

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

705 751 B1

(51) Int. Cl.: **F01B** 9/02 (2006.01)
F01B 31/14 (2006.01)
F16H 21/36 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01788/11

(22) Anmeldedatum: 07.11.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.05.2013

(24) Patent erteilt: 15.06.2016

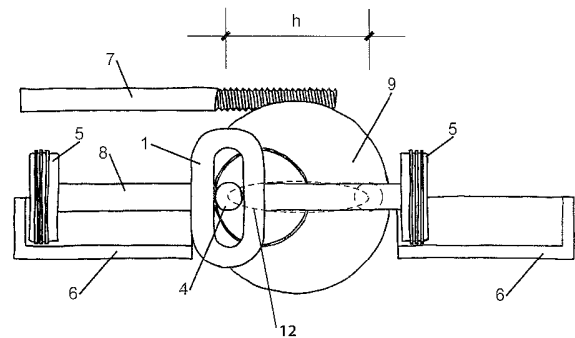
(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.2016

(73) Inhaber:
Bruno Portmann, Inselstrasse 15
5013 Niedergösgen (CH)
Armin Bärtschi, Langgasse 9
4652 Winznau (CH)

(72) Erfinder:
Bruno Portmann, 5013 Niedergösgen (CH)
Armin Bärtschi, 4652 Winznau (CH)

(54) **Kolbenmaschine mit ellipsenförmigem Bewegungsablauf am Kurbelzapfen und variabler Verdichtung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine mit variabler Verdichtung unter Last bei gleichzeitiger Reduktion der bewegten Massen und der Trägheitsmomente. Die variable Kraftübertragung auf die Kurbelwelle wird erreicht, indem man die Kurbelwelle durch ein System aus Rollkreishohlrund und einem darin abdrehbaren Ritzel, welches auf einer Kurbel oder in einer Lagerscheibe (9) gelagert wird, ersetzt. Das Durchmesser Verhältnis von Rollkreishohlrund zu Ritzel muss zwei zu eins betragen. Der Kurbelzapfen (4) wird mit dem abdrehbaren Ritzel verbunden, sodass er sich inner- oder ausserhalb des Teilkreisradius von Rollkreishohlrund und Ritzel befindet. Dreht nun das mit dem Kurbelzapfen (4) verbundene Ritzel im Rollkreishohlrund ab, entsteht am Kurbelzapfen (4) ein sich wiederholender, ellipsenförmiger Bewegungsablauf (12). Durch Vor- oder Rückwärtsdrehen des Rollkreishohlrades im Maschinengehäuse wird der Bewegungsablauf des Kurbelzapfens (4) gegenüber der Zylinderachse verschoben, und der Kolben (5) erreicht seinen obersten Totpunkt nicht mehr. Mit dieser Verdrehung des Rollkreishohlrades über ein Schneckengetriebe (7) ergibt sich eine einfache Möglichkeit, die Verdichtung in einer Kolbenmaschine zu verändern.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine, die das Prinzip des radial kreisenden Kurbelzapfens durch ein Kurbelzapfensteuerungsprinzip aus einem Rollkreishohlrund und einem darin abrollenden Zahnrad ersetzt. Der Kurbelzapfen bildet dabei eine Einheit mit dem abrollenden Zahnrad, sodass dieser eine wiederkehrende ellipsenförmige Bahn abfährt. Ergänzt man ein solches Kurbelzapfensteuerungsprinzip durch die Möglichkeit, das Rollkreishohlrund im Maschinengehäuse vor- oder rückwärts zu drehen, kann mit dieser Verdrehung des Rollkreishohlrundes die Verdichtung in den Arbeitsräumen unter Last verändert werden.

Stand der Technik

[0002] Der Stand der Technik wird im Patent WO 9 716 625 beschrieben. Grundsätzlich wird in diesem Patent eine variable Verdichtung durch das Verdrehen einer linearen Hubbewegung gegenüber dem Kolbenhub erreicht, welche in einer hypozykloiden Geradföhrung erzeugt wird.

[0003] Im Unterschied zum Stand der Technik wird durch das Versetzen des Kurbelzapfens ausser- oder innerhalb des Teilkreisdurchmessers der beiden Zahnräder eine ellipsenförmige Bahn am Kurbelzapfen abgefahren. Dies hat vor allem zwei Vorteile; es wird bei einer Arbeitsmaschine im Moment, bei dem am meisten Leistung anfällt, ein besserer Hebelarm zur Verfügung gestellt, sodass das Drehmoment optimaler auf die Antriebswelle übertragen wird, und die Umwandlung der elliptischen Bewegung am Kurbelzapfen in die kreisförmige der Antriebswelle geschieht wesentlich ruhiger als bei einem linearen Bewegungsablauf.

Darstellung der Erfindung:

[0004] Die Erfindung verfolgt das Ziel, die Kolbenkräfte möglichst optimal auf die Kurbelwelle zu übertragen, eine variable Verdichtung unter Last zu erlauben, die Masse der bewegten Maschinenteile zu reduzieren und eine Drehmomentsoptimierung über einen deutlich grösseren Drehzahlbereich zu gewährleisten.

[0005] Im Gegensatz zu bekannten Kolbenmaschinen wird das Prinzip des radialkreisenden Kurbelzapfens durch ein Steuerungsprinzip ersetzt, bei dem die Kraftübertragung vom Kurbelzapfen auf die Kurbelwelle mittels einer Rollkreishohlrundkonstruktion geschieht. Dazu wird ein Rollkreishohlrund im Gehäuse so fixiert, dass dieses Rollkreishohlrund auf Wunsch um einen bestimmten Winkel vor- oder rückwärts gedreht werden kann. Im Rollkreishohlrund dreht ein Ritzel ab, welches über eine Kurbel oder eine Lagerscheibe auf seiner Bahn gehalten wird. Wählt man das Durchmesser Verhältnis von Rollkreishohlrund zu Ritzel bei 2:1, ist man bei der bekannten hypozykloiden Geradföhrung. Wird nun der Kurbelzapfen auf dem abdrehenden Ritzel nicht exakt auf dem Teilkreisdurchmesser der beiden Zahnräder angebracht, wird dieser Kurbelzapfen anstelle der linearen Bewegung eine elliptische Bahn abfahren. Die exakte ellipsenförmige Bahn, die der Kurbelzapfen abfährt, wird alleine durch die Distanz des Kurbelzapfens zum Teilkreisradius bestimmt, dabei kann der Kurbelzapfen innerhalb oder ausserhalb dieses Teilkreisradius angebracht werden.

[0006] Erreichen die Kolben der Kolbenmaschine im oberen Totpunkt ihr maximales Verdichtungsverhältnis, sprechen wir im Weiteren von der Grundstellung. Will man eine variable Verdichtung unter Last, kann man diese Grundstellung verlassen, sodass die Kolben den oberen Totpunkt dieser Grundstellung nicht mehr erreichen. Dazu wird das im Gehäuse verdrehbar gelagerte Rollkreishohlrund um einen Winkel zwischen 0 und 90° vor- oder rückwärts gedreht. Damit verschiebt sich die Lage der ellipsenförmigen Bahn, die am Kurbelzapfen abgefahren wird, gegenüber der Grundstellung, und der mit diesem Kurbelzapfen über ein Pleuel oder eine Kurbelschleife verbundene Kolben erreicht den in der Grundstellung definierten maximalen oberen Totpunkt nicht mehr, es sinkt also das Verdichtungsverhältnis.

[0007] Am einfachsten bewerkstelligt man dies, indem man auf dem Rollkreishohlrund partiell eine Aussenverzahnung anbringt. Im Bereich dieser Aussenverzahnung wird ein Schneckengetriebe mit dem Gehäuse verbunden. Dreht sich das Schneckengetriebe vor- oder rückwärts, wird sich das Rollkreishohlrund mitdrehen. Man verlässt also die Grundstellung, in welcher die maximalen oberen Totpunkte der Kolben erreicht wurden, und die Verdichtung ändert sich, ohne dass man zusätzliche Maschinenteile in den Bewegungsablauf von Pleuelstange oder Kurbelschleife und Kolben einführen muss.

[0008] Mit diesem einfachen und effektiven Steuerungsprinzip lassen sich sämtliche bekannten Kolbenmaschinenanordnungen mit einer variablen Verdichtung unter Last bauen, und gleichzeitig sinken bei geschickter Auslegung und Anordnung die Masse der bewegten Maschinenteile und das Trägheitsmoment. Natürlich kann man anstelle der variablen Verdichtung auch nur die gewünschte Verdichtung werkseitig fixieren und benötigt damit nur noch einen Kolbenmaschinentypen für die unterschiedlichen Kraftstoffarten. Verdreht man das Rollkreishohlrund um 90° vor- oder rückwärts aus der Grundstellung, wird der Kurbelzapfen eine zur Zylinderachse orthogonal ausgerichtete elliptische Bahn abfahren. Dadurch wird auf die Pleuelstange oder die Kurbelschleife praktisch keine Hubarbeit mehr übertragen, und die Verdichtung in den Arbeitsräumen sinkt gegen Null. Oder anders gesagt, kann die Maschine bei rotierender Kurbelwelle im Leerlauf betrieben werden. Da normalerweise die Änderung des Verdichtungsverhältnisses mit einer relativ geringen Verdrehung des Rollkreishohlrundes erreicht wird, kann bei einer Kurbelschleifenmaschine die Breite der Kurbelschleife massgeblich verringert werden, sodass die Kurbelschleife der gewünschten Variation der Verdichtung und dem gewünschten elliptischen Bewegungsablauf des mit dem Ritzel verbundenen Kurbelzapfens angepasst werden muss. Mit dieser Verringerung der

Kurbelschlaufengrösse, der generell möglichen Verringerung der Kolbenhöhe und den weiteren Gewichtseinsparungen durch die fehlenden Lager zwischen Kolben und Pleuelstange, sinkt das Gewicht der linear zu beschleunigenden Maschinenteile einer Kurbelschlaufenmaschine gegenüber einer mit Pleueln ausgestatteten Kolbenmaschine. Weiter bietet sich bei solchen Kurbelschlaufenmaschinen die Nutzung der Kolbenunterseite als Arbeitsraum an, wie dies bei Kreuzkopfmaschinen im Schiffsmotorenbau gemacht wird.

[0009] Interessanterweise erlaubt eine solche Kurbelschlaufenmaschine zwei einfache Zylinderanordnungen. Will man beispielsweise eine Vierzylindermaschine bauen, kann dies mit einer Kurbelzapfensteuerungseinheit geschehen, indem auf dem abrollenden Ritzel beidseitig Kurbelzapfen angebracht werden. Liegen diese beiden Kurbelzapfen auf dem Ritzel 180° auseinander, so müssen die beiden Kurbelschlaufeneinheiten in einem Winkel von 90° angeordnet werden. Es entsteht also ein V-Motor mit 90° Bankwinkel. Verändert man die Anordnung der beiden Kurbelzapfen auf dem abrollenden Ritzel, so wird sich der Bankwinkel gegenüber dem gewählten Winkel der beiden Kurbelzapfen halbieren. Durch die lineare Bewegung einer Kurbelschlaufeneinheit können im Bereich der Kolbenstangen auch Zahnstangen montiert werden, die die Bewegung der Kurbelschlaufeneinheit über ein im Gehäuse drehbar fixiertes Zahnrad an die nächste Kurbelschlaufeneinheit weitergeben. Mit diesem Prinzip können mit einer Kurbelzapfensteuerungseinheit Mehrzylinderanordnungen mit einem guten Massenausgleich und einem geringen Gewicht realisiert werden.

[0010] Nimmt man anstelle der Kurbelschlaufeneinheit nur eine Einheit mit nur einem Kolben und einer rückseitigen Führung an der Kolbenstange, können grundsätzlich alle Vorteile, wie sie mit Kurbelschlaufenmaschinen erreicht werden, auch auf Reihenmotorenanordnungen übertragen werden.

Aufzählung der Zeichnungen

[0011] Die Erfindung wird anhand einer Kurbelschlaufenmaschine mit variabler Verdichtung und elliptischem Bewegungsablauf am Kurbelzapfen zeichnerisch dargestellt.

- Fig. 1–4 stellen eine Kurbelschlaufenmaschine in ihrer Grundstellung mit variabler Verdichtung unter Last dar. Diese Grundstellung liegt vor, wenn die Kolben der Kolbenmaschine im oberen Totpunkt ihr maximales Verdichtungsverhältnis erreichen. Dabei zeigen die Fig. 1 und 2 die Vorderansicht und die Fig. 3 und 4 die Hinteransichten, wobei die beiden Kolben 5 mit der Kurbelschlaufe 1 und den Kolbenstangen 8 eine feste Einheit darstellen. Die beiden Zylinder 6 sind aufgeschnitten dargestellt, um die Kraftübertragung mittels Rollkreishohlrads 3 und Ritzel 2 zu verdeutlichen. Dreht das Ritzel 2 mit dem darauf fixierten Kurbelzapfen 4 zusammen mit der Lagerscheibe 9 einmal im Rollkreishohlrads 3 ab, fährt der Kurbelzapfen 4 eine elliptische Bahn (12) ab. Durchlaufen die beiden Kolben 5 ihre oberen und unteren Totpunkte, erreichen sie die maximale Hubhöhe h . Da nun das Rollkreishohlrads 3 im Gehäuse drehbar gelagert ist, kann es mittels dem Schneckengetriebe 7 gegenüber dem Gehäuse vor- oder rückwärts gedreht werden.
- Fig. 5–8 zeigen dasselbe Schema, wobei hier durch Drehen am Schneckengetriebe 7 das Rollkreishohlrads 3 und damit auch das darin abdrehende Ritzel 2 aus ihrer Grundstellung verschoben wurden, sodass nun die beiden Kolben 5 nur noch die Hubhöhe h' durchfahren können und sich damit die Verdichtung in den Arbeitsräumen gegenüber der Grundstellung verringert hat. Dank diesem Verdrehen des Rollkreishohlrads in beide Richtungen kann der Zündzeitpunkt je nach Maschinendrehzahl optimal auf das Drehmoment angepasst werden.
- Fig. 9 zeigt eine erfindungsgemässe Maschinenanordnung von oben gesehen, die Steuerungseinheit, bestehend aus Rollkreishohlrads 3 und Ritzel 2, wird nur einmal benötigt, denn die zweite Doppelkolbeneinheit wird mittels Zahnstangen 10, die auf den Kolbenstangen 8 angebracht sind, und einem im Gehäuse fixierten Zahnrad 11 mechanisch mit der ersten Doppelkolbeneinheit verbunden. Bewegt sich eine Doppelkolbeneinheit, wird die andere durch die Verbindung zwischen den Zahnstangen 10 und dem Zahnrad 11 in die entgegengesetzte Richtung symmetrisch bewegt.

Ausführung der Erfindung

[0012] Die variable Kraftübertragung auf die Kurbelwelle wird erreicht, indem die Kurbelwelle mit kreisendem Kurbelzapfen durch ein System aus Rollkreishohlrads und darin abdrehendem Ritzel ersetzt wird. Das Durchmesser Verhältnis von Rollkreishohlrads zu Ritzel muss 2:1 betragen. Das abdrehende Ritzel wird, um im Kontakt mit dem Rollkreishohlrads zu bleiben, auf einer Kurbel oder in einer Lagerscheibe gelagert und der Kurbelzapfen wird mit dem abdrehenden Ritzel verbunden. Der Kurbelzapfen kann auf dem Ritzel inner- oder ausserhalb des Teilkreisdurchmessers von Rollkreishohlrads und Ritzel angebracht werden. Dreht nun der mit dem Ritzel verbundene Kurbelzapfen im Rollkreishohlrads ab, werden am Kurbelzapfen beliebige elliptische Bewegungsabläufe abgefahren.

[0013] Wird nun das im Gehäuse drehbar gelagerte Rollkreishohlrads gegenüber den anderen Maschinenteilen so fixiert, dass die Achsen von Zylinder und elliptischen Bewegungsablauf am Kurbelzapfen parallel zu liegen kommen, erreichen die Kolben ihre maximalen Totpunkte, damit sprechen wir von der Grundstellung der Kolbenmaschine. Da wir es bei dieser Erfindung nicht mit einer kreisenden Bewegung am Kurbelzapfen zu tun haben, sondern mit einer beliebigen, sich

wiederholenden, elliptischen Bahn, wird es möglich, die Lage, die der Kurbelzapfen abfährt, in einem beliebigen Winkel um den Rollkreishohlradmittelpunkt zu drehen. Dreht man also das Rollkreishohlrاد im Gehäuse um seine Achse, wird sich die Lage des Bewegungsablaufes am Kurbelzapfen exakt um den Winkel verschieben, um den das Rollkreishohlrاد gegenüber dem Gehäuse verdreht wurde. Dieses Verdrehen kann beispielsweise mit einem Schneckengetriebe erreicht werden, welches das Maschinengehäuse und das darin drehbar gelagerte und in einem Teilbereich aussenverzahnte Rollkreishohlrاد verbindet. Die Bewegung, die der Kurbelzapfen nun abfährt, verläuft nicht mehr parallel zum Kolbenhub. Dies bewirkt, dass die Kolben ihre maximalen Totpunkte, welche sie in der Grundstellung noch erreichten, nun nicht mehr erreichen und die Verdichtung in den Arbeitsräumen sinkt. Durch die Möglichkeit, das Rollkreishohlrاد vor- oder rückwärts zu drehen, wird es möglich, jeden Parameter, entsprechend der Tourenzahl und dem verwendeten Kraftstoff, auf Verbrauch und Leistung zu optimieren.

[0014] Als mögliche Ausführungsvariante möchten wir eine Kurbelschlaufenmaschine mit der neuartigen Kurbelzapfensteuerung vorstellen. Natürlich könnte man eine solche Maschinenanordnung auch als Boxermaschine bauen. Die Boxermaschine hat in einigen Punkten kleine Nachteile gegenüber der Kurbelschlaufenanordnung, denn dank der steifen Einheit von Kolben, Kolbenstange und Kurbelschleife können die Kolbenhöhe, die Maschinengrösse und das Gewicht der beschleunigten Massen, im Vergleich zur bekannten Boxeranordnung mit Pleueln, nochmals reduziert werden.

[0015] Will man beispielsweise eine Vierzylindermaschine bauen, kann man auf beiden Seiten des Ritzels Kurbelzapfen anbringen. Es spielt dabei keine Rolle, in welcher Position die beiden Kurbelzapfen auf dem Ritzel zueinander stehen. Sie können zum Beispiel an derselben Stelle sein, dadurch vollführen beide Doppelzylindereinheiten einen synchronen Bewegungsablauf, oder sie liegen um 180° verschoben auf dem Ritzel, dann werden sich die beiden Doppelzylindereinheiten in einem rechten Winkel zueinander bewegen. Zwischen diesen beiden Extremen sind natürlich alle erdenklichen Anordnungen der Kurbelzapfen zueinander möglich. Eine weitere Möglichkeit der Mehrzylinderanordnung besteht darin, auf den Kolbenstangen Zahnstangen anzubringen. Zur Kraftübertragung von einer Kolbenstange mit Zahnstange zur nächsten kann dann einfach ein im Maschinengehäuse drehbar gelagertes Zahnrad dienen. Diese Art der Kraftübertragung bringt bei Mehrzylinderanordnungen den Vorteil von gegenläufigen Kolbeneinheiten, gleichzeitig sinkt die bewegte Masse, und man benötigt nur eine Steuereinheit für die Verdichtungsänderung und die Umwandlung der oszillierenden Bewegung des Kurbelzapfens in eine rotierende. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, wie beispielsweise bei grossen Schiffsmotoren mit Kolbenstangen, auch die Kolbenunterseiten als Arbeitsräume zu nutzen.

Patentansprüche

1. Kolbenmaschine mit im Betrieb variabel verstellbarer Verdichtung, umfassend:
 - mindestens einen axial in einem Zylinder (6) geführten Kolben (5),
 - eine Drehmoment ableitende Welle,
 - mindestens einen Kurbelzapfen (4),
 - eine kraftschlüssige Verbindung (8, 1) in Form einer Kurbelschleife (1) und einer Kolbenstange (8), oder eines Pleuels zwischen Kolben (5) und Kurbelzapfen (4),
 - ein Ritzel (2) mit Mitteln, welche es in einem Rollkreishohlrاد (3) abrollen lassen und gleichzeitig eine translatorische Bewegungskomponente des Ritzels (2) mit einer drehenden Bewegung der Welle koppeln, wobei das Verhältnis der Teilkreise des Rollkreishohlrades (3) und des Ritzels (2) 2:1 sein muss,
 - wobei ferner das Rollkreishohlrاد (3) einstellbar drehfest in einem Gehäuse der Kolbenmaschine gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Kurbelzapfen (4) am Ritzel (2) innerhalb oder ausserhalb des Teilkreises des Ritzels befestigt ist, sodass der Kurbelzapfen (4) beim Umlauf des Ritzels (2) im Rollkreishohlrاد (3) eine ellipsenförmige Bahn (12) beschreibt.
2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel, welche das Ritzel (2) beim Abrollen im Rollkreishohlrاد (3) führen, eine Kurbel oder eine Lagerscheibe (9) sind.
3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rollkreishohlrاد (3) über eine partielle Aussenverzahnung mit einem Schneckengetriebe (7) zusammenwirkt, welches das Rollkreishohlrاد (3) gegenüber dem Gehäuse drehfest fixiert und über welches das Rollkreishohlrاد (3) vor- und zurückgedreht werden kann, sodass sich die Lage der vom Kurbelzapfen (4) beschriebenen ellipsenförmigen Bahn (12) gegenüber dem Gehäuse ebenso dreht.
4. Kolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Verdrehung des Rollkreishohlrades von 90° gegenüber einer Grundstellung bei rotierender Kurbelwelle oder Lagerscheibe (9) praktisch ein Stillstand des oder der Kolben (5) erreicht wird.
5. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei entlang einer gemeinsamen Achse geführte Kolben (5) mit zugehörigen Kolbenstangen (8) und einer einzigen Kurbelschleife (1) eine starre Einheit bilden.
6. Kolbenmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei starre Einheiten aus Kolben (5) und Kolbenstangen (8) vorgesehen sind, wobei jede starre Einheit einen als Zahnstange (10) ausgeführten Bereich aufweist und beide Zahnstangen (10) über ein im Gehäuse drehbar gelagertes Zahnrad (11) kinematisch verbunden

CH 705 751 B1

sind, sodass mit nur einer einzigen Steuerungseinheit aus Kurbelzapfen (4) Kurbelschlaufe (1), Ritzel (2), Kurbelwelle oder Lagerscheibe (9) mit Rollkreishohlrads (3), die mindestens mit zwei starren Einheiten gesteuert werden können.

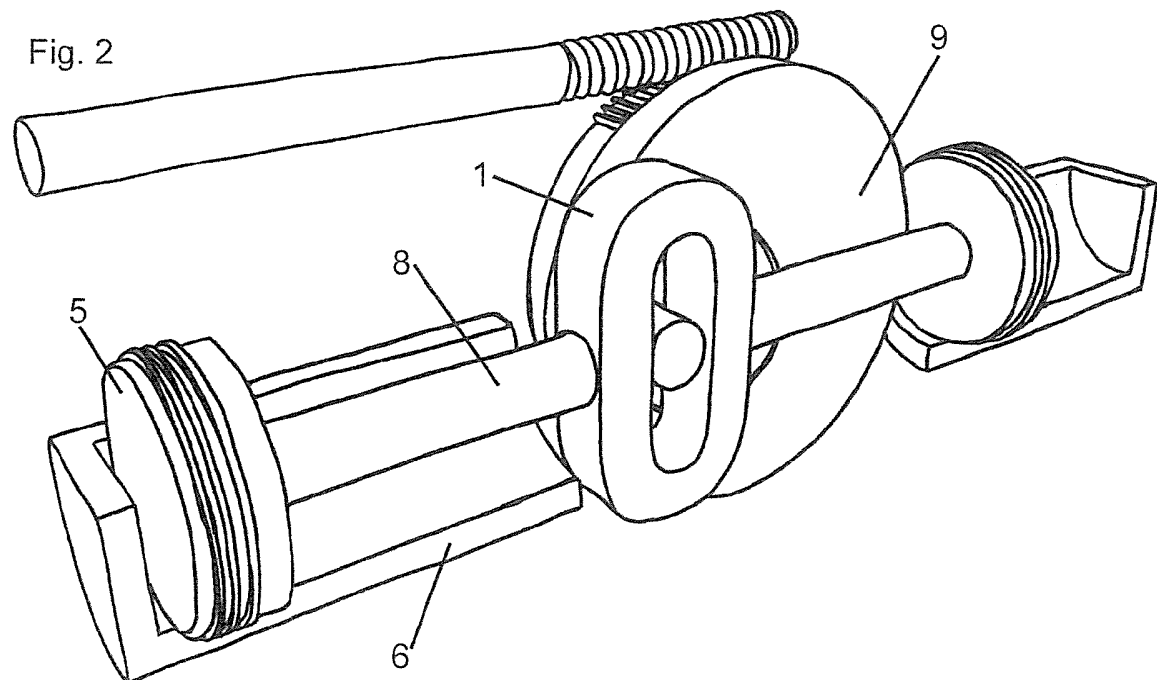
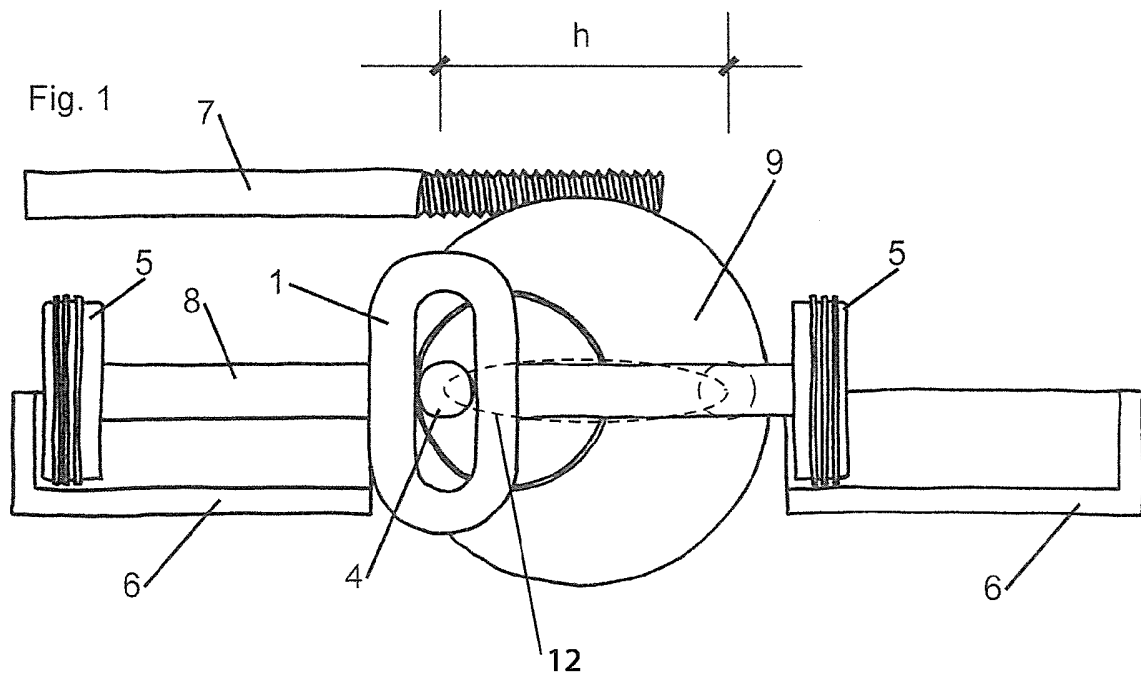


Fig. 3

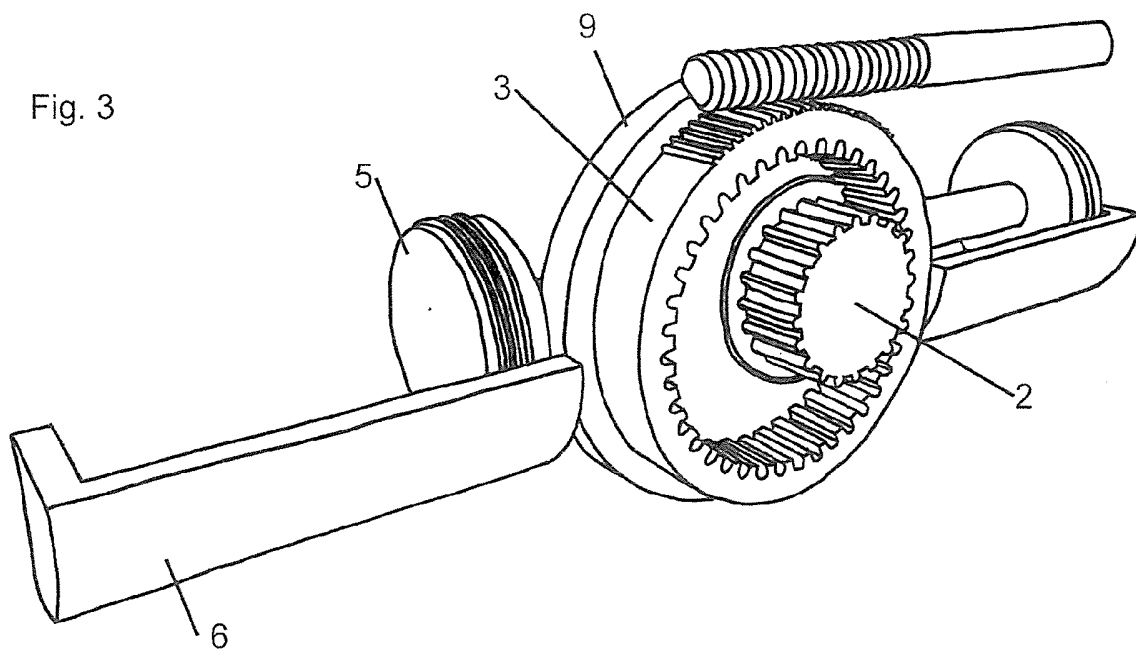


Fig. 4

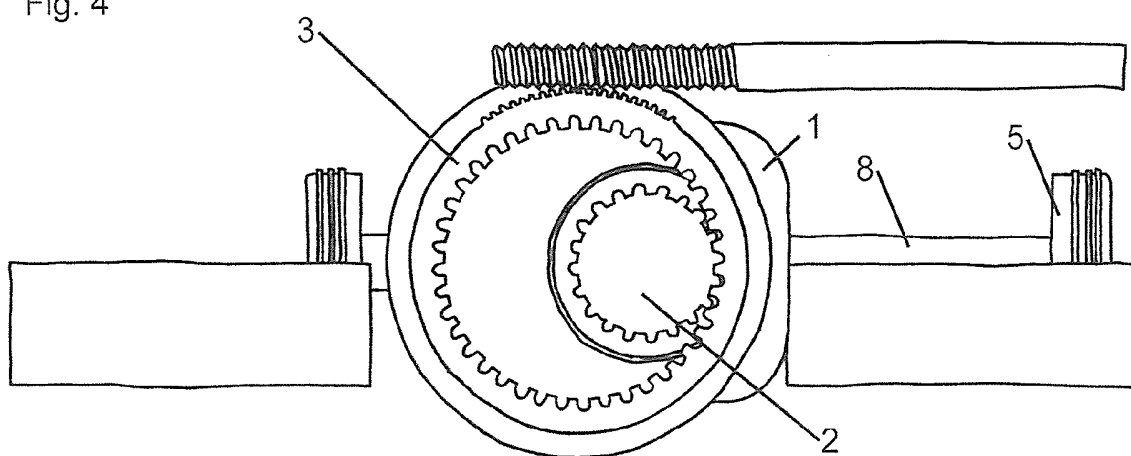


Fig. 5

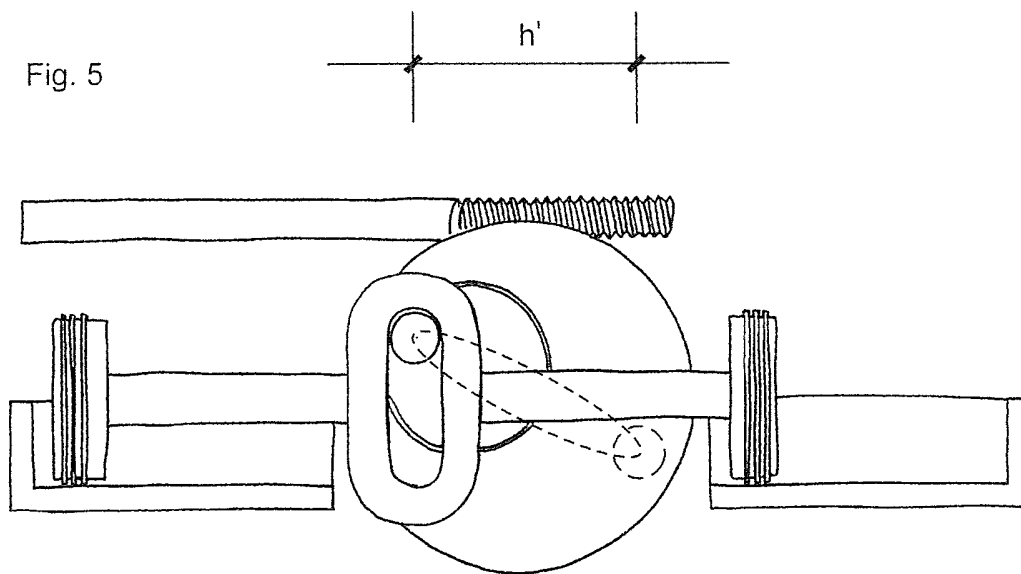


Fig. 6

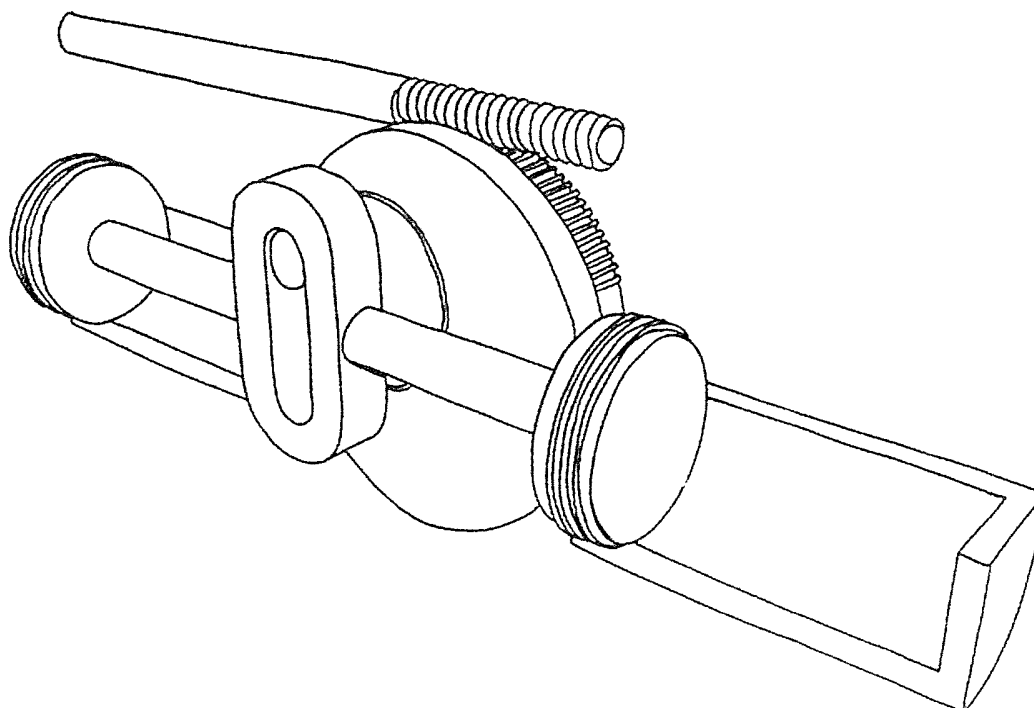


Fig. 7

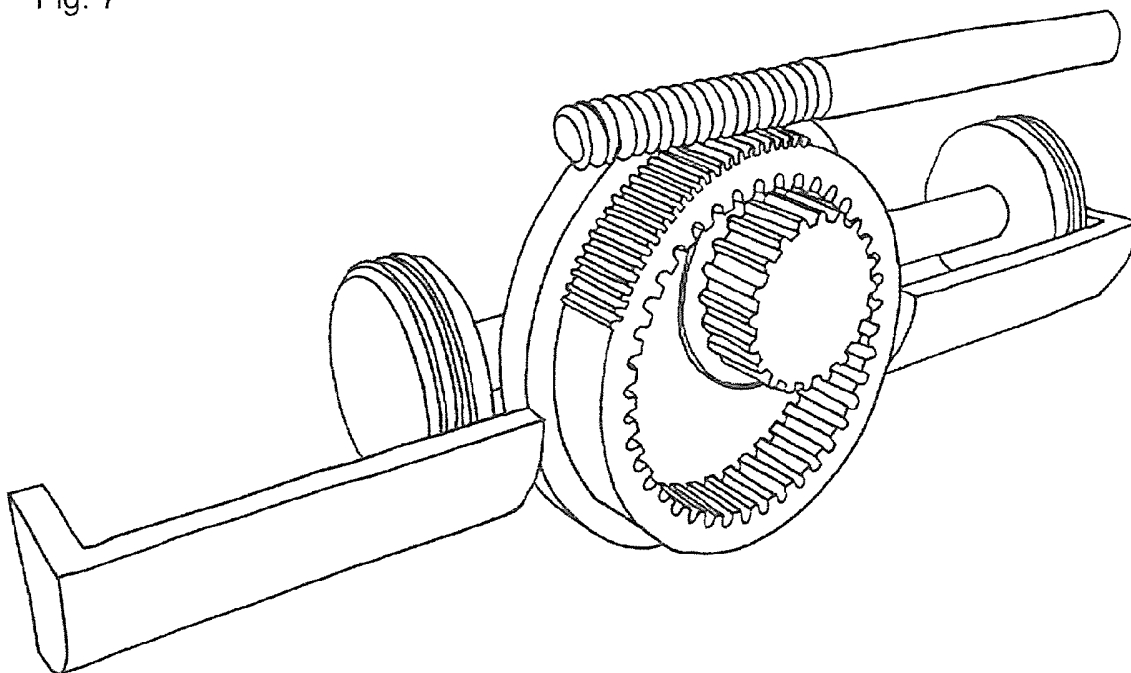


Fig. 8

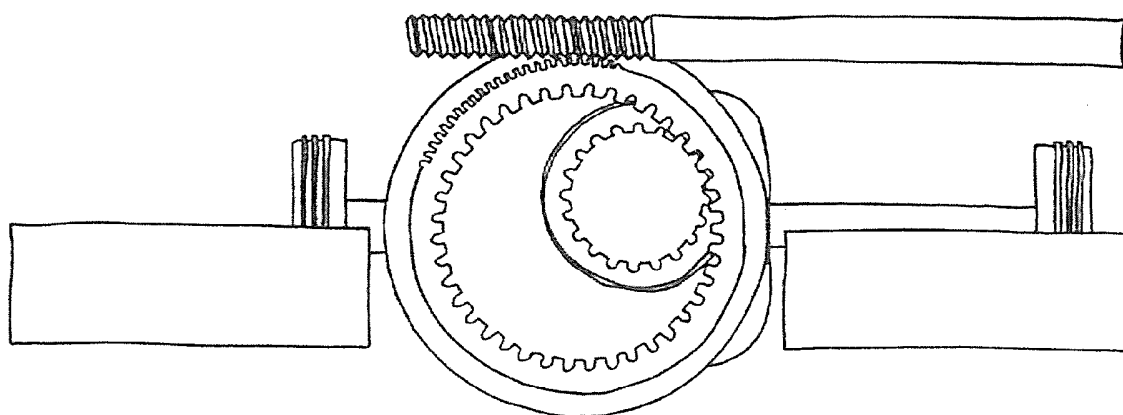


Fig. 9

