



(11) **EP 1 736 666 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.12.2009 Patentblatt 2009/50

(51) Int Cl.:
F04B 1/04 ^(2006.01) **F04B 27/04** ^(2006.01)
F04B 53/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06011681.1**

(22) Anmeldetag: **06.06.2006**

(54) **Pumpengetriebe**

Pump gear

Boîte de vitesse de pompe

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

(30) Priorität: **24.06.2005 DE 102005029481**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.12.2006 Patentblatt 2006/52

(73) Patentinhaber: **Bran + Luebbe GmbH
D-22844 Norderstedt (DE)**

(72) Erfinder: **Petersen, Dirk
23843 Travenbrück (DE)**

(74) Vertreter: **Friese, Martin et al
Patentanwälte
Andrae Flach Haug
Balanstrasse 55
81541 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 19 918 161 US-A- 1 726 633
US-A- 4 264 286**

EP 1 736 666 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 ein Pumpengetriebe mit mehreren Zylindern, deren Achsen vorbestimmte Winkel einschließend um eine Kurbelwelle angeordnet sind, und deren Kolben oder Membranen jeweils mit einem auf einer eigenen Kurbelkröpfung an der Kurbelwelle gelagerten Pleuel funktionell verbunden sind, wobei die Kurbelkröpfungen einen vorbestimmten Winkelversatz zueinander aufweisen, und dieser Winkelversatz in Abstimmung auf die Winkel, welche die Zylinderachsen einschließen, so gewählt ist, dass die Phasenverschiebungen zwischen je zwei bei einer Umdrehung der Kurbelwelle aufeinanderfolgend betätigten Kolben der Zylinder gleich groß sind.

[0002] Mehrzylindrische Pumpengetriebe werden in Prozesspumpen zur Förderung von großen Förderströmen oder bei hohen Drücken verwendet. Als Pumpenköpfe kommen dabei meist Membranpumpenköpfe zum Einsatz. Da die darin genutzten Membranen nur begrenzt auslenkungsfähig sind, werden für große Fördervolumina Membranpumpenköpfe mit sehr großem Durchmesser erforderlich. Wenn solche großen Membranpumpenköpfe mit einem mehrzylindrischen Getriebe betrieben werden sollen, müssen daher auch die Abstände der Pumpenkopfhalter beziehungsweise der Zylinder groß genug sein. Bei herkömmlichen Pumpengetrieben sind die einzelnen Zylinder üblicherweise parallel angeordnet und waagrecht an einer ebenfalls waagrecht liegenden Kurbelwelle gelagert. In diesem Fall bedeutet ein großer Zylinderabstand im Anschlussbereich für die Pumpenköpfe auch einen großen Lagerabstand auf der Kurbelwelle. Bei mehreren Zylindern und großen Pumpenköpfen muss die Kurbelwelle dementsprechend lang ausgestaltet sein. Dies erfordert wiederum besondere Eigenschaften der Kurbelwelle, insbesondere hinsichtlich Stabilität und Biegesteifigkeit. Dadurch und durch den hohen Platzbedarf kommen hohe Kosten bei Produktion und Lagerhaltung zustande. Daraus folgen Bestrebungen, leistungsfähige Pumpengetriebe zu entwickeln, die einen geringeren Platzbedarf haben.

[0003] Aus der deutschen Gebrauchsmusterschrift DE 8521520 U1 ist eine Mehrzylinder-Membranpumpe bekannt, bei der die Zylinderkolben auf einem einzigen Exzenter an einer Kurbelwelle gelagert sind. Die einzelnen Zylinder sind dabei sternförmig um die Kurbelwelle angeordnet. Die Kurbelwelle selbst ist dementsprechend vergleichsweise kurz. Um eine gleichmäßige Überlagerung der Teilförderströme der einzelnen Zylinder zu erreichen, sind die Winkel, unter denen die Zylinder zueinander stehen, gleichmäßig auf 360° verteilt. Die sternförmige Anordnung der Zylinder ist jedoch mit erheblichen Nachteilen verbunden. Zum einen ist die gesamte Pumpe dadurch verhältnismäßig ausladend, und der Platzbedarf der Pumpe ist noch immer unbefriedigend, zum anderen ist bei einer eingebauten Pumpe die Erreichbarkeit der rückseitig liegenden Zylinder erheblich eingeschränkt. Zusätzlich erfordert die Verrohrung einen

besonderen Aufwand.

[0004] Aus der US 4,264,286 A, die als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, ist eine Hochdruck-Kolbenpumpe sowie eine Niederdruck-Kolbenpumpe in einem System für unterschiedliche Flüssigkeiten, umfassend jeweils mehrere in Reihe angeordneter Zylinder mit Pumpenköpfe, wobei die beiden Pumpenkopfgruppen über Kreuzköpfe und jeweilige unterschiedlich lange Pleuel und einer gemeinsame Kurbelwelle angetrieben werden. Alle Pumpzylinderachsen liegen parallel zueinander in einer Ebene. Die Kröpfungen der Kurbelwelle sind dabei für jede Pumpenkopfgruppe gleichwinklig zueinander sowie äquidistant voneinander entlang der Kurbelwellenachse angeordnet, was eine Verminderung der Vibrationen der Pumpe erzeugt. Die Phase der Niederdruck-Kolbenpumpe ist dabei um 30° zur Phase der Hochdruck-Kolbenpumpe versetzt.

[0005] Die DE 199 18 161 A1 offenbart einen Kompressor einer Kältemittelverdichteranlage, wobei die Zylinder in einem V-förmigen Winkel kleiner als 90° zueinander angeordnet sind. Die Verdichterwelle ist an ihren beiden Enden in entsprechenden Lagern gelagert. Zwischen den Lagerabschnitten der Verdichterwelle sind Exzenter angeordnet, wobei für jeden einzelnen Kolben jeweils ein Exzenter vorgesehen ist, der in einem Abstand von den anderen einzelnen Exzenter für die jeweils anderen Kolben angeordnet ist. Auch hier ist noch keine optimale Raumausnutzung bzw. Kompaktheit und noch keine optimierte Laufruhe des Pumpengetriebes erreicht.

[0006] Vor diesem Hintergrund ist es **Aufgabe** der Erfindung, ein Pumpengetriebe anzugeben, welches in besonderem Maße kompakt ist und bei gleichzeitiger guter Erreichbarkeit der einzelnen Zylinder eine kurze Kurbelwelle sowie ein optimales Laufverhalten aufweist.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Pumpengetriebe mit mehreren Zylindern, deren Achsen vorbestimmte Winkel einschließend um eine Kurbelwelle angeordnet sind, und deren Kolben jeweils durch ein auf einer Kurbelkröpfung an der Kurbelwelle gelagertes Pleuel angelenkt sind, wobei jedes Pleuel auf einer eigenen Kurbelkröpfung gelagert ist, und die Kurbelkröpfungen einen vorbestimmten Winkelversatz zueinander aufweisen. Der Winkelversatz dieser Kurbelkröpfungen ist erfindungsgemäß in Abstimmung auf die Winkel, welche die Zylinderachsen einschließen, so gewählt, dass die Phasenverschiebungen zwischen je zwei bei einer Umdrehung der Kurbelwelle aufeinanderfolgend betätigten Kolben der Zylinder gleich groß sind. Die Summe aller Winkel, welche die Zylinderachsen einschließen, ist erfindungsgemäß kleiner oder gleich 180° und die Zylinderachsen liegen alle in einer zur Kurbelwelle senkrechten Ebene oder ihr gegenseitiger Höhenversatz in Richtung der Kurbelwellenachse entspricht maximal einer Pleueldicke.

[0008] Die Winkel, welche die Zylinderachsen einschließen, sind dabei in Projektion auf eine Ebene senkrecht zur Längsachse der Kurbelwelle zu sehen. Tat-

sächlich schneiden sich die Zylinderachsen nicht, da die Angriffspunkte der Pleuel an den jeweiligen Kurbelkröpfungen entlang der Längsachse der Kurbelwelle versetzt sind. In der Projektion schneiden sich die Zylinderachsen jedoch in der Kurbelwelle und gehen strahlenförmig von dieser aus. Die Winkelverteilung zwischen den Zylinderachsen kann nahezu beliebig um die Kurbelwelle gewählt sein. Lediglich der minimale Winkel zwischen zwei benachbarten Zylinderachsen ist durch die Abmessungen der Zylinder und der anzuschließenden Pumpenköpfe vorgegeben und die Summe aller eingeschlossenen Winkel darf nicht über 180° betragen. Es sind sowohl symmetrische Anordnungen mit regelmäßigen Winkelabständen der Zylinder als auch asymmetrische Anordnungen möglich. Die vielfältigen Möglichkeiten der geometrischen Anordnung bieten den Vorteil, dass die Pumpe, an viele verschiedene bauliche Bedingungen angepasst werden kann, beispielsweise wenn sie in eine komplexere Anlage integriert werden soll.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Pumpengetriebe sind die Zylinder so angeordnet, dass die Summe der von den Zylinderachsen eingeschlossenen Winkel kleiner oder gleich 180° ist. Die Zylinderachsen sind also nicht rund um die Kurbelwelle verteilt, sondern ragen von der Kurbelwelle aus nur in einen Halbraum. Das bedeutet, dass es vorzugsweise zwei äußerste Zylinder gibt, deren Achsen einen Winkel kleiner als 180° miteinander einschließen, oder die parallel in entgegengesetzte Richtungen von der Kurbelwelle ausgehen. Für den Fall, dass das Pumpengetriebe mehr als diese zwei äußersten Zylinder aufweist, sind diese fächerartig zwischen den beiden äußersten Zylindern verteilt, während in den zweiten Halbraum keine Zylinderachsen hinausragen. Die asymmetrische Zylinderverteilung wird durch den Winkelversatz der Kurbelkröpfungen berücksichtigt, so dass trotzdem ein gleichmäßiger Förderstrom zustande kommt. Beim Einbau der Pumpe in eine Anlage hat die Beschränkung des Raums für Zylinderanschlüsse auf 180° den Vorteil, dass alle Zylinder, beispielsweise für Wartungsarbeiten, von einer Seite her erreichbar sind.

[0010] Damit trotz einer asymmetrischen Anordnung der Zylinder um die Kurbelwelle ein möglichst gleichmäßiger Drehmomentverlauf während einer Umdrehung der Kurbelwelle erreicht wird, sind die Winkel, in denen die Kurbelkröpfungen zueinander stehen, an die Winkelverteilung der Zylinder angepasst. Die Kurbelkröpfungen, auf denen die Pleuel der einzelnen Zylinder gelagert sind, müssen also um die Achse der Kurbelwelle herum jeweils um bestimmte Winkel zueinander versetzt sein. Der Winkelversatz zwischen den Kurbelkröpfungen ist dann so gewählt, dass die Phasenverschiebungen zwischen den Arbeitszyklen zweier aufeinanderfolgend betätigter Kolben jeweils gleich groß sind. Bei einem dreizylindrigen Getriebe beträgt der Phasenunterschied zwischen den Arbeitszyklen zweier Zylinder, unabhängig von der räumlichen Anordnung der Zylinder, also jeweils 120°. Bei einem vierzylindrigen Getriebe beträgt der Phasenunterschied bei zwei aufeinanderfolgend betätigten

Zylindern jeweils 90°. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich die Teilförderströme der einzelnen Zylinder gleichmäßig überlagern und keine zu starken Druckpulsationen auftreten. Durch den Winkelversatz der Kurbelkröpfungen kann also ein gleichmäßiger Förderstrom mit beliebigen Winkelstellungen der Zylinderachsen erfolgen.

[0011] Das Erfindungsgemäße Pumpengetriebe eignet sich besonders für den Anbau von Kolbenmembranpumpenköpfen. Für einen störungsfreien Betrieb von Kolbenmembranpumpenköpfen sind waagrecht liegende Kolbenachsen mit dazu senkrecht ausgerichteten übereinanderliegenden Ventilanschlüssen zu bevorzugen. Die Kurbelwelle ist daher zweckmäßigerweise vertikal stehend gelagert, wobei die Zylinderachsen horizontal strahlenförmig von dieser wegzeigen.

[0012] Die Anlenkung der Kolben durch die Pleuel erfolgt vorzugsweise über einen Kreuzkopf, der die transversalen Anteile der von der Kurbelwelle ausgehenden Drehbewegung der Pleuel aufnimmt.

[0013] Die Kurbelkröpfungen für die einzelnen Pleuel und Zylinder sind entlang der Längsachse der Kurbelwelle verteilt. Bei einer vertikal gelagerten Kurbelwelle bedeutet dies, dass die Pleuelhauptlager, mit denen die Pleuel jeweils auf einer eigenen Kurbelkröpfung gelagert sind, gegeneinander höhenversetzt sind. In einer bevorzugten Ausführungsvariante entspricht dieser Höhenversatz gerade der Dicke der Pleuel. Die Kurbelkröpfungen liegen so dicht beieinander, dass die Pleuel ohne nennenswerte räumliche Trennung aufeinander gleiten. Wenn die Verbindungen von Pleuel zu Kreuzkopf und von Kreuzkopf zu Zylinderkolben mittig sind, folgt daraus auch ein entsprechender Höhenversatz der Zylinderachsen um jeweils eine Pleueldicke. Die Zylinderachsen gehen dann, genau genommen, fächerartig oder ähnlich den Stufen einer Wendeltreppe von der Kurbelwelle aus.

[0014] Vorzugsweise hat das erfindungsgemäße Pumpengetriebe drei Zylinder. Bei einer Verteilung der Zylinderachsen auf 180° können diese jeweils unter einem Winkel von 90° zueinander stehen.

[0015] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung sind die drei Zylinderachsen jedoch nur über einen Winkelbereich von 90° verteilt und die einzelnen Zylinder stehen dann unter einem Winkel von jeweils 45° zueinander. Diese Anordnung ermöglicht eine noch kompaktere Ausführung der Pumpe. Die Zugänglichkeit von einer Seite her wird noch weiter verbessert. Je nach den speziellen Anforderungen sind zum Beispiel aber auch Anordnungen unter den Winkeln 30° und 60° oder andere Winkelkombinationen möglich.

[0016] Das Pumpengetriebe kann beispielsweise mit einem Schneckengetriebe oder einem direkt an die Kurbelwelle kuppelbaren, externen Getriebemotor angetrieben werden. Daher weist die Kurbelwelle in einer bevorzugten Weiterbildung sowohl eine Kupplung für ein solches externes Getriebe als auch eine Anschlussvorrichtung für ein Schneckengetriebe auf. Wenn das Pumpengetriebe von einem Gehäuse umgeben ist, sind zweck-

mäßigerweise beide Antriebsmöglichkeiten mit derselben Basisvariante eines Gehäuses möglich. Das Schneckengetriebe kann dann in das Gehäuse integriert sein, während das externe Getriebe in Verlängerung der Kurbelwelle außen an das Gehäuse montiert werden kann. Der Antriebsmotor wird dann entweder zum Antrieb über das Schneckengetriebe direkt seitlich an das Gehäuse montiert, oder zum Antrieb über das externe Getriebe im Anschluss daran. Mit beiden Antriebsarten kann eine für Membranpumpen geeignete Hubfrequenz erzeugt werden. Eine solche Frequenz liegt üblicherweise unter 250 Hüben pro Minute. Der Antrieb des Pumpengetriebes über ein Schneckengetriebe hat den Vorteil, dass mehrere Pumpengetriebe über eine Verbindung der Schneckenwellen horizontal verkettet werden können. Eine vertikale Verkettung mehrerer Pumpengetriebe ist bei beiden Antriebsarten möglich. Hierfür können die Kurbelwellen mehrerer Pumpen aneinander gekuppelt werden. Dabei ist sowohl eine gleich- als auch eine wechselseitige Anordnung der Pumpenköpfe möglich.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsvariante des Pumpengetriebes mit drei Zylindern, welche insgesamt einen Winkel von 90° einschließen, wird die Kurbelwelle über ein Schneckengetriebe angetrieben. Vorzugsweise ist der Antriebsmotor, dessen Achse naturgemäß senkrecht auf der Kurbelwelle steht, so montiert, dass seine Achse mit der Achse des mittleren Zylinders einen Winkel von kleiner oder gleich 135° einschließt. Zylinder und Antriebsmotor sind dann fächerartig um die Kurbelwelle angeordnet. Wenn die Schnecke in der Nähe der Kurbelkröpfungen an der Kurbelwelle angreift, kann die Kurbelwelle entsprechend kurz gestaltet sein, und eine besonders kompakte flache Bauweise der Pumpe ist möglich.

[0018] Bei allen vorgenannten Ausführungsvarianten sind die Zylinder jeweils um eine Pleueldicke, in Richtung der Längsachse der Kurbelwelle, versetzt und liegen nicht in einer Ebene. Dies kann beim Anschluss der Pumpe einen erhöhten Aufwand erforderlich machen, zum Beispiel bei der Verrohrung. Dieser konstruktive Nachteil kann in einer bevorzugten Ausführung umgangen werden, indem ein oder mehrere Pleuel so abgewinkelt sind, dass die der Kurbelwelle abgewandten äußeren Enden aller Pleuel in einer Ebene liegen, während die anderen Enden naturgemäß nebeneinander beziehungsweise, bei vertikaler Kurbelwelle, übereinander an der Kurbelwelle gelagert sind. Für eine dreizylindrige Pumpe sind mindestens zwei solcher abgewinkelter Pleuel nötig, damit alle der Kurbelwelle abgewandten Pleuelenden in einer Ebene liegen können. In einer anderen bevorzugten Variante wird der Höhenversatz der Zylinderachsen dadurch umgangen, dass entweder die Pleuel an den Kreuzköpfen oder die Kreuzköpfe an den Kolben außermittig angreifen. Auf diese Weise können bereits die Kreuzkopflaufbahnen, zumindest aber die Zylinderkolben, in eine Ebene gebracht werden. Zweckmäßig ist auch eine Kombination beider genannten Maßnahmen.

[0019] Für die Montage der Pleuel auf der Kurbelwelle

ist diese vorzugsweise der Länge nach aus mindestens zwei Teilen zusammengesetzt. Die Teilung befindet sich zweckmäßigerweise im Bereich der Kurbelkröpfungen. Die Drehmomentübertragung wird dann durch eine form-schlüssige Welle-Nabe Verbindung sichergestellt. Mögliche Ausführungsformen sind unter anderem ein Vielzahn- oder Polygonprofil oder eine Passfeder. Eine teilbare Kurbelwelle ermöglicht die Verwendung von mehreren gleichartigen Pleueln, zumindest aber von Pleueln mit gleichgeformten geschlossenen Hauptlagern, für alle Zylinder. Dadurch können Lagerhaltungs- und Produktionskosten gesenkt beziehungsweise gering gehalten werden. Für drei- oder vierzylindrige Pumpengetriebe muss die Kurbelwelle dafür mindestens aus zwei Teilen zusammengesetzt sein. Bei einer größeren Zahl von Zylindern sind entsprechend mehr Teile notwendig.

[0020] Bei Verwendung einer ungeteilten Kurbelwelle für ein Pumpengetriebe mit mindestens drei Zylindern, weist vorzugsweise mindestens ein Hauptlager eines Pleuels eine geteilte Lagerschale auf. Bei einem dreizylindrigen Getriebe ist dann zweckmäßig das mittlere Pleuelhauptlager geteilt ausgeführt. Die Montage von mehr als zwei Pleueln auf einer ungeteilten Kurbelwelle kann alternativ auch durch unterschiedliche Durchmesser der Pleuelhauptlager ermöglicht werden. Insbesondere für Pumpengetriebe mit einer größeren Auswahl von Zylindern kann auch die Kombination einer geteilten Kurbelwelle mit geteilten Pleuelhauptlagern oder Pleuelhauptlagern unterschiedlicher Durchmesser sinnvoll sein. Die Kurbelwelle selbst ist vorzugsweise an ihren Enden, beidseitig der Kurbelkröpfungen, in mindestens zwei Hauptlagern gelagert. Hierbei kann sowohl Gleit- als auch Wälzlagertechnik zum Einsatz kommen.

[0021] Zweckmäßigerweise ist das Pumpengetriebe in ein Gehäuse eingebaut. Das Gehäuse ist vorzugsweise aus einem Teil gefertigt und zur Montage mit je einer verschließbaren Öffnung in Boden und Rückwand ausgestattet. Durch diese Öffnungen kann das Innenleben der Pumpe, also die ein- oder mehrteilige Kurbelwelle und die Pleuel, montiert werden.

[0022] In einer bevorzugten Weiterbildung sind die Kreuzkopflaufbahnen der Zylinder und die Pumpenkopfhalter in das Gehäuse integriert. Die einzelnen Pumpenkopfhalter können dann untereinander verbunden sein. Dies hat den Vorteil, dass Druckunterschiede im Gehäuse, welche durch die oszillierenden Bewegungen der Kreuzköpfe und Kolben entstehen, auch bei abgedichteten Gehäuseöffnungen ausgeglichen werden können, da der erforderliche Luftmassenausgleich zwischen den Zylindern stattfinden kann. Zusätzlich können die miteinander verbunden Gehäusevolumina bei speziellen Bauvarianten von Membranpumpenköpfen als Reservoir für Hydrauliköl genutzt werden.

[0023] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Pumpe mit einem erfindungsgemäßen Pumpengetriebe gelöst. Vorzugsweise sind an die Pumpenkopfhalter der Zylinder Membranpumpenköpfe angeschlossen.

[0024] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von

in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen weiter erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1: Pumpengetriebe mit drei Zylindern und eingezeichneter Winkelverteilung um die Kurbelwelle;
- Fig. 2: Pumpengetriebe mit drei Zylindern und senkrecht stehender Kurbelwelle im horizontalen Schnitt;
- Fig. 3: Pumpengetriebe aus Fig. 2 im vertikalen Schnitt;
- Fig. 4: Kurbelwelle mit Kröpfungen im vertikalen Schnitt entlang der Längsachse der Kurbelwelle;
- Fig. 5: Kurbelwelle in Draufsicht mit eingezeichnetem Winkelversatz der Kurbelkröpfungen;
- Fig. 6: Dreizylinderpumpengetriebe mit symmetrischer Winkelverteilung der Zylinderachsen und angebauten Membranpumpenköpfen in Frontalansicht auf die Stirnseite des mittleren Zylinders;
- Fig. 7: Kurbelwelle mit abgewinkelten Pleueln im Schnitt entlang der Längsachse der Kurbelwelle;
- Fig. 8: Kurbelwelle mit abgewinkelten Pleueln in Draufsicht auf die Stirnseite der Kurbelwelle;
- Fig. 9: Vertikaler Schnitt durch ein mehrzylindrisches Pumpengetriebe mit vertikaler Kurbelwelle und horizontal in einer Ebene liegenden Zylindern;
- Fig. 10: Detailansicht der Verbindung von Pleuel zu Kreuzkopf in drei verschiedenen Positionen;
- Fig. 11: Detailansicht der Verbindung von Kreuzkopf zu Kolben in drei unterschiedlichen Positionen;
- Fig. 12: Vertikaler Schnitt durch ein Pumpengetriebe mit senkrecht stehender Kurbelwelle und direkt an die Kurbelwelle gekoppelten externem Getriebe und Antriebsmotor;
- Fig. 13: Teilbare Kurbelwelle im vertikalen Schnitt durch die Längsachse;
- Fig. 14: Pumpengetriebe mit in das Gehäuse integrierten Kreuzkopflaufbahnen und Pumpenkopfhaltern im horizontalen Schnitt.

[0025] Fig. 1 zeigt eine mögliche geometrische Anordnung des erfindungsgemäßen Pumpengetriebes 10 mit drei Zylindern 11 von oben gesehen. Diese Zylinder 11 zeigen horizontal strahlenförmig von der vertikal ausgerichteten Kurbelwelle 12 weg. Sie sind in dieser Ausführung symmetrisch angeordnet und schließen in der dargestellten Projektion auf eine Ebene senkrecht zur Kurbelwelle 12 jeweils einen Winkel W_Z miteinander ein. In Fig. 2 ist ein Pumpengetriebe 10 mit derselben Geometrie detaillierter dargestellt. Die Schnittebene der Zeichnung verläuft durch das zu oberst gelagerte Pleuel 15. Die beiden anderen Pleuel 15 sind ohne Abstand direkt unterhalb des obersten Pleuel 15 an der Kurbelwelle 12 gelagert. Die vertikal stehende Kurbelwelle 12 wird über ein horizontal liegendes Schneckengetriebe 18 mit einem Antriebsmotor 19 angetrieben. An der Kurbelwelle 12 sind die drei Pleuel 15 jeweils auf einer eigenen Kröpfung 14 gelagert. An ihrem anderen, der Kurbelwelle 12 abgewandten, Ende sind sie an einen Kreuzkopf 16 angelagert. Dieser wandelt die Rotationsbewegung der Pleuel 15 in eine lineare Bewegung um. Diese Bewegung wird über eine Pleuelstange an einen Pleuel 13 übertragen. Dieser wiederum lenkt die Membranen der angeschlossenen Pumpenköpfe 22 an. Das selbe Ausführungsbeispiel ist in Fig. 3 im vertikalen Schnitt dargestellt. Hier werden die abstandslos übereinander an der Kurbelwelle 12 gelagerten Pleuel 15 sichtbar. Die Kurbelwelle 12 mit den direkt übereinander liegenden Kröpfungen 14 ist in Fig. 4 noch einmal im Detail in Seitenansicht dargestellt. Die Kröpfungen erscheinen in dieser Ansicht horizontal verschoben, tatsächlich weisen sie jedoch einen Winkelversatz W_K zueinander auf, wie in Fig. 5 in der Draufsicht zu erkennen ist. Dieser Winkelversatz W_K ist angepasst an die Winkel zwischen den Zylinder W_Z . Bei der symmetrischen, in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsvariante mit drei Zylindern gilt der Zusammenhang $W_K = 120^\circ - W_Z$, wobei W_K den Winkelversatz der Kurbelkröpfungen 14 bezeichnet und W_Z den Zwischenwinkel der Zylinder 11. Bei gleichgeformten Pleuel und identischem Anbau der Kreuzkopflaufbahnen 25, Pleuel 13 und Pumpenköpfe 22 weisen die Pumpenköpfe 22 untereinander einen Höhenversatz b auf, welcher der Dicke der Pleuel entspricht. Fig. 6 zeigt diesen Höhenversatz bei einer Ausführungsvariante gemäß Fig. 1 und 2 aus Sicht des mittleren Pumpenkopfes gesehen. Dieser Höhenversatz der Zylinder erschwert den Einbau des erfindungsgemäßen Pumpengetriebes und verursacht zudem unnötigerweise einen erhöhten Platzbedarf in vertikaler Richtung. Um diesen Nachteil zu umgehen, können ein oder mehrere Pleuel 15 abgewinkelt gestaltet werden, so dass die der Kurbelwelle 12 abgewandten Pleuelenden alle in einer horizontalen Ebene liegen. Fig. 7 zeigt eine senkrechte Kurbelwelle 12 mit drei daran gelagerten Pleueln, wobei das mittlere Pleuel gerade ausgestaltet ist und sowohl das obere als auch das untere Pleuel 15 derart abgewinkelt sind, dass die Enden alle auf der Ebene A-A des mittleren Pleuels 15 liegen. In Fig. 8 ist dies noch einmal in Draufsicht auf die vertikal

stehende Kurbelwelle 12 gezeigt. Die Knicke in den beiden äußeren Pleueln sind durch Linien 24 dargestellt.

[0026] Eine andere Möglichkeit, den Höhenversatz b auszugleichen, kommt in den in Fig. 9 bis 11 gezeigten Weiterbildungen zum Einsatz. Fig. 9 zeigt wieder ein Pumpengetriebe im vertikalen Schnitt. Im Zentrum ist eine Kreuzkopflaufbahn 25 im Schnitt zu sehen und dahinter perspektivisch die Öffnung zu einer benachbarten Kreuzkopflaufbahn. Beide Kreuzkopflaufbahnen befinden sich auf gleicher Höhe trotz übereinander an der Kurbelwelle 12 gelagerter unabgewinkelter Pleuel 15. Der Höhenversatz b wird hier dadurch ausgeglichen, dass die Pleuel am Kreuzkopf nicht zentral angreifen, sondern, je nach Position an der Kurbelwelle, entweder unterhalb oder oberhalb der Mitte des Kreuzkopfes 16. Das zuunterst an der untersten Kröpfung 14 gelagerte Pleuel 15 greift dann auch unterhalb der Mitte am Kreuzkopf 16 an. Dies ist im Detail in Fig. 10 ganz links zu sehen. In der Mitte in Fig. 10 ist das mittlere Pleuel 15, welches in der Mitte des Kreuzkopfes 16 angreift, zu sehen. Rechts greift das oberste Pleuel 15 dementsprechend oberhalb der Mitte am Kreuzkopf 16 an.

[0027] Fig. 11 zeigt eine andere Ausführungsvariante, bei der auch die Kreuzkopflaufbahnen 25 noch einen Höhenversatz aufweisen. Dieser wird erst bei der Übertragung der Bewegung auf den Kolben 13 ausgeglichen, in dem dieser entsprechend ober- oder unterhalb der Kreuzkopfmittle angelenkt ist.

[0028] Der Antrieb des Pumpengetriebes 10 kann wahlweise über ein Schneckengetriebe 18 oder über ein direkt an die Kurbelwelle 12 kuppelbares externes Getriebe 17 mit Antriebsmotor 19 erfolgen. Fig. 12 zeigt ein Pumpengetriebe entsprechend der Ausführungsformen in Fig. 2 und 3 im vertikalen Schnitt, jedoch hier mit einem externen Getriebe 17. Dieses ist an das obere Ende der vertikal gelagerten Kurbelwelle 12 gekuppelt. Daran schließt der Antriebsmotor 19 an.

[0029] Damit mehr als zwei gleichartige Pleuel 15 auf der Kurbelwelle 12 montiert werden können, ist die Kurbelwelle 12 in einer speziellen Ausführungsform teilbar ausgeführt. Fig. 13 zeigt eine solche Kurbelwelle 12 im Längsschnitt. Die Teilung liegt im Bereich der Kurbelkröpfungen 14. Die dargestellte Kurbelwelle 12 ist aus drei Teilen 12.1, 12.2 und 12.3 zusammengesetzt.

[0030] Fig. 14 zeigt ein kompaktes Pumpengetriebe 10 in einem Gehäuse 20. Die einzelnen Kreuzkopflaufbahnen 25 sind über Gehäuseöffnungen 23 miteinander verbunden. Diese Ausführungsvariante weist, ebenso wie die in Fig. 1-3 gezeigten, eine symmetrische Winkelverteilung der Zylinder über 90° auf. Der Antriebsmotor ist zusätzlich unter einem Winkel von 135° gegenüber dem mittleren Zylinder angeordnet. Diese spezielle Anordnung ermöglicht eine besonders kompakte Ausführung des erfindungsgemäßen Pumpengetriebes. Je nach Größe der verwendeten Pumpenköpfe können die Winkel zwischen den Zylindern und dem Antriebsmotor auch noch geringer gewählt werden.

Patentansprüche

1. Pumpengetriebe (10) mit mehreren Zylindern (11), deren Achsen vorbestimmte Winkel (W_z) einschließend um eine Kurbelwelle (12) angeordnet sind, und deren Kolben (13) jeweils mit einem auf einer eigenen Kurbelkröpfung (14) an der Kurbelwelle (12) gelagerten Pleuel (15) funktionell verbunden sind, wobei die Kurbelkröpfungen (14) einen vorbestimmten Winkelversatz (W_k) zueinander aufweisen, und dieser Winkelversatz (W_k) in Abstimmung auf die Winkel (W_z), welche die Zylinderachsen einschließen, so gewählt ist, dass die Phasenverschiebungen zwischen je zwei bei einer Umdrehung der Kurbelwelle (12) aufeinanderfolgend betätigten Kolben (13) der Zylinder (11) gleich groß sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Summe der Winkel (W_z), welche die Zylinderachsen einschließen, kleiner oder gleich 180° ist und die Zylinderachsen alle in einer zur Kurbelwelle (12) senkrechten Ebene liegen oder ihr gegenseitiger Höhenversatz in Richtung der Kurbelwellenachse einer Pleueldicke entspricht.
2. Pumpengetriebe gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kolben (13) über einen Kreuzkopf (16) mit den Pleueln (15) verbunden sind.
3. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Richtung der Längsachse der Kurbelwelle (12) benachbarte Pleuel (15) so gelagert sind, dass sie ohne räumliche Trennung aufeinander gleiten.
4. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass es drei Zylinder (11) aufweist
5. Pumpengetriebe nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Achsen zweier benachbarter Zylinder (11) jeweils einen Winkel (W_z) von 45° und die Achsen der beiden äußeren Zylinder (11) einen Winkel von 90° einschließen.
6. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kurbelwelle (12) sowohl eine Kupplung zum Antrieb über ein externes Getriebe (17) mit einem externem Antriebsmotor (19) als auch eine Anschlussvorrichtung für den Antrieb mit einem Schneckengetriebe (18) aufweist.
7. Pumpengetriebe nach Anspruch 6,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass es zum Antrieb der Kurbelwelle (12) mit einem Schneckengetriebe (18) ausgestattet ist, dessen Antriebsmotor (19) so montiert ist, dass seine Achse senkrecht zur Längsachse der Kurbelwelle steht und mit der Achse des mittleren Zylinders einen Winkel von kleiner oder gleich 135° einschließt.
8. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Pleuel (15) derart abgewinkelt ist, dass die der Kurbelwelle (12) abgewandten Enden mindestens zweier Pleuel (15) in einer Ebene senkrecht zur Längsachse der Kurbelwelle liegen.
9. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Pleuel (15) außerhalb der Kreuzkopfmittle am Kreuzkopf (16) angelenkt ist.
10. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Kolben (13) außerhalb der Kreuzkopfmittle am Kreuzkopf (16) angelenkt ist.
11. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kurbelwelle (12) der Länge nach aus mindestens zwei Teilen, die im Bereich der Kurbelkröpfungen formschlüssig miteinander verbindbar sind, zusammensetzbar ist.
12. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Pleuelhauptlager eine geteilte Lagerschale besitzt.
13. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Pleuelhauptlager unterschiedliche Durchmesser haben.
14. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kurbelwelle (12) mindestens zwei Hauptlager aufweist, die beidseitig der Kurbelkröpfungen (14) angeordnet sind.
15. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- dass** es in ein Gehäuse (20) eingebaut ist.
16. Pumpengetriebe nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse (20) in einem Teil gefertigt ist und zur Montage mit je einer verschließbaren Öffnung im Boden und in der Rückwand ausgestattet ist.
17. Pumpengetriebe nach einem der Ansprüche 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass Kreuzkopflaufbahnen (25) und Pumpenkopfhalter (21) in das Gehäuse (20) integriert sind und die Volumina der einzelnen Pumpenkopfhalter (21) untereinander verbunden sind.
18. Pumpe mit einem Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
19. Pumpe gemäß Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass Membranpumpenköpfe (22) an die Pumpenkopfhalter (21) angeschlossen sind.

Claims

1. Pump mechanism (10) having multiple cylinders (11), whose axes are situated around a crankshaft (12) to enclose predetermined angles (W_Z), and whose pistons (13) are each functionally connected to a connecting rod (15) mounted on its own crank (14) on the crankshaft (12), the cranks (14) having a predetermined angular offset (W_K) to one another, and this angular offset (W_K) is selected in accordance with the angle (W_Z), which the cylinder axes enclose, in such a way that the phase shifts between each two pistons (13) of the cylinders (11) actuated in sequence during a rotation of the crankshaft (12) are equally large, **characterized in that** the sum of the angles (W_Z) enclosed by the cylinder axes is less than or equal to 180° and that all cylinder axes lie in a plane perpendicular to the crankshaft (12) or their offset in height to one another in the direction of the crankshaft corresponds to the thickness of a connecting rod.
2. Pump mechanism according to claim 1, **characterized in that** the pistons (13) are connected to the connecting rods (15) via a crosshead (16).
3. Pump mechanism according to one of the preceding claims, **characterized in that** neighboring connecting rods (15) are mounted in the direction of the longitudinal axis of the crankshaft (12) in such a way that they

slide on one another without spatial separation.

4. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that it has three cylinders (11). 5
5. Pump mechanism according claim 4,
characterized in that the axes of two neighboring cylinders (11) each enclose an angle (W_z) of 45° and the axes of the two outer cylinders (11) enclose an angle of 90° . 10
6. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that the crankshaft (12) has both a coupling to the drive via an external transmission (17) to an external drive motor (19) and also a connection device for the drive using a worm gear pair (18). 15
7. Pump mechanism according to claim 6,
characterized in that it is equipped with a worm gear pair (18) for driving the crankshaft (12), whose drive motor (19) is mounted in such a way that its axis is perpendicular to the longitudinal axis of the crankshaft and encloses an angle of less than or equal to 135° with the axis of the middle cylinder. 20 25
8. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one connecting rod (15) is bent in such a way that the ends of at least two connecting rods (15) facing away from the crankshaft (12) lie in a plane perpendicular to the longitudinal axis of the crankshaft. 30 35
9. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one connecting rod (15) is linked to the crosshead (16) outside the crosshead center. 40
10. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one piston (13) is linked to the crosshead (16) outside the crosshead center. 45
11. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that the crankshaft (12) may be assembled along its length from at least two parts, which are connectable to one another in a formfitting way in the area of the cranks. 50 55
12. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one connecting rod

main bearing has a divided bearing shell.

13. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that the connecting rod main bearings have different diameters.
14. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that the crankshaft (12) has at least two main bearings, which are situated on both sides of the cranks (14).
15. Pump mechanism according to one of the preceding claims,
characterized in that it is installed in a housing (20).
16. Pump mechanism according to Claim 15,
characterized in that the housing (20) is manufactured in one part and is equipped with a closable opening in each of the floor and the rear wall for mounting.
17. Pump mechanism according to one of Claims 15 or 16,
characterized in that the crosshead tracks (25) and pump head holders (21) are integrated in the housing (20) and the volumes of the individual pump head holders (21) are connected to one another.
18. Pump having a pump mechanism according to one of the preceding claims.
19. Pump according to Claim 18,
characterized in that diaphragm pump heads (22) are connected to the pump head holders (21).

Revendications

1. Transmission de pompe (10) comprenant plusieurs cylindres (11), dont les axes sont agencés autour d'un vilebrequin (12) en formant des angles prédéterminés (W_z), et dont les pistons sont reliés de manière fonctionnelle chacun à une bielle (15) montée sur un propre cou dage de vilebrequin (14) sur le vilebrequin (12), dans laquelle les cou dages (14) présentent les uns par rapport aux autres un décalage angulaire prédéterminé (W_k), et ce décalage angulaire (W_k) est choisi, avec adaptation à l'angle (W_z) que définissent les axes des cylindres, de telle façon que les décalages de phase entre deux pistons (13) des cylindres (11), actionnés respectivement en succession lors d'une révolution du vilebrequin (12), sont égaux,
caractérisée en ce que
la somme des angles (W_z) que définissent les axes des cylindres est inférieure ou égale à 180° , et les

axes des cylindres sont tous situés dans un plan perpendiculaire au vilebrequin (12), ou leur décalage réciproque en hauteur en direction de l'axe du vilebrequin correspond à l'épaisseur d'une bielle.

2. Transmission de pompe selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les pistons (13) sont reliés aux bielles (15) via une tête en croix (16). 5
3. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des bielles (15) voisines en direction de l'axe longitudinal du vilebrequin (12) sont montées de telle façon qu'elles coulissent les unes contre les autres sans séparation dans l'espace. 10
4. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle comprend trois cylindres (11). 15
5. Transmission de pompe selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** les axes de deux cylindres voisins (11) définissent respectivement un angle (Wz) de 45°, et les axes des deux cylindres extérieurs (11) définissent un angle de 90°. 25
6. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le vilebrequin comprend à la fois un accouplement pour l'entraînement via une transmission externe (17) avec un moteur d'entraînement extérieur, et un dispositif de raccordement pour l'entraînement avec une transmission à vis sans fin (18). 30
7. Transmission de pompe selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'**elle est équipée pour l'entraînement du vilebrequin (12) avec une transmission à vis sans fin (18) dont le moteur d'entraînement (19) est ainsi monté que son axe est perpendiculaire à l'axe longitudinal du vilebrequin, et enferme avec l'axe du cylindre du milieu un angle inférieur ou égal à 135°. 35
8. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une bielle (15) est coudée de telle façon que les extrémités, détournées du vilebrequin (12), d'au moins deux bielles (15), sont situées dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du vilebrequin. 40
9. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une bielle (15) est articulée sur la tête en croix (16) à l'extérieur du mi- 45

lieu de la tête en croix.

10. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un piston (13) est articulé sur la tête en croix (16) à l'extérieur du milieu de la tête en croix (6). 50
11. Transmission selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le vilebrequin (12) est susceptible d'être composé, sur sa longueur, d'au moins deux parties, qui sont susceptibles d'être reliées l'une à l'autre en coopération de formes dans la région des coudages de vilebrequin. 55
12. Transmission selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un palier principal de bielle possède une coque de montage subdivisée.
13. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les paliers principaux de bielle ont des diamètres différents.
14. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le vilebrequin (12) comprend au moins deux paliers principaux, qui sont agencés des deux côtés des coudages (14).
15. Transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est intégrée dans un boîtier (20).
16. Transmission de pompe selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** le boîtier (20) est réalisé en une seule pièce et, pour le montage, il est équipé d'une ouverture susceptible d'être obturée à la fois dans le fond et dans la paroi postérieure.
17. Transmission de pompe selon l'une des revendications 15 ou 16, **caractérisée en ce que** les pistes de la tête en croix (25) et le support (21) pour la tête de pompe sont intégrés dans le boîtier (20), et les volumes des supports (21) individuels pour les têtes de pompe sont reliés ensemble.
18. Pompe comprenant une transmission de pompe selon l'une des revendications précédentes.
19. Pompe selon la revendication 18, **caractérisée en ce que** des têtes de pompe à membrane (22) sont raccordées au support (21) de tête

de pompe.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

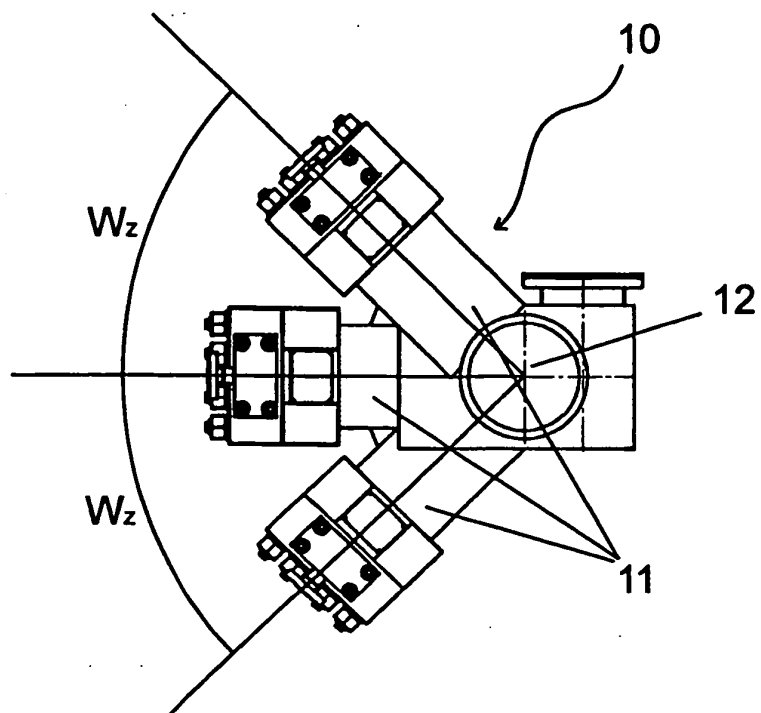


Fig. 2

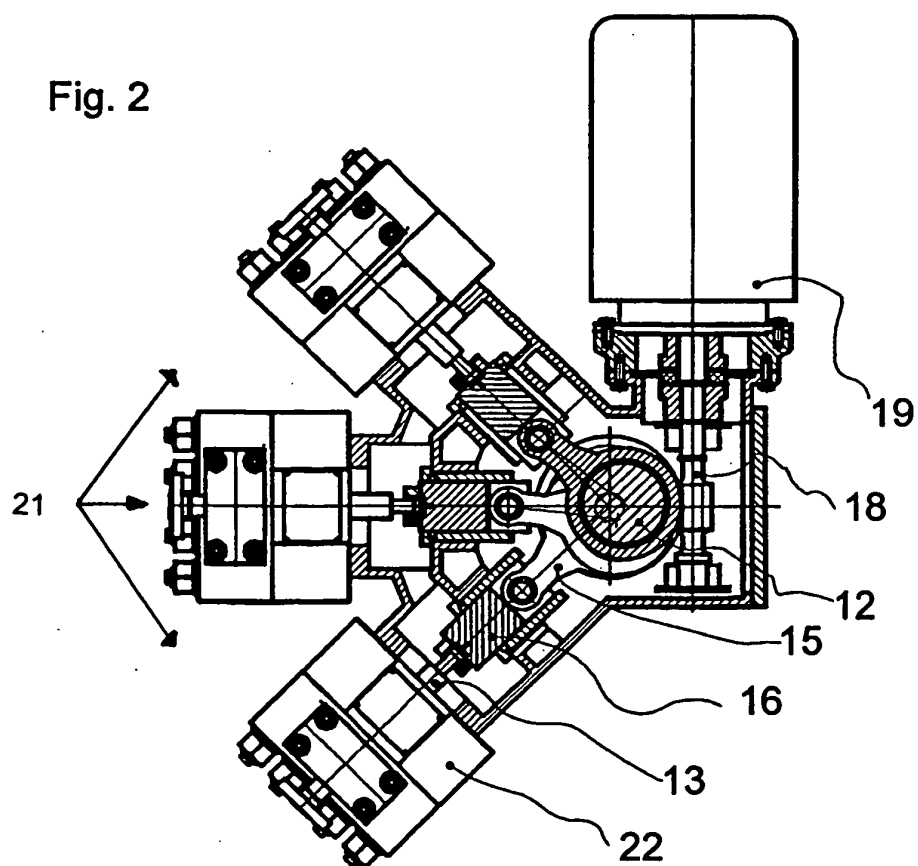


Fig. 3

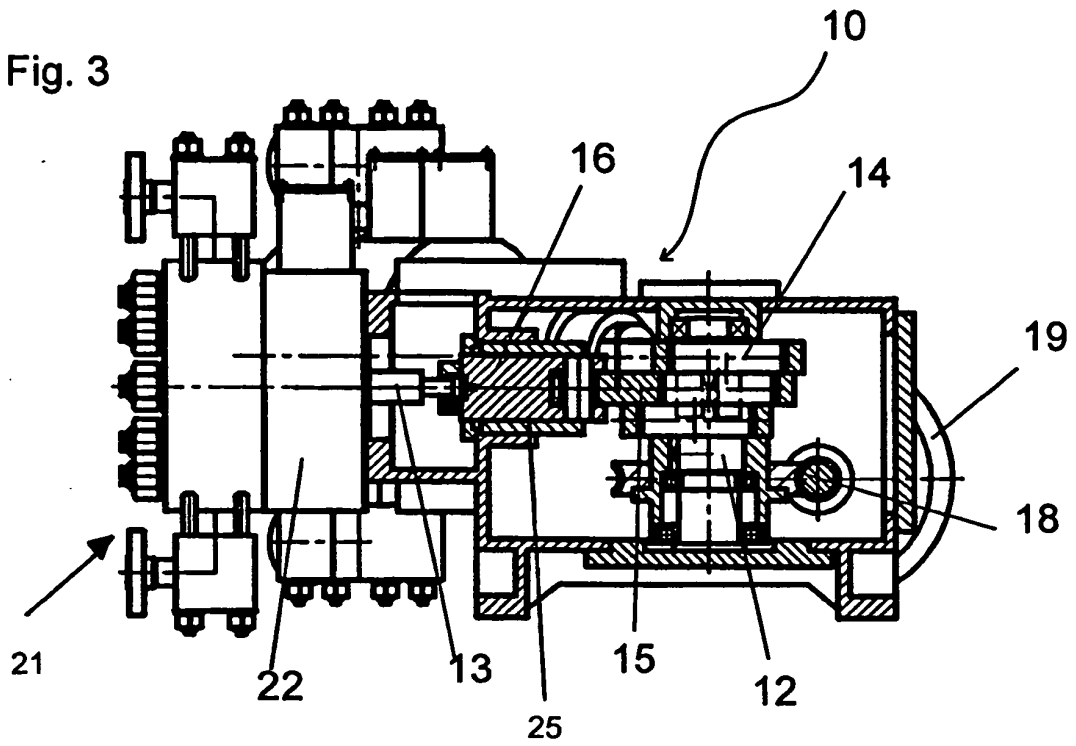


Fig. 4

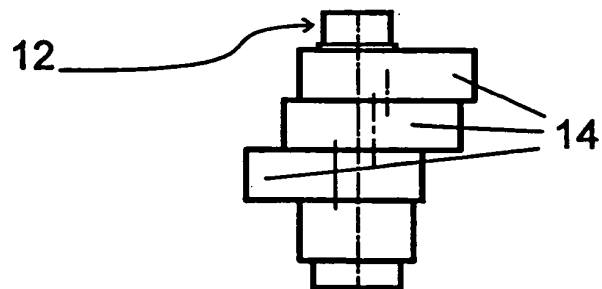


Fig. 5

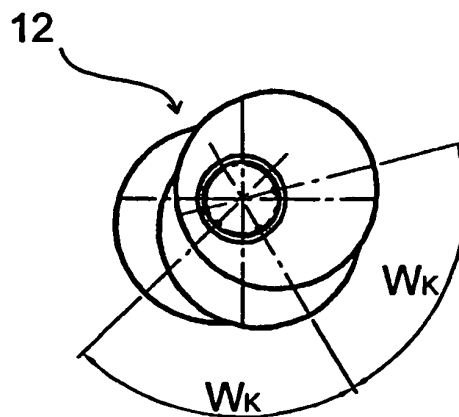


Fig. 6

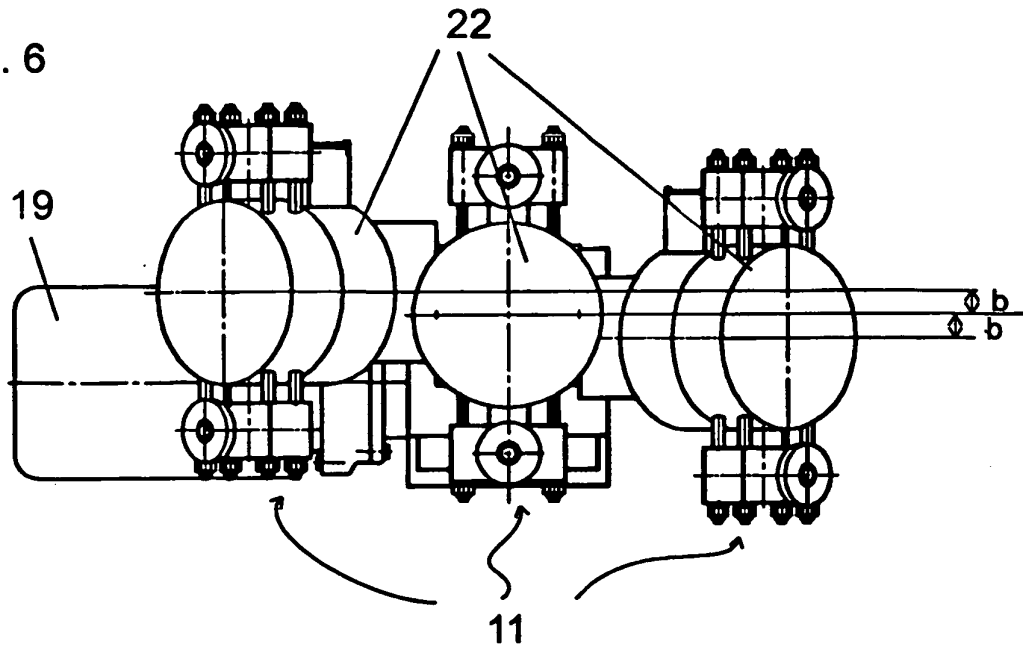


Fig. 7

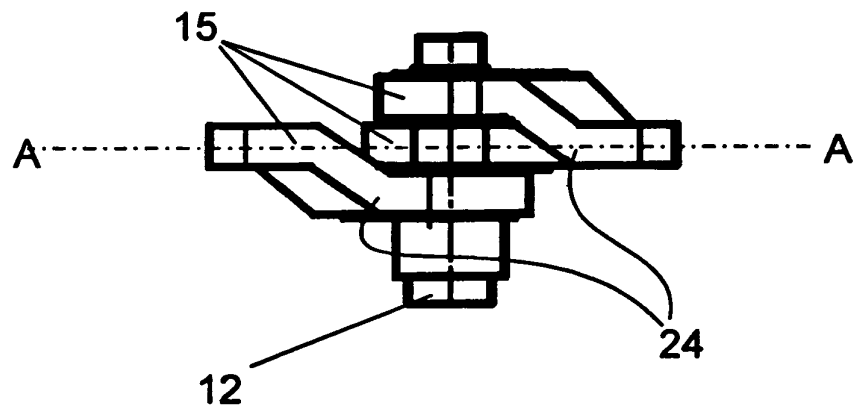


Fig. 8

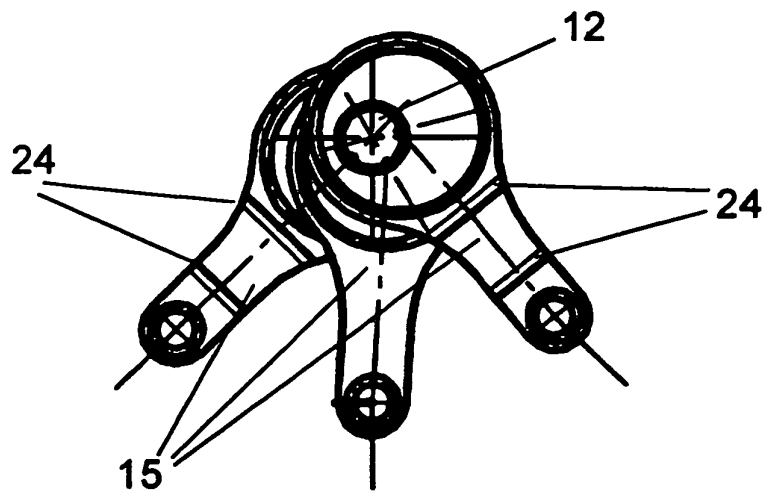


Fig. 9

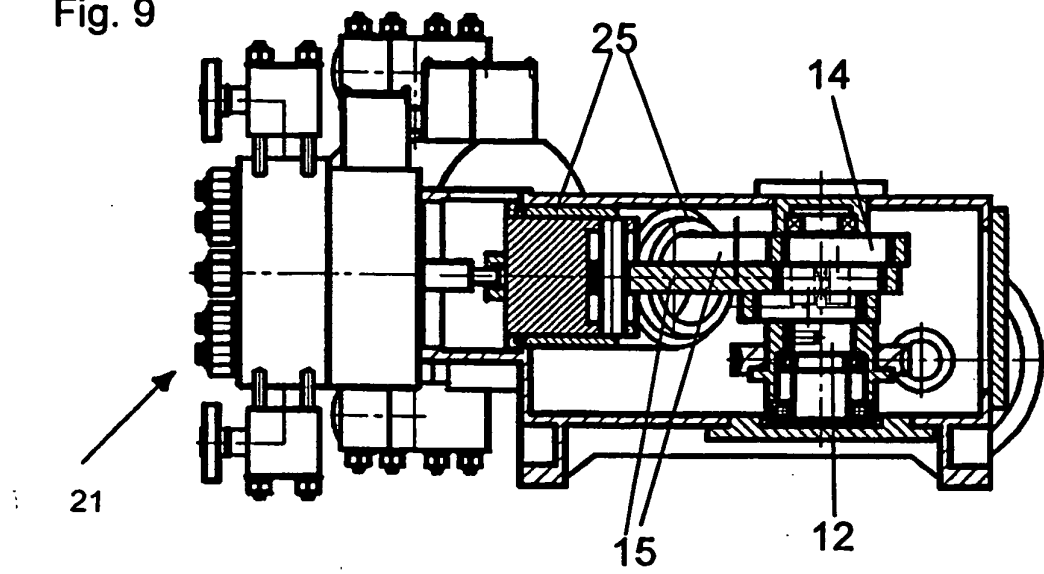


Fig. 10

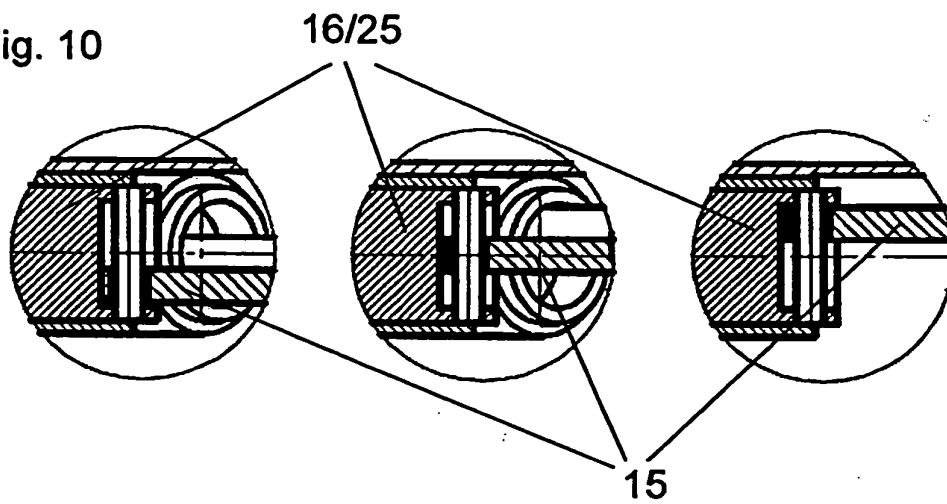


Fig. 11

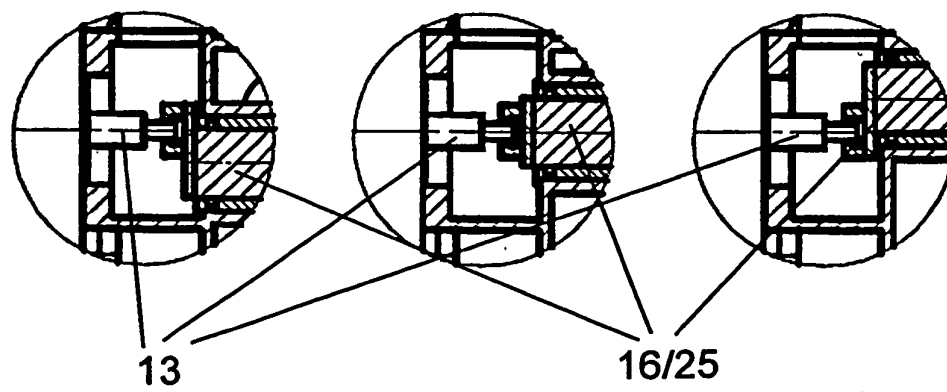


Fig. 12

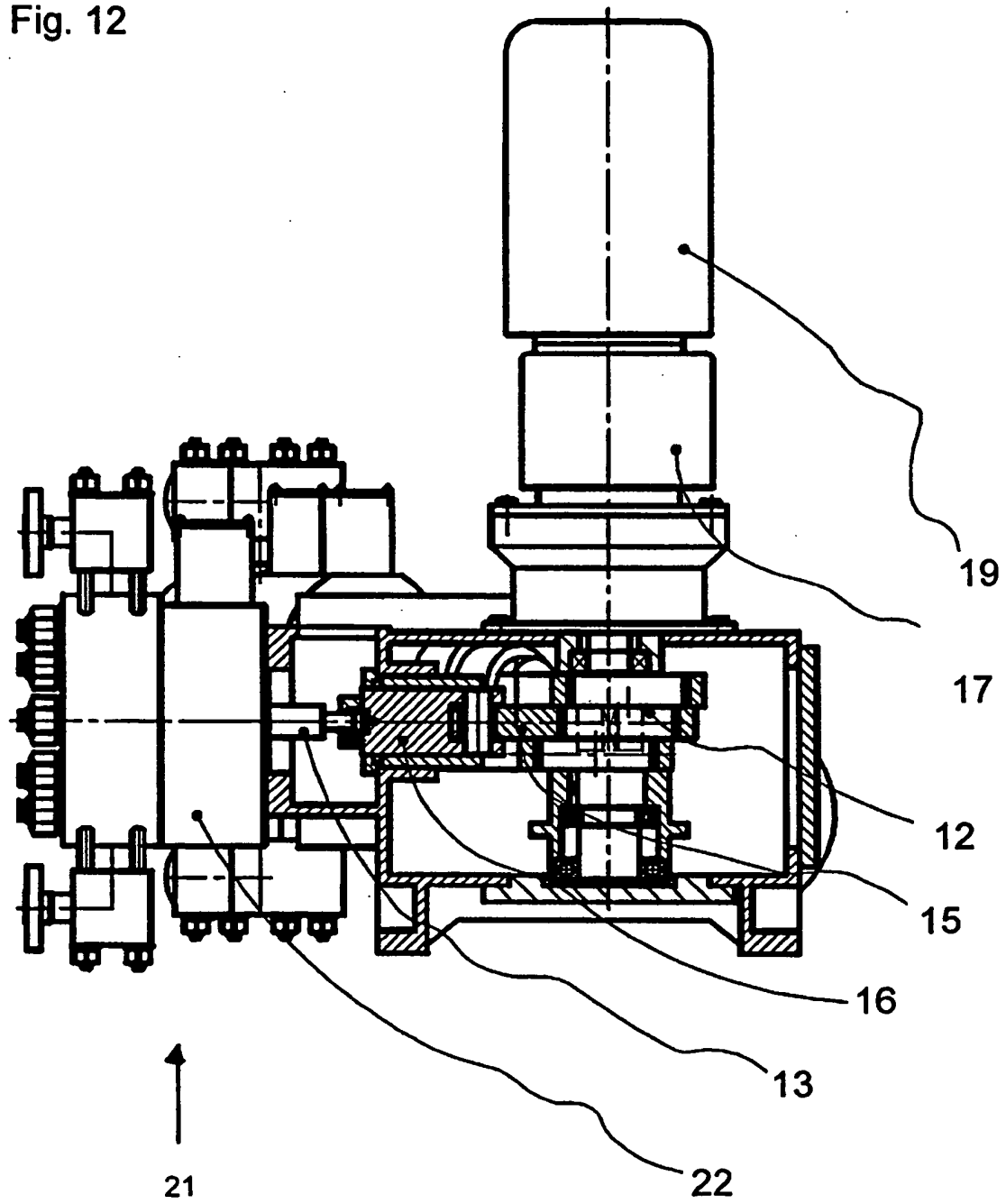


Fig. 13

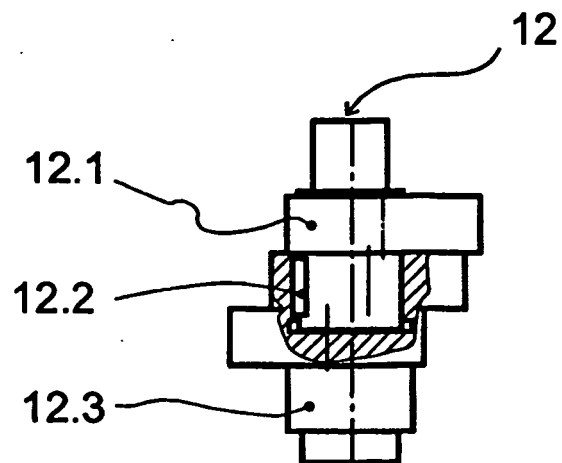
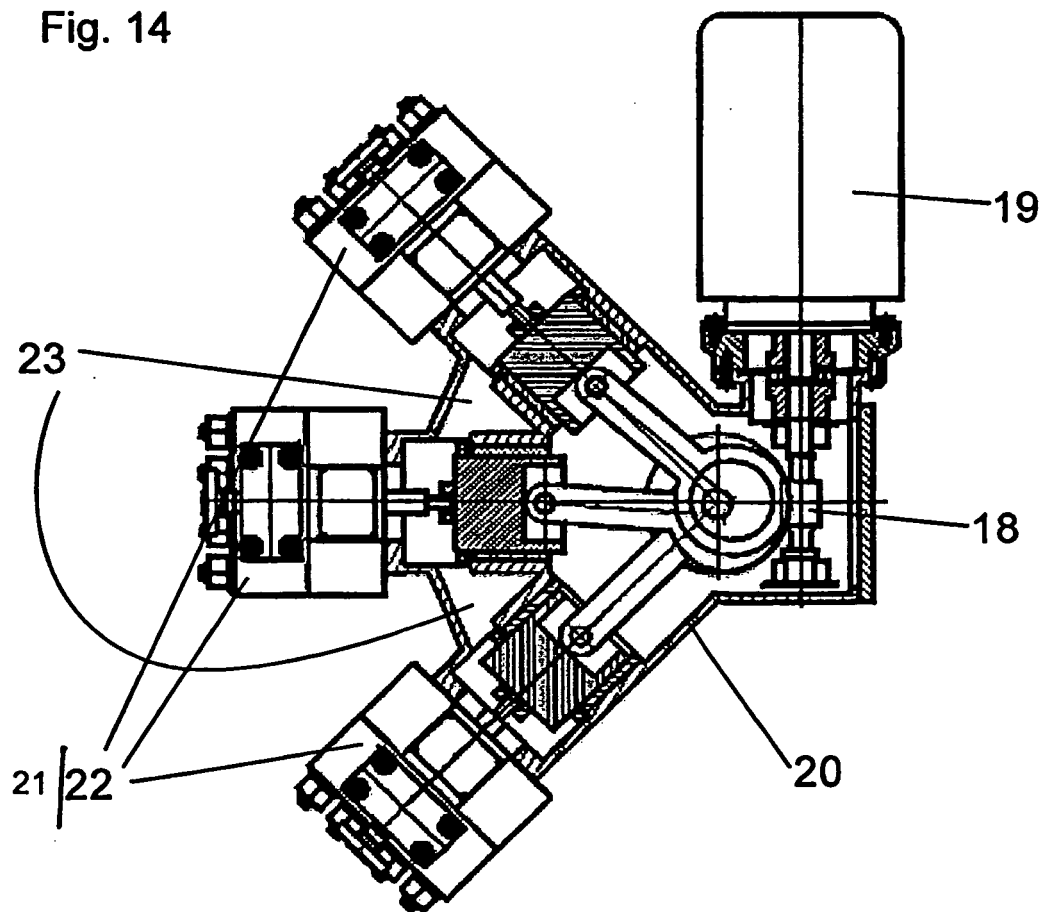


Fig. 14



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

- DE 8521520 U1 [0003]
- US 4264286 A [0004]
- DE 19918161 A1 [0005]