

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
8. November 2012 (08.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/149921 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2012/000373
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. April 2012 (10.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 016 384.0 7. April 2011 (07.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ECCIng EXPERTENTEAMS** [DE/DE];
Merkurstrasse 3, 52249 Eschweiler (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **YAPICI, Kurt, Imren**
[DE/DE]; Kinzweilerstrasse 35, 52249 Eschweiler (DE).
- (74) Anwalt: **REUTHER, Martin**; Zehnthofstrasse 9, 52349
Düren (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: VALVE TRAIN AND METHOD FOR CONTROL TIME VARIATION

(54) Bezeichnung : VENTILTRIEB UND STEUERZEITENVARIATIONSVERFAHREN

(57) Abstract: The invention relates to a link lever of a valve train, which is rotatably mounted on a swing arm of the valve train by means of a stationary link point having an intermediate cam follower that follows a camshaft, wherein said swing arm supports a cam track that drives a valve.

(57) Zusammenfassung: Ein Anlenkhebel eines Ventiltriebs wird über einen ortsfesten Anlenkpunkt mit einem Zwischennockenfolger, der einer Nockenwelle folgt, an einem Schwinghebel des Ventiltriebs drehbar gelagert, welcher seinerseits eine Nockenbahn trägt, die ein Ventil antreibt.



WO 2012/149921 A2

Ventiltrieb und Steuerzeitenvariationsverfahren

[01] Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb für einen Kolbenmotor mit einer Steuerzeitenvariation sowie ein Verfahren zur Variation sowie ein Verfahren zur Variation der Steuerzeiten eines Ventils eines Kolbenmotors.

5 [02] Insbesondere die Laststeuerung von Ottomotoren geschieht üblicherweise durch eine Begrenzung der Zylinderfüllung. Häufig wird hierzu eine Drosselklappe eingesetzt, mit welcher die Füllung in Folge von Störungsverlusten an der Klappe verringert wird. Diese Art der Laststeuerung ist mit Verlusten behaftet, wobei aus dem Stand der Technik ein Weg, diese Verluste zu vermeiden bzw. zu verringern, in der Verwendung eines vollvariablen Ventiltriebs
10 zur Füllungsregulierung bekannt ist. Unter der Bezeichnung „vollvariabel“ wird in diesem Zusammenhang ein Ventiltrieb verstanden, bei dem die Öffnungsdauer der Ventile einer Funktionsart, vorzugsweise die Öffnungsdauer der Einlassventile, innerhalb thermodynamisch sinnvoller Grenzen frei gewählt werden kann. Ergänzt wird dies üblicherweise bzw. häufig mit einer Vorrichtung, welche eine Phasenverschiebung zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle
15 erlaubt.

[03] Wichtige Kriterien für vollvariable Ventile sind ihr Bauraumbedarf, die Reibleistung und die Kosten sowie die Robustheit gegenüber Fertigungstoleranzen.

[04] Kolbenmotoren mit einer Steuerzeitenvariation bzw. Ventiltriebe für einen Kolbenmotor mit einer Steuerzeitenvariation, mit einer Nockenwelle und mit wenigstens einem
20 Ventil, welches über einen Ventalnockenfolger von der Nockenwelle angetrieben wird, bzw. ein entsprechendes Verfahren zur Variation der Steuerzeiten eines Ventils eines Kolbenmotors sind an sich aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. So offenbaren beispielsweise die DE 10 2009 004 224 A1 bzw. die US 7,311,073 B1 derartiges, wobei zwischen der Nockenwelle und dem Ventalnockenfolger eine Hebelanordnung angeordnet ist, welche einerseits einen
25 Zwischennockenfolger für die Nockenwelle und andererseits eine Nockenbahn für den Ventalnockenfolger aufweist, wobei zur Steuerzeitenvariation die Hebelanordnung über einen Stelltrieb variierbar ist. Während bei der Anordnung nach der DE 10 2009 004 224 A1 eine entsprechende Walze, die als Zwischennockenfolger dient, schwimmend gelagert ist, was verhältnismäßig aufwendig in der Abstimmung und der Montage ist, ist bei der Anordnung nach
30 der US 7,311,073 B1 ein Schwinghebel mit einem gehäusefesten Drehpunkt vorgesehen, wobei

über einen Anlenkhebel, welcher den Zwischennockenfolger aufweist, der Schwinghebel angetrieben ist und der Anlenkhebel mittels eines Exzenters als Stelltrieb in Bezug auf den Schwinghebel variierbar ist. Der Schwinghebel selbst trägt dann die Nockenbahn für Ventilonckenfolger, der seinerseits dann auf einen Stößel des Ventils in an sich bekannter Weise einwirkt.

- [05] Es ist Aufgabe vorliegender Erfindung, einen gattungsgemäßen Ventiltrieb bzw. ein gattungsgemäßes Steuerzeitenvariationsverfahren bereit zu stellen, welche Bauart bedingt möglichst großen Spielraum bei der Ausgestaltung des Ventilhubs bzw. der zugehörigen Steuerzeiten ermöglichen.
- [06] Als Lösung werden ein Ventiltrieb bzw. ein Steuerzeitenvariationsverfahren mit den Merkmalen der jeweils unabhängigen Ansprüche vorgeschlagen. Besonders bevorzugte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

- [07] Ist der Anlenkhebel über einen Anlenkpunkt an den Schwinghebel drehbar gelagert bzw. dreht der Anlenkhebel relativ zum Schwinghebel um einen ortsfesten Anlenkpunkt, so ermöglicht dieses Bauart bedingt erhöhte Freiheiten bei der Ventilhubgestaltung bzw. der Beeinflussung der Steuerzeiten. Hierbei stehen insbesondere die Hebellänge des Anlenkhebels und die Auswahl des Anlenkpunkts an dem Schwinghebel sowie des Bereichs, in welchem ein Stelltrieb an dem Anlenkhebel und/oder an dem Schwinghebel angreift, neben den ansonsten üblichen Möglichkeiten bei der Ventilhub- bzw. Steuerzeitengestaltung gattungsgemäßer Einrichtungen bzw. Verfahren zur Verfügung. Gleichwohl lässt sich durch eine entsprechend kompakte Bauweise der zusätzlich benötigte Bauraum auf ein Minimum reduzieren.

- [08] Zwar hat diese Ausgestaltung auf den ersten Blick den scheinbaren Nachteil, dass mehr Masse mit der Schwingungsfrequenz des Schwinghebel hin und her bewegt werden muss, da auch der ortsfeste Anlenkpunkt sowie ein zugehöriges Lager und der Anlenkhebel dementsprechend mit bewegt werden müssen. Andererseits können derartige Lager an dem Anlenkpunkt verhältnismäßig klein ausgewählt werden, da hier nur sehr wenig Relativbewegung zu erwarten ist, was seinerseits wieder auch mögliche Reibungsverluste auf ein Minimum reduziert. Insofern zeigen sich diese Nachteile in der Praxis nur scheinbar und können durch die größeren Freiheiten bei der Ventilhub- bzw. Steuerzeitengestaltung mehr als aufgewogen werden.

[09] Hierbei kann der Anlenkpunkt insbesondere räumlich zwischen der Nockenbahn und dem Drehpunkt des Schwinghebels angeordnet sein, insbesondere um räumlichen Gegebenheiten Rechnung tragen zu können.

[10] In diesem Zusammenhang sei betont, dass die Bezeichnung „räumlich zwischen“, anders als der bloße Gebrauch des Begriffs „zwischen“, auf eine räumliche Anordnung der entsprechenden Baugruppen bzw. Bauteile zielt, wobei für eine entsprechende Bestimmung, ob ein bestimmtes Bauteil bzw. eine Baugruppe räumlich zwischen zwei weiteren Bauteilen bzw. -gruppen angeordnet ist, zwischen letzteren eine Strecke mit jeweils einem dieser beiden Bauteile bzw. -gruppen an den Streckenenden gebildet und durch jedes dieser beiden Bauteile bzw. -gruppen eine Ebene, welche senkrecht auf dieser Strecke steht, gelegt wird. Befindet sich das bestimmte Bauteil bzw. die bestimmte Baugruppe zwischen diesen beiden Ebenen, so ist sie räumlich zwischen den beiden entsprechenden Bauteilen bzw. -gruppen angeordnet. In einer Verfeinerung dieser Definition kann, wenn die beiden Bauteile bzw. -gruppen eine räumliche Erstreckung aufweisen, eine entsprechende Streckenschar gebildet werden, was dann zu entsprechenden Ebenenscharen führt, wobei dann ein bestimmtes Bauteil bzw. eine bestimmte Baugruppe zwischen den entsprechenden Bauteilen bzw. -gruppen liegt, wenn das bestimmte Bauteil bzw. die bestimmte Baugruppe innerhalb des freien Raumes, welcher zwischen den beiden Ebenenscharen verbleibt, zu finden ist.

[11] So ist es insbesondere möglich, dass der Bereich, in welchem der Stelltrieb, beispielsweise ein entsprechender Exzenter, an dem Anlenkhebel angreift, auf der selben Seite des Zwischenhebels wie der Zwischennockenfolger angeordnet ist. Hierdurch verbleibt insbesondere auf der anderen Seite des Zwischenhebels verhältnismäßig viel Bauraum.

[12] Alternativ hierzu ist es möglich, dass der Bereich, in welchem der Stelltrieb bzw. ein entsprechender Exzenter an dem Anlenkhebel angreift, auf der anderen Seite des Zwischenhebels wie der Zwischennockenfolger angeordnet sein, was dazu führt, dass verhältnismäßig lange Hebelarme und ein sehr kurzer Abstand zwischen dem Zwischenhebel und der Nockenwelle mit dem hieran angreifenden Nockenfolger verbleibt.

[13] Alternativ zu der Anordnung des Anlenkpunkts räumlich zwischen der Nockenbahn und dem Drehpunkt des Schwinghebels kann der Drehpunkt des Schwinghebels räumlich zwischen der Nockenbahn und dem Anlenkpunkt angeordnet sein. Auch dieses ermöglicht verhältnismäßig lange Hebellängen, wenn dieses vom Bauraum her möglich ist, wobei dann die Gesamtanordnung zwar verhältnismäßig hoch aber auch verhältnismäßig schmal bauen kann.

[14] In einer bevorzugten Ausgestaltung kann zur Verstellung der Ventilsteuerzeit der Winkel zwischen dem Schwinghebel und dem Anlenkhebel variiert werden. Hierbei ist dann vorzugsweise für jede Ventilsteuerzeit eine andere Winkelstellung vorgesehen, während zur Variation der Öffnungszeit eine positionsvariable Fläche oder ein sonstiges in seiner Position veränderliches Element des Stelltriebs, wie beispielsweise eine Exzenterfläche eines Exzenter, auf welcher der Anlenkhebel sich abstützt, in ihrer Lage verändert wird. Hierdurch ändert sich der Winkelbereich, innerhalb dessen sich die Bewegung des Schwinghebels um seine hinsichtlich der Schwingbewegung ortsfeste Achse vollzieht. Hierbei kann es darüber hinaus zu einer Vergrößerung oder Verkleinerung des Winkelbereichs kommen, wodurch die Öffnungsdauer in einem entsprechenden, ggf. kleineren, Maß ebenfalls beeinflusst wird. Durch den ortsfesten Drehpunkt, wobei in vorliegendem Zusammenhang die Bezeichnung „ortsfest“ einerseits einen gehäusefesten Drehpunkt bzw. einen an einem Exzenter vorgesehenen Drehpunkt umfasst, sodass der Drehpunkt gerade nicht mit der Frequenz des Schwinghebels sondern wesentlich langsamer bewegt wird, kann der Ventiltrieb vergleichsweise toleranzunempfindlich dargestellt werden. Selbiges gilt selbstverständlich auch bei der Umsetzung als entsprechendes Steuerzeitenvariationsverfahren.

[15] In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Anlenkhebels mittels eines Drehwinkels am Anlenkpunkt variierbar sein. Ebenso kann diesbezüglich ein Exzenter oder eine sonstige Abstützfläche oder ein verstellbares Bauteil des Stelltriebs ggf. zur Anwendung kommen.

[16] Insbesondere ist es möglich, die entsprechende Fläche eines Exzenter oder einer entsprechenden Baugruppe des Stelltriebs an dem Drehpunkt des Schwinghebels anzuordnen, was baulich besonders einfach zu realisieren ist, wobei ggf. sogar eine Drehachse des Schwinghebels als Träger eines entsprechenden Exzenter genutzt werden kann. Je nach konkreter Ausgestaltung kann die entsprechende Baugruppe des Stelltriebs bzw. ein entsprechender Exzenter aber auch an anderer Stelle angeordnet werden.

[17] Entsprechend einer konkreter Umsetzung kann der Anlenkhebel um denselben Drehpunkt wie der Zwischenhebel drehen. Bevorzugt sind jedoch Anlenkhebel, die um einen vom Drehpunkt des Zwischenhebels verschiedenen Anlenkpunkt drehen, da hierdurch besonders viele Freiheiten in der Ventilhubgestaltung bzw. in der Variation der Ventilsteuerzeit verbleiben.

[18] Der Schwinghebel kann so ausgeführt sein, dass er gegenüber dem Nockenfolger einen Leerhubbereich aufweist, dass heißt dass in diesem Bereich die Nockenbahn konzentrisch zum Drehpunkt des Schwinghebels verläuft, sodass keine Bewegung des Nockenfolgers vom Schwinghebel eingeleitet wird, solange dort der Abgriff des Nockenfolgers erfolgt. In diesem Zusammenhang sei betont, dass eine derartige Ausgestaltung auch unabhängig von den übrigen Vorteilen bzw. Merkmalen vorliegender Erfindung bei einem vollvariablen Ventiltrieb, insbesondere bei dem gattungsgemäßen Ventiltrieb, sowie bei einem vollvariablen Steuerzeitenvariationsverfahren, und insbesondere bei einem gattungsgemäßen Steuerzeitenvariationsverfahren, vorteilhaft zur Anwendung kommen kann. Hierbei sei diesbezüglich insbesondere festgehalten, dass eine Steuerzeitenvariation nicht nur die Länge der Steuerzeit, gemessen von einem Öffnen bis zum einem Schließen der Ventile, verändern kann, sondern dass im Wesentlichen der Hub eines Ventils durch die Variation der Steuerzeit beeinflusst werden kann. Möglich ist hierbei eine Steuerzeitenvariation annähernd bis zu einem Nullhub der Ventile. Insofern ist es auch möglich, hierdurch eine Zylinderabschaltung infolge eines nicht öffnenden Ventils an dem Kolbenmotor umzusetzen.

[19] Wird der Ventiltrieb für einen mehrzylindrigen Motor, beispielsweise für einen Reihensechszylinder, eingesetzt, so ist beispielsweise eine unabhängige Betätigung für jeden einzelnen Zylinder oder für Zylindergruppen denkbar. Im Falle eines Sechszylindermotors könnte also beispielsweise jeweils eine Stellwelle für zwei Zylindergruppen verwendet werden. Durch eine getrennte Laststeuerung von mehreren Zylindern oder Zylindergruppen lässt sich mithin hierdurch eine Zylinderabschaltung bzw. eine weitgehende Stilllegung oder Lastreduktion einzelner Zylinder oder Zylindergruppen realisieren, da anders als bei schaltbaren Ventiltrieben ein kontinuierliches Zu- und Abschalten möglich ist.

[20] Insbesondere können verschieden ausgestaltete Stellwellen der jeweiligen Stelltriebe, als insbesondere verschiedene Exzenter für eine individuelle Ansteuerung der Ventile einzelner Zylinder bzw. einzelner Ventile genutzt werden. Ebenso sind geteilte bzw. getrennte Stellwellen des Stelltriebs bzw. der Stelltriebe denkbar, so dass beispielsweise zunächst alle Zylinder auf halbe Last eingestellt werden können, um anschließend die Hälfte bzw. ausgewählte Zylinder weiter in ihrer Last zu reduzieren, während andere Zylinder wieder in ihrer Last hochgefahren werden, was eine nahezu unbemerkbare Zylinderabschaltung durch einen Drehmomentneutralen Übergang im Bereich beispielsweise der halben Last ermöglicht. Ggf. kann dieses auch in anderen Lastbereichen erfolgen, indem verschiedene Anzahlen von Zylinder be- und entlastet werden.

[21] Je nach konkreter Umsetzung können vollvariable mechanische Ventiltriebe den Nachteil beinhalten, dass sie bei kürzeren Steuerzeiten geringere Ventilhube aufweisen, als es aus thermodynamischen Gesichtspunkten wünschenswert wäre. Wie bereits bevorstehend dargelegt, kann dies dadurch weitgehend abgefangen werden, dass der Winkelausschlag des Schwinghebels bei kurzen Steuerzeiten vergrößert wird. Als ergänzende oder alternative Maßnahmen kann, um diesen Nachteil weitestgehend zu vermeiden, ein derartiger Ventiltrieb mit schaltbaren Geometrien in zwei oder mehr Stellungen, kombiniert werden. Hierfür bieten sich eine Vielzahl von aus dem Stand der Technik an sich bekannten Möglichkeiten an. So könnte beispielsweise der Zwischennockenfolger und eine oder mehrere ihn tragenden Baugruppen axial verschiebbar ausgeführt sein, um wahlweise eine von zwei oder mehr zur Verfügung stehenden Nockenprofilen von der Nockenwelle abzugreifen. Alternativ könnten beispielsweise auf dem Schwinghebel mehrere Nockenbahnen, auch Hubkonturen genannt, in Nockenwellenachsrichtung hintereinander angeordnet sein, von denen immer nur eine zum Einsatz kommt, wobei auch hier das Umschalten durch eine axiale Verschiebung realisiert werden könnte.

[22] Vorzugsweise ist eine Hebelstrecke des Anlenkhebels zwischen den Drehpunkt des Schwinghebels und dem Zwischennockenfolger variierbar, wodurch besonders effektiv eine Steuerzeitenvariation bzw. eine Variation des Hubes initialisiert werden kann. Insbesondere ist es denkbar, bei einer derartigen Ausgestaltung die Variation des Anlenkhebels mit der Variation der Hebelstrecke zu koppeln, sodass hier eine besonders einfache bauliche Umsetzung realisiert werden kann.

[23] Wenn der Ventiltrieb durch einen Nockenübersetzer zwischen der Nockenbahn und dem Ventil, welcher zwei gehäusefeste Auflager aufweist, ausgeführt ist, von denen wenigstens eines der Auflager versteifbar ausgeführt ist, kann hierdurch die Nockenhubübersetzung auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung bei einem vollvariablen Ventiltrieb bzw. bei einem entsprechenden Steuerzeitenvariationsverfahren geändert werden, wobei insbesondere hierdurch auch den vorstehend genannten Nachteilen Rechnung getragen werden kann. Insofern ermöglicht eine variable Nockenübersetzung bei einem Steuerzeitenvariationsverfahren auch eine entsprechende Kompensation.

[24] Vorzugsweise kann dieses dadurch realisiert werden, dass die beiden Auflager einen unterschiedlichen Abstand zum Ventil haben, wobei durch einen Versteifen des einen Auflagers dieses als Auflager für den Nockenhubübersetzer genutzt wird, während das andere Auflager für

den Nockenhubübersetzer genutzt wird, wenn das versteifbar ausgeführte Auflager nicht versteift und mithin nachgiebig ist.

[25] Insbesondere können entsprechende Auflager durch hydraulisch betätigte Elemente zum Ventilspielausgleich realisiert sein, wobei dann in jeder Stellung beispielsweise nur ein
5 Hydrostößel mit Öldruck beaufschlagt werden und der andere nachgiebig verbleiben kann. Gegebenenfalls können die Hydrostößel hierfür mit einem zusätzlichen Ventil ausgestattet werden, welches den Ölraum bei Bedarf öffnet, sodass sich kein Öldruck aufbauen kann, während der andere Hydrostößel dann als Auflager für den Nockenübersetzer dienen kann.

[26] Dementsprechend wird auch ein Steuerzeitenvariationsverfahren vorgeschlagen, bei
10 welchem ein Nockenhubübersetzer über zwei gehäusefeste Auflager abgestützt wird, von denen wenigstens eines während des Betriebs in seiner Steifigkeit verändert wird, wobei der Hebelarm, insbesondere bei kleinen Ventilhuben, verkürzt werden kann. Bei kürzeren Öffnungszeiten für die Einlassventile wird in der Regel eine Verschiebung der Ventilerhebung zu früheren Öffnungszeiten gewünscht, wozu der vorliegende Ventiltrieb bzw. das
15 Steuerzeitenvariationsverfahren mit einem Nockenwellensteller kombiniert werden kann, um bei jeder Steuerzeitenlänge den optimalen Öffnungszeitpunkt zu erhalten. Hierbei kann der Ventiltrieb bei geeigneter Lage des Anlenkpunkts in Verbindung mit der passenden Drehrichtung der Nockenwelle so ausgeführt werden, dass bei einer Verkürzung der Steuerzeiten automatisch eine Verschiebung, also eine Phasenverstellung der Steuerzeit
20 gegenüber der Kurbelwelle, hin zu früheren Öffnungszeitpunkten stattfindet.

[27] Vorzugsweise wird hierzu der Anlenkhebel ohne weiteren Zwischenhebel von der Nockenwelle direkt oder über einen Rollenabgriff angetrieben, wobei sich die Kontaktstelle zur Nockenwelle bei kürzeren Steuerzeiten gegen die Drehrichtung zur Nockenwelle verschiebt. Dementsprechend wird auch ein Steuerzeitenvariationsverfahren vorzugsweise derart
25 umgesetzt, dass während der Variation der Steuerzeiten die Phase der Steuerzeit relativ zu einer Kurbelwelle des Kolbenmotors verstellt wird, wobei vorzugsweise die Phasenverstellung der Steuerzeit relativ zur Kurbelwelle in Richtung „früh“ erfolgt.

[28] Es versteht sich, dass die Merkmale der vorstehend bzw. in den Ansprüchen beschriebenen Lösungen gegebenenfalls auch kombiniert werden können, um die Vorteile
30 entsprechend kumuliert umsetzen zu können.

[29] Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand nachfolgender Beschreibung von Ausführungsbeispielen erläutert, die insbesondere auch in anliegender Zeichnung dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine erste schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Ventiltriebs;
- 5 Figur 2 eine alternative Ausgestaltung des Ventiltriebs nach Figur 1;
- Figur 3 eine weitere alternative Ausgestaltung des Ventiltriebs nach Figur 1;
- Figur 4 eine konkrete Umsetzung des Ventiltriebs nach Figur 1 im Schnitt;
- Figur 5 die Anordnung nach Figur 4 in perspektivischer Ansicht;
- Figur 6 die Anordnung nach Figuren 4 und 5 im Schnitt in einer Betriebsstellung;
- 10 Figur 7 die Anordnung nach Figur 6 in perspektivischer Ansicht;
- Figur 8 einen Ventiltrieb ähnlich Figur 1 mit zwei Auflagern;
- Figur 9 einen alternativen Ventiltrieb;
- Figur 10 den alternativen Ventiltrieb in einer alternativen Ausgestaltung;
- Figur 11 einen weiteren alternativen Ventiltrieb;
- 15 Figur 12 einen Ventilhubverlauf für zwei verschiedene Steuerzeitenlängen der Anordnung nach Figuren 4 bis 7;
- Figur 13 einen Ventiltrieb ähnlich Figur 1 in einer alternativen Ausgestaltung;
- Figur 14 den Ventiltrieb nach Figur 13 in einer anderen Betriebsstellung;
- Figur 15 eine weitere konkrete Umsetzung des Ventiltriebs nach Figur 1;
- 20 Figur 16 eine Umsetzung des Ventiltriebs nach Figuren 9 und 10 für zwei Ventile je Nocke in einer Schrägansicht;
- Figur 17 die Anordnung nach Figur 16 in einer Seitenansicht;
- Figur 18 die Anordnung nach Figuren 16 und 17 in perspektivischer Ansicht;
- Figur 19 einen Ventiltrieb ähnlich Figuren 16 bis 18 jedoch lediglich für ein Ventil je Nocke;
- 25 Figur 20 die Anordnung nach Figur 19 in einer Schrägansicht; und
- Figur 21 die Anordnung nach Figuren 19 und 20 in einer perspektivischen Ansicht.

[30] Bei sämtlichen, in den Figuren dargestellten Anordnungen wird über einen Ventiltrieb 1, welcher eine Nockenwelle 2 umfasst, wenigstens ein Ventil 3 über einen Ventilnockenfolger 4 angetrieben, der an einem Nockenhubübersetzer 13 vorgesehen ist, der sich an seiner dem Ventil 3 abgewandten Seite auf einem Auflager 14 abstützt.

[31] Hierbei umfasst der Ventiltrieb 1 jeweils einen Schwinghebel 9, an welchem eine Nockenbahn 7 vorgesehen ist, welche mit dem Ventilnockenfolger 4 wechselwirkt, wobei der

Schwinghebel 9 um einen Drehpunkt 10 schwingt, sodass die Nockenbahn 7 um den Drehpunkt 10 schwingend den Ventilnockenfolger 4 entsprechend positioniert.

[32] Der Schwinghebel 9 ist Teil einer Hebelanordnung 5, welcher einerseits den Ventilnockenfolger 4 und andererseits einen Zwischennockenfolger 6 umfasst, der seinerseits an
5 der Nockenwelle 2 anliegt und mit dieser wechselwirkt. Die Hebelanordnung wird in an sich bekannter Weise über Federn oder über sonstige Beaufschlagungseinrichtungen vorgespannt, sodass der Zwischennockenfolger 6 der Nockenwellenbahn der Nockenwelle 2 folgen und die Hebelanordnung 5 und insbesondere auch die Nockenbahn 7 dementsprechend mit der Kreisfrequenz der Nockenwelle 2 hin und her schwingen kann.

10 [33] Die Hebelanordnung 5 umfasst darüber hinaus einen Anlenkhebel 11, welcher über einen Anlenkpunkt 12 an dem Schwinghebel 9 drehbar gelagert ist, sodass der Anlenkhebel 11 relativ zum Schwinghebel 9 um einen ortsfesten Anlenkpunkt, nämlich den Anlenkpunkt 12, dreht.

[34] Darüber hinaus ist ein Stelltrieb 8 vorgesehen, mittels dessen der Anlenkhebel 11 in
15 Bezug auf den Schwinghebel 9 variierbar ist, sodass über die Hebelanordnung 5 die Wirkung der durch die Nockenwelle 2 bedingten Bewegung des Zwischennockenfolgers 6 auf die Bewegung des Schwinghebels 9 und mithin auf die Bewegung der Nockenbahn 7 beeinflusst werden kann.

[35] Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Stelltrieb 8 über einen
20 Exzenter 15 realisiert, welcher auf dem Drehpunkt 10 des Schwinghebels 9 und an welchem eine linear oder auf einer Kurvenbahn verschiebbar an dem Anlenkhebel 11 gelagerte Kulissee 16 als Gleitstein anliegt. Durch Verdrehen des Exzenter 15 kann die relative Position des Anlenkhebels 11 bezüglich des Schwinghebels 9 in gewünschter Weise variiert werden. Auch das in Figur 15 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht dieser Ausgestaltung, jedoch mit
25 einem leicht abgewinkelten und ein wenig kürzeren Anlenkhebel 11.

[36] Das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1, wobei statt einer Kulissee ein Rad 17 an dem Exzenter 15 anliegt und dessen Bewegung entsprechend abgreift.

[37] Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel liegt hingegen der Anlenkhebel
30 selbst unmittelbar an dem Exzenter 15 an.

[38] Auch bei dem in Figuren 4 und 5 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst der Stelltrieb 8 einen Exzenter 15, wobei die entsprechende Exzenter Scheibe kleiner ausgebildet ist als in den zuvor erläuterten Ausführungsbeispielen. Auch ist der Anlenkhebel 11 gewinkelt ausgebildet, wodurch eine entsprechende Variation der Reaktion der Gesamtanordnung sowie eine kompakte Bauweise ermöglicht werden.

[39] Zur Verstellung der Steuerzeit des Ventils kann der Winkel zwischen dem Schwinghebel 9 und dem Anlenkhebel 11 bei allen Ausführungsbeispielen variiert werden. Hierbei gibt es für jede Ventilsteuerzeit eine andere Winkelstellung.

[40] Zur Variation der Öffnungszeit wird dazu bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen eine positionsvariable Fläche des Exzenter, auf welcher sich der Anlenkhebel abstützt, in ihrer Lage verändert. Dadurch ändert sich der Winkelbereich, innerhalb dessen sich die Bewegung des Schwinghebels 9 um seinen Drehpunkt 10 bzw. um seine Drehachse vollzieht. Hierbei kann es darüber hinaus zu einer Vergrößerung oder Verkleinerung dieses Winkelbereichs kommen, wodurch die Öffnungsdauer in einem kleineren Maß ebenfalls beeinflusst werden kann.

[41] Wie das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 zeigt, kann die variable Fläche des Exzenter 15 der ortsfesten Lagerachse des Schwinghebels 9, welche auf dem Drehpunkt 10 des Schwinghebels 9 liegt und ihrerseits gedreht werden kann, ohne weiteres für eine entsprechende Variation genutzt werden.

[42] Alle Funktionsflächen oder funktionale Baugruppen können mehrteilig ausgeführt sein, wobei Ausführungen zu bevorzugen sind, bei denen eine symmetrische Bauteilbelastung zu einer Ebene senkrecht zur Nockenwelle auftritt. Durch die mehrteilige Ausführung lassen sich symmetrische Bauteilbelastungen realisieren.

[43] Um stets ein sicheres Anliegen zwischen dem Anlenkhebel 11 bzw. dem Schwinghebel 9 und der Nockenwelle 2 bzw. den evtl. zwischengeschalteten Übertragungselementen zu gewährleisten, wird eine Federkraft verwendet, welche die Hebelanordnung 5 in Richtung Nockenwelle 2 drückt. Hierbei kann diese Feder entweder an dem Schwinghebel 9 oder dem Anlenkhebel 11 und einer ortsfesten Position angreifen oder den Anlenkhebel 11 und den Schwinghebel 9 in geeigneter Weise miteinander verspannen.

[44] Für den Anlenkpunkt 12 des Anlenkhebels 11 am Schwinghebel 9 sind eine Vielzahl verschiedener Positionen denkbar, dabei kann sich die Hebelstrecke des Anlenkhebels 11

zwischen dem Drehpunkt 10 des Schwinghebels 9 und dem Zwischennockenfolger 6 für verschiedene Ventilsteuerzeiten unterschiedlich ausfallen.

[45] So kann die Funktionsfläche zur Anlage an die positionsvariable Betätigungsfläche des Stelltriebs, wie beispielsweise des Exzentrers 15 so angeordnet sein, dass der Winkelbereich in dem der Schwinghebel zyklisch schwingt bei kleinen kurzen Ventilöffnungszeiten, wie dieses in Figuren 4 und 5 dargestellt ist, größer ist als bei langen Öffnungszeiten, wie dieses in Figuren 6 und 7 dargestellt ist. Auf diese Weise lassen sich bei kurzen Steuerzeiten die Ventilhubhöhen vergrößern und die Drosselverluste minimieren.

[46] Eine solche Geometrie lässt sich beispielsweise darstellen, indem die Kontaktfläche zwischen der positionsvariablen Fläche des Stelltriebs 8 und dem Anlenkhebel 11 bei einer Verkürzung der Steuerzeitenlänge näher an den Drehpunkt 10 des Schwinghebels 9 rückt. In dem Figuren 4 und 5 befindet sich beispielsweise das System in einer Stellung für kurze Steuerzeiten, wobei der Abstand a' zwischen dem Zwischennockenfolger 6 und dem Drehpunkt 10 des Schwinghebels 9 deutlich kleiner ausfällt, als der Abstand a in den Figuren 6 und 7, in denen sich dasselbe System in einer Stellung für lange Steuerzeiten befindet.

[47] Bei kürzeren Öffnungszeiten für die Ventile 3 wird in der Regel eine Verschiebung der Ventilerhebung zu früheren Öffnungszeiten gewünscht. Hierfür kann die vollvariable Ventilsteuerung mit einem Nockenwellensteller kombiniert werden, um bei jeder Steuerzeitenlänge den optimalen Öffnungszeitpunkt zu erhalten.

[48] Der Ventiltrieb 1 kann bei geeigneter Lage der Anlenkpunkts 12 für den Anlenkhebel 11 in Verbindung mit der passenden Drehrichtung der Nockenwelle, wie in Figuren 4 bis 7 beispielhaft dargestellt, so ausgeführt werden, dass bei einer Verkürzung der Steuerzeiten automatisch eine Verschiebung, also eine Phasenverstellung, der Steuerzeit gegenüber der Kurbelwelle, hin zu früheren Öffnungszeitpunkten stattfindet.

[49] Hierbei wird beispielsweise der Anlenkhebel 11 ohne einen Zwischenhebel von der Nockenwelle 2 direkt oder über einen Rollenabgriff betätigt, wobei sich die Kontaktstelle zur Nockenwelle 2 bei kürzeren Steuerzeiten gegen die Drehrichtung zur Nockenwelle 2 verschiebt.

[50] Figur 12 stellt den Ventilhubverlauf für zwei verschiedene Steuerzeitenlängen über den Kurbelwinkel für eine Anordnung entsprechend den Figuren 4 bis 7 beispielhaft dar. Es ist aus Figur 12 ersichtlich, dass mit der Verkürzung der Steuerzeit eine Frühverschiebung verbunden ist, in diesem Fall sind es etwa 30° Kurbelwinkel. Mit „Phase der Steuerzeit“ ist hierbei stets als

Referenzpunkt das Maximum einer jeweiligen Ventilerhebungskurve gemeint. Somit betrifft eine Phasenverschiebung von beispielsweise 30° die Verschiebung des Punktes des maximalen Ventilhubes unabhängig von dem Wert des Ventilhubes und unabhängig von der Ventilöffnungszeit.

5 [51] Der Anlenkpunkt 12 des Anlenkhebels 11 am Schwinghebel 9 kann auf unterschiedliche Art und Weise angeordnet sein, um den jeweils zur Verfügung stehenden Bauraum zu berücksichtigen, beispielsweise kann er an einer der Öffnungskontur abgewandten Seite liegen, wie in Figuren 9 und 10 beispielhaft dargestellt, wobei auch hierbei die
10 positionsvariable Fläche zu Einstellung des Winkelarbeitsbereichs des Betätigungshebels als gesondertes Teil 18 ausgeführt (siehe Figur 9) oder in die Lagerachse des Schwinghebels 9 in Form eines Exzenters 15 integriert sein kann (siehe Figur 10). Es ist auch eine kreuzende Ausführung von Schwinghebel 9 und Anlenkhebel 11 denkbar, wie dieses in Figur 11 exemplarisch dargestellt ist.

[52] Eine exzentrisch bezüglich dem Drehpunkt 10 angeordnete Rolle 19 nutzt die in
15 Figuren 13 und 14 dargestellt Ausführungsform, wobei sich die Rolle 19 an einer Lauffläche 20 des Anlenkhebels 11 abstützt, so dass der Winkel zwischen dem Anlenkhebel 11 und dem Schwinghebel 9 entsprechend variiert werden kann.

[53] Entsprechend des in Figuren 9 und 10 dargestellten Ausführungsbeispiel ist auch in den in Figuren 16 bis 21 dargestellten Ausführungsbeispielen der Drehpunkt 10 des Schwinghebels
20 9 räumlich zwischen dem Anlenkpunkt 12 des Anlenkhebels 11 und der Nockenbahn 7 angeordnet, wobei letztere Ausführungsbeispiele wesentlich kompakter bauen und für ein Ventil 3 (siehe Figuren 19 bis 21) bzw. für zwei Ventile 3 (siehe Figuren 16 bis 18) vorgesehen sind. Auch ist der Exzenter 15 bei diesen Ausführungsbeispielen sowohl für den Anlenkhebel 11 als auch für die Drehachse 10 des Schwinghebels 9 vorgesehen, so dass eine sehr komplexe
25 Variation realisiert werden kann, insbesondere indem eine Anlagefläche 21 für den Anlenkhebel 11 je nach konkreten Erfordernissen lediglich aus Zylinderfläche oder als speziell ausgeformte Fläche ausgebildet ist. Auch diese Ausführungsbeispiele weisen symmetrisch ausgebildete mehrteilige Baugruppen auf.

[54] Das in Figur 8 dargestellte Ausführungsbeispiel weist darüber hinaus zwei Auflager 14
30 auf, von denen eines versteifbar ausgeführt ist, so dass die Hebelstrecke des Nockenhubübersetzer 13 variiert werden kann, indem das versteifbare Auflager 14 wahlweise versteift bzw. nicht versteift wird.

Bezugszeichenliste:

1	Ventiltrieb	12	Anlenkpunkt des Anlenkhebels 11
2	Nockenwelle	13	Nockenhubübersetzer
3	Ventil	15 14	Auflager
5 4	Ventilnockenfolger	15	Exzenter
5	Hebelanordnung	16	Kulisse
6	Zwischennockenfolger	17	Rad
7	Nockenbahn	18	Teil des Stelltriebs 8
8	Stelltrieb	20 19	Rolle
10 9	Schwinghebel	20	Lauffläche
10	Drehpunkt des Schwinghebels 9	21	Anlagefläche
11	Anlenkhebel		

Patentansprüche:

1. Ventiltrieb (1) für einen Kolbenmotor mit einer Steuerzeitenvariation, mit einer Nockenwelle (2) und mit wenigstens einem Ventil (3), welches über einen Ventilnockenfolger (4) von der Nockenwelle (2) angetrieben wird, wobei zwischen
5 der Nockenwelle (2) und dem Ventilnockenfolger (4) eine Hebelanordnung (5) angeordnet ist, welche einerseits einen Zwischennockenfolger (6) für die Nockenwelle (2) und andererseits eine Nockenbahn (7) für den Ventilnockenfolger (4) aufweist, wobei zur Steuerzeitenvariation die Hebelanordnung (5) über einen Stelltrieb (8) variierbar ist und einen Schwinghebel (9) mit einem gehäusefesten oder an einem
10 Exzenter vorgesehenen Drehpunkt (10) und einem Anlenkhebel (11) aufweist, wobei der Anlenkhebel (11) den Zwischennockenfolger (6) aufweist, den Schwinghebel (9) antreibt und über den Stelltrieb (8) in Bezug auf den Schwinghebel (9) variierbar ist und wobei der Schwinghebel (9) die Nockenbahn (7) trägt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anlenkhebel (11) über einen Anlenkpunkt (12) an dem Schwinghebel (9)
15 drehbar gelagert ist.
2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlenkpunkt (12) räumlich zwischen der Nockenbahn (7) und dem Drehpunkt (10) des Schwinghebels (9) angeordnet ist.
3. Ventiltrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehpunkt des
20 Schwinghebels räumlich zwischen der Nockenbahn und dem Anlenkpunkt angeordnet ist.
4. Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Nockenbahn zumindest zum Teil konzentrisch zum Drehpunkt des Schwinghebels verläuft.
- 25 5. Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Hebelstrecke des Anlenkhebels zwischen dem Drehpunkt des Schwinghebels und dem Zwischennockenfolger variierbar ist.

6. Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch einen Nockenhubübersetzer (13) zwischen der Nockenbahn (2) und dem Ventil (3), welcher zwei gehäusefeste Auflager (14) aufweist, wobei wenigstens eines der Auflager versteifbar ausgeführt ist.
- 5 7. Ventiltrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Auflager mit unterschiedlichen Abständen zum Ventil an dem Nockenhubübersetzer angeordnet sind.
8. Ventiltrieb nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflager hydraulisch betätigte Elemente zum Ventilspielausgleich sind.
- 10 9. Verfahren zur Variation der Steuerzeiten eines Ventils eines Kolbenmotors, bei welchem der Arbeitsbereich eines Schwinghebels über einen Stelltrieb variiert wird, wobei zwischen dem Schwinghebel und einer Nockenwelle ein Anlenkhebel vorgesehen ist, dessen Lage relativ zum Schwinghebel mittels des Stelltriebs variiert werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anlenkhebel relativ zum
15 Schwinghebel um einen ortfesten Anlenkpunkt dreht.
10. Steuerzeitenvariationsverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der ortsfeste Anlenkpunkt räumlich zwischen einem Drehpunkt des Schwinghebels und einer Nockenbahn des Schwinghebels angeordnet ist.
11. Steuerzeitenvariationsverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein
20 Drehpunkt des Schwinghebels räumlich zwischen dem ortsfesten Anlenkpunkt und einer Nockenbahn des Schwinghebels angeordnet ist.
12. Steuerzeitenvariationsverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Nockenhubübersetzer (13) über zwei gehäusefeste Auflager (14) abgestützt wird, von denen wenigstens eines während des Betriebs in seiner
25 Steifigkeit verändert wird.
13. Ventiltrieb nach Anspruch 2 bzw. Steuerzeitenvariationsverfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich, in welchem der Stelltrieb an dem

Anlenkhebel angreift, auf derselben Seite des Zwischenhebels wie der Zwischennockenfolger angeordnet ist.

14. Ventiltrieb nach Anspruch 2 bzw. Steuerzeitenvariationsverfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich, in welchem der Stelltrieb an dem
5 Anlenkhebel angreift, auf anderen Seite des Zwischenhebels wie der
Zwischennockenfolger angeordnet ist.
15. Ventiltrieb bzw. Steuerzeitenvariationsverfahren nach einem der vorstehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stelltrieb ein Exzenter ist.
16. Ventiltrieb bzw. Steuerzeitenvariationsverfahren nach einem der vorstehenden
10 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stelltrieb an dem Drehpunkt des
Schwinghebels angeordnet ist.

Fig. 3

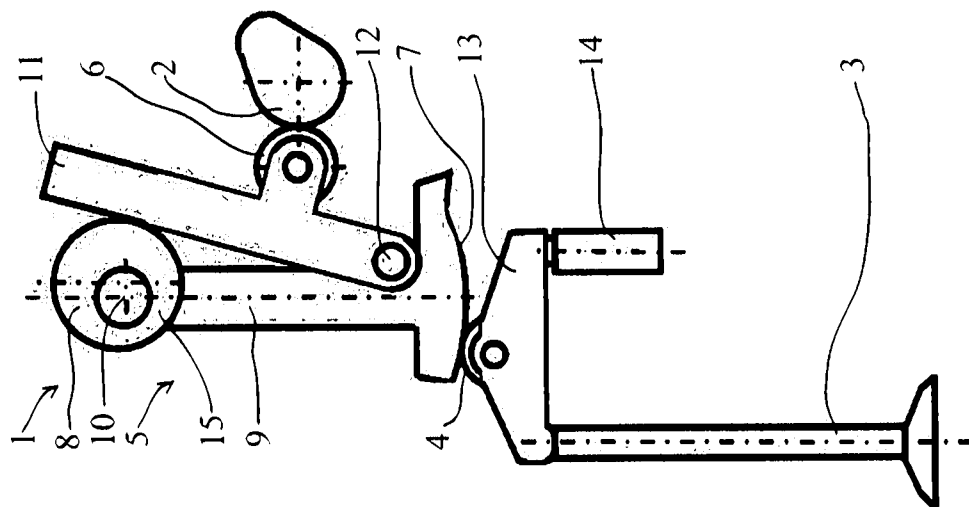


Fig. 2

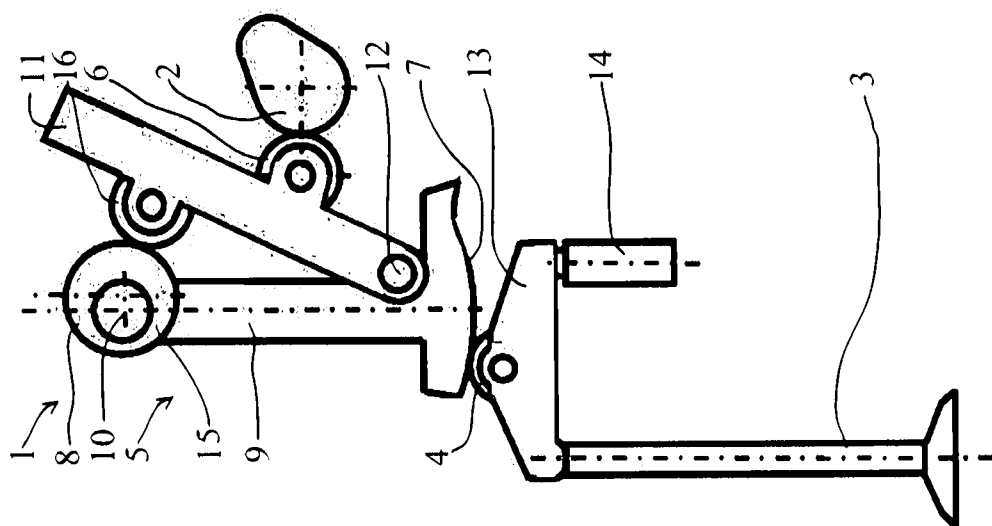


Fig. 1

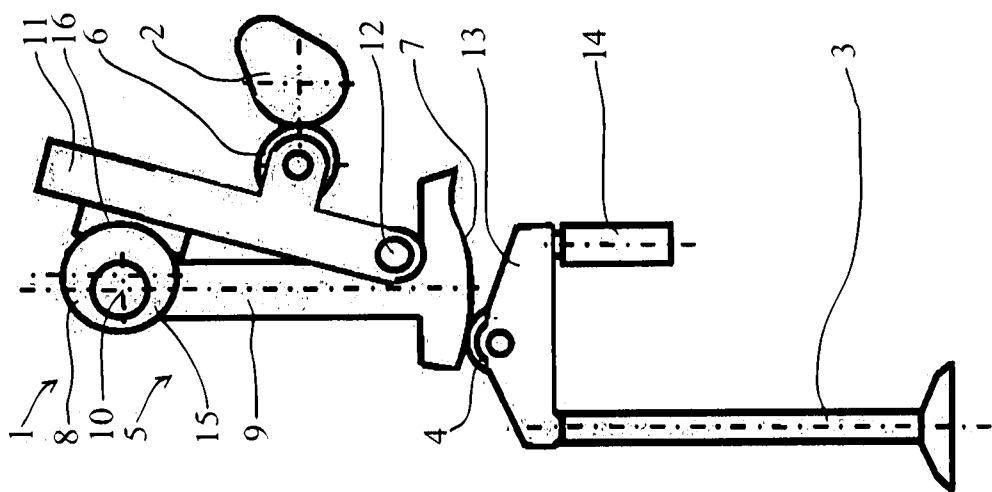


Fig. 5

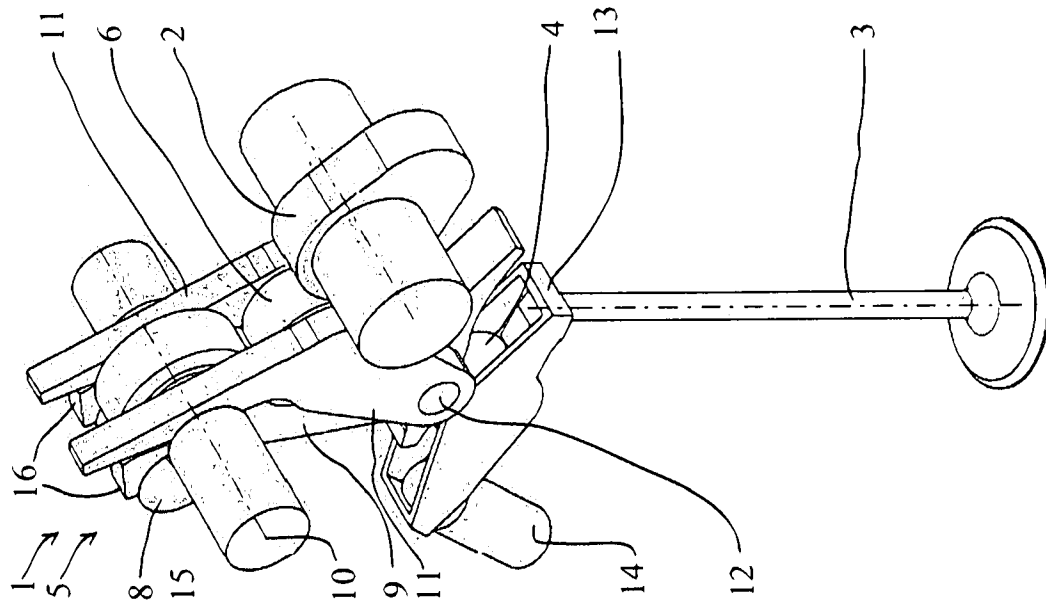
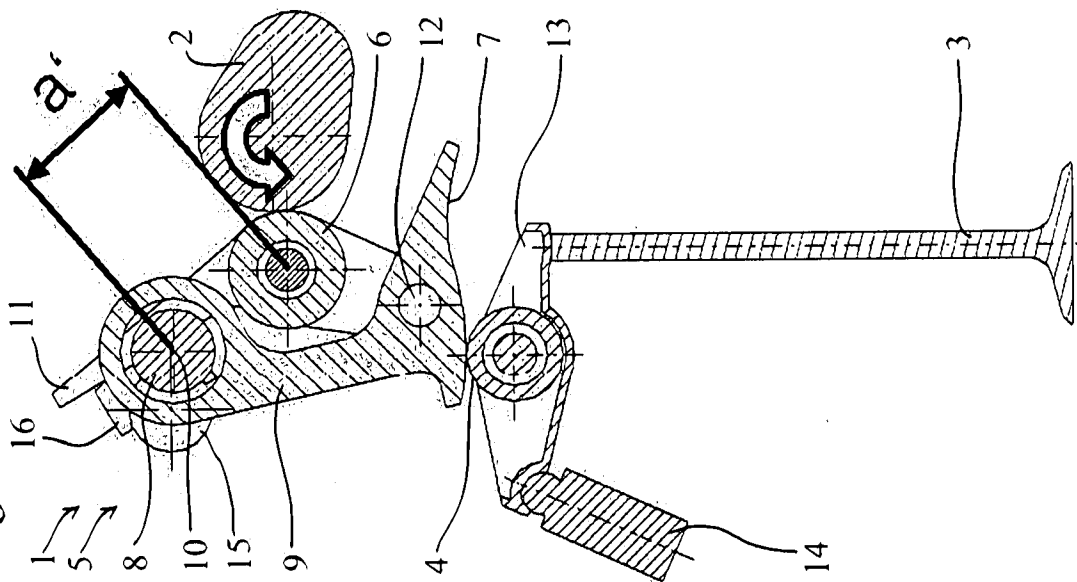


Fig. 4



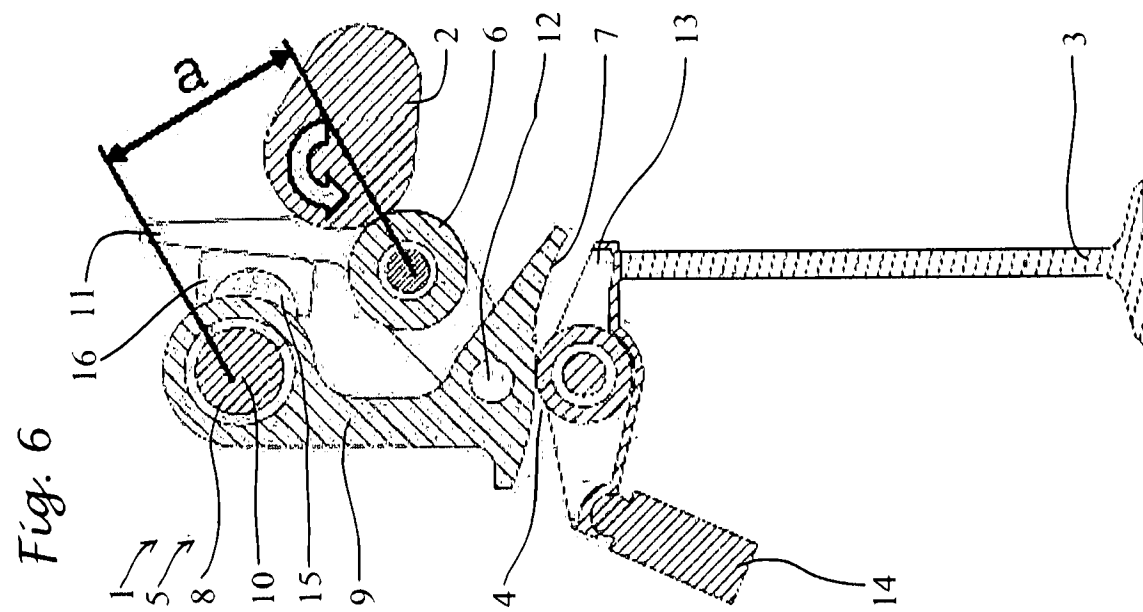
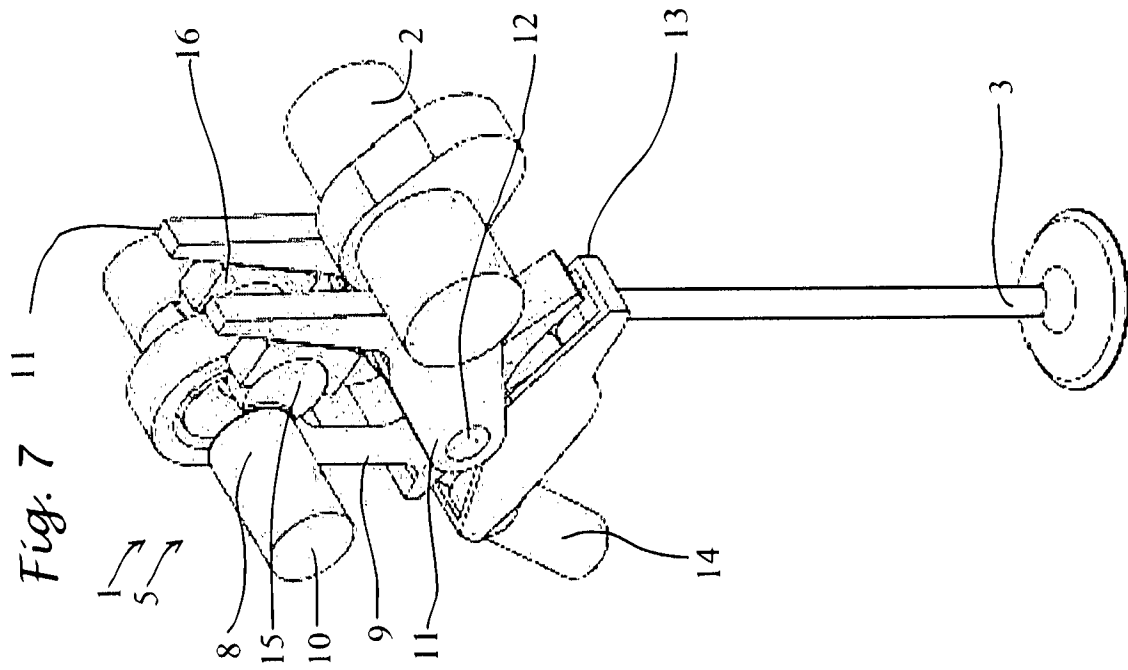


Fig. 8

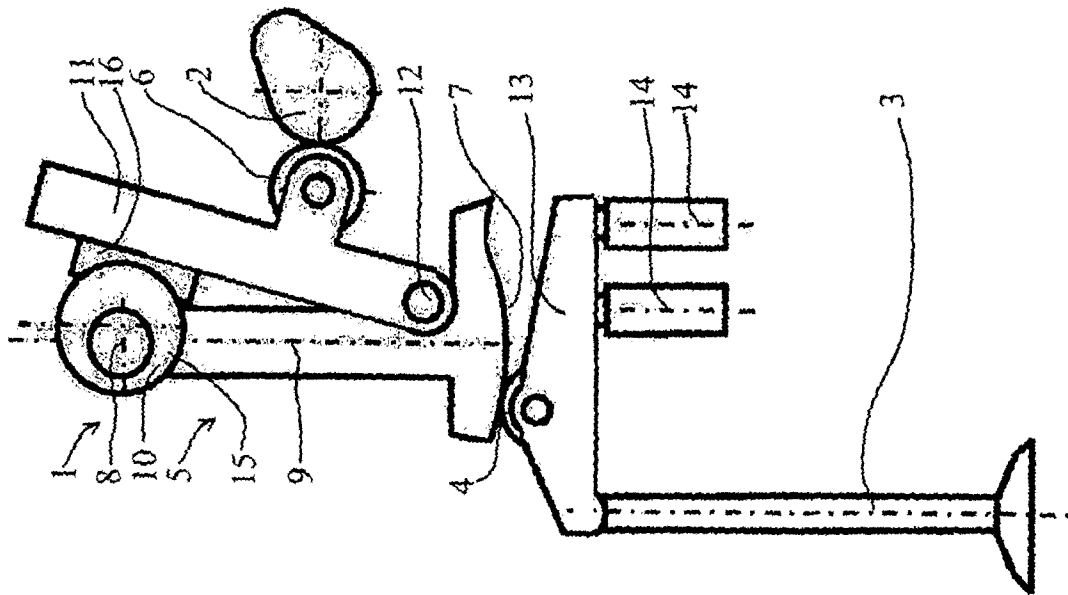


Fig. 10

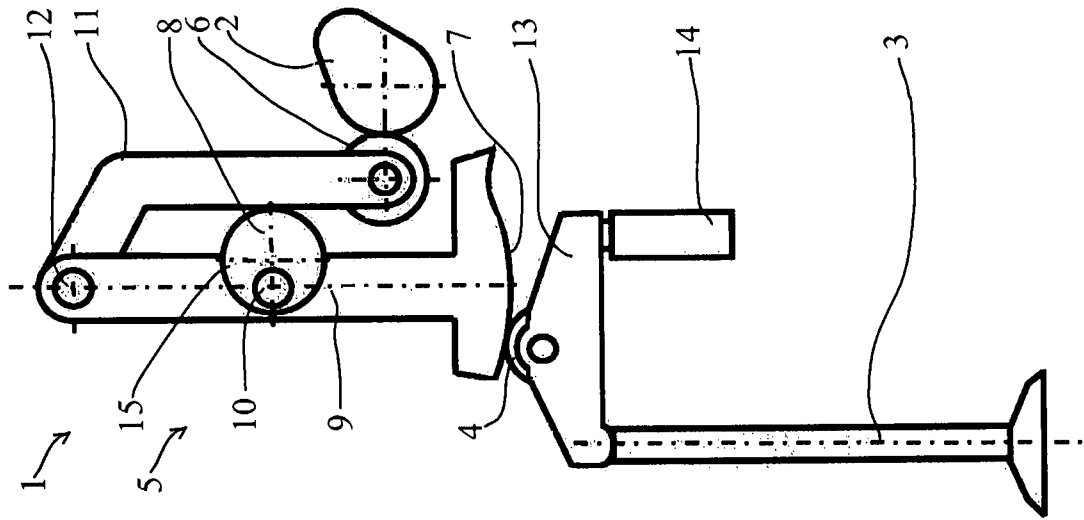


Fig. 9

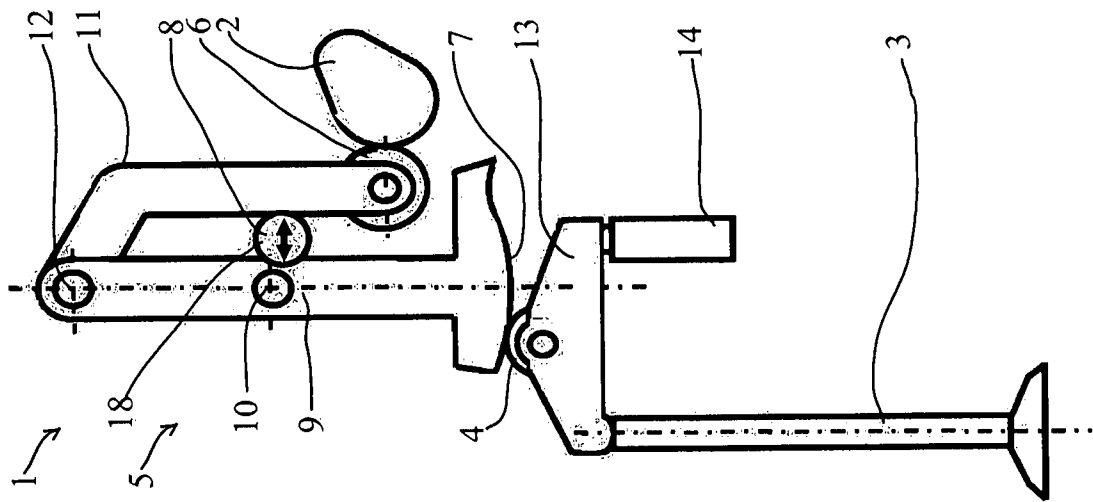


Fig. 11

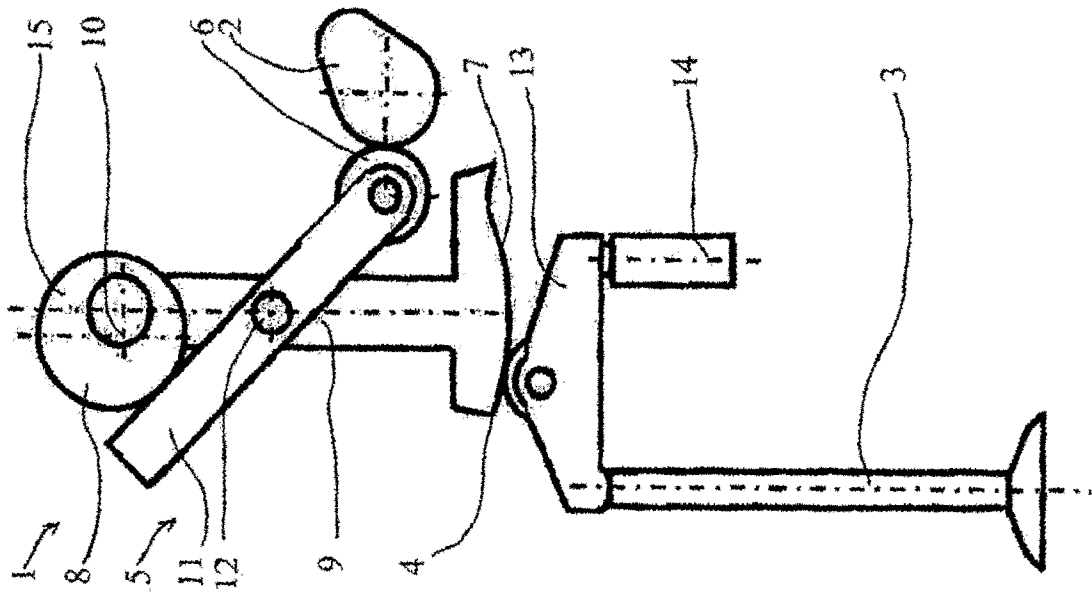


Fig. 12

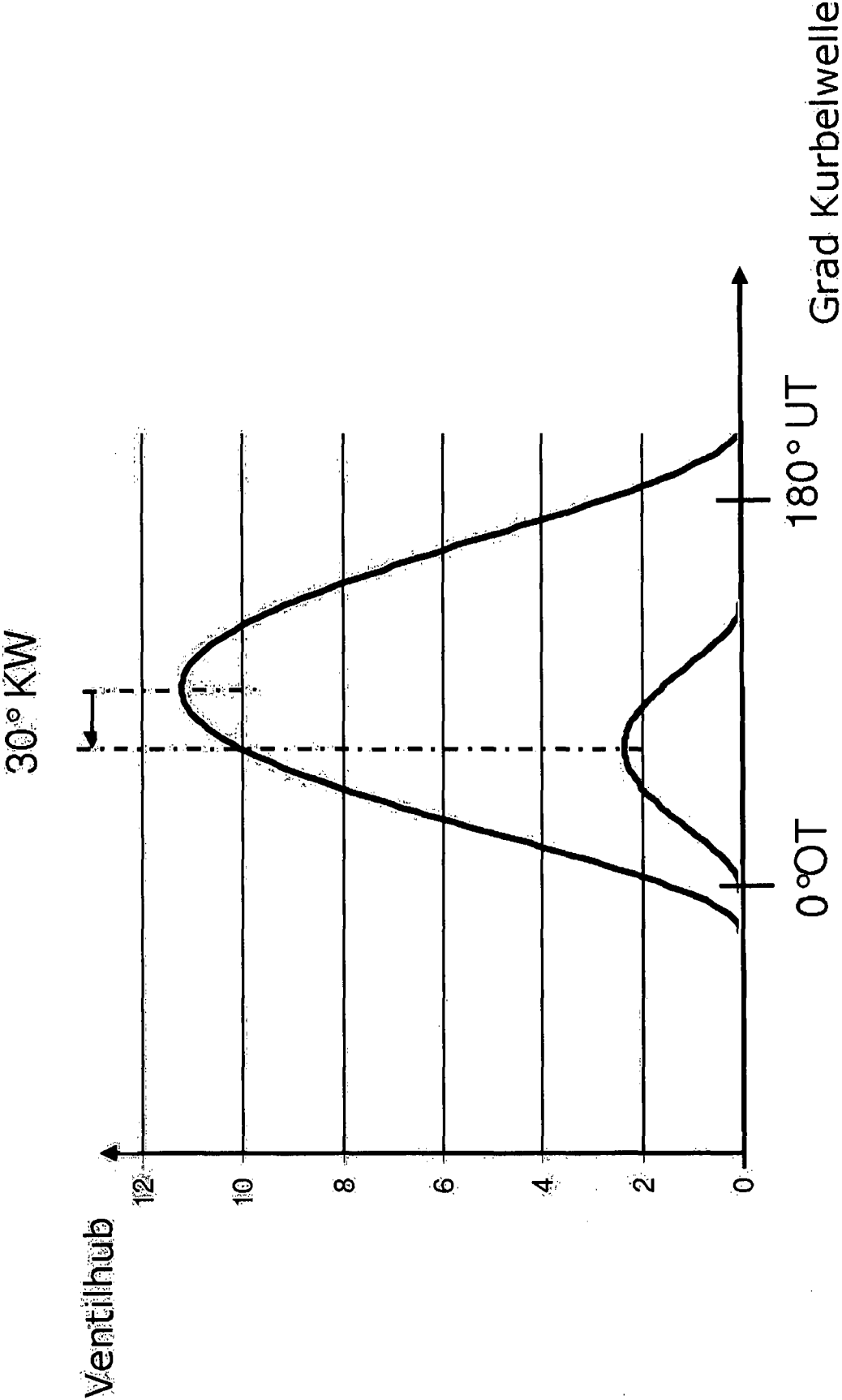


Fig. 14

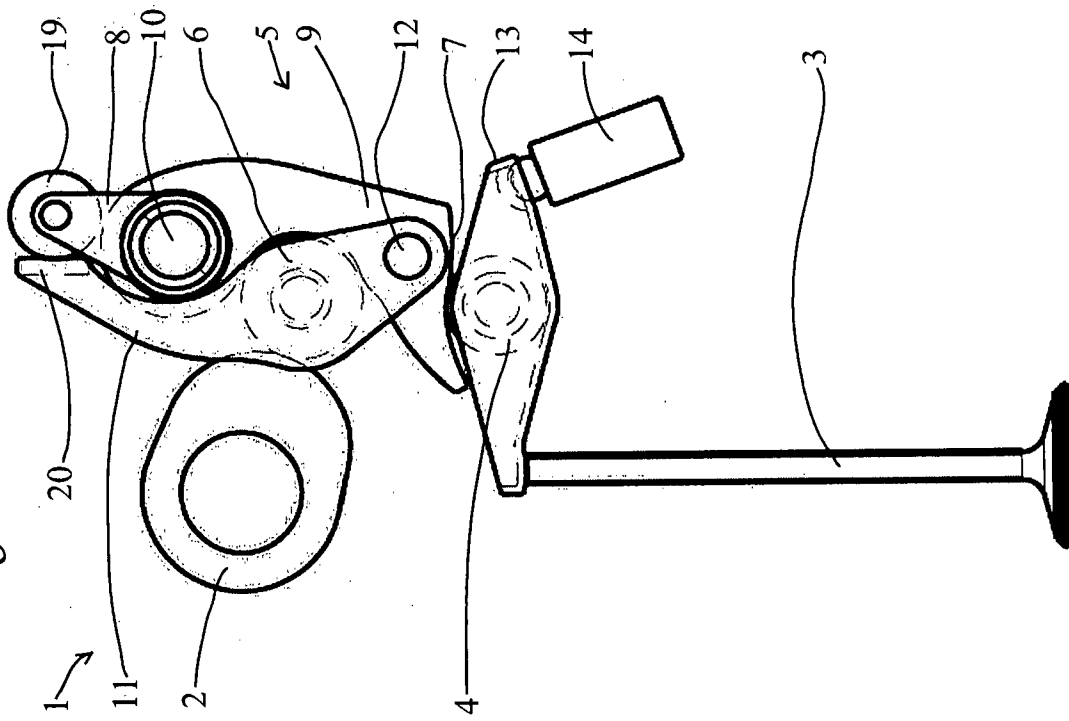


Fig. 13

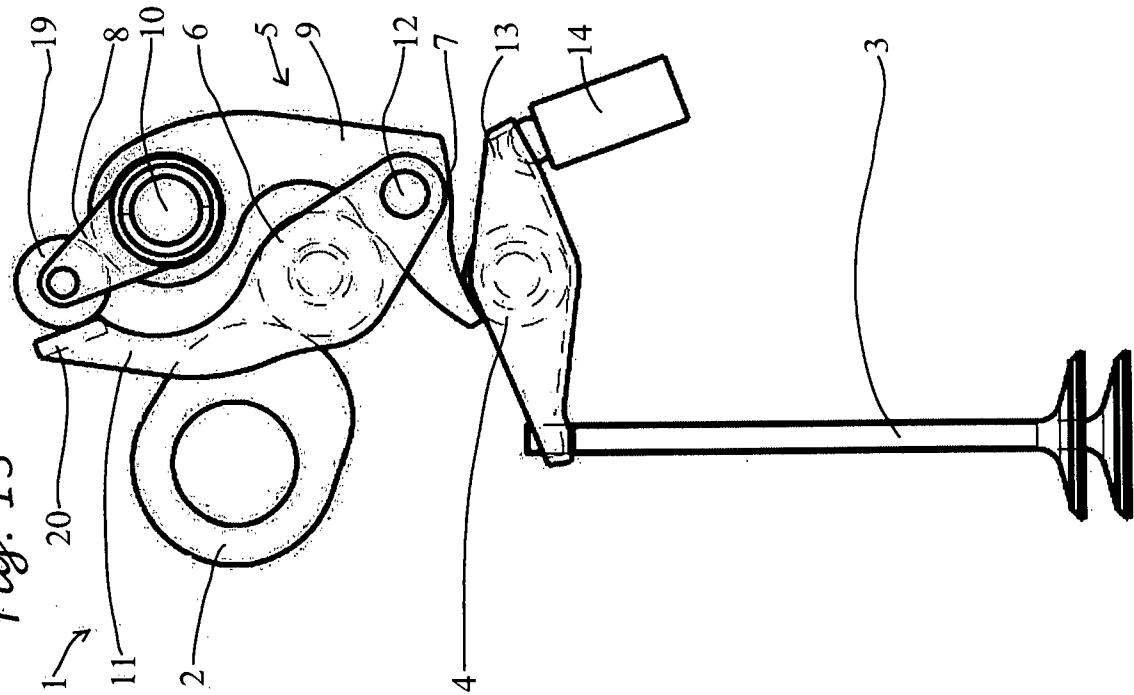


Fig. 15

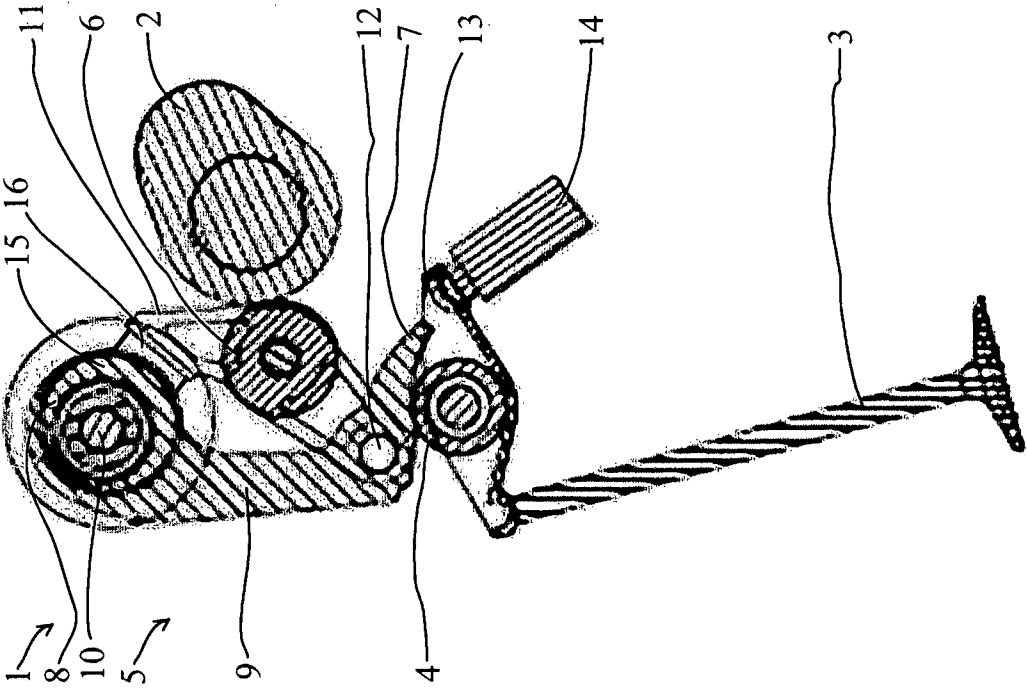


Fig. 18

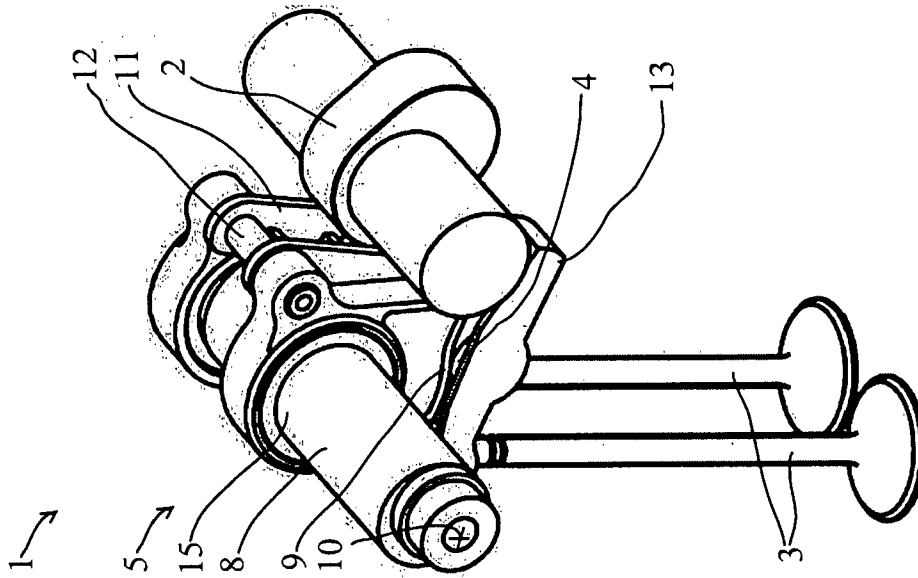


Fig. 17

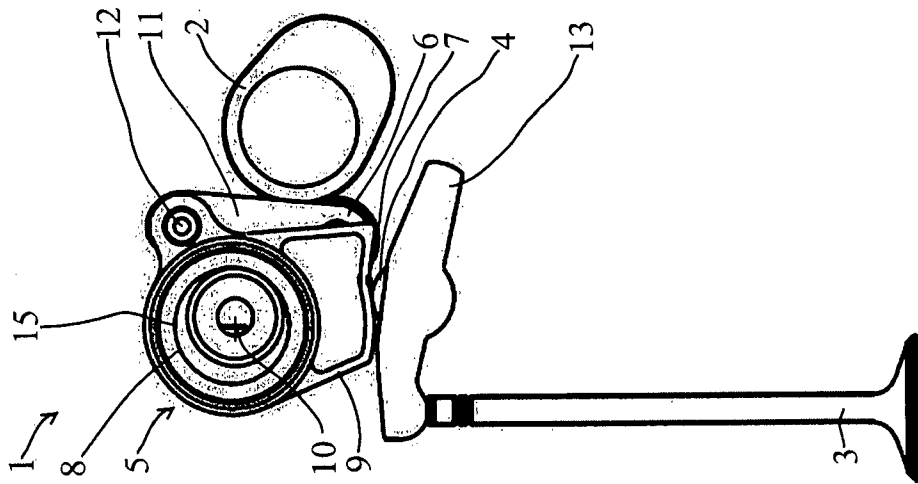


Fig. 16

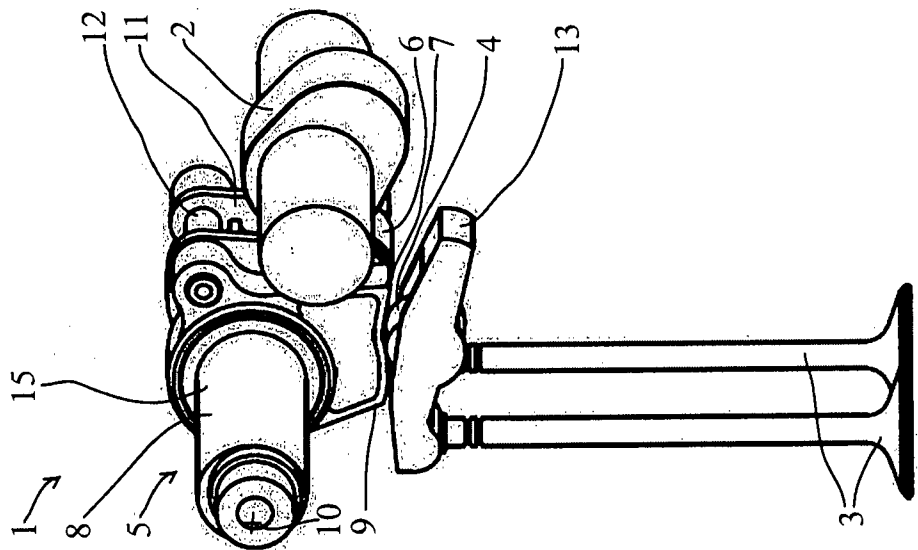


Fig. 21

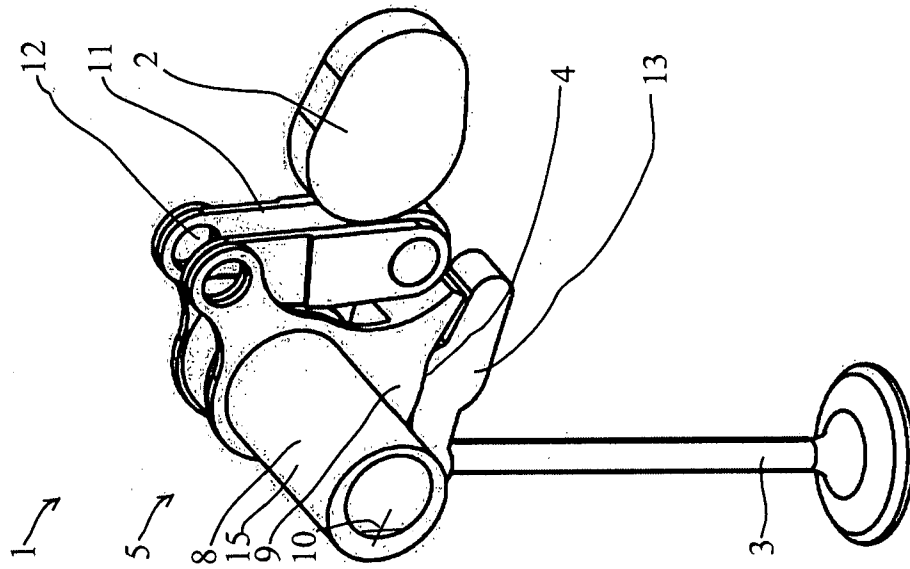


Fig. 20

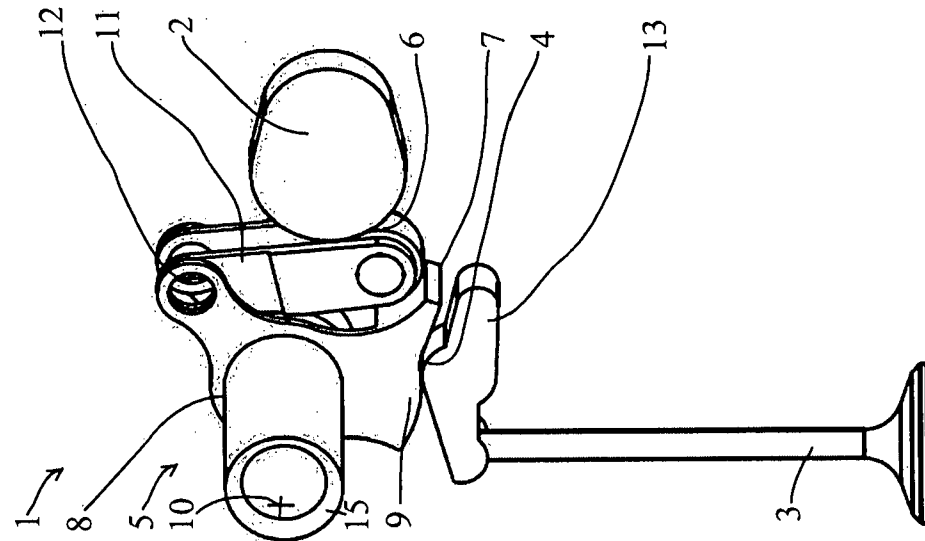


Fig. 19

