



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 624 160 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2006 Patentblatt 2006/06

(51) Int Cl.:
F01L 1/053^(2006.01) F01L 1/30^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05000881.2**

(22) Anmeldetag: **18.01.2005**

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

(71) Anmelder: **BATTLOGG, Stefan**
6771 St. Anton/Montafon (AT)

(72) Erfinder: **BATTLOGG, Stefan**
6771 St. Anton/Montafon (AT)

(30) Priorität: **03.08.2004 EP 04018342**
19.11.2004 EP 04027578

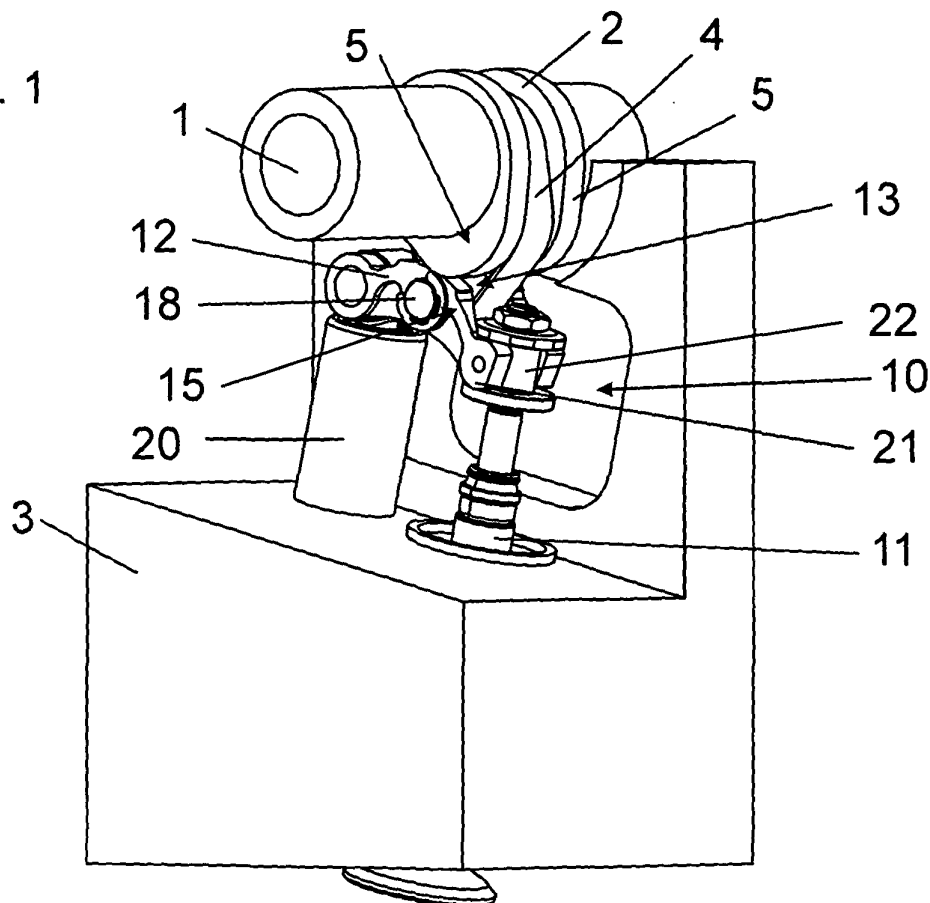
(74) Vertreter: **Torggler, Paul Norbert et al**
Wilhelm-Greil-Strasse 16
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Zwangführungsvorrichtung zur Umwandlung der Drehbewegung eines Antriebs in eine hin- und hergehende Bewegung eines Teiles**

(57) Eine Zwangführungsvorrichtung zur Umwandlung der Drehbewegung eines angetriebenen Nockenelementes (2) in eine hin- und hergehende Bewegung eines Teiles (10) umfasst einen ersten Nockenbereich

(5), der den Teil (10) in eine erste Richtung weg drückt und einen an einem anderen Nocken ausgebildeten, zweiten Nockenbereich (6), der den Teil (10) mit Hilfe eines flexiblen Elementes (4) wieder zurückholt.

Fig. 1



EP 1 624 160 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zwangführungsvorrichtung zur Umwandlung einer Drehbewegung eines Antriebs in eine hin- und hergehende Bewegung eines Teiles, insbesondere Nockensteuerung, Ventiltrieb für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen oder dergleichen.

[0002] Ein wesentlicher Einsatzbereich für eine derartige Vorrichtung liegt im Bau von Verbrennungsmotoren, wobei die dort Ventiltriebe genannten Vorrichtungen üblicherweise eine Feder oder dergleichen aufweisen, mittels der das Ventil in Schließstellung beaufschlagt ist. Der bewegte Teil (Ventilstößel, Schlepphebel, Kipphebel od. dgl.) wird dabei gegen eine Ventilsteuerfläche gedrückt, die im Nockenbereich exzentrisch zur Wellenachse verläuft. Beim Schließen des Ventils muss darauf geachtet werden, dass der Ventilteller nicht zu schnell auf den Ventilsitz schlägt, da er sonst zurückprellt und das Ventil nachspringt. Dies erfordert eine relativ aufwendige Abstimmung zwischen den zu bewegenden Massen, den auftretenden Kräften, den Materialeigenschaften, usw.

[0003] Aufgrund der Vielzahl von Problemen bei dieser Abstimmung fehlt es daher auch nicht an Vorschlägen, den bewegten Teil am Nockenelement zwangzuführen, wobei verschiedene Ausführungsformen entwickelt wurden, denen jeweils eine zweite exzentrische Ventilsteuerfläche anstelle der Rückstellfeder zugrunde liegt. Konkrete Ausführungen sind beispielsweise der GB 19193/1913 oder der GB 434247 zu entnehmen, in denen das Nockenelement an zumindest einer Stirnfläche eine Nut aufweist, deren beiden Seitenwände die Ventilsteuerflächen bilden. In die Nut greift von der Seite eine Rolle od. dgl. ein, die am Ende des bewegten Teiles angeordnet ist. Ein Nockenelement, das einen umgreifbaren Steg aufweist, ist beispielsweise aus der EP-A 429277 bekannt.

[0004] Ebenso sind Ausführungen bekannt, bei denen die Ventilsteuerflächen auf zwei Nockenelemente aufgeteilt sind, an denen zwei von entgegengesetzten Seiten auf dasselbe Ventil drückende Nockenfolgeelemente angreifen, von denen zumindest eines ein drehbar gelagerter Hebel ist, (beispielsweise US 4754728, US 3430614, US 2814283). Die Aufteilung der Ventilsteuerfläche auf zwei Nockenelemente unterteilt den Ventilhub in funktionell zusammengehörende Teilvorgänge, die besser auf die jeweilige Aufgabe und auf einander abgestimmt werden können: Das erste Nockenelement kann - ähnlich wie bei Ventiltrieben mit Rückstellfedern - auf eine möglichst hohe Beschleunigung ausgelegt werden, wobei der erste Beschleunigungsabschnitt der Ventilhubkurve optimiert werden kann, da eine entgegenwirkende Federkraft fehlt.

[0005] Im Gegensatz zu Ventiltrieben mit Rückstellfedern bedeutet der Wendepunkt in der Öffnungshubteilkurve einen Funktionswechsel, da zwischen diesem ersten Wendepunkt und dem zweiten Wendepunkt in der Schließhubteilkurve nur das zweite Nockenelement in Funktion ist. Im zweiten Wendepunkt erfolgt wieder ein Funktionswechsel, da während des zweiten Verzögerungsabschnitts wieder das erste Nockenelement zum Einsatz kommt. Da eine entgegenwirkende Federkraft fehlt, kann das erste Nockenelement auch für die zweite Verzögerung und den Übergang in die Schließstellung optimiert werden. Durch die Lagerung und Koppelung der Nockenfolgeelemente wird aber viel Bauraum, sowohl in der Höhe als auch nach der Seite benötigt.

[0006] Besondere Ausführungsformen einer Zwangführung sind beispielsweise der DE 3700715, der WO 01/12958, der WO 03/104618 oder der FR 2817908 zu entnehmen, in denen das Nockenelement jeweils von einem flexiblen Umschließungselement lose anliegend umgeben ist, das mit dem ein Nockenfolgeelement bildenden bewegten Teil verbunden ist. Das Nockenelement läuft daher im Umschließungselement um. Das Umschließungselement umgibt den Umfang des Nockenelementes ohne nennenswertes Spiel, sodass es an die Nockenform angepasst ist, und das Nockenelement kann sich aufgrund der Beschaffenheit des Umschließungselementes in diesem verdrehen. Da das Nockenfolgeelement sich nicht mit dem Nockenelement mitdrehen kann, wird die Wanderung des Nockenbereiches um die Drehachse des Nockenelementes in eine Hub- bzw. Hin- und Herbewegung des im Zylinderkopf verschieb- oder schwenkbar gelagerten Teiles umgewandelt. Das Nockenfolgeelement führt keine Bewegung aus, solange der Verbindungsbereich des Umschließungselementes mit dem Nockenfolgeelement am Grundkreisbereich des sich drehenden Nockenelementes anliegt, wird dann von der Drehachse des Nockenelementes in radialer Richtung entfernt und schließlich wieder zurückgeführt, während der Nockenbereich des Nockenelementes den Verbindungsbereich des Umschließungselementes mit dem Nockenfolgeelement passiert.

[0007] Die Verbindung zwischen dem Umschließungselement und dem Nockenfolgeelement ist so beweglich ausgebildet, dass die erforderliche Bewegungsfreiheit des bewegten Teiles in seinem Gleit- oder Schwenklager gewährleistet ist. Hiefür ist beispielsweise vorgesehen, dass das Umschließungselement mit einer Lagerhülse oder dergleichen versehen ist, in die ein Lagerzapfen des bewegten Teiles eingreift.

[0008] Wenn ein Umschließungselement ohne Verbindungsmöglichkeit um ein Nockenelement gelegt wird, liegt es gleichmäßig überall an. Da aber das Umschließungselement mit dem bewegten Teil verbunden werden muss und über diese Verbindung Kräfte eingeleitet oder abgeführt werden, ist eine gleichmäßige Anlage nicht gegeben. Bedingt durch die Lagerausbildung im Bereich der Befestigungsstelle liegt dort ein Stück des Umschließungselementes mit Abstand zur Umfangsfläche des Nockenelementes. Aufgrund des wechselnden Krümmungsradius der Nockenumfangsfläche variiert beim Drehen des Nockenelementes im Bereich der Befestigungsstelle die Differenz zwischen den Längen des Umschließungselementes und der Umfangsfläche des Nockenelementes, die nachstehend als Längenfehler bezeichnet

wird. Dieser Längenfehler wird umso größer, je größer der durch die Lagerhülse od. dgl. bedingte Abstand des Umschließungselementes von der Nockenkontur ist, je kleiner die Radien der Nockenkontur sind, und je größer der Nockenhub ist.

[0009] Moderne Verbrennungsmotoren sollen ein hohes Drehmoment über den ganzen Drehzahlbereich erreichen (z.B. 100 Nm pro Liter Hubraum). Dafür werden hohe Zylinderfüllungen (Luft und Treibstoff) benötigt, da das Drehmoment direkt von der Füllung abhängt. Die Füllung wird durch den Ventilhub, die freigegebene Ventilfläche (Ventildurchmesser), den Kanalquerschnitt und die Strömung bestimmt. Der Ventilhub wird geometrisch durch den Kolben beschränkt sowie durch das andere Ventil, wenn Ein- und Auslassventile gleichzeitig geöffnet sind. Die Strömung wird durch die freigegebene Querschnittsfläche bestimmt, d.h. auch wenn der Ventilhub zunimmt, wird die durch den Ventilteller freigegebene Ringfläche nicht mehr größer und es kann nicht mehr Frischgas nachströmen (Faustregel: maximaler Ventilhub = 1/3 des Ventiltellerdurchmessers). Das Verlängern der Schließzeit ist auch begrenzt, da dies in der Überschneidungsphase, wenn Ein- und Auslass gleichzeitig offen sind, zu Füllungsverlusten (Frischgas strömt in den Auspuff) und beim zu späten Schließen zu Rückströmungen in das Ansaugsystem führt. Lange Öffnungszeiten verschieben die Leistung in höhere Drehzahlbereiche, d.h. der Motor verliert bei niederen Drehzahlen an Leistung (Drehmoment), was nicht gewünscht ist bzw. nur bei Rennmotoren Sinn gibt.

[0010] Geht man nun von einem maximal möglichen Ventilhub und einer idealen Öffnungslänge aus, dann kann das Einströmvolumen nur noch durch den Verlauf des Ventilhubes erhöht werden (Hub in Relation zu Nockenwinkel). Grafisch wird der Ablauf in der so genannten Ventilhubkurve dargestellt, die im theoretischen Idealfall ein Rechteck ist: Die Teilkurven für den Öffnungshub und den Schließhub liegen jeweils in einer Ordinate. In der Realität sind die Teilkurven Kurven höheren Grades und beinhalten einen Wendepunkt, der sich in der Öffnungshubteilkurve daraus ergibt, dass die Öffnungsbeschleunigung zu Beginn des Hubes in eine Öffnungsverzögerung am Ende des Hubes übergehen muss. Nach dem Maximum ergibt sich eine ähnliche Konstellation, da die Schließbeschleunigung zu Beginn des Schließhubes in eine Schließverzögerung am Ende des Schließhubes übergehen muss. Die Ventilhubkurve umfasst somit einen ersten Beschleunigungsabschnitt, einen ersten Verzögerungsabschnitt, einen zweiten Beschleunigungsabschnitt und einen zweiten Verzögerungsabschnitt.

[0011] Bei Ventiltrieben mit Rückstellfedern wird diese Abfolge durch die Federkraft beeinflusst, die der Massenkraft im Beschleunigungsabschnitt des Öffnungshubes und im Verzögerungsabschnitt des Schließhubes entgegen wirkt. Die Rückstellfeder kann sich nicht nur auf die Ventilverzögerung vor dem Vollhub und die anschließende Ventilbeschleunigung zu Beginn des Rückhubes beschränken, da sie ja zwischen den Ventilhuben auch dafür verantwortlich ist, dass das Ventil in der Schließstellung dichtend im Ventilsitz gehalten wird. Üblicherweise lässt man Öffnungsbeschleunigungen von ca. 20 bis 25 mm/rad² zu (= etwa 3.000 m/sec² bei 7.000 U/min Motordrehzahl).

$$\text{mm/rad}^2 = \frac{\text{m/sec}^2 \cdot 1000}{\left(\frac{\pi \cdot \text{Motordrehzahl}}{60} \right)^2}$$

bzw.

$$\text{m/sec}^2 = \text{mm/rad}^2 \cdot \frac{\left(\frac{\pi \cdot \text{Nockenwellendrehzahl}}{30} \right)^2}{1000}$$

[0012] Geht man darüber, dann muss die Ventilfeeder - die dieser Beschleunigung multipliziert mit der Ventilmasse plus anderen oszillierenden Teilen entgegenwirkt - stärker ausgelegt werden, was mehr Flächenpressung, Wechselmoment und Belastung des Ventiltriebes ergibt. Dies will man nicht. Somit bleibt zum Füllen des Brennraumes nur noch eine größere Hubzunahme pro Zeit- oder Nockenwinkeleinheit übrig, d.h. das Ventil muss aus dem Ventilsitz möglichst schnell geöffnet werden, wobei moderne Motoren eine Hubzunahme pro Winkeleinheit von mindestens 80 bis 85 mm/rad² aufweisen müssen, was ca. 10.000 m/sec² bei 7.000 U/min Motordrehzahl entspricht. Gelingt das nicht, wird Füllung und damit Drehmoment verschenkt.

[0013] Um die Öffnungsbeschleunigungen zu verbessern, sind verschiedene Maßnahmen möglich: Beispielsweise kann bei einem Nockenelement, dessen konvexe Bereiche direkt ineinander übergehen oder durch einen geradlinigen Abschnitt verbunden sind, der Grundkreisdurchmesser vergrößert werden. Weiters kann das Nockenfolgeelement mit einer Abtastrolle versehen werden, sodass immer nur Linienberührung gegeben ist. Zum Erreichen der gewünschten

80 mm/rad² müsste der Radius des Nockengrundkreises aber zumindest bei 30 mm liegen, was konstruktiv nicht ohne weiteres ausführbar ist. Gut ausführbare Nockengrundkreisradien liegen im Bereich von 15 bis 20 mm. Dies ist viel zu wenig, da mit diesen Radien, selbst unter Verwendung von Abtastrollen, die Beschleunigungen zu gering sind (maximal 50 mm/rad²).

[0014] Wenn eine Abtastrolle am Nockenfolgeelement ausgebildet ist, so kann das Nockenelement einen konkaven Übergangsbereich zwischen dem konvexen Grundkreisbereich und dem konvexen Nockenbereich haben, d.h. der Grundkreiswinkel und der Nockenwinkel sind aufgrund der Einbuchtung vergrößert. Ein konkaver Übergangsbereich mit einem Krümmungsradius von 30 mm erhöht bei einem Nockengrundkreisradius zwischen 15 und 20 mm die Öffnungsbeschleunigungen auf etwa 60 bis 70 mm/rad². Allerdings darf das Nockenfolgeelement keine Gegenfläche aufweisen, die die Einbuchtung überbrückt.

[0015] Die größten Öffnungsbeschleunigungen erzielt man mit einem Tassenstößelabgriff oder mit einem Gleitschlepphebelabgriff, da sich die Berührungslinie zwischen dem Umfang des Nockenelementes und dem Abtastelement horizontal gesehen auf der Anlagefläche des Tassenstößels verschiebt (Auswanderungsmaß), was den wirksamen Radius des Nockenelementes nahezu sprunghaft erhöht. Bei Tassenstößeln und Nockengrundkreisradien von 15 bis 20 mm lassen sich 80 mm/rad² erreichen. Ein konkaver Übergangsbereich am Nockenelement und ein gewölbter Tassenstößel oder ein Schlepphebel mit gewölbter Nockenfolgefläche, dessen geringeres Auswanderungsmaß durch die Hebelübersetzung kompensierbar ist, sind hingegen geeignet, um ein Ventil ausreichend schnell zu öffnen. In Formel-1-Rennsportmotoren können auf diese Weise Öffnungsbeschleunigungen von 20.000 m/sec und mehr ohne große Schwierigkeiten erreicht werden. Allerdings sind diese nur auf eine Lebensdauer von wenigen Stunden und max. 800 km Fahrstrecke ausgelegt. Für alltagstaugliche Antriebsmotoren sind derartige Beschleunigungswerte aber nur dann erreichbar, wenn durch eine leichte Konstruktion und durch wesentlich verringerte Kräfte die Flächenpressungen zwischen den Teilen beherrschbar werden. Dies gelingt nur bei zwanggeführten Vorrichtungen, bei denen die Rückstellfedern (Ventilfedern) entfallen.

[0016] Bei den zwanggeführten Ausführungen mit einem flexiblen Umschließungselement gilt folgendes: Das Umschließungselement überbrückt natürlich ebenfalls einen konkaven Übergangsbereich. Dieser kann nur dadurch genutzt werden, dass an der Befestigungsstelle ein entsprechend großer Abstand zur Nockenkontur durch eine an der Innenseite des Umschließungselementes ausgebildete Erhebung vorgesehen wird, die auch im konkaven Bereich den Kontakt zur Nockenumfangsfläche nicht verliert. Wie vorstehend ausgeführt, ist aber die Größe des Längenfehlers vom Abstand an der Befestigungsstelle bestimmt. Weiters lässt ein längenkonstantes Umschließungselement höchstens eine Auswanderung zu, die durch das aus dem Längenfehler resultierende Spiel bestimmt und daher nicht allzu groß ist. Wird ein zumindest begrenzt dehnbares, längenveränderliches Umschließungselement eingesetzt, so sind zwar über den Längenfehler hinausgehende, ein höheres Auswanderungsmaß erlaubende Längenänderungen möglich, jedoch können diese Längenänderungen zusammen mit thermisch bedingten Längenänderungen des Ventils zu Funktionsstörungen vor allem beim Schließen führen. Flattern und Nachspringen des Ventils schaden dem Zylinderkopf.

[0017] Die Erfindung schlägt nun eine Zwangführungsvorrichtung vor, in der ein an einem ersten Nocken ausgebildeter erster Nockenbereich den Teil weg drückt und ein an einem anderen Nocken ausgebildeter, zweiter Nockenbereich den Teil mit Hilfe eines flexiblen Elementes wieder zurückholt.

[0018] Die beiden Nocken sind in einer bevorzugten Ausführung axial versetzt auf einer gemeinsamen Trägerwelle vorgesehen, und insbesondere an einem einstückigen Nockenelement ausgebildet. Es ist aber auch denkbar, die beiden Nockenbereiche an Nocken vorzusehen, die auf zwei zueinander parallelen Trägerwellen angeordnet sind. Vor allem kann dann die eine Trägerwelle nur Nocken mit ersten Nockenbereichen und die zweite Trägerwelle nur Nocken mit zweiten Nockenbereichen aufweisen. Auswahl und Anordnung richten sich vor allem nach den konstruktiven und räumlichen Gegebenheiten.

[0019] Die Rückholung mittels des flexiblen Elementes führt zu einer extrem Platz sparenden Konstruktion, da das flexible Element direkt am bzw. neben der Nockenwelle positioniert wird und am zurückzuholenden Teil nahe dem ersten Nockenbereich angreift.

[0020] Für die Erstellung der Nockenkonturen des ersten und des zweiten Nockenbereiches wird von einer möglichst optimalen Ventilhubkurve ausgegangen und vorzugsweise zuerst die Kontur des zweiten Nockenbereiches bestimmt, von der anschließend die Kontur des ersten Nockenbereiches abgeleitet wird. Dabei können die Konturen der beiden Nockenbereiche annähernd gleich sein, d.h. sie unterscheiden sich im Wesentlichen nur durch die axiale Position auf dem Nockenelement, wodurch sich Vorteile durch die Möglichkeit ergeben, dass der erste Nockenbereich mit einem konkaven Übergangsbereich versehen werden kann. Der erste Nockenbereich kann daher nicht nur eine symmetrische sondern auch eine asymmetrische Form aufweisen. Wird die Kontur des zweiten Nockenbereiches auf eine Minimierung eines Längenfehlers abgestellt, so wird sich die Kontur des ersten Nockenbereiches von der Kontur des zweiten Nockenbereiches deutlicher unterscheiden.

[0021] Dabei ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- a) zwei erhabene Nockenbereiche mit ähnlichen Konturen für Zwangführungsvorrichtungen, bei denen das flexible

Element im zweiten Nockenbereich über den Umfang des Nockenelementes zu einem am hin- und hergehenden Teil vorgesehenen Rückholelement geführt ist.

b) ein erhabener erster Nockenbereich und ein negativer zweiter Nockenbereich für Zwangführungsvorrichtungen, bei denen das flexible Element zwischen einer fixen Befestigungsstelle am Gehäuse, am Zylinderkopf, od. dgl. nahe dem Lager des Nockenelementes bzw. seiner Trägerwelle und einem am hin- und hergehenden Teil vorgesehenen Rückholelement geführt ist.

c) die kinematische Umkehrung von a) mit zwei negativen Nockenbereichen für Zwangführungen, bei denen das flexible Element im zweiten Nockenbereich über den Umfang des Nockenelementes zu einem Rückholelement geführt ist, das in diesem Fall an einem "her- und hingehenden" Teil angeordnet ist. (Im Fall einer Ventilsteuerung wird das Ventil nicht in die Offenstellung, sondern in die Schließstellung gedrückt.)

d) die kinematische Umkehrung von b) mit einem negativen ersten Nockenbereich und einem erhabenen zweiten Nockenbereich.

[0022] Wenn gemäß Möglichkeiten a) und c) das flexible Element im zweiten Nockenbereich um den Umfang des Nockenelementes geführt ist, so sieht eine bevorzugte Ausführung vor, dass das flexible Element als endlose geschlossene Schlaufe ausgebildet ist, die am Rückholelement eingehängt ist. Die Schlaufe kann dabei am Rückholelement befestigt sein, vorteilhaft ist aber eine Ausführung, in der das flexible Element um das Rückholelement beweglich geführt ist.

[0023] Unter einer beweglichen Führung des flexiblen Elementes um das Rückholelement wird dabei verstanden, dass das flexible Element am Rückholelement nicht befestigt ist. Da die Umschlingungslänge des Nockenelementes ein Vielfaches der Umschlingungslänge des Rückholelementes ist, ist auch die zwischen dem Umfang des Nockenelementes und dem flexiblen Element bestehende Reibung um ein Vielfaches größer als die Reibung zwischen dem flexiblen Element und dem Rückholelement, sodass sich das flexible Element über das Rückholelement bewegt. Um die Reibung am Rückholelement geringst möglich zu halten, kann in einer ersten Ausführung das Rückholelement mindestens eine drehbar gelagerte Rolle und in einer zweiten Ausführung eine Gleitfläche aufweisen. Wird eine drehbar gelagerte Rolle verwendet, so können durch ein Set von Rollen mit unterschiedlichen Durchmessern Herstellungsungenauigkeiten ausgeglichen werden, indem die jeweils am besten passende Rolle eingebaut wird. Durchmesserabstufungen von beispielsweise 0,1 mm oder 0,2 mm können vorgesehen werden. Eine oder zwei weitere Rollen des Rückholelementes können außerhalb des flexiblen Elementes so angeordnet sein, dass die Übergangsabschnitte des flexiblen Elementes nach innen gewölbt sind.

[0024] In der Kombination mit dem flexiblen Element gehört zu den Vorteilen eines nur für den zwischen den Wendepunkten der Ventilhubkurve verantwortlichen, zweiten Nockenbereiches auch eine vereinfachte Herstellung des zweiten Nockenbereiches bzw. der gesamten Nockenwelle. Da der zweite Nockenbereich in dieser Ausführung keine Abtastfläche für ein Nockenfolgeelement bildet, benötigt der mit dem hin- und herbewegten Teil ausschließlich über das flexible Element kooperierende zweite Nockenbereich weder die Konturpräzision des ersten Nockenbereiches noch dieselben Materialeigenschaften. Der zweite Nockenbereich kann daher auch aus Kunststoff, Aluminium od. dgl. gefertigt sein und auf die Trägerwelle aufgeschrumpft od. dgl. sein. Weiters kann er auch vom ersten Nockenbereich axial abstehend mit diesem verbunden sein.

[0025] Wie vorstehend bereits unter b) und d) erwähnt, kann sich das flexible Element auch zwischen einer Befestigungsstelle nahe dem Lager des Nockenelementes und dem Rückholelement durch den Umlaufraum des zweiten Nockenbereichs hindurch erstrecken. Somit verdrängt der zweite Nockenbereich das flexible Element nach außen, das entsprechend ausgebaucht wird, sodass sich der Abstand des Rückholelementes von der Befestigungsstelle verkürzt und der bewegliche Teil herangezogen wird. Die Anordnung ist vorzugsweise so, dass das flexible Element einmal pro Umdrehung eine geradlinig gestreckte Position einnehmen kann. Ein besonderer Vorteil dieser Ausführungen liegt in der Montage eines Ventiltriebs im Zylinderkopf: Die Nockenwelle kann in üblicher Weise montiert werden, da sie nicht durch geschlossene Schlaufen gefädelt werden muss. Trotz des flexiblen Elementes kann weiters auch ein insbesondere hydraulischer Ventilspielausgleich vorgesehen werden.

[0026] Für übliche Ventiltriebe ist der erste Nockenbereich als erhabener Positivnocken, und der zweite Nockenbereich als eingezogener Negativnocken ausgebildet, sodass die gerade gestreckte Position an der tiefst eingezogenen Stelle des negativen zweiten Nockenbereichs, also an der Umkehrstelle gegeben ist. Sowohl in den Nockenflanken als auch über den gesamten Grundkreis ist das flexible Element ausgebaucht. Die gestreckte Position des flexiblen Elementes entspricht dem maximalen Hub des Ventils.

[0027] Die Anordnung kann, beispielsweise bei Kipphebelventiltrieben vertauscht sein, d.h. der zweite Nockenbereich ist durch einen erhabenen Positivnocken gebildet, sodass die Ausbauchung des flexiblen Elementes das Ventil öffnet.

[0028] Das flexible Element kann auch in dieser Ausführung an der Befestigungsstelle und am Rückholelement ein-

gehängt sein, wobei beispielsweise eine geschlossene Schlaufe über je einen Stift an der Befestigungsstelle und am Rückholelement und seitlich am zweiten Nockenbereich vorbei geführt werden kann. Das flexible Element kann aber auch eine endliche Länge und zwei Enden aufweisen, die an der Befestigungsstelle und am Rückholelement fixiert sind.

[0029] Ein als geschlossene Schlaufe ausgebildetes Element ist bevorzugt aus einem textilgebundenen Flächenmaterial, insbesondere einem Gewebe, das in Umfangsrichtung möglichst längenkonstante Fäden aufweist, wie Band, Riemen od. dgl. aus einem Stahlband, gegebenenfalls auch aus einem Seil oder einer Kette gebildet. Ein flexibles Element mit zwei zu fixierenden Enden kann ebenfalls aus einem textilgebundenen Flächenmaterial, einem Stahlband oder einem Seil bestehen, wobei die längenkonstanten Fasern sich zwischen den beiden Enden erstrecken. Die Enden können verdickt und in entsprechende hinterschnittene oder konische Aufnahmen an der Befestigungsstelle und am Rückholelement eingesetzt sein. Eine bevorzugte Ausführung des flexiblen Elementes mit zwei zu fixierenden Enden sieht zumindest zwei gelenkig miteinander verbundene Kettenglieder vor, die die Auslenkung durch den zweiten Nockenbereich zulassen. Im Gelenk kann eine Abtastrolle für die Kontur des zweiten Nockenbereichs vorgesehen sein.

[0030] Zur Kompensation eines verbleibenden Längenfehlers kann in einer weiteren Ausführung vorgesehen sein, dass das Rückholelement am hin- und hergehenden Teil in Rückholrichtung begrenzt nachgiebig angeordnet ist, wobei beispielsweise zwischen dem Rückholelement und dem hin- und hergehenden Teil der vorstehend erwähnte Spielausgleich eingebaut werden kann.

[0031] Eine weitere Möglichkeit zur Kompensation des Längenfehlers kann vorsehen, dass das flexible Element dehnfähig ist, wobei eine maximal beabsichtigte Dehnung durch eine integrierte Dehnungsbegrenzung erreicht wird. Im Falle eines Gewebes mit in der Rückholrichtung längenkonstanten Fäden können beispielsweise diese Fäden die Dehnungsbegrenzung bilden, und daher die maximale Länge aufweisen. Parallel zu deren Fäden enthält das flexible Element dehnbare elastische Fäden deren ungedehnte Länge höchstens der Mindestlänge des flexiblen Elementes entspricht, sodass also der Längenfehler durch Dehnung und Rückstellung des Elementes kompensiert wird. Ist die ungedehnte Länge der dehnbaren Fäden kürzer als die benötigte Mindestlänge, so steht das flexible Element unter einer ständigen Vorspannung, mittels der zusätzlich zur Kompensation des Längenfehlers beispielsweise der hin- und hergehende Teil mit einer im Grundkreisbereich vorhandenen Schließkraft beaufschlagt werden kann - im Falle eines Ventiltriebs wird dadurch das Ventil in den Ventilsitz gedrückt. Zu Öffnungsbeginn kann durch entsprechende Formgebung des zweiten Nockenbereiches die Schließkraft verringert werden, sodass geringe Kräfte im Ventiltrieb auftreten.

[0032] Da die von der Ventilhubkurve abgeleitete Kontur des zweiten Nockenbereichs verändert werden kann, ohne die Kontur des ersten Nockenbereichs anzupassen, kann die Vorspannung des flexiblen Elementes durch entsprechende Formgebung des zweiten Nockenbereiches an jedem Wendepunkt der Ventilhubkurve und insbesondere an deren Maximum im Übergang von der Öffnungs- zur Schließbewegung des Ventils erhöht werden, um das so genannte "Springen" des Teiles, also den Kontaktverlust des Nockenfolgeelementes mit dem ersten Nockenbereich zu vermeiden. Das flexible elastische Element kann daher auch zur Schwingungsdämpfung herangezogen werden.

[0033] Das am hin- und hergehenden Teil vorgesehene Rückholelement, an dem das flexible Element angreift, ist vom zweiten Nockenbereich bevorzugt geringfügig beabstandet, um Reibung zwischen dem zweiten Nockenbereich und dem Rückholelement zu vermeiden. Dieser Abstand wird in einer bevorzugten Ausführung durch das am ersten Nockenbereich anliegende Nockenfolgeelement bestimmt, über das der hin- und hergehende Teil vom Nockenelement weggedrückt wird. Insbesondere in dieser Ausführung ist eine Bearbeitung bzw. Nachbearbeitung des zweiten Nockenbereichs unnötig, d.h. er muss, da er nicht von einem Nockenfolgeelement abgetastet wird, beispielsweise weder gehärtet noch geschliffen, sein.

[0034] Das Nockenfolgeelement kann aus einem reibungsarmen Material bestehen und eine Anlagefläche aufweisen, die zur Erhöhung der Öffnungsbeschleunigung konvex gewölbt sein kann. Das Nockenfolgeelement kann auch als Rolle ausgebildet sein, die am Rückholelement drehbar gelagert ist. Wenn - wie erwähnt - das flexible Element um eine drehbare Rolle geführt und das Nockenfolgeelement durch eine drehbare Rolle gebildet ist, sind die beiden Rollen bevorzugt koaxial angeordnet, wobei sie sich entgegengesetzt drehen. Falls konstruktiv günstiger, kann jede Rolle natürlich auch auf einer eigenen Achse angeordnet sein, die mit Abstand zueinander angeordnet sind.

[0035] Insbesondere in der Verwendung als Ventilsteuerung für Brennkraftmaschinen sollte eine Anordnung gefunden werden, die möglichst geringe Querkkräfte auf die Ventilverführung erzeugt, sodass erhöhte Ventilschaftreibungen usw. vermieden werden. Erfindungsgemäß sind daher zwei bevorzugte Ausführungen möglich, nämlich eine erste Ausführung, in der der zweite Nockenbereich zwischen zwei ersten Nockenbereichen angeordnet ist, und eine zweite Ausführung mit einem ersten Nockenbereich, der mittig zwischen zwei zweiten Nockenbereichen angeordnet ist.

[0036] Die erste Ausführung mit zwei ersten Nockenbereichen eignet sich insbesondere für Ventiltriebe mit Tassenstößel und Ventiltriebe mit Haltern für zwei nebeneinander angeordnete Ventile.

[0037] Für Ventiltriebe mit Schleppebeln lassen sich beide Ausführungen mit Vorteil verwenden, wobei konstruktiv besonders platz sparende Ausführungen vorsehen, dass das Nockenfolgeelement am Schleppebel und das Rückholelement an dem vom freien Ende des Schleppebels betätigten Ventil direkt angeordnet ist.

[0038] Wie erwähnt, sind die Konturen der beiden Nockenbereiche bevorzugt unterschiedlich, wobei die Kontur des zweiten Nockenbereichs vorzugsweise außerhalb der Kontur des ersten Nockenbereiches liegt. Dies ermöglicht eine

vorteilhafte Herstellung eines Nockenelementes mit den beiden unterschiedlichen Nockenbereichen, indem das Nockenelement einen ersten an der Trägerwelle angeordneten oder ausgebildeten Teil aufweist, der über seine gesamte axiale Länge die Kontur des kleineren, insbesondere ersten Nockenbereichs aufweist, und auf den dann pro größerem, insbesondere zweitem Nockenbereich eine Hülse aufgebracht wird, die die Außenkontur des größeren, insbesondere zweiten Nockenbereiches und die Innenkontur des kleineren, insbesondere ersten Nockenbereiches aufweist. Die Hülse muss nur gegen axiales Verschieben gesichert werden, da der Nockenformschluss die Verdrehsicherung bewirkt.

[0039] Ist die Kontur des zweiten Nockenbereichs, die mit dem flexiblen Element zusammenwirkt, größer, so ist, wie bereits erwähnt, für die Nockenfläche keine übermäßige Präzision und Nachbearbeitung erforderlich. Da die Zwangsführung durch den Wegfall von Rückstellfedern, im Falle eines Ventiltriebs von Ventildfedern, die gesamte Konstruktion wesentlich leichter macht, und wesentlich geringere Kräfte auftreten und beherrscht werden müssen, so kann eine den zweiten Nockenbereich aufweisende Hülse auf den ersten Nockenbereich aufgeschoben, aufgedrückt, aufgeklebt oder durch einen Stift fixiert werden. Wird die Hülse aus Kunststoff gefertigt, so kann sie im Spritzguss aufgespritzt oder vorgefertigt und aufgeschumpft od. dgl. werden. Jede dieser Herstellungsarten lässt eine etwas kompliziertere Nockenkontur für den zweiten Nockenbereich ohne besonderen Aufwand herstellen, wobei auch die mit dem flexiblen Element zusammenwirkende Oberfläche an dieses angepasst werden kann, beispielsweise ballig, mit Randstegen oder konkav eingezogen zum Zentrieren des flexiblen Elementes, mit Gummiauflage zur Dämpfung oder zur Kompensation des Längenfehlers bis zur Erzeugung einer Schließkraft, usw.. Jener Bereich, in dem die Hülse auf dem ersten Teil des Nockenelementes angebracht wird, kann vorteilhafterweise zur Befestigung des Nockenelementes auf der Trägerwelle herangezogen werden, da die Befestigungsstelle überdeckt wird. Die Befestigung kann auch durch beide Nockenteile hindurch erfolgen.

[0040] Nachstehend werden nun Ausführungsbeispiele anhand der Figuren der beiliegenden Zeichnung näher beschrieben.

[0041] Es zeigen:

Fig. 1 und 2 eine erste Ausführung eines Schlepphebelventiltriebs mit zwei ersten Nockenbereichen und einem zweiten Nockenbereich, wobei Fig. 1 eine Schrägansicht und Fig. 2 ein Querschnitt durch den zweiten Nockenbereich ist,

Fig. 3 einen Querschnitt durch den zweiten Nockenbereich einer zweiten Ausführung, deren Schrägansicht im Wesentlichen der Fig. 1 entspricht,

Fig. 4 einen Schnitt nach der Linie IV-IV der Fig. 3,

Fig. 5 bis 7 eine dritte Ausführung mit zwei ersten Nockenbereichen und einem zweiten Nockenbereich, wobei Fig. 5 eine Schrägansicht, Fig. 6 ein Querschnitt durch den zweiten Nockenbereich und Fig. 7 ein Ausschnitt nach der Linie VII-VII der Fig. 6 ist,

Fig. 8 bis 10 eine vierte Ausführung mit zwei ersten Nockenbereichen und einem zweiten Nockenbereich, wobei Fig. 8 eine Schrägansicht, Fig. 9 ein Schnitt der Linie IX-IX der Fig. 10 durch den ersten Nockenbereich und Fig. 10 ein Schnitt nach der Linie X-X der Fig. 9 ist,

Fig. 11 und 12 eine fünfte Ausführung mit zwei ersten Nockenbereichen und einem zweiten Nockenbereich, wobei Fig. 11 eine Explosionsdarstellung einer Nockenwelle und eines Ventiltriebs für zwei Ventile, und Fig. 12 ein Schnitt in der Axialebene der Nockenwelle ist,

Fig. 13 bis 16 eine sechste Ausführung mit einem ersten Nockenbereich und zwei zweiten Nockenbereichen, wobei Fig. 13 eine Schrägansicht, Fig. 14 eine Draufsicht, Fig. 15 ein Schnitt nach der Linie XV-XV und Fig. 16 ein Schnitt nach der Linie XVI-XVI der Fig. 14 ist,

Fig. 17 bis 22 eine siebte Ausführung mit zwei ersten Nockenbereichen und einem zweiten Nockenbereich, wobei Fig. 17 eine Schrägansicht mit geöffnetem Ventil, Fig. 18 eine Schrägansicht mit geschlossenem Ventil, Fig. 19 ein Querschnitt durch den ersten Nockenbereich bei geöffnetem Ventil, Fig. 20 ein Querschnitt durch den ersten Nockenbereich bei geschlossenem Ventil, Fig. 21 ein Schnitt nach der Linie XXI-XXI der Fig. 19, und Fig. 22 ein Schnitt nach der Linie XXII-XXII der Fig. 20 ist,

Fig. 23 und 24 eine achte Ausführung mit zwei ersten Nockenbereichen und einem zweiten Nockenbereich, wobei Fig. 23 eine Schrägansicht und Fig. 24 ein Querschnitt durch den ersten Nockenbereich ist,

Fig. 25 und 26 eine neunte Ausführung mit zwei ersten Nockenbereichen und einem zweiten Nockenbereich, wobei Fig. 25 eine Stirnseitenansicht und Fig. 26 ein Querschnitt durch den zweiten Nockenbereich ist,

Fig. 27 und 28 eine zehnte Ausführung mit einem ersten Nockenbereich und zwei zweiten Nockenbereichen, wobei Fig. 27 eine Schrägansicht und Fig. 28 ein Querschnitt ist, und

Fig. 29 und 30 eine Schrägansicht und einen Längsschnitt einer bevorzugten Ausführung eines Nockenelementes.

[0042] Eine erfindungsgemäße Zwangsführungsvorrichtung zur Umwandlung einer Drehbewegung in eine hin- und hergehende, geradlinige oder schwenkende Bewegung umfasst eine angetriebene Trägerwelle 1, auf der zumindest ein Nockenelement 2 in nicht näher gezeigter Weise fixiert ist. Jedes Nockenelement 2 weist einen ersten Nockenbereich

5 und einen zweiten, axial versetzten Nockenbereich 6 auf.

[0043] Die Drehung des Nockenelementes 2 bewegt einen allgemeinen mit 10 beschriebenen, hin- und hergehenden Teil, der mit einem dem ersten Nockenbereich 5 zugeordneten Nockenfolgeelement 15 und mit einem dem zweiten Nockenbereich 6 zugeordneten Rückholelement 13 versehen ist. Der erste Nockenbereich 5 dient der Öffnungsbeschleunigung und der Schließverzögerung und drückt bei der Öffnungsbeschleunigung direkt auf das Nockenfolgeelement 15, das mit einer Gleitfläche 19 oder einer Rolle 17 am Umfang des ersten Nockenbereichs 5 anliegt. Bei der Schließverzögerung treten die Kräfte entgegengesetzt auf, d.h. das Nachfolgeelement 15 drückt direkt auf den ersten Nockenbereich 5. Der axial anschließende zweite Nockenbereich 6 dient der zwangweisen Rückholung des weg gedrückten Teiles 10, indem er die Öffnungsverzögerung und die unmittelbar folgende Schließbeschleunigung übernimmt. Dies erfolgt mit Hilfe eines flexiblen Elementes 4, das am Rückholelement 13 angreift.

[0044] In allen Ausführungsbeispielen ist die bevorzugte Anwendung der Zwangführungs Vorrichtung gezeigt, nämlich als Ventilsteuerung von Verbrennungsmotoren. Derartige Zwangführungen können aber auch für Nockensteuerungen von Werkzeugmaschinen, in besonderen Getrieben, od. dgl. verwendet werden, wobei dann der hin- und hergehende Teil 10, der in den gezeigten Ausführungsbeispielen einen Schlepphebel 12 mit einem Ventil 11 oder einen Halter 25 mit zwei Ventilen 11 umfasst, der Anwendung entsprechend ausgebildet ist.

[0045] Die Fig. 1 zeigt eine Schrägansicht eines Ventiltriebes mit einer im nur schematisch angedeuteten Zylinderkopf 3 gelagerten, angetriebenen Trägerwelle 1 mit einem Nockenelement 2 und einem zugeordneten Ventil 11 in geöffneter Position. Das Nockenelement 2 weist drei Nockenbereiche auf, die aneinander axial anschließend angeordnet sind, wobei symmetrisch beidseits des mittleren zweiten Nockenbereichs 6 je ein erster Nockenbereich 5 vorgesehen ist. An den beiden ersten Nockenbereichen 5 mit erhabener Nockenkontur liegt ein Nockenfolgeelement 15 an, das durch einen zwei zueinander parallele Stege aufweisenden Schlepphebel 12 gebildet ist, der in einem insbesondere einstellbar im Zylinderkopf 3 angeordneten Schlepphebelhalter 20 drehbar gelagert ist. Die beiden Stege sind jeweils mit einer konvex gekrümmten Anlagegleitfläche 19 zu einem ersten Nockenbereich 5 versehen. Wird das Nockenelement 2 verdreht, so verschwenken die ersten Nockenbereiche 5 den Schlepphebel 12 im Halter 20, und das freie Ende 21 des Schlepphebels 12 bewegt das Ventil 11 in seine Offenstellung. Am oberen Ende des im Zylinderkopf 3 verschiebbar geführten Ventils ist eine Hülse 22 einstellbar befestigt, zwischen deren beiden Flansche das freie Ende 21 des Schlepphebels 12 beweglich eingreift. Etwa mittig am Schlepphebel 12 ist ein Rückholelement 13 vorgesehen, das mittels der beiden vorstehenden Enden eines Bolzens 18 in den Stegen des Zwischenhebels fixiert ist. Das Rückholelement 13 durchsetzt eine Öse 7 des als geschlossene Schlaufe ausgebildeten flexiblen Elementes 4, das den zweiten Nockenbereich 6 des Nockenelementes 2 umschließt. Die Kontur des zweiten Nockenbereiches 6 liegt innerhalb des ersten Nockenbereiches 5, sodass das flexible Element 4 zwischen den beiden ersten Nockenbereichen 5 axial gehalten ist. Durch die Festlegung am Schlepphebel 12 läuft der zweite Nockenbereich 6 innerhalb des flexiblen Elementes 4 um. Die Kontur des ersten Nockenbereiches 5 wird von der des zweiten Nockenbereiches 6 so bestimmt, dass das Nockenfolgeelement 15 während der gesamten Drehung des Nockenelementes 2 am ersten Nockenbereich 5 anliegend gehalten ist. Sobald der Gipfel des zweiten Nockenbereiches 6 die Öse 7 des flexiblen Elementes 4 passiert hat, wird die Öse 7 des flexiblen Elementes 4 an die Drehachse des Nockenelementes 2 angenähert, wobei der Schlepphebel 12 zurückschwenkt und das Ventil 11 in die Schließstellung überführt, aus der es beim nächsten Durchgang des ersten Nockenbereiches 5 wieder geöffnet wird.

[0046] Fig. 3 und 4 zeigen eine sehr ähnliche Ausführung, die sich im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass das Rückholelement 13 eine auf den Bolzen 18 mittels Wälzlager 16 drehbar gelagerte Rolle 14 aufweist, um die das wiederum eine geschlossene Schlaufe bildende flexible Element 4 geführt ist. Bei der Drehung des Nockenelementes 2 wird sich daher das flexible Element 4 über die Rolle 14 bewegen und diese antreiben, da aufgrund der größeren, vorzugsweise nicht nachbearbeiteten Anlagefläche des zweiten Nockenbereiches 6 zwischen dem flexiblen Element 4 und dem zweiten Nockenbereich 6 eine wesentlich größere Reibung auftritt. Gegebenenfalls kann daher sogar ein Formschluss zwischen dem zweiten Nockenbereich 6 und dem flexiblen Element 4 ausgebildet werden.

[0047] Die Fig. 5 bis 7 zeigen eine Ausführung, bei der die Nockenkontur im zweiten Nockenbereich 6 größer ist als die Nockenkontur der beiden ersten Nockenbereiche 5. Das wiederum als geschlossene Schlaufe ausgebildete flexible Element 4 ist auch in dieser Ausführung über eine Rolle 14 geführt, die im Schlepphebel 12 auf dem Bolzen 18 drehbar gelagert ist. Die größere Kontur des zweiten Nockenbereiches 6 verringert an sich schon den Längenfehler der geschlossenen Schlaufe, und deren Ableitung von der Ventilhubkurve lässt ihn praktisch verschwinden. Das Nockenfolgeelement 15 des Schlepphebels 12 ist wiederum mit zwei konvexen Anlagegleitflächen 19 zur Anlage an die beiden ersten Nockenbereiche 5 versehen. Der Nockenhub des ersten Nockenbereichs 5 beträgt etwa 5 mm. Da das Nockenfolgeelement 15 am Schlepphebel 12 etwa mittig angeordnet ist, liegt der Ventilhub bei etwa 10 mm. Der erste Nockenbereich 5 weist einen Grundkreisradius von etwa 17 bis 18 mm auf und am Übergang vom Grundkreis zum Nockenbereich 5 ist an der Öffnungsseite ein konkaver Übergangsbereich ausgebildet, dessen Radius zwischen 40 und 70 mm beträgt. Der Radius der gewölbten Anlagegleitfläche 19 des Nockenfolgeelementes 15 liegt bei etwa 25 bis 30 mm. Ein Versuch ergab für diese Ausführung Öffnungsbeschleunigungen bis zu 150 mm/rad².

[0048] Anstelle der Anlagegleitflächen 19 des Nockenfolgeelementes 15 können auch hier auf Wälzlager 16 gelagerte

Rollen 17 vorgesehen werden. Eine derartige Ausführung zeigen die Fig. 8 bis 10, in der die von der geschlossenen Schlaufe umgebene Rolle 14 des Rückholeelementes 13 und die beiden Rollen 17 des Nockenfolgeelementes 15 gemeinsam auf dem Bolzen 18 gelagert sind, wie vor allem aus Fig. 10 ersichtlich ist. Die Achsen der Rollen 14 und 17 können aber auch parallel zueinander angeordnet sein, wenn sich daraus Konstruktions- und oder Montagevorteile ergeben, da parallele Rollenachsen unterschiedliche Hebelverhältnisse bedeuten, die selbstverständlich einen Einfluss auf die Konturen der beiden Nockenbereiche 5, 6 haben. Die Ausführung nach den Fig. 8 bis 10 zeigt, dass die ersten und zweiten Nockenbereiche 5, 6 gleich sind, und das Nockenelement 2 somit keine Oberflächenstufen aufweist. Die Verringerung des Längenfehlers des flexiblen Elementes 4 kann trotz gleicher Nockenkontur und gemeinsamer Rollenachse durch einen kleineren Durchmesser der Rolle 14 erreicht werden.

[0049] Versuche und Berechnungen haben gezeigt, dass zu kompensierende Längenfehler in der Größenordnung von 0,1 % bis 0,5 % des Ventilhubes liegen, also sehr klein sind. Diese geringfügigen Längenfehler des flexiblen Elementes 4 können beispielsweise durch begrenzt dehnfähige Materialien kompensiert werden. Beispielsweise kann das flexible Element 4 aus einem Gewebiband gefertigt sein, das eine geringfügige elastische Längenänderung zulässt, sodass die geschlossene Schlaufe um das benötigte Maß aufweitbar ist. Die Dehnungsbegrenzung kann durch längenkonstante Fasern in Umfangsrichtung erzielt werden. In der Ausführung nach Fig. 1 und 2 könnte der Längenfehler auch durch ein Rückholeelement 13 aus einem elastisch kompressiblen Material, beispielsweise durch eine auf dem Bolzen 18 angeordnete Gummi- oder Kunststoffhülse kompensiert werden. In der Ausführung nach den Fig. 3 bis 10 kann der Längenfehler auch durch eine elastisch kompressible Auflage des Nockenelementes 2 im zweiten Nockenbereich 6 kompensiert werden. Diese Auflage könnte beispielsweise durch ein Gummiband od. dgl. gebildet sein. Durch eine begrenzte Dehnbarkeit des flexiblen Elementes 4 ist es auch möglich, dieses mit Vorspannung zu montieren, und für einen Spielausgleich und/oder die Erzeugung einer Schließkraft heran zu ziehen.

[0050] Eine weitere Ausgleichsmöglichkeit sieht die Ausführung nach Fig. 11 und 12 vor, in der das zu einer geschlossenen Schlaufe geformte flexible Element 4 einem Halter 25 für zwei nebeneinander angeordnete, gleichartig zu betätigende Ventile 12 zugeordnet ist. Der Halter 25 weist im Mittelteil als Rückholeelement 13 eine Rolle 14 auf, über die das flexible Element 4 geführt ist, und deren Achsbolzen 18 über zwei Druckfedern 28 in Ausnehmungen des Halters 25 in der Bewegungsrichtung der Ventile 11 elastisch nachgiebig gelagert sind. Anstelle der beiden Druckfedern 28 könnten auch zwei Vorrichtungen für einen hydraulischen Spielausgleich vorgesehen sein. Die Ventile 11 weisen hinterschnittene Köpfe 27 auf, die in entsprechende Aufnahmen 26 des Halters 25 eingehängt sind. Am Halter 25 sind zu jedem ersten Nockenbereich 5 ein Nockenfolgeelement 15 mit einer konvexen Anlagegleitfläche 19 vorgesehen. Da die Ventile 11 axial seitlich neben dem Nockenelement 2 angeordnet sind, ist eine sehr niedrige Bauhöhe und eine sehr nahe an die Trägerwelle 1 heranreichende Führung für die Ventile 11 möglich, wie aus Fig. 12 ersichtlich ist. Diese Ausführung ist sehr montagefreundlich und besteht aus sehr wenigen Bauteilen. Die Kontur des zweiten Nockenbereichs 6 ist, wie in Fig. 5 bis 7 gezeigt, größer als die Kontur der beidseitig anschließenden ersten Nockenbereiche 5, sodass auch die Fertigung eines derartigen Nockenelementes 2 keine Schwierigkeiten bereitet. Die Umfangsfläche des Nockenelementes 2 im mittleren zweiten Nockenbereich 6 erfordert keine Nachbearbeitung und keine extreme Genauigkeit, da das flexible Element 4 sich mitdreht und keine Abtastung der Nockenkontur erfolgt. Die Befestigung des Nockenelementes 2 auf der Trägerwelle 1 kann daher beispielsweise auch durch eine Schraube 29 od. dgl. erfolgen (Fig. 11), die im Grundkreisabschnitt des zweiten Nockenbereiches 6 vorgesehen wird. Alternativ sind auch andere Herstellungsverfahren für die Nockenbereiche oder die gesamte Nockenwelle möglich, z.B. durch ein Sinterverfahren, durch Spritzguss, usw.

[0051] Fig. 13 bis 16 zeigen eine Ausführung, in der die zwei zweiten Nockenbereiche 6 zwischen sich einen ersten Nockenbereich 5 einschließen. Die Ausführung enthält daher auch zwei flexible Elemente 4 und nur ein Nockenfolgeelement 15 mit einer drehbar gelagerten Rolle 17. Die beiden flexiblen Elemente 4 sind jeweils um eine Rolle 14 des Rückholeelementes 13 geführt, wobei die drei Rollen 14, 17, 14 wiederum auf einem gemeinsamen Achsbolzen 18 vorgesehen sind. Die Enden des Bolzens 18 sind in zwei Schlepphebeln 12 fixiert, die auf einer parallel zur Trägerwelle 1 sich erstreckenden Achse 23 drehbar gelagert sind und sich oberhalb der Trägerwelle 1 zu zwei gemeinsamen zu betätigenden Ventilen 11 erstrecken. Die Köpfe der Ventile 11 weisen kugelige Bohrungen auf, in die die gerundeten Enden 21 der Schlepphebel 12 eingreifen. Die die Trägerwelle 1 überspannenden Schlepphebel 12 erfordern ein Nockenelement 2, dessen Kontur in beiden Nockenbereichen 5, 6 gegenüber dem Grundkreisabschnitt eingezogen ist - derartige Nockenformen werden auch Negativnocken genannt. Gezeigt ist die Schließstellung der Ventile 11, in der die Rolle 17 des Nockenelementes 15, wie vor allem aus Fig. 15 ersichtlich ist, auf dem Grundkreisabschnitt abrollt, bis sie den eingezogenen ersten Nockenbereich 5 erreicht. Die Rolle 17 nähert sich an die Drehachse der Trägerwelle 1 an, und drückt die Ventile 11 nach unten, sodass sie geöffnet werden. Die in Fig. 16 ersichtliche gleichartig negative Kontur des zweiten Nockenbereichs 6 lässt diese Öffnungsbewegung der Ventile 11 zu, da auch die Rolle 14 näher an die Drehachse gezogen wird, da die Umfangslänge des vollständigen Grundkreisabschnitts größer ist als die Umfangslänge eines Grundkreisabschnitts, in dem die sehnartige Einsenkung des Nockenbereichs enthalten ist. Bei der weiteren Drehung wird die Rolle 17 wieder von der Drehachse der Trägerwelle 1 weg nach oben gedrückt und die Ventile werden geschlossen, wobei die geschlossene Schlaufe des flexiblen Elementes 4 die benötigte Verlängerung freigibt, da die

untere Umfangslänge wieder kürzer wird, wie auch aus Fig. 16 ersichtlich ist.

[0052] Die zwischen dem zweiten Nockenbereich 6 und dem Rückholelement 13 sich gerade erstreckenden Abschnitte des flexiblen Elementes 4 können durch zumindest eine außerhalb angeordnete weitere Rolle nach innen gewölbt sein, sodass die Krafteinleitung günstiger und die Zugkraftbelastung des flexiblen Elementes 4 verringert wird. Diese weitere Rolle kann auch elastisch nachgiebig ausgebildet oder in Art einer Riemenspanneinrichtung gelagert sein, und damit ebenfalls zur Kompensierung des Längenfehlers beitragen.

[0053] In der Fig. 17 bis 22 ist ein erstes Ausführungsbeispiel gezeigt, in dem das flexible Element 4 keine in sich geschlossene Schlaufe ist, sondern eine endliche Länge aufweist. Die Ausführung weist wiederum zwei erste Nockenbereiche 5 auf, zwischen denen der zweite Nockenbereich 6 angeordnet ist. Die ersten Nockenbereiche 5 sind erhaben und wirken mit dem zwei Anlageflächen 19 aufweisenden Nockenfolgeelement 15 des Schlepphebels 12 zusammen, der in einem einstellbaren Lager 20 im Zylinderkopf 3 schwenkbar gelagert ist. Insoweit entspricht diese Ausführung den bisher beschriebenen Ausführungen nach den Fig. 1 bis 7, 11 und 12. Der zweite Nockenbereich 6 ist eingesenkt und stellt einen negativen Nocken dar, dessen Maximum näher an der Drehachse des Nockenelementes 2 liegt als dessen Grundkreisabschnitt und außerdem gegenüber den ersten Nockenbereichen 5 verdreht ist. Fig. 17, 19 und 21 zeigen die Offenstellung des Ventils 11. Insbesondere aus Fig. 19 ist ersichtlich, dass zwischen dem eingesenkten, zweiten Nockenbereich 6 und dem strichliert gezeichneten Vollkreis ein als Umlaufraum 9 bezeichneter Raum verbleibt, der in der Schließstellung gemäß Fig. 20 durch den Grundkreisabschnitt des zweiten Nockenbereiches 6 ausgefüllt ist. Das eine endliche Länge aufweisende flexible Element 4 ist einerseits am Rückholelement 13 des hin- und hergehenden Teiles 10, also entweder am Schlepphebel 12, bzw. an seinem freien Ende 21, oder am Kopf des Ventils 11, und andererseits an einer oberen Befestigungsstelle 8 des Zylinderkopfes 3 fixiert, die nahe dem Lager der Trägerwelle 1 so gewählt ist, dass das flexible Element 4 in seiner geradlinigen, längsten Erstreckung den eingesenkten zweiten Nockenbereich 6 nach Art einer Tangente passiert.

[0054] Wie aus Fig. 19 bis 21 ersichtlich, ist das flexible Element 4 als Seil ausgeführt, und die Umfangsfläche des Nockenelementes 2 im zweiten Nockenbereich 6 mit einer Nut versehen, in der das Seil eine seitliche Führung findet. Bevorzugt erstreckt sich das Seil im Wesentlichen in der Achse des Ventils 11, und ist nach Art eines Seiles eines Bowdenzuges an beiden Enden mit einer Verdickung 32 versehen, die in eine an der Befestigungsstelle 8 drehbar gelagerte Walze 31, und am Ventil 11 in eine als Rückholelement 13 dienende hinterschnittene Aufnahme 33 eingehängt ist. Wie jeweils aus dem Vergleich der Fig. 17 und 18, 19 und 20, 21 und 22 ersichtlich, weist das flexible Element 4 in der Offenstellung des Ventils 11, in der die ersten und zweiten Nockenbereiche 5, 6 wirksam sind, seine größte Länge auf. Bei Drehung des Nockenelementes wird das flexible Element 4 durch den Grundkreisabschnitt des zweiten Nockenbereiches 6 seitlich ausgebaucht, und in der effektiven Länge verkürzt, sodass das daran hängende Ventil 11 in die Schließstellung hochgezogen wird. Die Ausbildung des Rückholelementes 13 am Ventil 11 selbst erübrigt die Mitnahme des Ventils 11 in die Schließstellung durch den Schlepphebel 12, dessen freies Ende 21 für die Öffnung des Ventils 11 nur auf seiner Oberseite aufliegen muss. Der Radius des Grundkreisabschnitts des zweiten Nockenbereiches 6 bestimmt den Ventilhub, also die lineare Bewegung des Ventils 11, wobei der Ventilhub die Differenz zwischen der Bogen- und der Sehnenlänge des Grundkreises darstellt. Das Nockenelement 2 weist daher im zweiten Nockenbereich 6 einen deutlich größeren Durchmesser als im ersten Nockenbereich 5 auf, um üblichen Längen des Ventilhubes gerecht zu werden. Eine räumlich Platz sparende Lösung ergibt sich dennoch, wenn der Schlepphebel 12 zwischen den beiden Anlagegleitflächen 19 einen Freiraum für den Durchtritt des zweiten Nockenbereiches 6 aufweist.

[0055] Fig. 23 und 24 zeigen eine ähnliche Ausführung mit zwei flexiblen Elementen 4, die mit der oberen Befestigungsstelle 8 und mit einer am Kopf des Ventils 11 ausgebildeten Aufnahme 33 verbunden sind, und sich beidseitig des zweiten Nockenbereiches 6 erstrecken. Die beiden flexiblen Elemente sind etwa mittig durch ein Querelement 34 verbunden, das am zweiten Nockenbereich 6 anliegt, der wiederum eine negative Nockenkontur aufweist. Das Querelement 34 ist mit einer konvexen Anlagegleitfläche 38 versehen, wodurch zwischen dem Querelement 34 und dem zweiten Nockenbereich 6 in jeder Stellung nur eine Linienberührung gegeben ist. Das Querelement 34 kann auch mit einer Rolle versehen sein, die am zweiten Nockenbereich 6 abrollt. Die ersten Nockenbereiche 5 und deren Abtastung durch das am Schlepphebel 12 vorgesehene Nockenfolgeelement 15 entsprechen der Ausführung nach den Fig. 17 bis 22. Als flexible Elemente 4 sind auch in dieser Ausführung insbesondere an den Enden verdickte Seile in entsprechende obere und untere Halterungen eingehängt. Anstelle zweier flexibler Elemente 4 kann auch ein einziges Element verwendet werden, dessen beiden Enden entweder in die obere oder in die untere Halterung 8, 33 eingehängt werden, und das im mittleren Bereich in der jeweils anderen Halterung 33, 8 umgelenkt ist.

[0056] Fig. 25 und 26 zeigen eine Ausführung, die aufgrund der zylinderkopffesten Befestigungsstelle 8 wiederum erhabene und eingesenkte Nockenbereiche 5, 6 erfordert, wobei der negative Nockenbereich 6 zwischen den beiden positiven Nockenbereichen 5 angeordnet ist. Die obere Befestigungsstelle 8 ist als sich parallel zur Trägerwelle 1 erstreckender Stab oder Bolzen ausgebildet, und am hin- und hergehenden Teil 10 ist, ähnlich der Ausführung nach den Fig. 1 bis 10, ein Bolzen 18 zwischen zwei Stegen des Schlepphebels 12 fixiert. Das flexible Element 4 ist als geschlossene Schlaufe ausgebildet und über den Stab der Befestigungsstelle 8 und den Bolzen 18 geführt, wobei beide Abschnitte des flexiblen Elementes 4 an derselben Seite des Nockenelementes 2 vorbeigeführt sind. Sowohl an der

oberen und an der unteren Umlenkung kann eine Rolle vorgesehen sein.

[0057] In den bisherigen Ausführungen sind flexible Elemente 4 gezeigt, die beispielsweise durch einen Streifen oder ein Band aus einem Flächematerial gebildet sind, in dem Fäden oder Fasern in einer textilen Bindung vorgesehen sind, und das in einer textilen Rundarbeitstechnik (Rundweben, Rundstricken, Rundwirken, usw.) nahtlos hergestellt ist. Eine rundgewebte geschlossene Schlaufe enthält vorzugsweise Aramid-, Kevlar-, Kohle- oder Glasfasern als in Umfangsrichtung verlaufende Schussfäden, die eine hohe Längenkonstanz und Temperaturbeständigkeit besitzen. Das flexible Element 4 kann weiters auch ein Stahlband sein, das beispielsweise aus einer Titanlegierung gefertigt ist, bzw. ein Seil aus einem beliebigen Material.

[0058] In der Ausführung nach Fig. 27 und 28, die in den Grundzügen der Ausführung nach Fig. 23 und 24 entspricht, ist das flexible Element 4 durch mindestens zwei Glieder einer Kette gebildet, die zwischen der durch einen Stab oder Bolzen gebildeten oberen Befestigungsstelle 8 und einem am Kopf des Ventils 11 angebrachten, etwa U-förmigen Halter 37 angeordnet ist, der als Rückholelement 13 dient. Die beiden Kettenglieder umfassen seitliche Laschen 35, die durch einen als Querschnitt 34 dienenden Gelenkstift 36 verbunden sind. Ein weiterer Gelenkstift 36 lenkt das untere Kettenglied am Halter 37 an. Das Nockenelement 2 weist in dieser Ausführung zwei zweite, negative Nockenbereiche 6 und einen mittleren ersten, positiven Nockenbereich 5 auf. Das flexible Element 4 durchsetzt wiederum den Umlaufraum 9 der zweiten Nockenbereiche 6, sodass das flexible Element 4 über den Grundkreisabschnitt seitlich ausgebaucht und das Ventil 11 in die Schließstellung hochgezogen ist. Eine an der Kontur der beiden zweiten Nockenbereiche 6 anliegende Rolle ist auf dem Gelenkstift 36 gelagert. Die Laschen 35 liegen beidseits außerhalb des Nockenelementes 2, und das am Schleppebel 12 vorgesehene Nockenfolgeelement 15 greift zwischen die beiden zweiten Nockenbereiche 6 ein, sodass auch diese Ausführung baulich sehr kompakt ist. Das freie Ende 21 des Schleppebels 12 greift in den U-förmigen Halter 37 unterhalb des untersten Gelenkstifts 36 ein.

[0059] Der Schleppebelhalter 20 ist am Zylinderkopf 3 vorzugsweise parallel zum Ventil 11 verschiebbar fixiert. Wird die nicht gezeigte Fixierung des Schleppebelhalters 20 gelöst, und gleichzeitig das Ventil 11 zu der Schließstellung verriegelt, so wird durch die Drehung des Nockenelementes 2 anstelle des Ventils 11 der Schleppebelhalter 20 mit dem Schleppebel 12 mitbewegt. Der zum Ventil gehörige Zylinder ist dadurch in sehr einfacher Weise abgeschaltet.

[0060] Die zu beschleunigenden Massen sind in einer erfindungsgemäßen Zwangführungsvorrichtung durch den Wegfall von Rückstellfederelementen sowie durch eine wesentlich leichtere Bauweise des hin- und hergehenden Teils 10 reduziert. Der Einsatz von Leichtmetallen, Keramiken oder Kunststoff für das Ventil erlauben eine Reduktion der zu beschleunigenden und verzögernden Massen von 50 % bis 80 % des Wertes eines Ventilstößels mit Rückstellfeder und hydraulischem Spielausgleich. Die hohen Werte ergeben sich insbesondere im Teillastbereich, da die Ventildfedern auf Vollastsicherheit ausgelegt sein müssen. Weiters kann das Ventil kürzer ausgeführt werden, da die Platz raubende Ventildfeder entfällt.

[0061] Auch das Nockenelement kann kleiner ausgeführt werden. Ebenso wird auch die Ausbildung von Kunststoffnockenelementen bzw. vollständig aus Kunststoff, beispielsweise im Spritzguss hergestellten Nockenwellen realisierbar. Auch die Verwendung anderer Leichtbaustoffe für die Herstellung der Nockenwellen oder der Nockenelemente, beispielsweise Aluminium wird möglich. Aufgrund der Massenreduzierung und der Gleitschmierung sind Kraftstoffeinsparungen von 5 % und mehr zu erwarten.

[0062] Eine bevorzugte Möglichkeit zur Herstellung eines zwei unterschiedliche Nockenbereiche 5, 6 aufweisenden Nockenelementes 2 zeigen die Fig. 29 und 30. Das Nockenelement 2 setzt sich aus einem an der Trägerwelle 1 befestigten Nockenteil 41 und einem auf dem Nockenteil 41 befestigten Nockenteil 42 zusammen. Der Nockenteil 41 des Nockenelementes 2, das in den Ausführungen nach Fig. 13 und 27 verwendbar ist, hat die Kontur des ersten Nockenbereiches 5, besteht aus üblichem Nockenmaterial, und ist insbesondere im mittleren Abschnitt, in dem der erste Nockenbereich 5 ausgebildet wird, nachbearbeitet und geschliffen. Jeder der beiden zweiten Nockenteile 42 ist als Hülse oder gelochte Scheibe ausgebildet, wobei die Öffnung die Kontur des ersten Nockenbereiches 5 aufweist und die äußere Kontur der Kontur des zweiten Nockenbereiches 6 entspricht. Je ein zweiter Nockenteil 42 wird, wie Fig. 29 zeigt, an den beiden Enden des ersten Nockenteils 41 angeordnet, wobei die unrunde Öffnung einen Formschluss auf dem unrunderen ersten Nockenteil 41 in Drehrichtung bewirkt, sodass die beiden zweiten Nockenteile 42 nur axial fixiert werden müssen.

[0063] Nockenelemente 2 für die Ausführungen nach Fig. 5, 11, 17, 23 und 25 können ähnlich aufgebaut sein, d.h. es wird ein zweiter Nockenteil 42 mittig auf dem ersten Nockenteil 41 angeordnet, wodurch beidseitig ein erster Nockenbereich 5 frei bleibt.

[0064] Bei einem Nockenelement für die Ausführungen nach Fig. 1 und 3 ist der erste Nockenteil 41 mit der Kontur des zweiten Nockenbereiches 6 ausgebildet und die beiden ersten Nockenbereiche 5 sind an hülsenförmigen zweiten Nockenbereichen 42 vorgesehen, die wiederum an den Enden angeordnet sind. Insbesondere in dieser Ausführung könnten die zweiten Nockenteile 42, die eine hohe Präzision erfordern, auf dem unrunderen ersten Nockenteil 41 angeordnete Sinterelemente darstellen, die aufgrund sehr hoher Produktionsgenauigkeit im Allgemeinen nicht nachbearbeitet werden müssen. Sofern die ersten Nockenteile 41 nicht mit der Trägerwelle einstückig hergestellt werden, kann deren Befestigung im dazwischen liegenden zweiten Nockenbereich 6 erfolgen, der mit dem flexiblen Element 4 zusammen-

wirkt.

Patentansprüche

- 5 1. Zwangführungsvorrichtung zur Umwandlung der Drehbewegung eines Antriebs in eine hin- und hergehende Bewegung eines Teiles (10), insbesondere Nockensteuerung, Ventiltrieb für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen oder dergleichen, wobei ein an einem Nocken ausgebildeter erster Nockenbereich (5) den Teil (10) weg drückt und
10 ein an einem anderen Nocken ausgebildeter zweiter Nockenbereich (6) den Teil (10) mit Hilfe eines flexiblen Elementes (4) wieder zurückzieht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Nockenbereiche (5, 6) zueinander versetzt sind.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Nockenbereich (6) zum ersten Nockenbereich (5) axial versetzt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Nocken, insbesondere direkt aneinander grenzend, auf einer gemeinsamen Trägerwelle (1) angeordnet sind.
20
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Nocken an einem einstückigen Nockenelement (2) vorgesehen sind.
- 25 6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das flexible Element (4) um den Umfang des zweiten Nockens zu einem am hin- und hergehenden Teil (10) vorgesehenen Rückholelement (13) erstreckt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) als geschlossene Schlaufe ausgebildet ist, die am Rückholelement (13) eingehängt ist.
- 30 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) um das Rückholelement (13) beweglich geführt ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückholelement (13) eine drehbar gelagerte Rolle (14) aufweist, über die das flexible Element (4) geführt ist.
35
10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückholelement (13) eine Gleitfläche aufweist, über die das flexible Element (4) geführt ist.
- 40 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das flexible Element (4) zwischen einer Befestigungsstelle (8) nahe dem Lager des zweiten Nockens und einem am hin- und hergehenden Teil (10) vorgesehenen Rückholelement (13) durch den Umlaufraum (9) des zweiten Nockenbereiches (6) hindurch erstreckt.
- 45 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) an der Befestigungsstelle (8) und am Rückholelement (13) eingehängt ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) eine endliche Länge aufweist.
- 50 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückholelement (13) am hin- und hergehenden Teil (10) in Rückholrichtung begrenzt nachgiebig angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) aus einem textilgebundenen Flächenmaterial, insbesondere einem Gewebe gebildet ist.
55
16. Vorrichtung nach Anspruch 7 und 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewebe in der Rückholrichtung des hin- und hergehenden Teiles (10) verlaufende Fäden aus möglichst längenkonstanten Fasern enthält.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) in einer textilen Rundarbeitstechnik hergestellt ist.
- 5 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) eine Stahlband ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) ein Seil ist.
- 10 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Element (4) eine Gliederkette ist.
- 15 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hin- und hergehende Teil (10) durch ein am ersten Nockenbereich (5) anliegendes Nockenfolgeelement (15) in einem Abstand vom zweiten Nockenbereich (6) gehalten ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenfolgeelement (15) eine konvex gewölbte Anlagefläche (19) aufweist.
- 20 23. Vorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenfolgeelement (15) aus einem keramischen Material hergestellt ist.
24. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenfolgeelement (15) eine Rolle (17) aufweist, die am ersten Nockenbereich (5) abrollt.
- 25 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückholelement (13) am Nockenfolgeelement (15) vorgesehen ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 9, 24 und 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Rollen (14, 17) coaxial angeordnet sind.
- 30 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konturen des ersten und des zweiten Nockenbereichs (5, 6) unterschiedlich sind.
- 35 28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontur des zweiten Nockenbereichs (6) außerhalb der Kontur des ersten Nockenbereichs (5) ist.
- 40 29. Vorrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Nockenbereich (6) an einem hülsenförmigen zweiten Nocken (42) ausgebildet ist, dessen Innenkontur der Kontur des ersten Nockenbereichs (5) entspricht, und dass das Nockenelement (2) einen ersten Nocken (41) aufweist, an dem axial neben dem ersten Nockenbereich (5) ein Aufnahmebereich mit der Kontur des ersten Nockenbereichs (5) vorgesehen, auf dem der zweite Nocken (42) mit dem zweiten Nockenbereich (6) angeordnet ist.
- 45 30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenelement (2) zwei erste, voneinander axial beabstandete Nockenbereiche (5) aufweist, an denen zwei Nockenfolgeelemente (15) anliegen, und zwischen denen der zweite Nockenbereich (6) und das flexible Element (4) angeordnet sind.
- 50 31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenelement (2) zwei zweite, voneinander axial beabstandete Nockenbereiche (6) aufweist, denen zwei flexible Elemente (4) zugeordnet sind, und zwischen denen der erste Nockenbereich (5) und das Nockenfolgeelement (15) angeordnet sind.
- 55 32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hin- und hergehende Teil (10) einen an einem Schlepphebelhalter (20) gelagerten Schlepphebel (12) und ein am freien Ende (21) des Schlepphebels (12) gelagertes Ventil (11) aufweist.
33. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenfolgeelement (15) am Schlepphebel (12), und das Rückholelement (13) an dem vom freien Ende (21) des Schlepphebels (12) betätigten Ventil (11) angeordnet ist.

EP 1 624 160 A2

34. Vorrichtung nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hin- und hergehende Teil (10) einen Halter (25) für zwei Ventile (11) aufweist, an dem mittig das Rückholelement (13) zwischen zwei Nockenfolgeelementen (15) vorgesehen ist, wobei jedes Ventil (11) außerhalb des Nockenfolgeelementes (15) am Halter (25) eingehängt ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

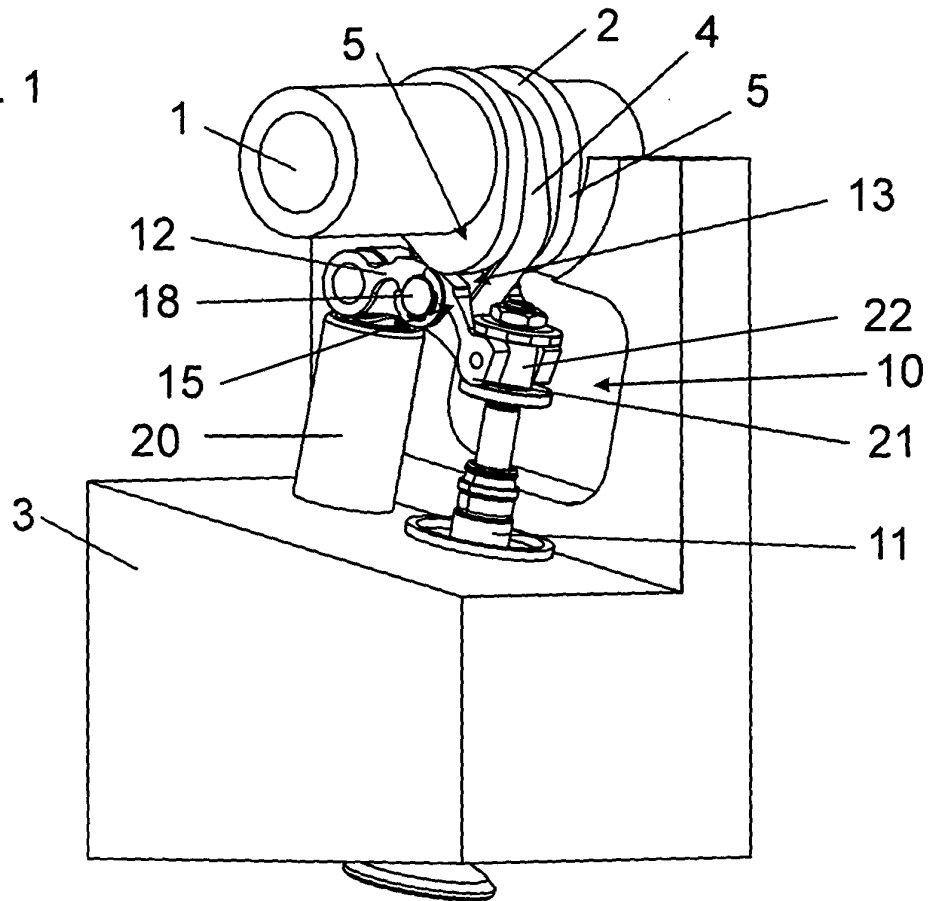


Fig. 2

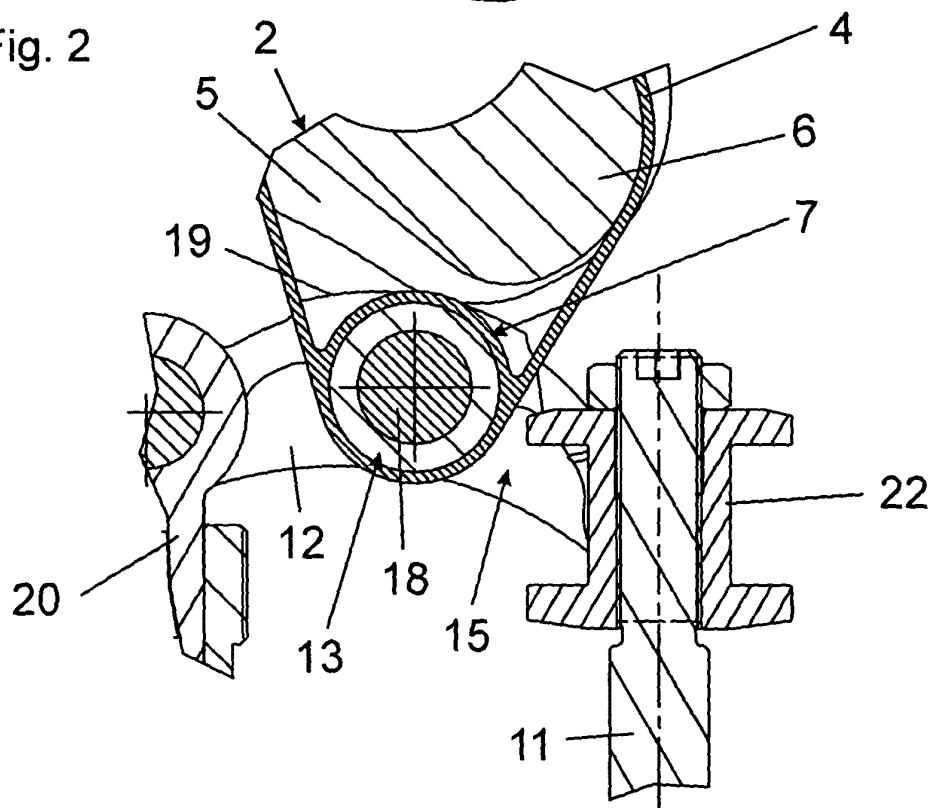


Fig. 3

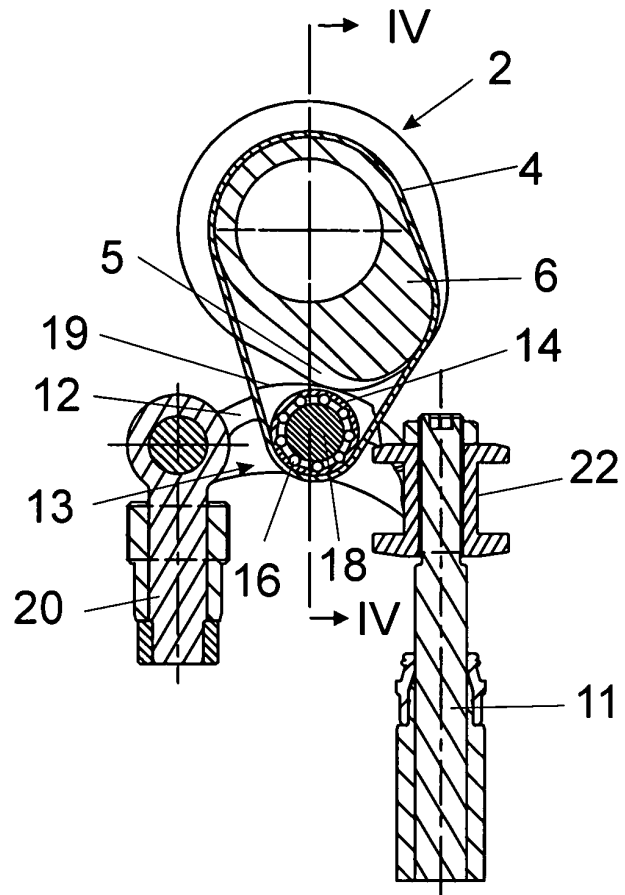
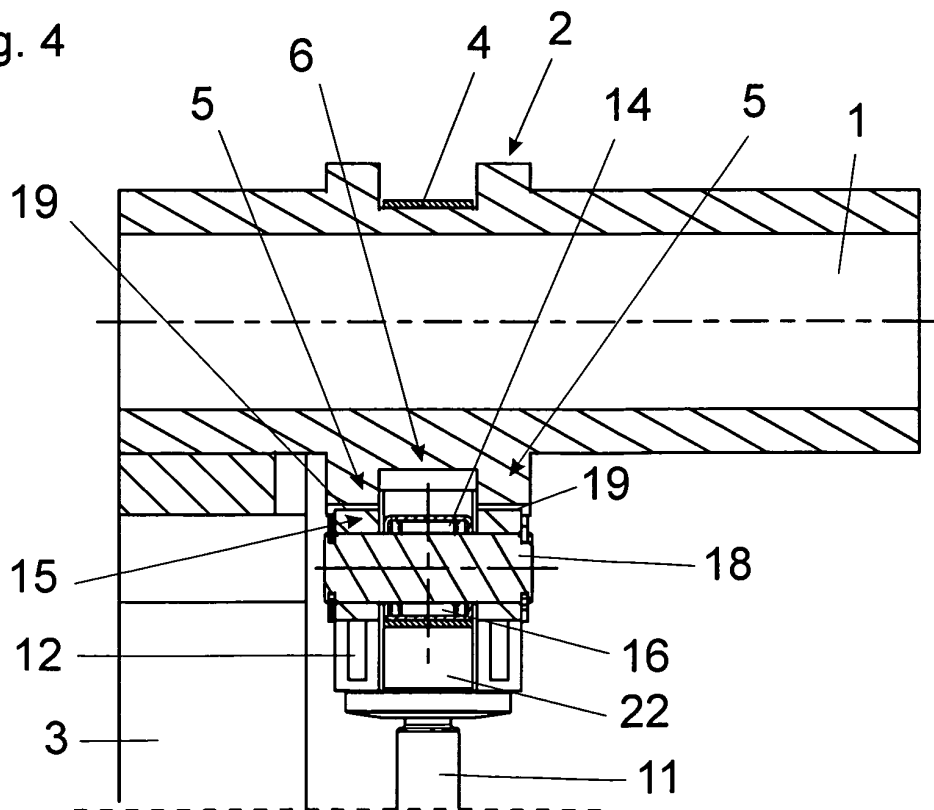


Fig. 4



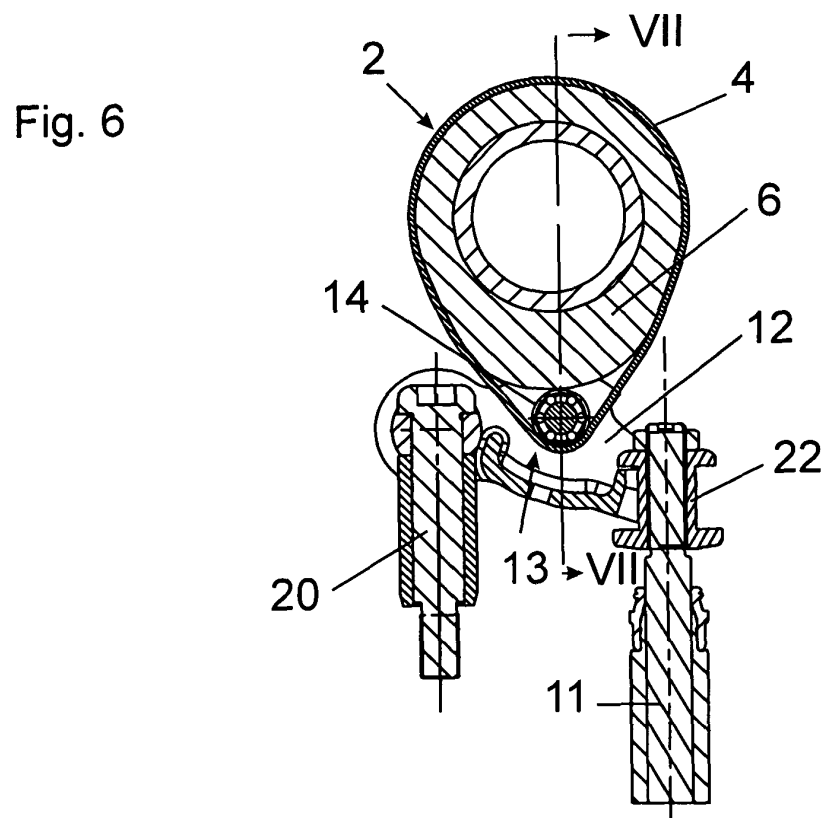
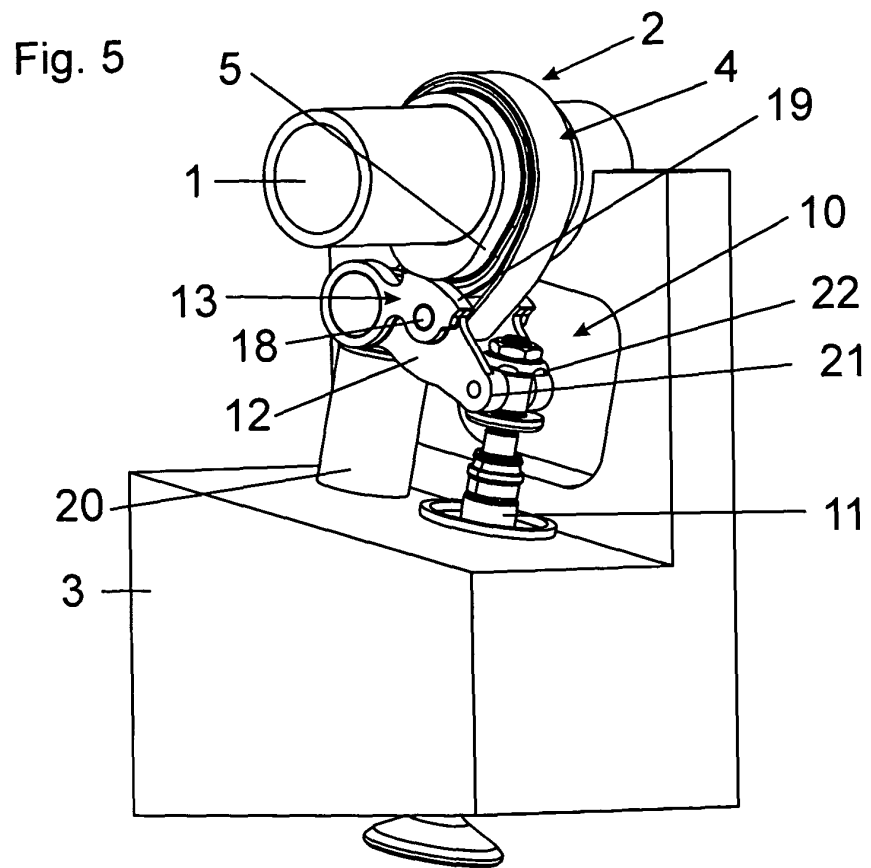


Fig. 7

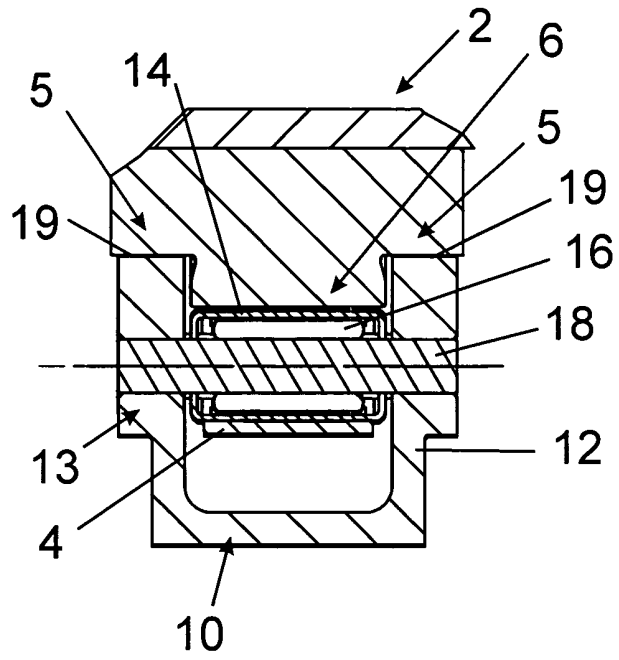


Fig. 8

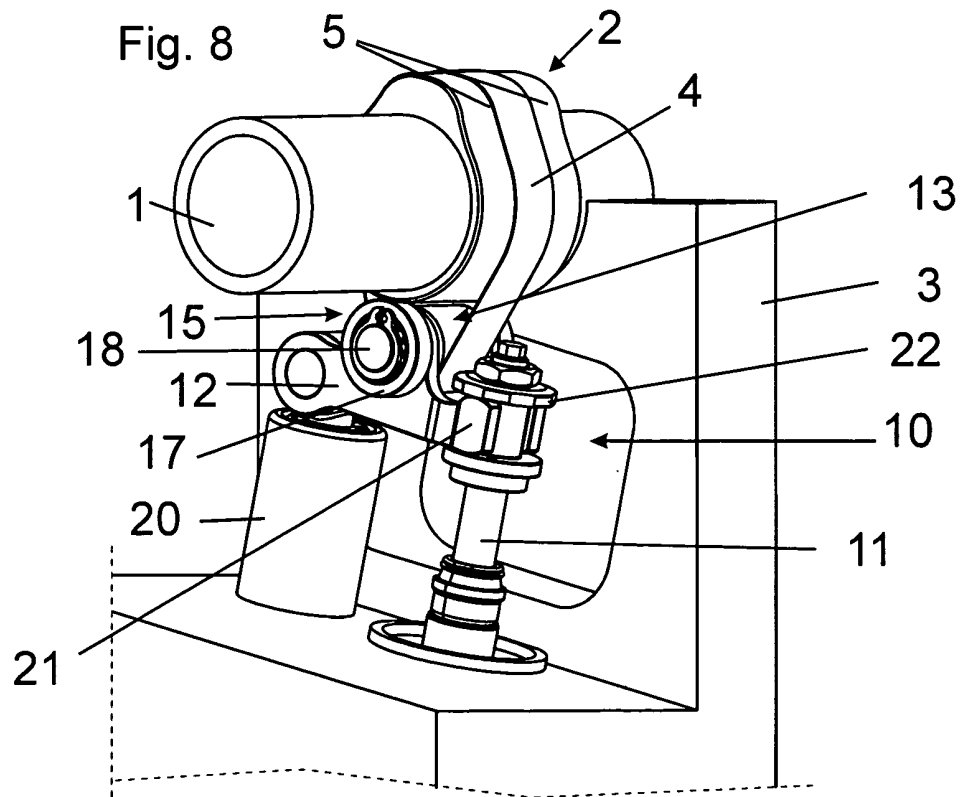


Fig. 9

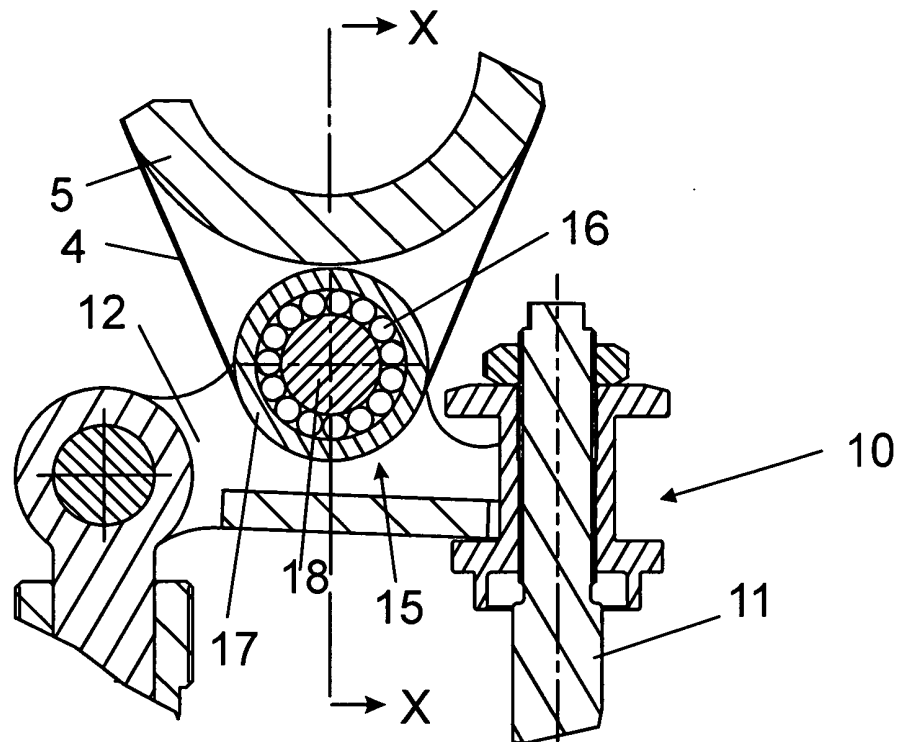


Fig. 10

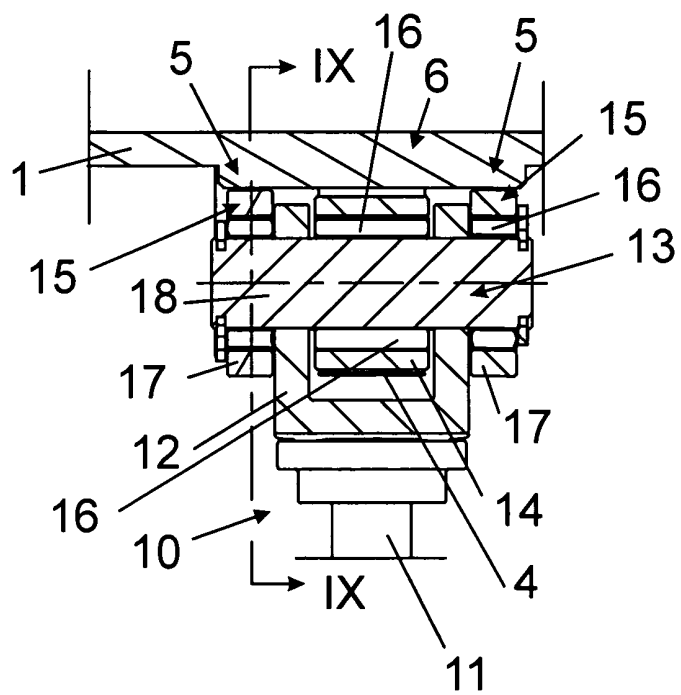


Fig. 11

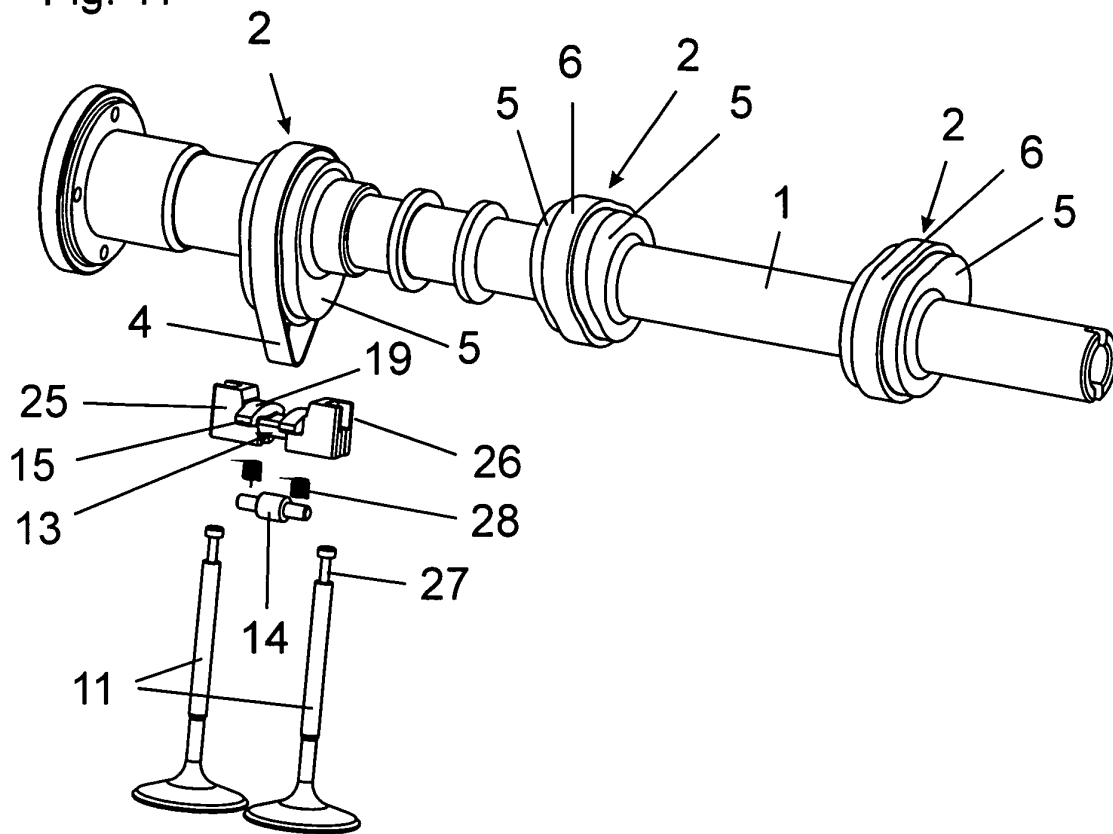
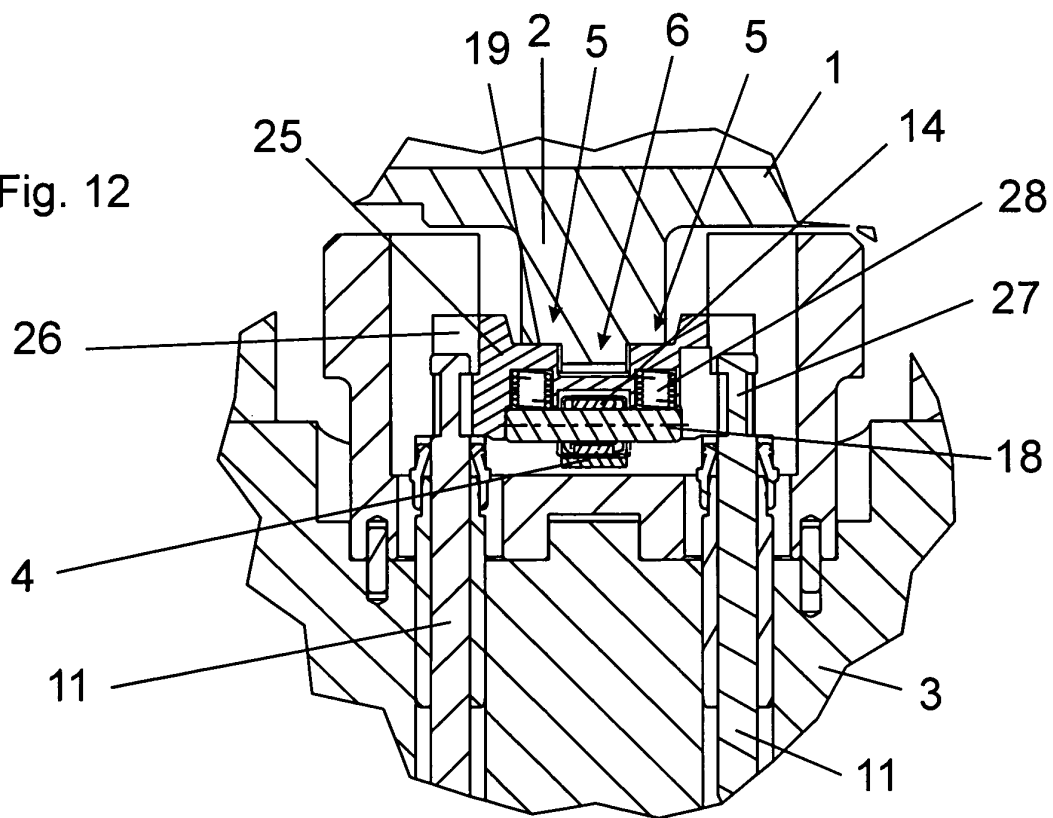


Fig. 12



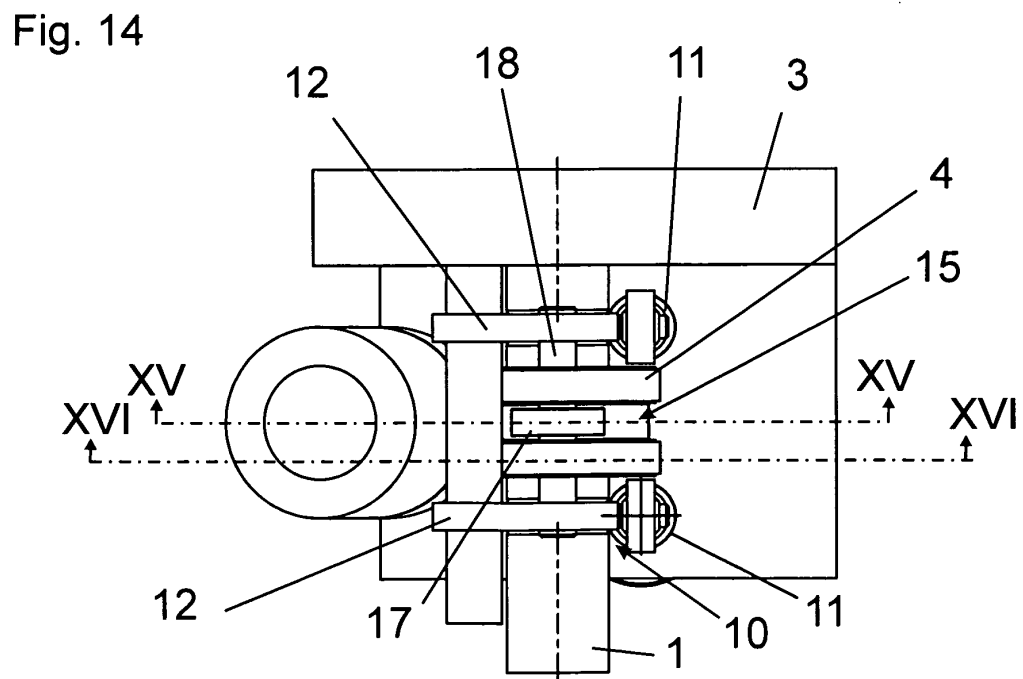
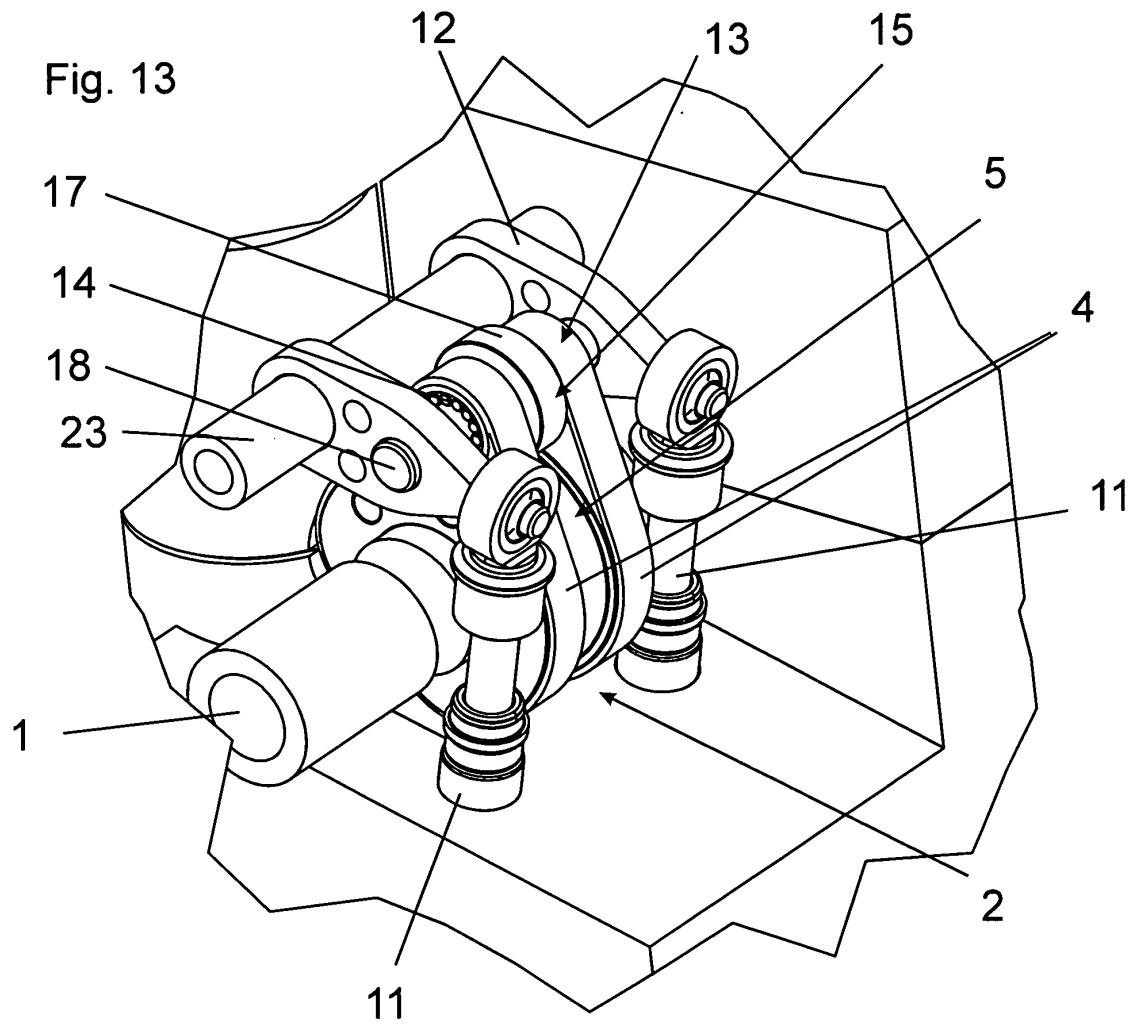


Fig. 15

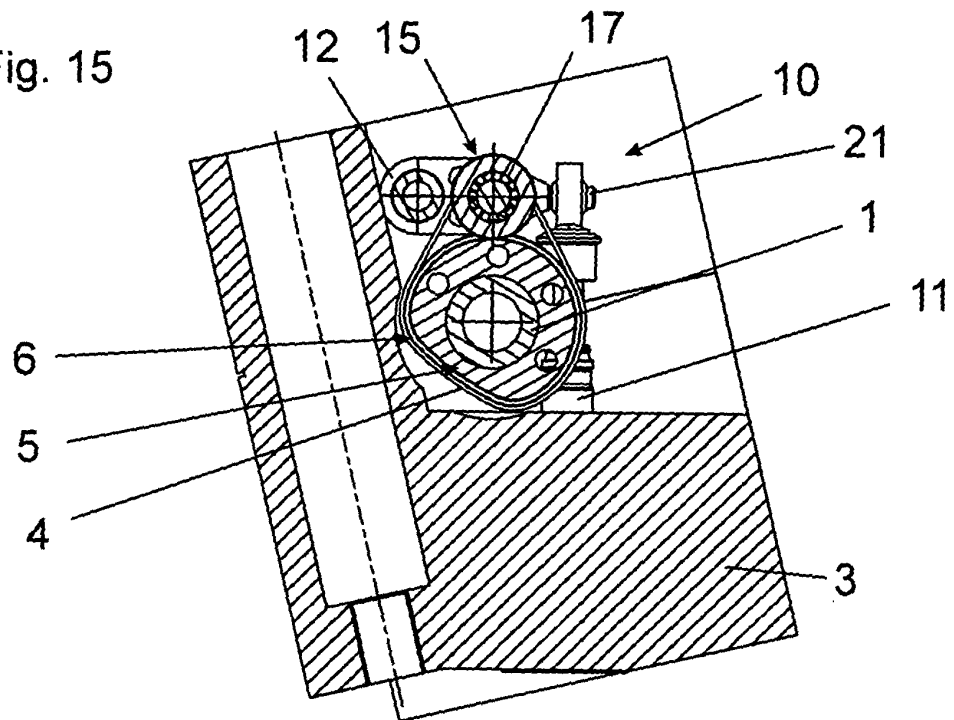


Fig. 16

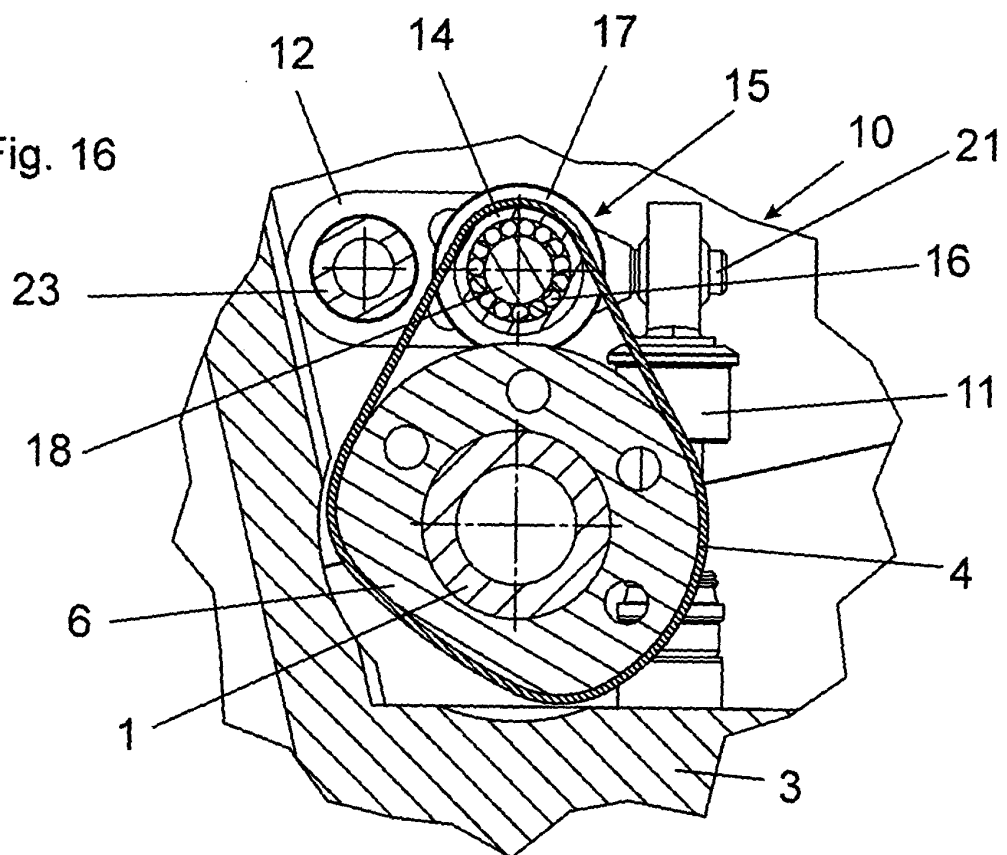


Fig. 17

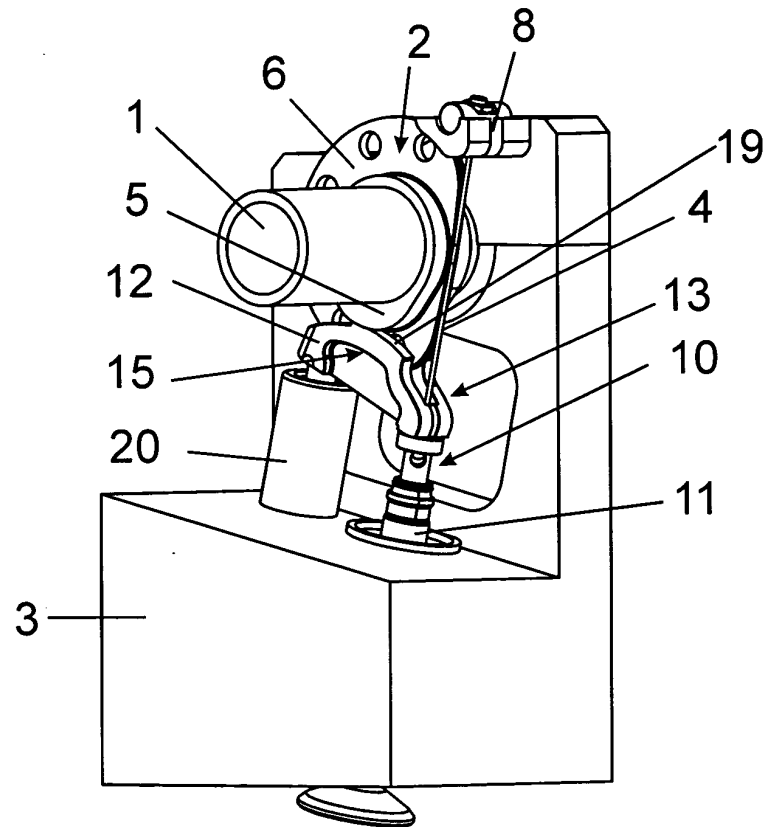


Fig. 18

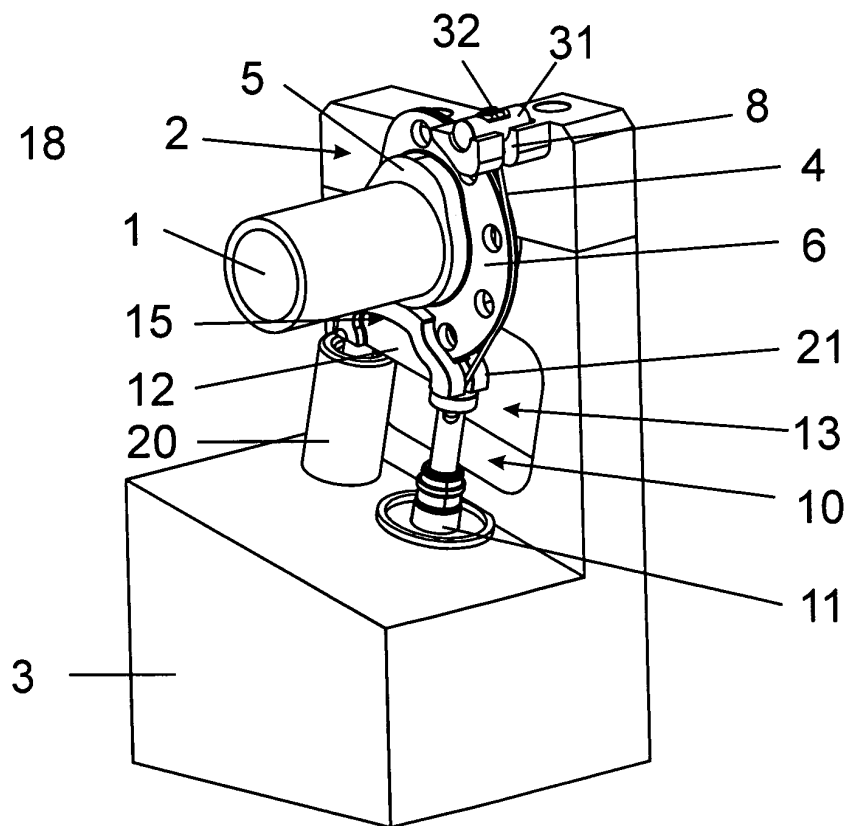


Fig. 19

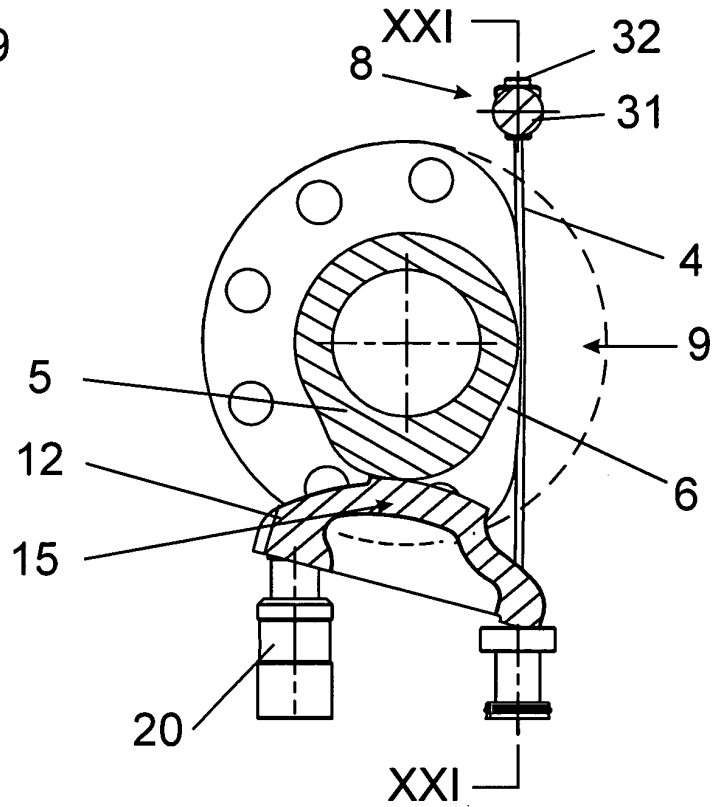


Fig. 20

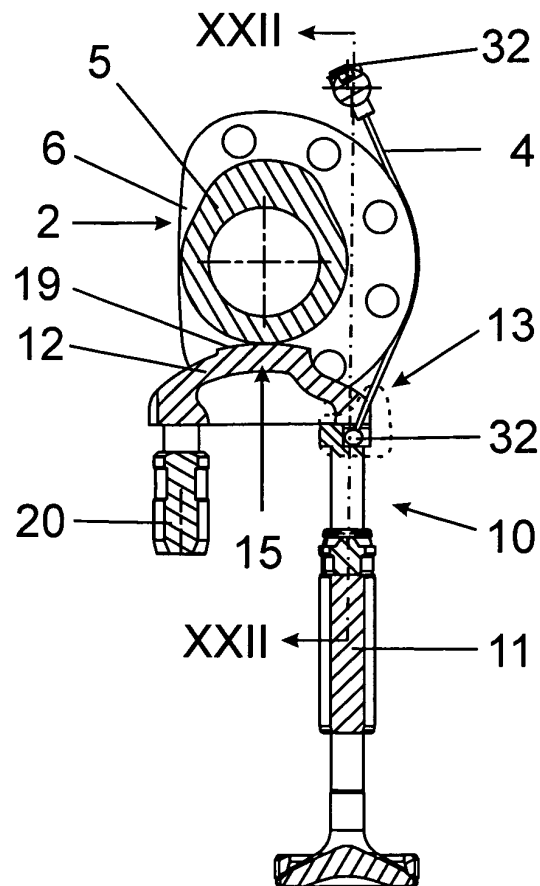


Fig. 21

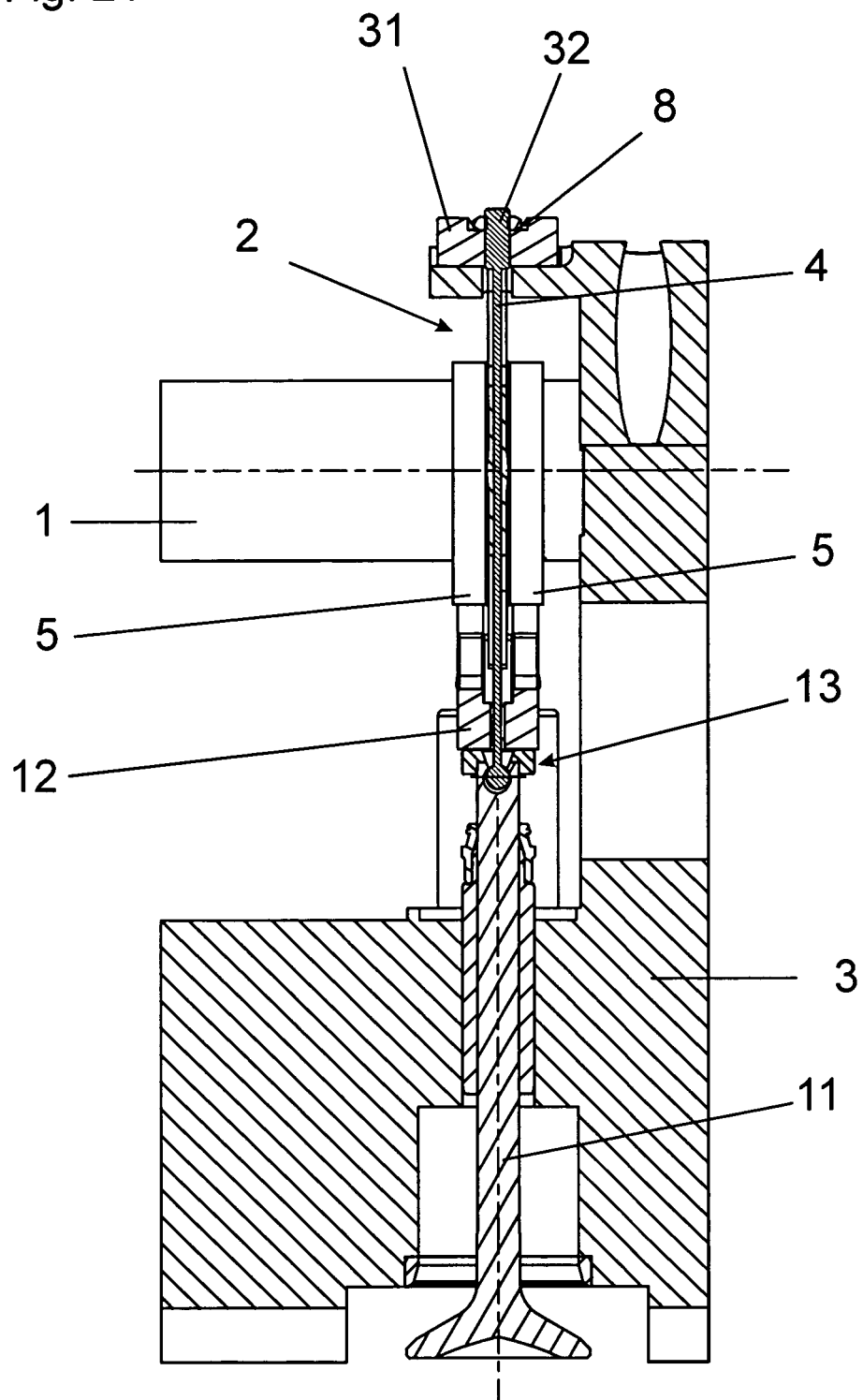


Fig. 22

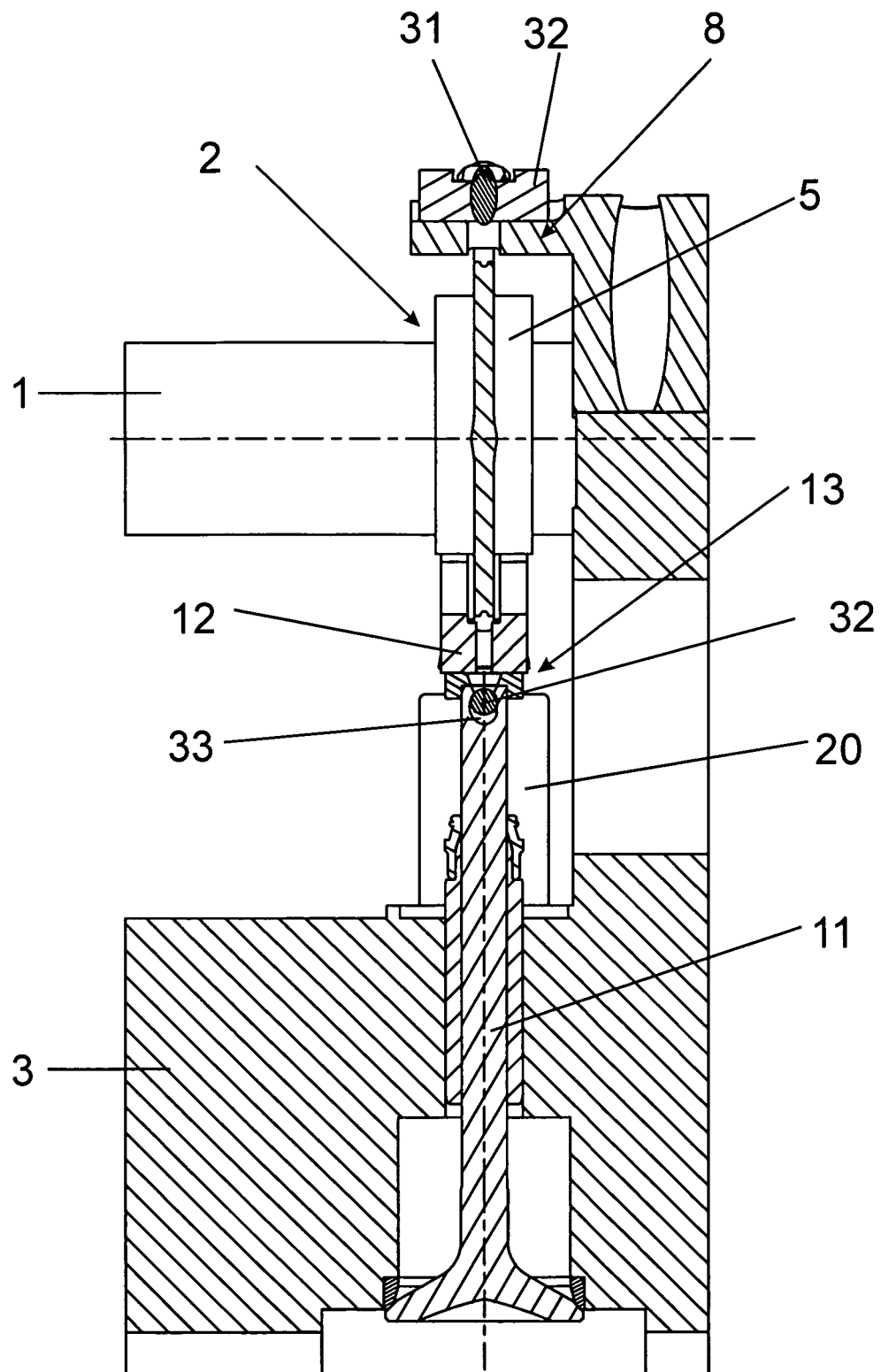


Fig. 23

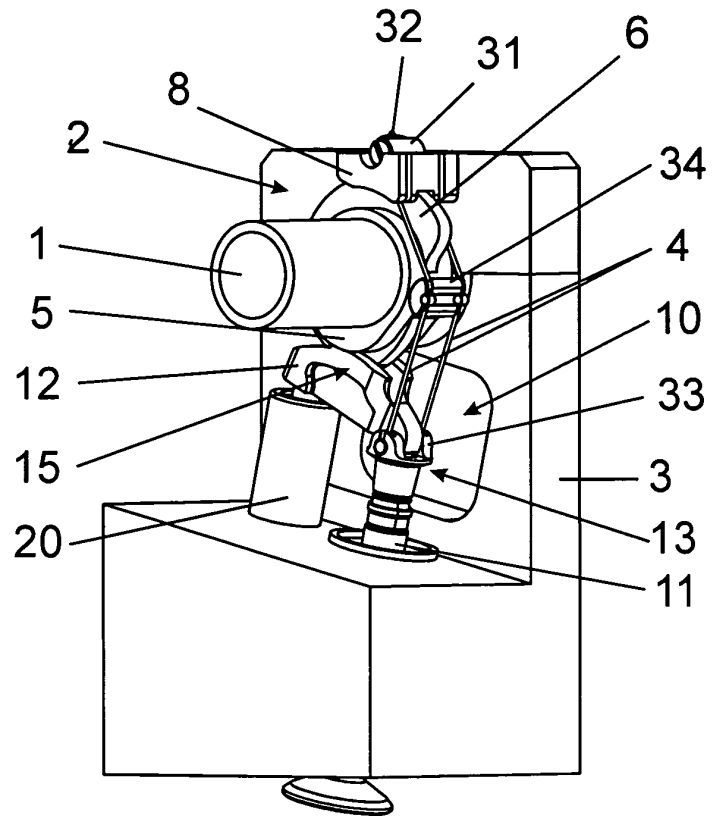


Fig. 24

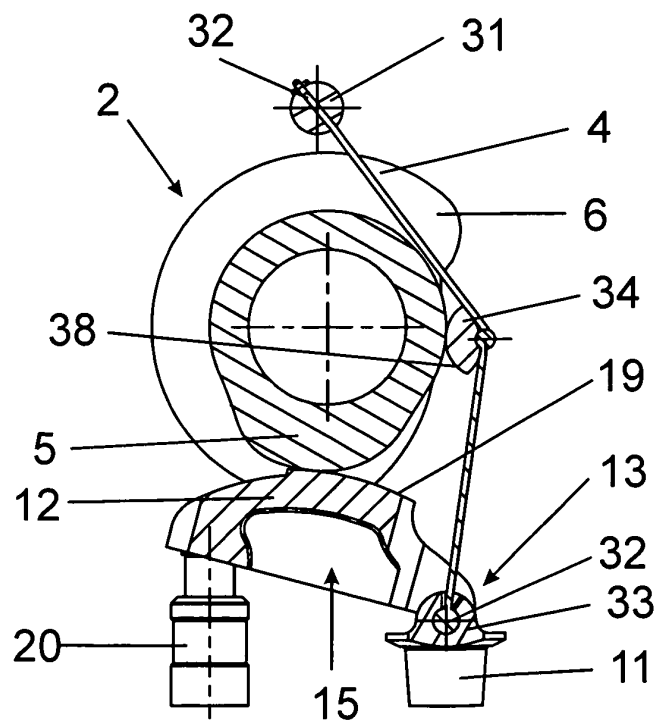


Fig. 25

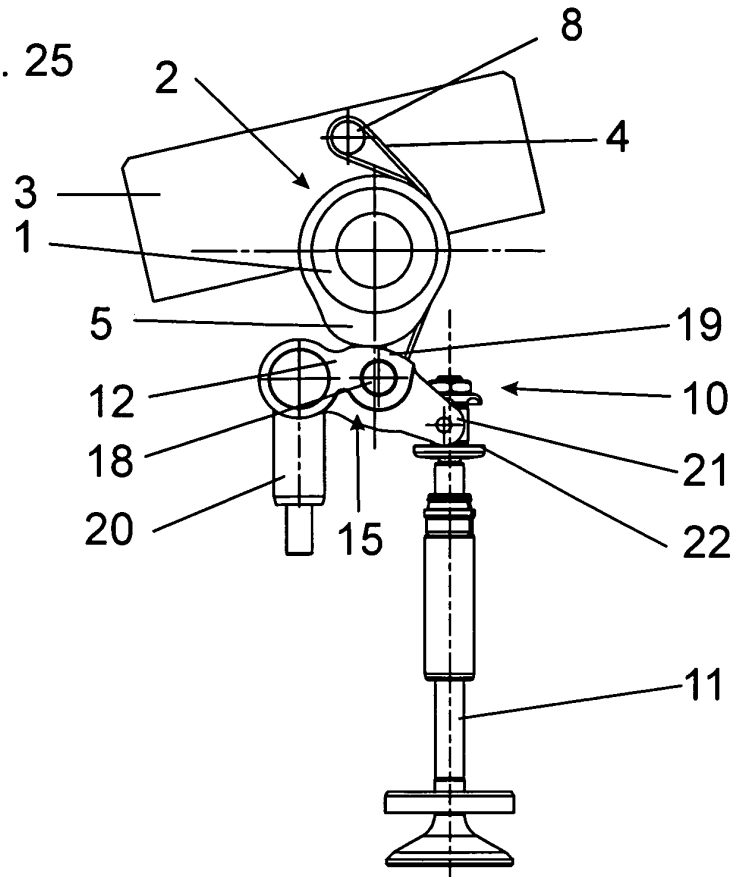


Fig. 26

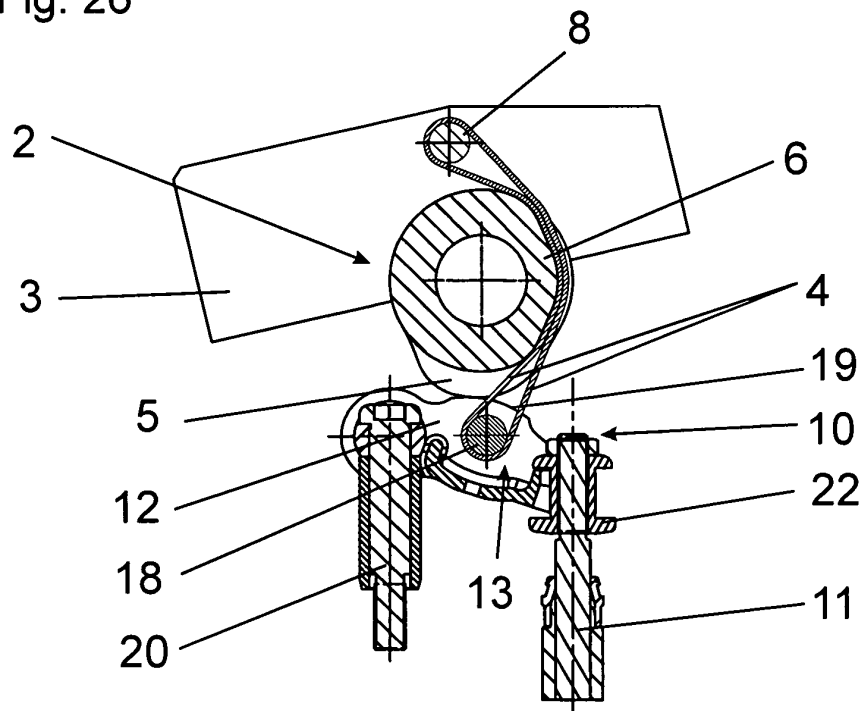


Fig. 27

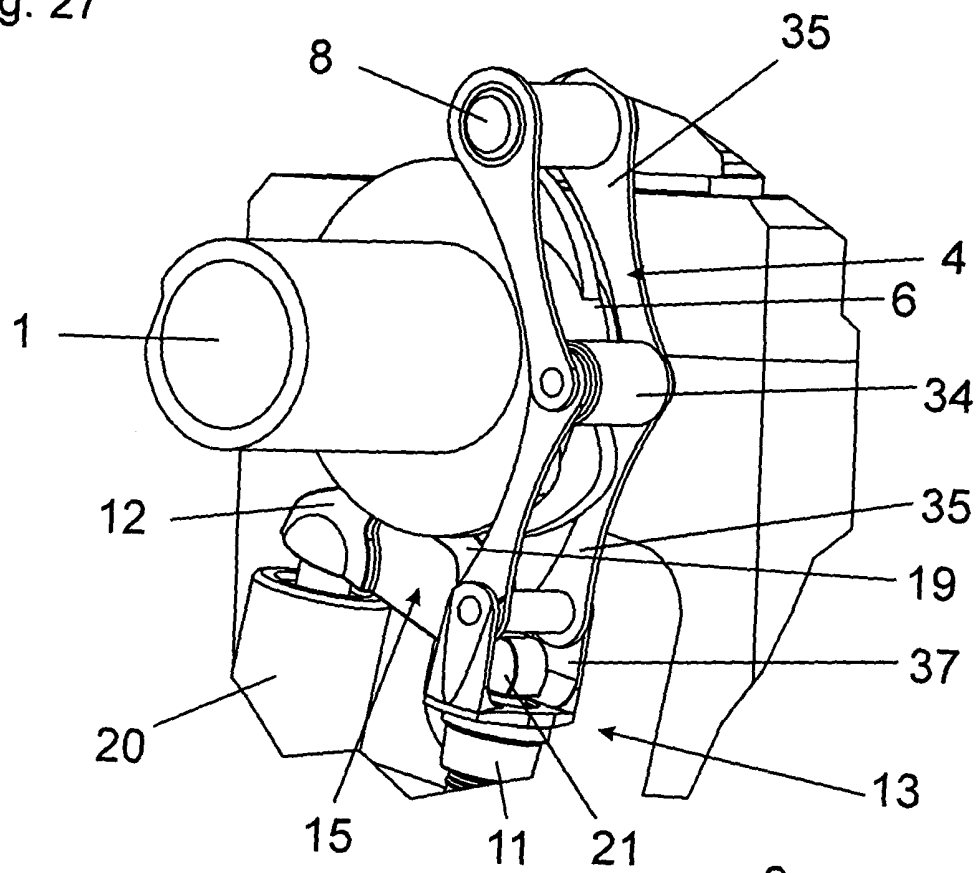


Fig. 28

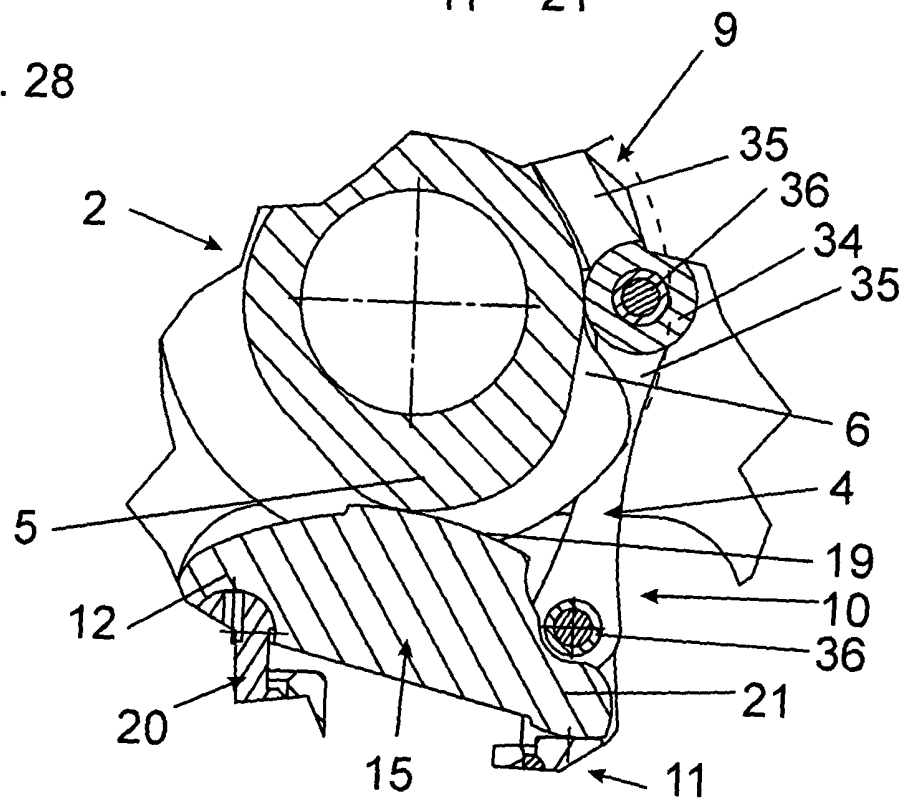


Fig. 29

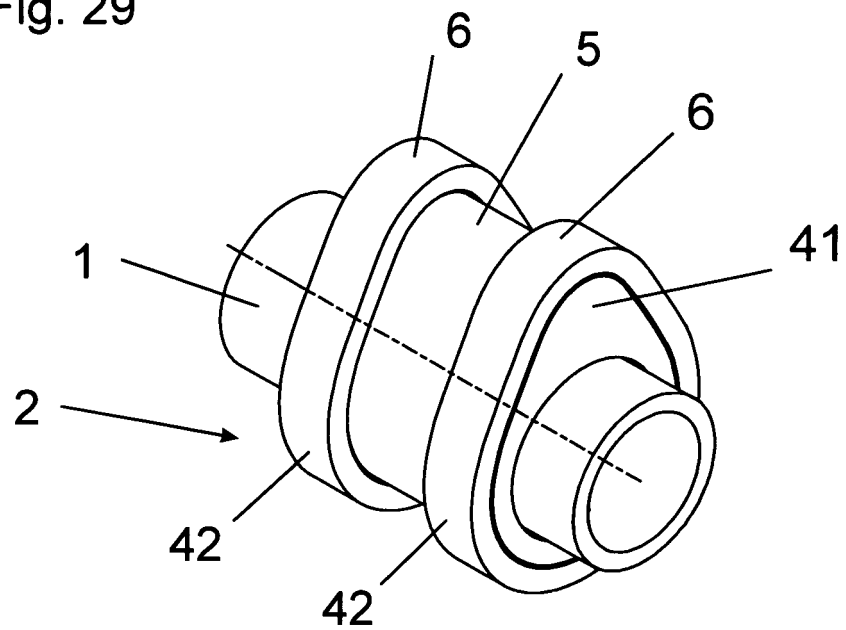


Fig. 30

