kurbelwellenlängsachse parallelen Richtung Lagerdeckelschwingungen.

[0016] Von besonderem Vorteil zum Ausgleich von Massenkräften II. Ordnung, insbesondere bei 4-Zylinder-Brennkraftmaschinen, ist es, wenn die Brennkraftmaschine zwei Ausgleichswellen aufweist. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist dann die zweite Ausgleichswelle von der ersten Ausgleichswelle antreibbar. Vorzugsweise treibt eine der beiden Ausgleichswellen eine an dem Ausgleichswellengehäuse angeordnete Ölpumpe an, insbesondere die zweite Ausgleichswelle. Auf diese Weise ist die Ölpumpe im Kraftfluss das letzte Bauelement und verhindert bei über ein Zahnradgetriebe gekoppelten Ausgleichswellen als Lastabnehmer ein Klappern der Zahnräder. Durch diese Maßnahme erfolgt eine weitere nennenswerte Absenkung des Geräuschniveaus der Brennkraftmaschine, eine weitere Reduktion der Bauteilanzahl und eine weitere Funktionsintegration bezüglich eines vormontierbaren Moduls aus Ausgleichswellengehäuse, Lagerbrücke und Ölpumpe.

[0017] Man könnte sich vorstellen, die Ausgleichswellen beispielsweise mittels eines Ketten- oder Zahnriementriebs oder über ein geradverzahntes Zahnradgetriebe miteinander zu koppeln. Für einen möglichst geräuscharmen Lauf und eine hohe Dauerhaltbarkeit ist es jedoch von Vorteil, wenn gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung die Ausgleichswellen über ein schrägverzahntes Zahnradgetriebe miteinander verbunden sind.

[0018] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbil-

dung der Erfindung ist der Ölpumpe ein Getriebe vorgeschaltet, das eine Drehzahl der die Ölpumpe antreibenden Ausgleichswelle ins Langsame übersetzt. Durch eine solche Übersetzung ins Langsame, umgangssprachlich auch als Untersetzung bezeichnet, wird der Wirkungsgrad der Ölpumpe erhöht.

[0019] Eine Brennkraftmaschine mit besonders geringem Gewicht, die insbesondere bei Verwendung in einem Kraftfahrzeug zu einem reduzierten Kraftstoffverbrauch führt, wird dadurch erhalten, dass gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung das Kurbelgehäuse im Wesentlichen aus einer Aluminiumlegierung besteht; der Begriff im Wesentlichen bedeutet dabei, dass einige, einen geringeren Volumenanteil ausmachende Bestandteile wie zum Beispiel Lagerbuchsen des Kurbelgehäuses aus einem anderen Werkstoff bestehen können. Bei einer Brennkraftmaschine mit einem Kurbelgehäuse aus einer Aluminiumlegierung treten zudem die oben genannten Vorteile der erhöhten Steifigkeit und verminderten Geräuscentwicklung außergewöhnlich deutlich zutage.

[0020] Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist eine davon in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 eine Teilansicht einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in Explosionsdarstellung und in

Fig. 2 die Brennkraftmaschine nach Figur 1 in einer weiteren, perspektivischen Teilansicht.

[0021] In den beiden Figuren sind sich entsprechende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Figur 1 zeigt einen Ausschnitt einer Brennkraftmaschine 1 mit einer Vorrichtung 2 zum Ausgleich von Massenwirkungen, die von einer hier nicht dargestellten Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 1 antreibbar ist. Die Vorrichtung 2 zum Ausgleich von Massenwirkungen weist ein Ausgleichswellengehäuse mit einem als Lagerbrücke 4 ausgebildeten Gehäuseunterteil und einem als Gehäusedeckel 6 ausgebildeten Gehäuseoberteil auf. Die Brennkraftmaschine ist ein 4-Zylinder-Reihenmotor eines Personenkraftwagens.

[0022] Die Lagerbrücke 4 verbindet Lagerdeckel 8 von hier nicht dargestellten Kurbelwellenlagern der Kurbelwelle und wird mit den Lagerdeckeln 8 an ein Kurbelgehäuse 10 der Brennkraftmaschine 1 mittels Lagerdeckelschrauben 12 und Sechskantschrauben 14 befestigt. In der Lagerbrücke 4 sind zwei Ausgleichswellen 16, 18 gelagert, die über ein auf der Kurbelwelle angebrachtes Kettenrad 20, eine Kette 22 und ein auf der ersten Ausgleichswelle 16 angebrachtes zweites Kettenrad 24 angetrieben werden. Die Ausgleichswellen 16, 18 mit Ausgleichsmassen befinden sich mit ihren Schwerpunkten in der Mitte der Brennkraftmaschine 1 und in gleichem Achsabstand von der Kurbelwellenmitte. Der Gehäuse-

deckel 6 ist mit Bundschrauben 26 an der Lagerbrücke 4 befestigt. Die exakte Lage des Gehäusedeckels 6 zum die Lagerbrücke 4 bildenden Gehäuseunterteil wird mittels Passhülsen 28 sichergestellt.

[0023] Die erste Ausgleichswelle 16 wird an vier Lagerstellen 30, 32, 34, 36 radial gelagert, die zweite Ausgleichswelle 18 an drei Lagerstellen 38, 40, 42. Die Lagerungen der Ausgleichswellen 16, 18 bestehen aus Gleitlagern, wobei die Ausgleichswellen 16, 18 aufgrund der von ihnen erreichbaren hohen Drehzahlen (bis zu 13.600 1/min) in Lagerschalen 44 und Lagerbuchsen 46, 48 eingebettet sind. Die Gleitlager werden über hier nicht dargestellte Kanäle mit Öl aus dem Kurbelgehäuse 10 versorgt. Diese Kanäle verlaufen sowohl in der Lagerbrücke 4 als auch im Gehäusedeckel 6.

[0024] Der Antrieb der ersten Ausgleichswelle 16 erfolgt über das auf der Kurbelwelle angebrachte Kettenrad 20, das über die Kette 22 das auf der ersten Ausgleichswelle 16 angebrachte zweite Kettenrad 24 antreibt. Der Durchmesser der Kettenräder 20, 24 ist dabei so gewählt, dass die Drehzahl der ersten Ausgleichswelle 16 der doppelten Kurbelwellendrehzahl entspricht, das heißt die Übersetzung i_K des Kettentriebs beträgt 0,5 ($i_K = 0,5$). Ein auf der ersten Ausgleichswelle 16 angebrachtes erstes schrägverzahntes Zahnrad 50 bildet zusammen mit einem auf der zweiten Ausgleichswelle 18 angebrachten zweiten schrägverzahnten Zahnrad 52 eine erste Zahnradstufe, über die die zweite Ausgleichswelle 18 mit einer der ersten Ausgleichswelle 16 entsprechenden Drehzahl angetrieben wird. Somit beträgt die Übersetzung i_1 der ersten Zahnradstufe 1 ($i_1 = 1$).

[0025] Aufgrund der Schrägverzahnung der ersten Zahnradstufe entstehen an ihren Zahnradern 50, 52 nicht nur Radialkräfte, sondern auch Axialkräfte, die über zusätzliche, hier nicht im Einzelnen dargestellte Axiallager aufgefangen werden. Die Axiallager befinden sich an den beiden Seiten der schrägverzahnten Zahnräder 50, 52, die jeweiligen Gegenflächen befinden sich an der Lagerbrücke 4 und am Gehäusedeckel 6. Durch die axiale Lagerung wird ein seitliches Verrutschen (Hin- und Herrutschen) sowie Klappern der Ausgleichswellen 16, 18 im Ausgleichswellengehäuse verhindert.

[0026] Die Vorrichtung 2 zum Ausgleich von Massenwirkungen weist ferner eine Ölpumpe 54 der Brennkraftmaschine 1 auf. Die Ölpumpe 54 ist eine verstellbare Außenzahnradpumpe, die in den Gehäusedeckel 6 des Ausgleichswellengehäuses mittels Bundschrauben 56 eingeschraubt ist. Der Antrieb der Ölpumpe 54 erfolgt durch die zweite Ausgleichswelle 18. Dazu ist auf der zweiten Ausgleichswelle 18 ein Antriebszahnrad 58 mit vergleichsweise kleinem Durchmesser angeordnet, in das ein auf einer Ölpumpenwelle 60 angeordnetes, einen größeren Durchmesser aufweisendes Eingangszahnrad 62 eingreift. Die Ölpumpenwelle 60 sowie erste und zweite Ausgleichswelle 16, 18 sind parallel zueinander angeordnet. Das Antriebszahnrad 58 und das Eingangszahnrad 62 gehören zu einer die Ölpumpe 54 antreibenden zweiten Zahnradstufe.

[0027] Die Übersetzung der zweiten Zahnradstufe ist in diesem Ausführungsbeispiel derart gewählt, dass die Ölpumpenwelle 60 mit der Kurbelwellendrehzahl angetrieben wird, das heißt die Übersetzung i_2 der zweiten Zahnradstufe beträgt 2 ($i_2 = 2$). Die Drehzahl der Ölpumpenwelle 60 entspricht folglich der halben Drehzahl der beiden Ausgleichswellen 16, 18. Durch diese, von der zweiten Zahnradstufe bewerkstelligte Untersetzung ins Langsame wird ein hoher Wirkungsgrad der Ölpumpe 54 erreicht. Denkbar ist eine noch weitere Erhöhung des Wirkungsgrades der Ölpumpe 54 durch eine Absenkung der Drehzahl der Ölpumpenwelle 60 auf ein Niveau unterhalb der Drehzahl der Brennkraftmaschine 1.

[0028] Bei der im beschriebenen Ausführungsbeispiel gewählten Anordnung ist die Ölpumpe 54 das letzte Bauteil im Kraftfluss über die Ausgleichswellen 16, 18. Da die Ausgleichswellen 16, 18 während jeder Umdrehung der Kurbelwelle abwechselnd beschleunigt und verzögert werden, erfolgt grundsätzlich ein ständiger Anlagewechsel der Zähne der Zahnräder 50, 52 der ersten Zahnradstufe mit der Folge einer unerwünschten Geräuschentwicklung. Durch das von der Ölpumpe 54 bewirkte Bremsmoment wird in der hier gewählten Anordnung dieser grundsätzliche Anlagewechsel verhindert, die Zähne der Zahnräder 50, 52 befinden sich in immer gleicher Anlage, wodurch die Geräuschentwicklung minimiert wird. Das Gleiche gilt für die zweite Zahnradstufe mit dem Antriebszahnrad 58 auf der zweiten Ausgleichswelle 18 und dem Eingangszahnrad 62 auf der Ölpumpenwelle 60.

[0029] In Figur 2 ist eine Teilansicht der Brennkraftmaschine 1 in zusammengebaute Ausführung gezeigt. Das Ausgleichswellengehäuse 64 ist hier geschlossen, der Gehäusedeckel 6 ist mit den Bundschrauben 26 auf die Lagerbrücke 4 aufgeschraubt, die wiederum mit den Sechskantschrauben 14 an Seitenwände 66, 68 des Kurbelgehäuses 10 angeschraubt ist. Hierzu weist die Lagerbrücke 4 seitliche Anbindungslaschen 70 auf, durch die die Sechskantschrauben 14 hindurchgreifen. Diese Anbindungslaschen 70 sind in einer zur Achse eines Zylinders der Brennkraftmaschine 1 parallelen Richtung, beispielhaft gekennzeichnet durch eine Gerade 72, biegeweich und in einer zur Kurbelwellenlängsachse parallelen Richtung, beispielhaft gekennzeichnet durch eine Gerade 74, biegesteif.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung zum Ausgleich von Massenwirkungen, die ein zumindest eine von einer Kurbelwelle antreibbare Ausgleichswelle lagerndes, an einem Kurbelgehäuse befestigtes Ausgleichswellengehäuse aufweist, wobei insbesondere eine von der Ausgleichswelle antreibbare und an dem Ausgleichswellengehäuse angeordnete Ölpumpe vorgesehen und die Kurbelwelle mittels Kurbelwellenlager gelagert ist, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass zumindest ein Teil des Ausgleichswellengehäuses (64) als Lagerbrücke (4) ausgebildet ist, die Lagerdeckel (8) der Kurbelwellenlager untereinander verbindet und zusammen mit den Lagerdeckeln (8) am Kurbelgehäuse (10) befestigt ist.

5

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichswellengehäuse (64) ein Verbindungen zu den Lagerdeckeln (8) aufweisendes, die Lagerbrücke (4) bildendes Gehäuseunterteil und ein als Gehäusedeckel (6) ausgebildetes Gehäuseoberteil besitzt.

10

3. Brennkraftmaschine nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerbrücke (4) Lagerdeckel (8) aller Kurbelwellenlager untereinander und mit einem Kurbelgehäuse (10) verbindet.

15

4. Brennkraftmaschine nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerbrücke (4) an Seitenwände (66, 68) des Kurbelgehäuses (10) angebunden ist.

20

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerbrücke (4) seitliche Anbindungslaschen (70) aufweist, die mit den Seitenwänden (66, 68) des Kurbelgehäuses (10) verschraubt sind.

25

6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anbindungslaschen (70) in einer zur Achse eines Zylinders der Brennkraftmaschine (1) parallelen Richtung biegeweich und in einer zur Kurbelwellenlängsachse parallelen Richtung biegesteif sind.

30

35

7. Brennkraftmaschine nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite, von der ersten Ausgleichswelle (16) antreibbare Ausgleichswelle (18) angeordnet ist.

40

8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichswellen (16, 18) über ein schrägverzahntes Zahnradgetriebe miteinander verbunden sind.

45

9. Brennkraftmaschine nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ölpumpe (54) von einer Ausgleichswelle (16, 18) antreibbar ist.

50

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ölpumpe (54) ein Getriebe vorgeschaltet ist, das eine Drehzahl der die Ölpumpe (54) antreibenden Ausgleichswelle (18) ins Langsame übersetzt.

55

11. Brennkraftmaschine nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kurbelgehäuse (10) im Wesentlichen aus einer Aluminiumlegierung besteht.

Claims

1. Internal combustion engine with a device for balancing mass effects, which comprises a balancing shaft housing which is fastened to a crankcase and bears at least one balancing shaft which can be driven by a crankshaft, wherein in particular there is provided an oil pump which can be driven by the balancing shaft and is arranged on the balancing shaft housing and the crankshaft is mounted by crankshaft bearings, **characterized in that** at least a part of the balancing shaft housing (64) is formed as a bearing bridge (4) which connects the bearing covers (8) of the crankshaft bearings to one another and is fastened together with the bearing covers (8) on the crankcase (10).

2. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** the balancing shaft housing (64) has a housing lower part, which has connections to the bearing covers (8) and bears the bearing bridge (4), and a housing upper part formed as a housing cover (6).

3. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the bearing bridge (4) connects bearing covers (8) of all crankshaft bearings to one another and to a crankcase (10).

4. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the bearing bridge (4) is attached to side walls (66, 68) of the crankcase (10).

5. Internal combustion engine according to Claim 4, **characterized in that** the bearing bridge (4) has lateral attachment tabs (70) which are screwed to the side walls (66, 68) of the crankcase (10).

6. Internal combustion engine according to Claim 5, **characterized in that** the attachment tabs (70) are flexurally soft in a direction parallel to the axis of a cylinder of the internal combustion engine (1) and flexurally rigid in a direction parallel to the crankshaft longitudinal axis.

7. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a second balancing shaft (18) which can be driven by the first balancing shaft (16) is arranged.

8. Internal combustion engine according to Claim 7, **characterized in that** the balancing shafts (16, 18) are connected to one another via a helical gearwheel mechanism.
9. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** an oil pump (54) can be driven by a balancing shaft (16, 18).
10. Internal combustion engine according to Claim 9, **characterized in that** a gearing is connected upstream of the oil pump (54) and steps down a rotational speed of the balancing shaft (18) which drives the oil pump (54).
11. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the crankcase (10) is substantially made of an aluminium alloy.

Revendications

1. Moteur à combustion interne avec un dispositif pour compenser des effets de masse, qui comprend un carter d'arbre de différentiel fixé à un carter de vilebrequin et supportant au moins un arbre de différentiel pouvant être entraîné par un vilebrequin, dans lequel il est prévu en particulier une pompe à huile pouvant être entraînée par l'arbre de différentiel et disposée sur le carter d'arbre de différentiel et le vilebrequin est supporté par des paliers de vilebrequin, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie du carter d'arbre de vilebrequin (64) se présente sous la forme d'un pont de paliers (4), qui relie l'un à l'autre des chapeaux de palier (8) des paliers de vilebrequin et est fixé avec les chapeaux de palier (8) sur le carter de vilebrequin (10).
2. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le carter d'arbre de différentiel (64) comprend une partie inférieure du carter formant le pont de paliers (4) et présentant des liaisons avec les chapeaux de palier (8) et une partie supérieure de carter se présentant sous la forme d'un couvercle de carter (6).
3. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pont de paliers (4) relie l'un à l'autre les chapeaux de palier (8) de tous les paliers de vilebrequin et à un carter de vilebrequin (10).
4. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pont de paliers (4) est assemblé aux parois latérales (66, 68) du carter de vilebrequin (10).
5. Moteur à combustion interne selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le pont de paliers (4) présente des pattes d'assemblage latérales (70), qui sont boulonnées sur les parois latérales (66, 68) du carter de vilebrequin (10).
6. Moteur à combustion interne selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les pattes d'assemblage (70) sont flexibles dans une direction parallèle à l'axe d'un cylindre du moteur à combustion interne (1) et rigides dans une direction parallèle à l'axe longitudinal du vilebrequin.
7. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend un deuxième arbre de différentiel (18), pouvant être entraîné par le premier arbre de différentiel (16).
8. Moteur à combustion interne selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les arbres de différentiel (16, 18) sont reliés l'un à l'autre par un engrenage à denture hélicoïdale.
9. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une pompe à huile (54) peut être entraînée par un arbre de différentiel (16, 18).
10. Moteur à combustion interne selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la pompe à huile (54) est précédée par un engrenage, qui ralentit une vitesse de rotation de l'arbre de différentiel (18) qui entraîne la pompe à huile (54).
11. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le carter de vilebrequin (10) est composé essentiellement d'un alliage d'aluminium.

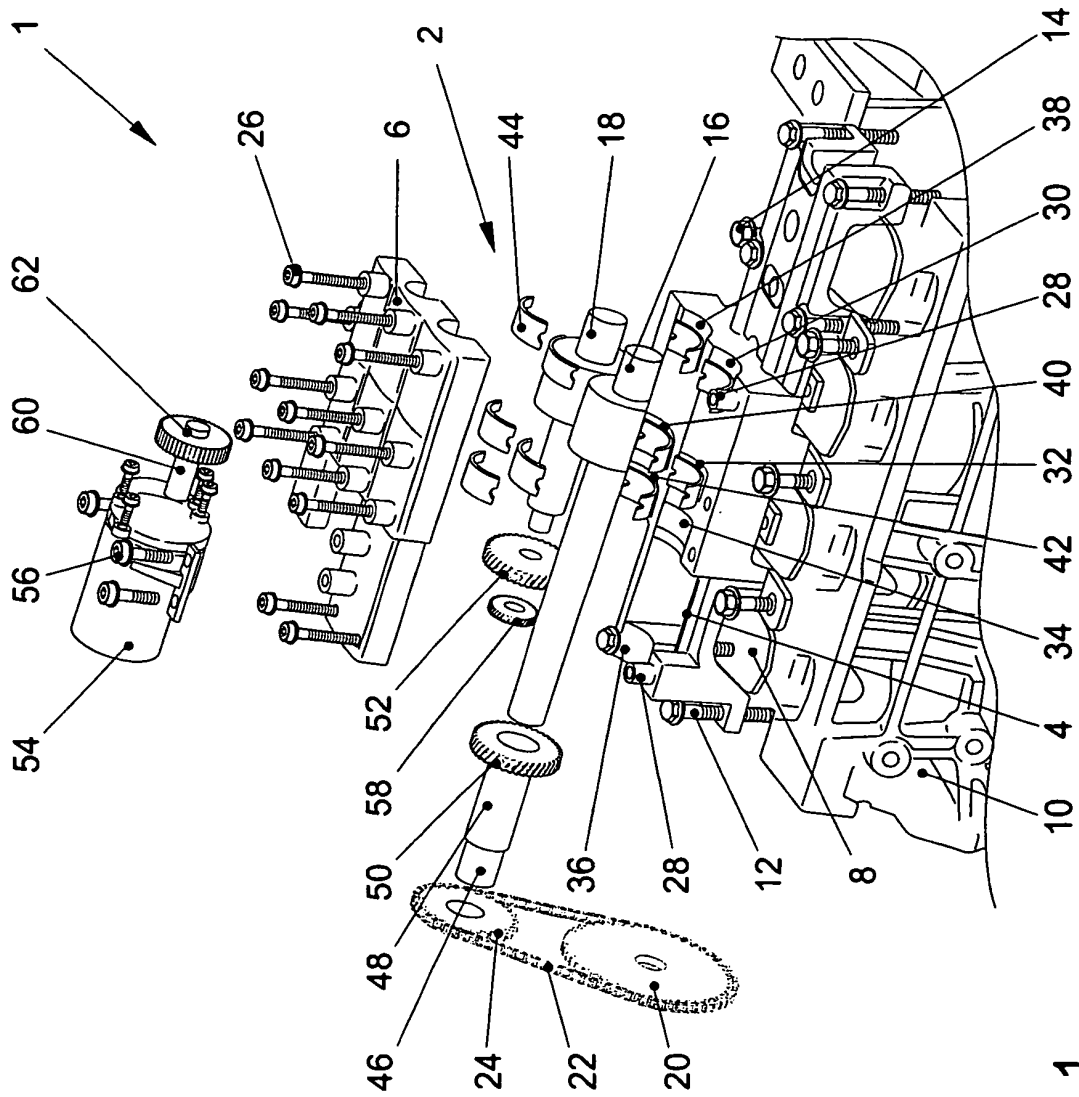


FIG. 1

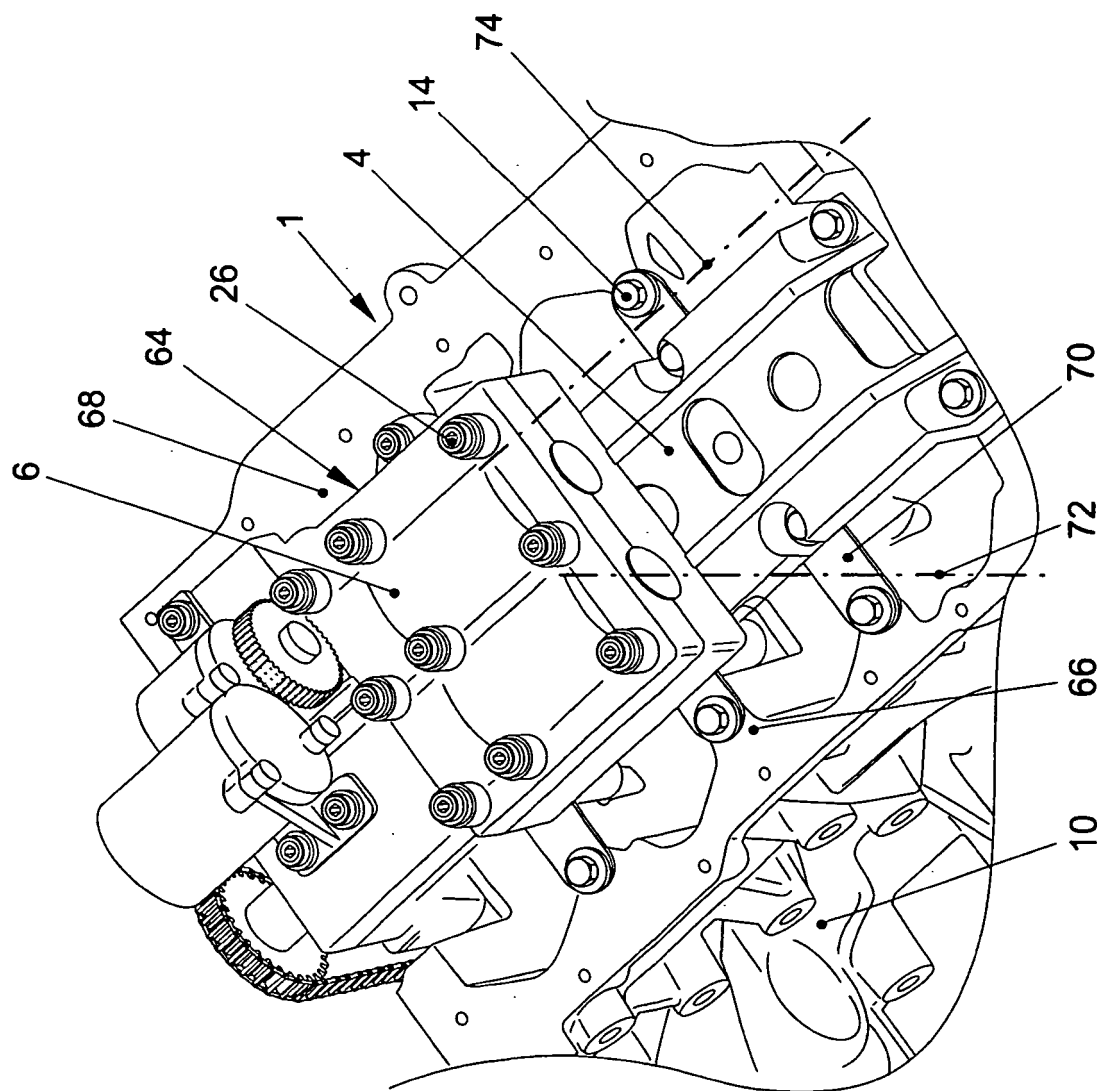


FIG. 2

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 5535643 A **[0002]**
- DE 10007660 A1 **[0003]**
- DE 19851547 A1 **[0005]**
- DE 19749300 A1 **[0006]**
- DE 3824553 C1 **[0007]**