

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 736 666 A1

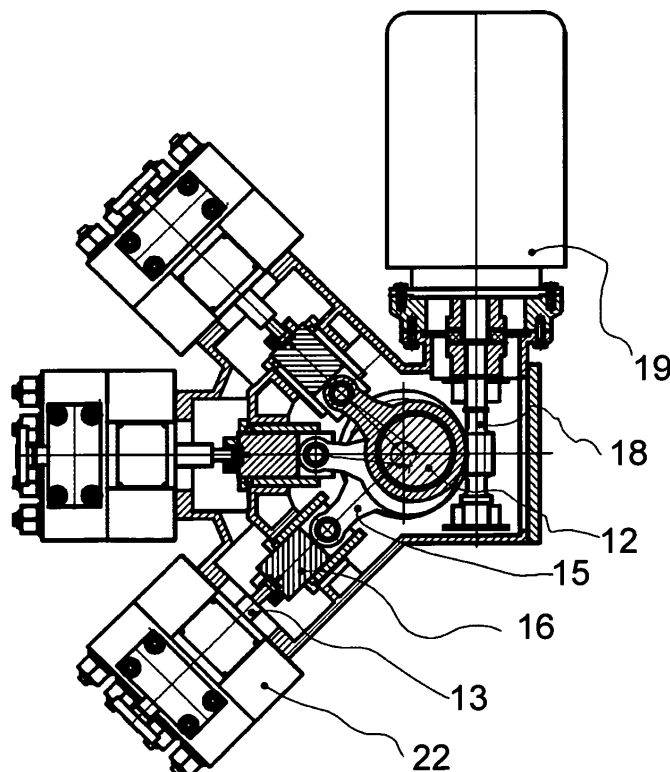
(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
27.12.2006 Patentblatt 2006/52(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**(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU(72) Erfinder: **Petersen, Dirk**
23843 Travenbrück (DE)(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al**
Patentanwälte,
Lang & Tomerius,
Bavariaring 29
80336 München (DE)(30) Priorität: **24.06.2005 DE 102005029481**(71) Anmelder: **Bran + Lübbe GmbH**
22844 Norderstedt (DE)(54) **Kurbelwelle einer Kolbenpumpe**

(57) Pumpengetriebe mit mehreren Zylindern, deren Achsen vorbestimmte Winkel einschließend um eine Kurbelwelle angeordnet sind, und deren Kolben jeweils mit einem auf einer Kurbelkröpfung an der Kurbelwelle gelagerten Pleuel funktionell verbunden sind, wobei jedes Pleuel auf einer eigenen Kurbelkröpfung gelagert ist

und die Kurbelkröpfungen einen vorbestimmten Winkelversatz zueinander aufweisen. Dieser Winkelversatz der Kurbelkröpfungen ist 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.

Fig. 2

**EP 1 736 666 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Pumpengetriebe mit mehreren Zylindern, deren Achsen vorbestimmte Winkel einschließend um eine Kurbelwelle angeordnet sind, und deren Kolben jeweils mit einem auf einer Kurbelkröpfung an der Kurbelwelle gelagerten Pleuel funktionell verbunden 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 G8521520.1 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] 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 aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Pumpenge-

triebe 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.

[0006] Die Winkel, welche die Zylinderachsen einschließen, sind dabei in Projektion auf eine Ebene senkrecht zur Längsachse der Kurbelwelle zu sehen. Tatsächlich 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. 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.

[0007] 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 Zylinder-

achsen erfolgen.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] 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. Da die Pleuel in diesem Fall horizontal von der Kurbelwelle ausgehen, sind auch die äußeren Pleuelenden gegeneinander höhenversetzt. 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.

[0011] Vorzugsweise sind die Zylinder bei dem erfindungsgemäßen Pumpengetriebe 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 Richtung 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.

[0012] Vorzugsweise hat das erfindungsgemäße Pumpengetriebe drei Zylinder. Bei einer Verteilung der Zylinderachsen auf 180° können diese jeweils unter ei-

nem Winkel von 90° zueinander stehen.

[0013] 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.

[0014] 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 zweckmäßigerweise 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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 formschlüssige 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.

[0018] 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 Wälzlager-technik zum Einsatz kommen.

[0019] 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.

[0020] 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 verbundenen Gehäusevolumina bei speziellen Bauvarianten von Membranpumpenköpfen als Reservoir für Hydrauliköl genutzt werden.

[0021] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Pumpe mit einem erfindungsgemäßen Pumpengetriebe gelöst. Vorzugsweise sind an die Pumpenkopfhalter der Zylinder Membranpumpenköpfe angeschlossen.

[0022] 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 gekuppelten externem Getriebe und Antriebsmotor;
- Fig. 13: Teilbare Kurbelwelle im vertikalen Schnitt durch die Längsachse;
- Fig. 14: Pumpengetriebe mit in das Gehäuse integrierten Kreuzkopflaufbahnen und Pleuelpalmen im horizontalen Schnitt.

[0023] 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 angelenkt. 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 Pleuelkröpfungen 14 bezeichnet und W_Z den Zwischenwinkel der Zylinder 11. Bei gleichgeformten Pleuel

und identischem Anbau der Kreuzkopflaufbahnen 25, Pleuel 13 und Pleuelköpfe 22 weisen die Pleuelköpfe 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 Pleuelköpfes 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.

[0024] 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.

[0025] 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 Pleuel 13 ausgeglichen, in dem dieser entsprechend ober- oder unterhalb der Kreuzkopfmitten angelenkt ist.

[0026] 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.

[0027] Damit mehr als zwei gleichartige Pleuel 15 auf der Kurbelwelle 12 montiert werden können, ist die Kur-

belwelle 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.

[0028] 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 Kurbelkröpfung (14) an der Kurbelwelle (12) gelagerten Pleuel (15) funktionell verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass jedes Pleuel (15) auf einer eigenen Kurbelkröpfung (14) gelagert ist, dass die Kurbelkröpfungen (14) einen vorbestimmten Winkelversatz (W_K) zueinander aufweisen, und dass 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.
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 die Summe der von den Zylinderachsen eingeschlossenen Winkel (W_Z) kleiner oder gleich 180° ist.
5. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass es drei Zylinder (11) aufweist.
6. Pumpengetriebe nach Anspruch 5,
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.
7. 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.
8. Pumpengetriebe nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
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.
9. 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.
10. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Pleuel (15) außerhalb der Kreuzkopfmitte am Kreuzkopf (16) angelenkt ist.
11. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Kolben (13) außerhalb der Kreuzkopfmitte am Kreuzkopf (16) angelenkt ist.
12. 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.

13. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Pleuelhauptlager eine geteilte Lagerschale besitzt. 5
14. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Pleuelhauptlager unterschiedliche Durchmesser haben. 10
15. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 15
dass die Kurbelwelle (12) mindestens zwei Hauptlager aufweist, die beidseitig der Kurbelkröpfungen (14) angeordnet sind.
16. Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass es in ein Gehäuse (20) eingebaut ist.
17. Pumpengetriebe nach Anspruch 16, 25
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. 30
18. Pumpengetriebe nach einem der Ansprüche 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kreuzkopflaufbahnen (25) und Pumpen- 35
kopfhalter (21) in das Gehäuse (20) integriert sind und die Volumina der einzelnen Pumpenkopfhalter (21) untereinander verbunden sind.
19. Pumpe mit einem Pumpengetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 40
20. Pumpe gemäß Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass Membranpumpenköpfe (22) an die Pumpen- 45
kopfhalter (21) angeschlossen sind.

50

55

Fig. 1

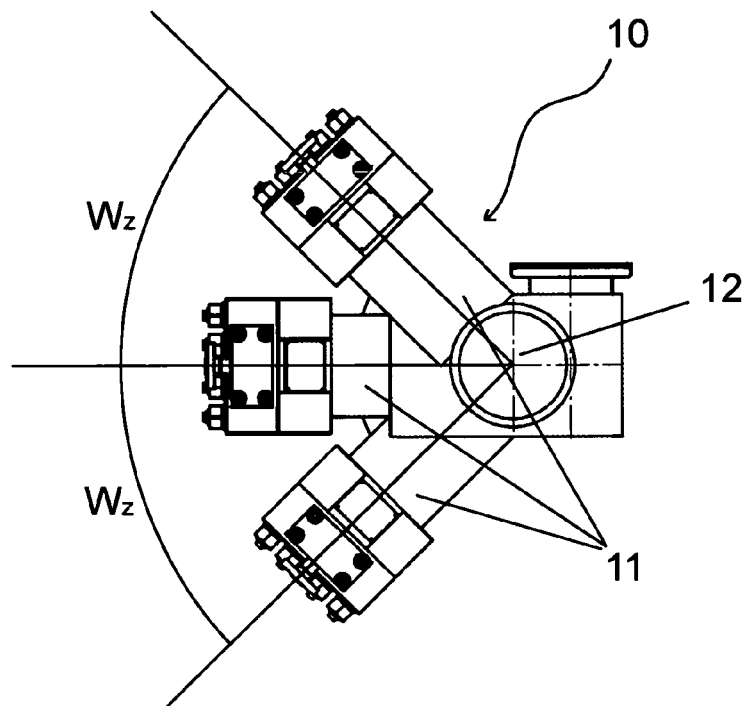


Fig. 2

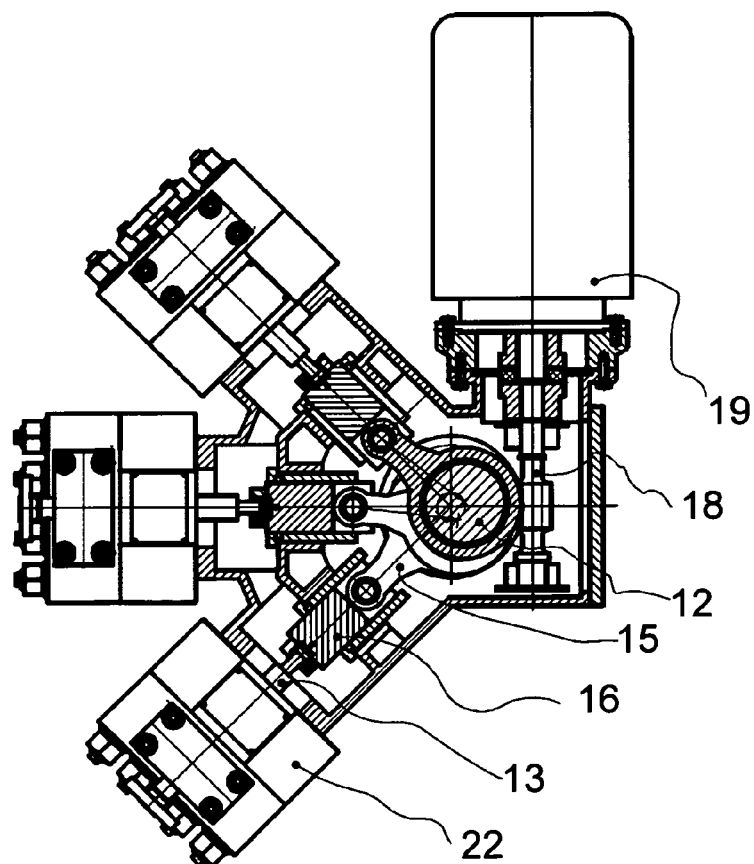


Fig. 3

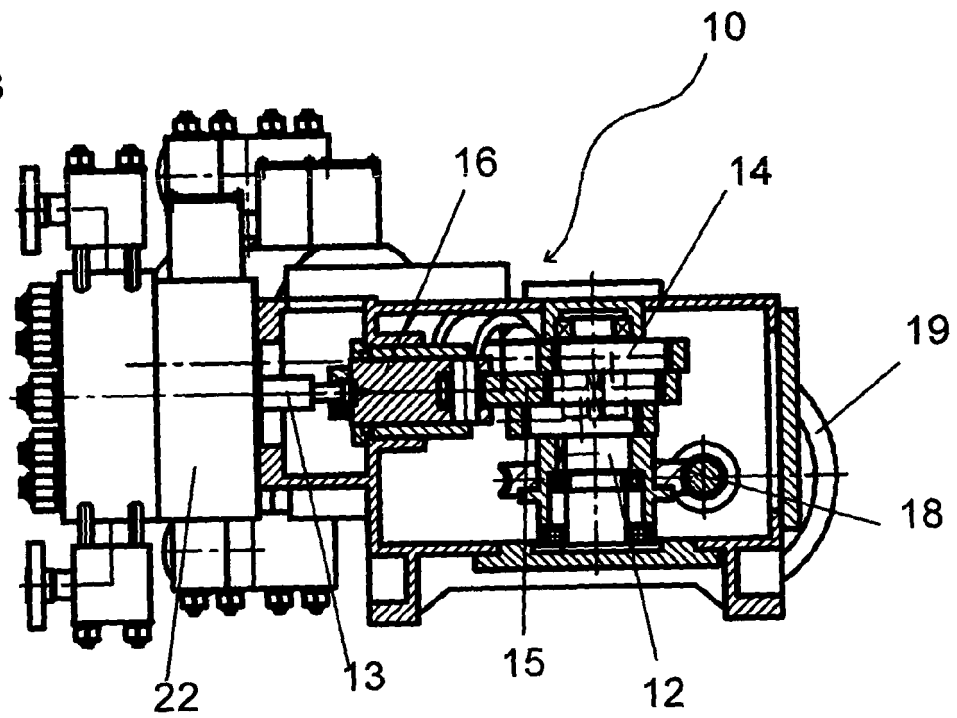


Fig. 4

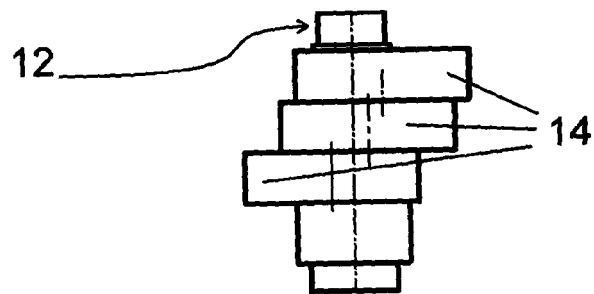


Fig. 5

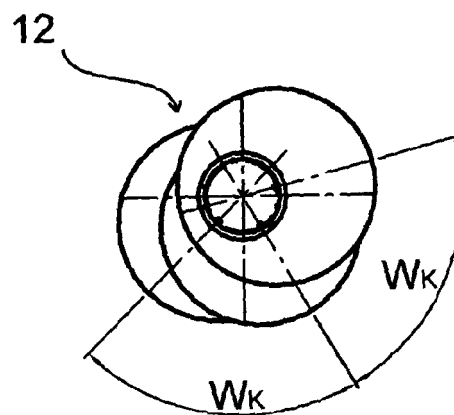


Fig. 6

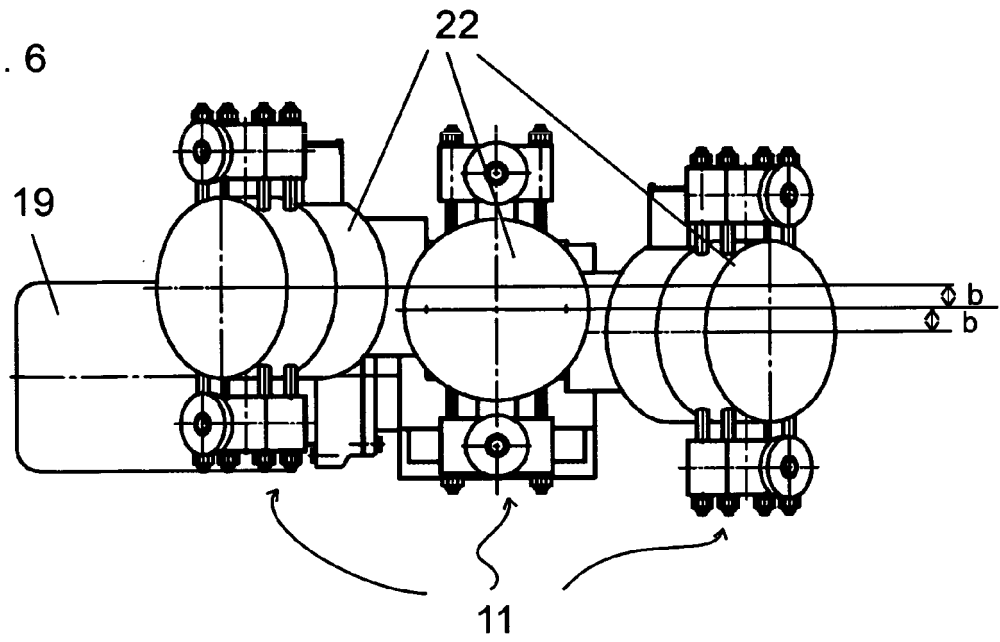


Fig. 7

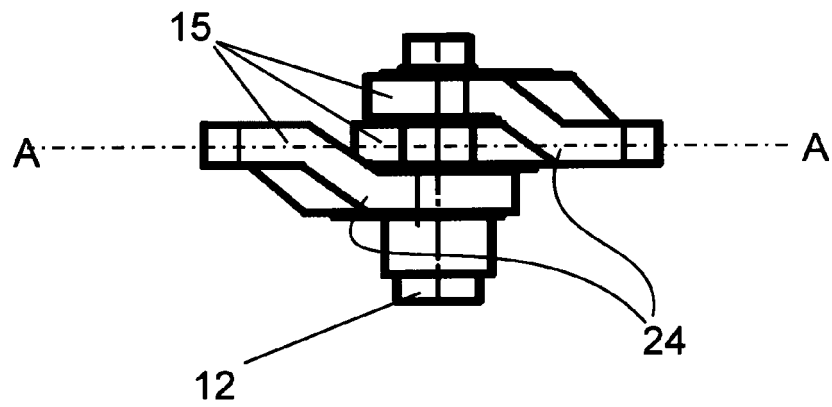


Fig. 8

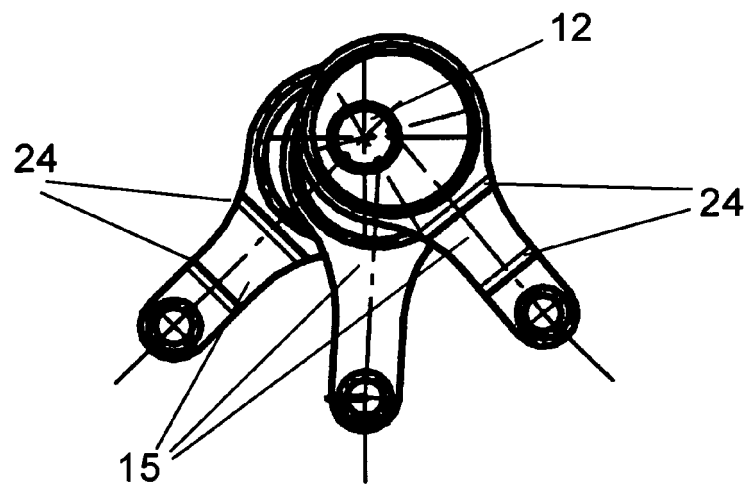


Fig. 9

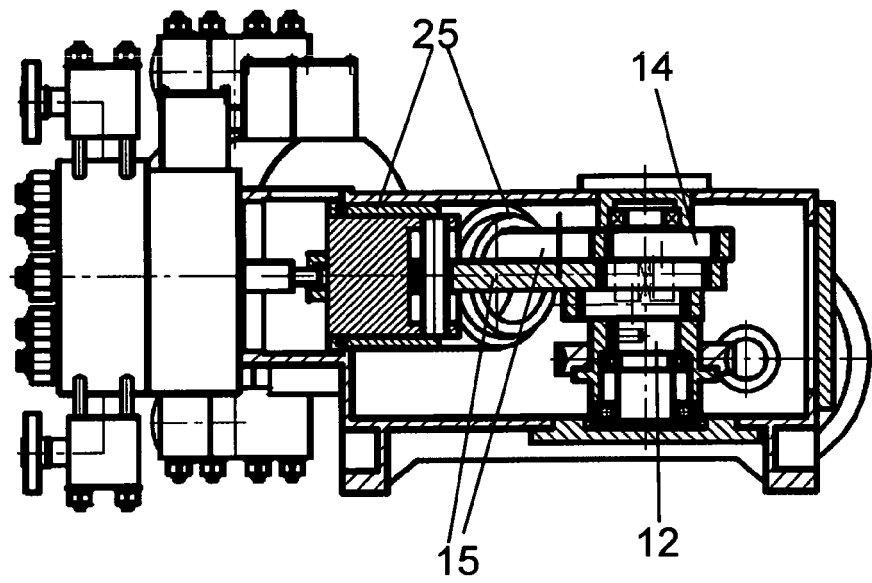


Fig. 10

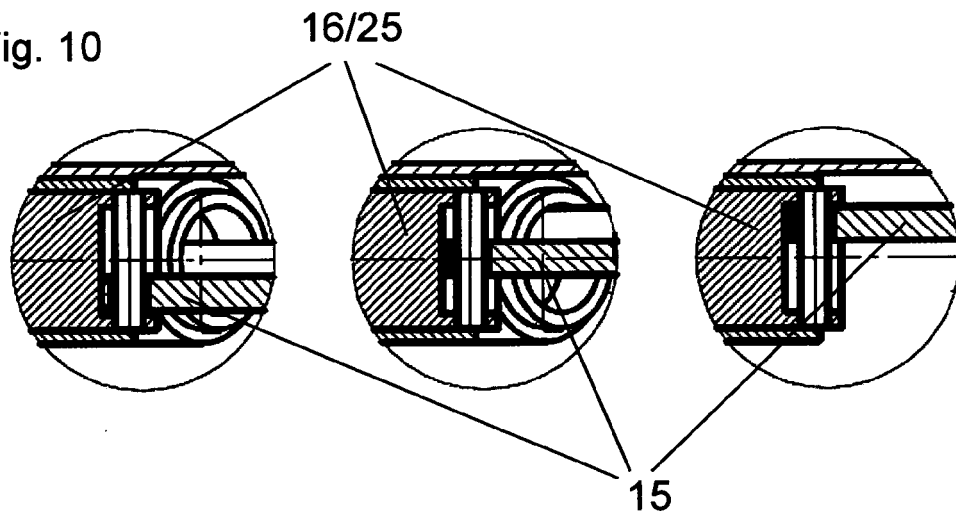


Fig. 11

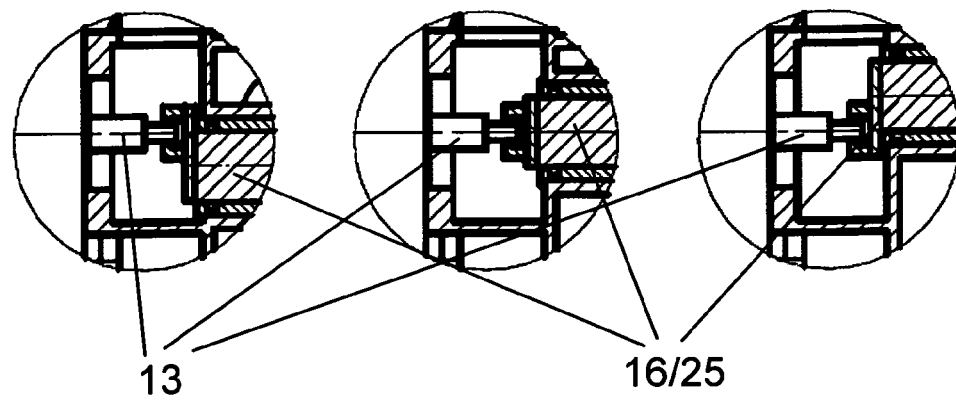


Fig. 12

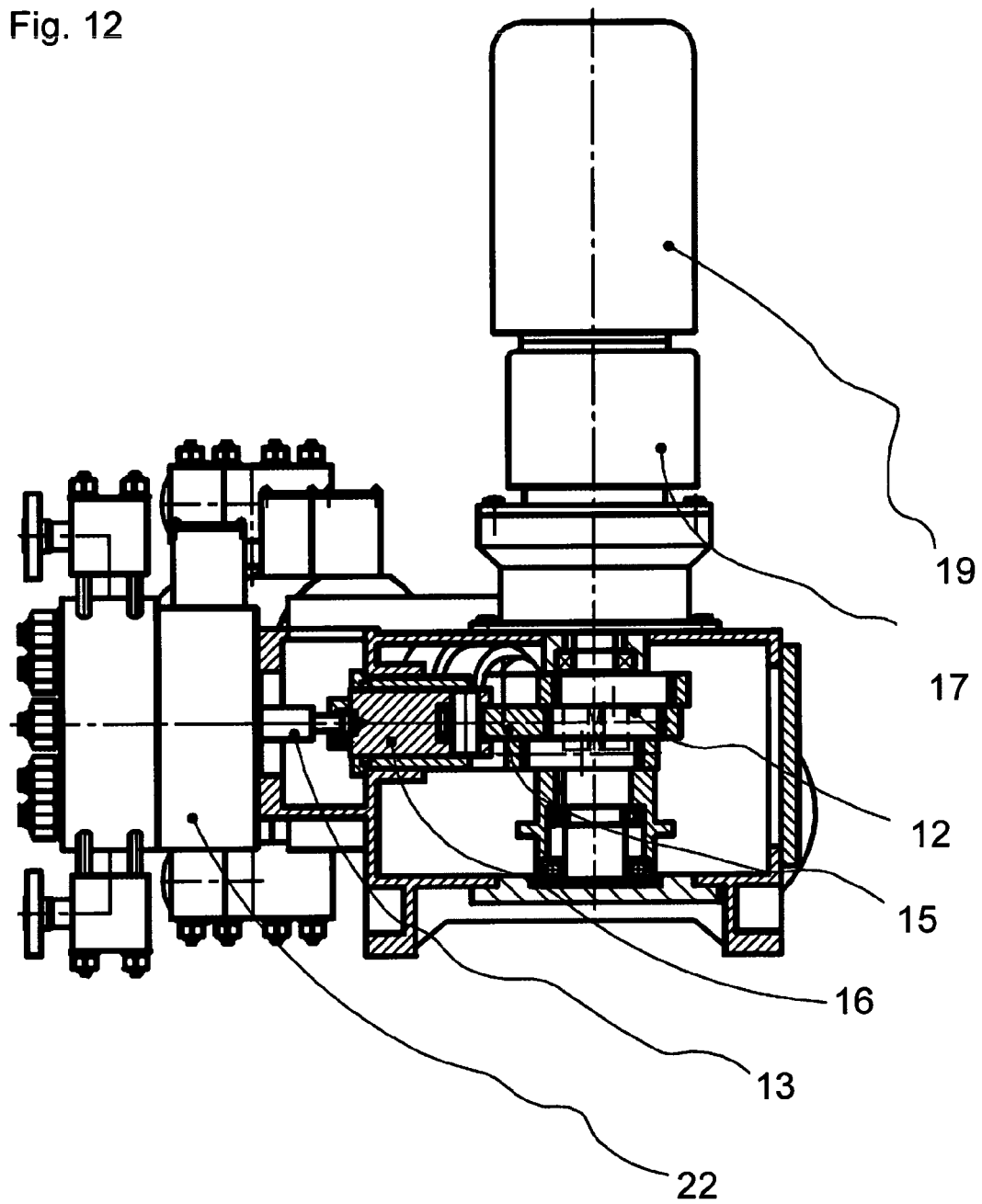


Fig. 13

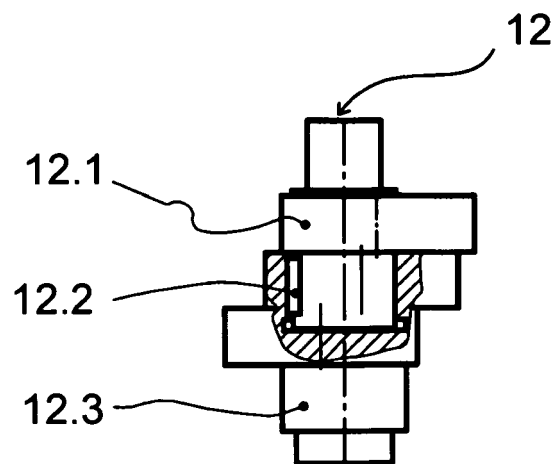
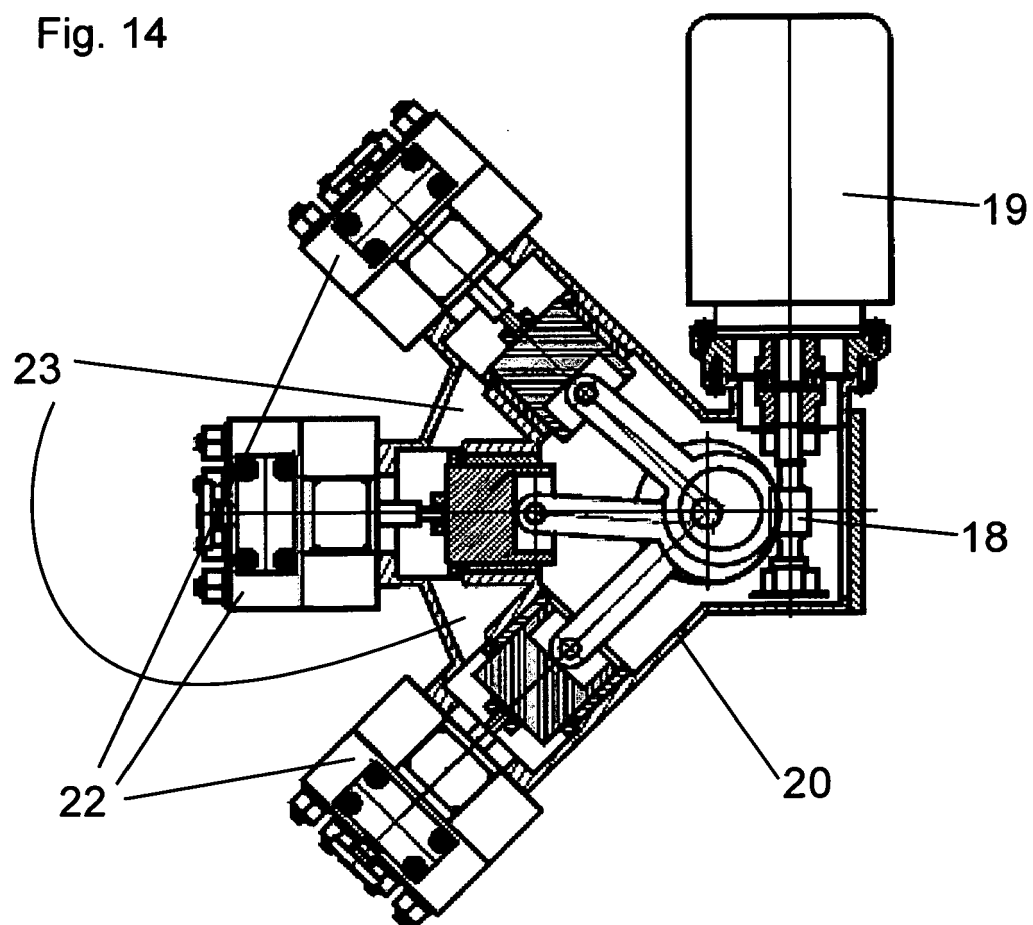


Fig. 14





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 01 1681

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 4 264 286 A (REINKEMEYER ET AL) 28. April 1981 (1981-04-28) * Abbildungen 2-5 *	1-4, 13, 15, 16	INV. F04B1/04 F04B27/04 F04B53/00
Y	DE 199 18 161 A1 (BITZER KUEHLMASCHINENBAU GMBH) 2. November 2000 (2000-11-02) * Spalten 1-3, 6-9; Ansprüche 5-11; Abbildungen 10-13 *	1, 2, 4	
Y	US 1 726 633 A (SMITH KARL D) 3. September 1929 (1929-09-03) * Abbildungen 1-6 *	3, 13, 15, 16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B F01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. September 2006	Prüfer de Martino, Marcello
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 01 1681

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-09-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4264286	A	28-04-1981	KEINE

DE 19918161	A1	02-11-2000	AT 307290 T 15-11-2005
		DE 50011365 D1 24-11-2005	
		DK 1105647 T3 13-02-2006	
		WO 0065232 A2 02-11-2000	
		EP 1105647 A2 13-06-2001	
		ES 2250129 T3 16-04-2006	
		US 2001011463 A1 09-08-2001	

US 1726633	A	03-09-1929	KEINE

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 G8521520 U1 [0003]