(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 111 227 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.06.2001 Patentblatt 2001/26

(51) Int Cl.[7]: **F02M 25/07**

(21) Anmeldenummer: **00127215.2**

(22) Anmeldetag: **14.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **21.12.1999 DE 19961756**

(71) Anmelder: **Siebe Automotive (Deutschland) GmbH**
67346 Speyer (DE)

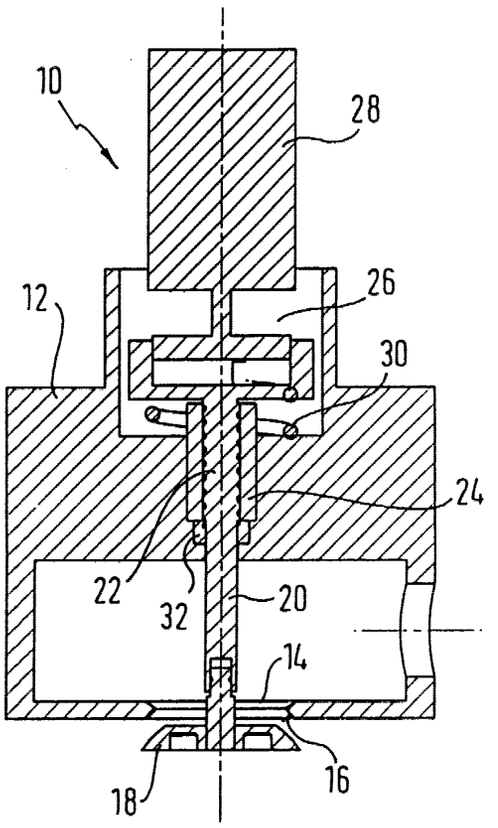
(72) Erfinder:
- **Thiery, Christoph**
  68549 Ilvesheim (DE)
- **Klipfel, Bernhard**
  76187 Karlsruhe (DE)

(74) Vertreter: **HOFFMANN - EITLE**
Patent- und Rechtsanwälte
Arabellastrasse 4
81925 München (DE)

(54) Abgasrückführventil

(57) Ein Abgasrückführventil weist ein translatorisch bewegbares Ventilelement, insbesondere einen Ventilteller (18) sowie einen Betätigungsmechanismus auf, der dem Ventilelement (18) zumindest zu Beginn des Öffnungsvorganges eine Drehbewegung um dessen Achse erteilt.

Fig. 1



EP 1 111 227 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Abgasrückführventil.

[0002] Auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugtechnik und hier insbesondere im Zusammenhang mit der Verbesserung der Emissionswerte eines Verbrennungsmotors, sowie der Senkung dessen Kraftstoffverbrauchs ist es bekannt, eine Abgasrückführung zu der Luftzuführung des Verbrennungsmotors vorzusehen.

Stand der Technik

[0003] Die zugehörigen elektrischen Abgasrückführventile werden üblicherweise als Magnetventile derart gesteuert, dass sie sich translatorisch bewegen, so dass ein Ventilelement, beispielsweise ein Ventilteller, von seinem zugehörigen Ventilsitz entfernt wird, und ein Durchtritt von Abgas ermöglicht wird.

[0004] Die DE 197 33 964 A1 offenbart in diesem Zusammenhang ein Abgasrückführventil, das den Abgasstrom wahlweise durch einen Kühler oder einen Bypass leitet. Hierbei erfolgt die Bewegung des einen oder des anderen Ventiltellers ebenfalls in translatorischer Richtung.

[0005] Aufgrund der Durchströmung des Abgasrückführventils mit Abgas tritt der Fall auf, dass der Berührungsbereich zwischen dem Ventilteller und dem Ventilsitz verunreinigt wird, und dadurch verklebt oder verlackt. Diese Verunreinigung kann so umfassend werden, dass die üblichen Betätigungsmechanismen nicht mehr in der Lage sind, den Ventilteller von seinem Sitz anzuheben. Dementsprechend müssen starke Betätigungsmechanismen vorgesehen werden, um ein Anheben des Ventiltellers auch bei verunreinigtem Ventilsitz zu gewährleisten.

Darstellung der Erfindung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Abgasrückführventil zu schaffen, bei dem ein zuverlässiges Öffnen des Ventils auch bei verunreinigtem Zustand der Berührfläche zwischen Ventilsitz und Ventilteller mit einem kompakten Betätigungsmechanismus gewährleistet werden kann.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch das im Anspruch 1 beschriebene Abgasrückführventil.

[0008] Demzufolge weist das erfindungsgemäße Abgasrückführventil einen Betätigungsmechanismus auf, der dem Ventilelement, das mit dem Ventilsitz zusammenwirkt, also üblicherweise dem Ventilteller, zumindest zu Beginn des Öffnungsvorganges eine Drehbewegung um dessen Achse erteilt. Mit anderen Worten wird der Ventilteller gewissermaßen zu Beginn des Öffnungsvorganges zumindest geringfügig um die Achse des zugehörigen Ventilstößels gedreht. Diese Bewegung ist deshalb für ein zuverlässiges Öffnen mit geringer Kraft äußerst wirkungsvoll, weil die haftenden Verunreinigungen zwischen Ventilelement und Ventilsitz Kräften, die als Scherkräfte aufgebracht werden, schlechter widerstehen als Normalkräfte. Folglich erfordert es eine höhere Kraft, das Ventilelement in gewöhnlicher Weise von dem Ventilsitz, mit dem es unter Umständen aufgrund von Verunreinigungen verklebt ist durch lineare Verschiebung abzuziehen, als die Kraft, die benötigt wird, um das Ventilelement an dem Ventilsitz zum Lösen der durch die Verunreinigungen erfolgten Haftverbindung um die Achse des Ventilstößels zu verdrehen.

[0009] Gemäß der Erfindung kann diese vorteilhafte, die Verklebung lösende Drehbewegung zu Beginn des Öffnungsvorganges alleine durchgeführt werden, und die translatorische Bewegung zum eigentlichen Öffnen des Ventils kann nachfolgend aufgebracht werden. Alternativ ist es denkbar, die Dreh- und Hubbewegung miteinander zu kombinieren, also gleichzeitig durchzuführen, so dass das Ventilelement zu Beginn des Öffnungsvorganges nicht "gerade" von dem Ventilsitz angehoben wird, sondern dieses Anheben gewissermaßen drehend erfolgt. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme kann somit die beim Öffnen erforderliche Kraft verringert werden, und es ist gewährleistet, dass auch bei einem kompakten Betätigungsmechanismus über eine lange Lebensdauer des Ventils eine leichte Öffnung möglich ist. Darüber hinaus führt die erfindungsgemäße Drehbewegung, die zumindest zu Beginn des Öffnungsvorganges erfolgt, zu einem Selbstreinigungseffekt der Berührfläche zwischen Ventilelement und Ventilsitz, so dass die beschriebenen Probleme im Hinblick auf das Haften auch hierdurch entschärft werden. Gleichzeitig wird die Dichtwirkung im geschlossenen Zustand verbessert.

[0010] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindungen sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0011] Für den Betätigungsmechanismus hat sich eine Ausführungsform als besonders vorteilhaft herausgestellt, die ein Mutter-Spindel-System aufweist. Hierdurch kann in besonders einfacher und wirkungsvoller Weise die Drehbewegung eines Antriebsmotors in eine kombinierte Dreh- und Hubbewegung des Ventilelements umgewandelt werden.

[0012] Hierbei bietet es Vorteile, wenn die Spindel als kugelgelagerte Spindel ausgeführt ist. Die Kugellaufbahn kann in vorteilhafter Weise so gestaltet werden, dass dem Ventilelement zunächst lediglich eine Drehbewegung erteilt wird, und ab einem gewissen Zeitpunkt eine kombinierte Dreh- und Hubbewegung. Hierfür ist die Kugellaufbahn zunächst planar und ab einer gewissen Stelle spiralförmig ausgebildet.

[0013] Alternativ wird eine Ausführungsform der Erfindung bevorzugt, bei welcher der Betätigungsmechanismus ein Drehelement aufweist, das eine Kontur- oder Nockenfläche aufweist, die an einem an dem Ventilgehäuse angebrachten Element abläuft. Hierdurch kann durch die Zusammenwirkung zwischen dem mit der

Kontur versehenen Drehelement und den an dem Ventilgehäuse angebrachten Elementen eine Bewegung des Drehelements derart erreicht werden, dass dieses gedreht und durch Ausbildung der entsprechenden Kontur ab einem gewissen Zeitpunkt zusätzlich angehoben wird. Durch eine feste Verbindung zwischen diesem Drehelement und dem Ventilelement, also beispielsweise dem Ventilstößel mit dem daran ausgebildeten Ventilteller, kann die kombinierte oder nacheinander erfolgende Dreh- und Hubbewegung auf das Ventilelement übertragen werden.

[0014] Für die Übertragung der Drehbewegung eines Antriebsmotors auf Elemente, die fest mit dem translatorisch verschiebbaren Ventilelement verbunden sind und deshalb ihrerseits verschiebbar sein müssen, hat es sich als günstig erwiesen, translatorisch gegeneinander verschiebbare Zahnräder vorzusehen.

[0015] Alternativ ist eine Ausführungsform denkbar, bei welcher der gesamte Betätigungsmechanismus einschließlich des Antriebs verschiebbar an dem Ventilgehäuse angebracht ist. Folglich bewirkt der Betätigungs- und Antriebsmechanismus nicht nur neben der erfindungsgemäßen Drehbewegung zumindest zu Beginn des Öffnungsvorganges die zum Öffnen des Ventils erforderliche translatorische Bewegung, sondern nimmt an dieser teil.

[0016] In vorteilhafter Weise kann das erfindungsgemäße Abgasrückführventil schließlich mit einem Rückstell- oder Fail-Save-Mechanismus kombiniert werden, der beim Öffnen des Ventils auf Torsion und vorzugsweise zusätzlich auf Druck beansprucht wird. Eine derartige Fail-Save-Funktion trägt dem Umstand Rechnung, dass dem Ventilelement erfindungsgemäß eine Drehbewegung erteilt wird, so dass die Rückstellung sicher durch eine tordierte Rückstelleinrichtung erfolgen kann, die dem Ventilelement die erforderliche Drehung zur Gewährleistung einer Schließbewegung erteilt. Bei Versuchen hat sich herausgestellt, dass hierdurch besonders sicher das Schließen des Ventils erreicht werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von beispielhaft in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasrückführventils;

Fig. 2 eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasrückführventils; und

Fig. 3 eine Schnittansicht einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasrückführventils.

Ausführliche Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung

[0018] Wie Fig. 1 zeigt, weist das erfindungsgemäße Abgasrückführventil 10 ein Ventilgehäuse 12 auf, das in seinem unteren Bereich durch eine Öffnung 14, die mit einem Ventilsitz 16 versehen ist, mit Abgas durchströmt wird. Die Öffnung 14 ist durch ein Ventilelement, in dem gezeigten Fall einen Ventilteller 18 verschließbar. Der Ventilteller 18 ist an einem Ventilstößel 20 angebracht, der in dem gezeigten Fall in seinem oberen Bereich als Spindel 22 gestaltet ist. Die Spindel 22 ist, wie gezeigt, in einer fest in dem Ventilgehäuse 12 verankerten Mutter 24 kugelgelagert. In seinem oberen Bereich ist ein sogenanntes Harmonic-Drive-Getriebe 26 oder ein anderes kompakt bauendes Getriebe vorgesehen, um die Drehbewegung eines Elektromotors 28 auf den Ventilstößel 20 zu übertragen. Schließlich ist an dem Ventilgehäuse 12 einerseits und dem oberen Abschnitt des Ventilstößels 20 andererseits eine Rückholfeder 30 fest verankert, die, wie nachfolgend beschrieben ist, eine sichere Rückkehr des Ventils in den geschlossenen Zustand auch bei Ausfall des Elektromotors 28 gewährleistet. Unterhalb der Mutter 24 befindet sich bei diesem gezeigten Ausführungsbeispiel eine Dichtung 32 zur Abdichtung des von dem Abgas durchströmten Bereichs von dem Betätigungsmechanismus.

[0019] Die Funktionsweise des gezeigten Abgasrückführventils mit dem neuartigen Betätigungsmechanismus ist wie folgt. In Fig. 1 ist ein geöffneter Zustand des Ventils gezeigt. Dieser wird dadurch erreicht, dass der Elektromotor 28 in Drehung versetzt wird, und diese Drehung über das Harmonic-Drive-Getriebe 26 oder ein anderes kompakt bauendes Getriebe auf den Ventilstößel 20 übertragen wird. Dadurch, dass der Ventilstößel 20 in seinem oberen Bereich als Spindel 22 ausgebildet ist, führt die Drehbewegung des Ventilstößels 20 in Zusammenwirkung mit der Mutter 24 zu einer translatorischen Bewegung des Ventilstößels 20 zusammen mit dem Ventilteller 18. Hierdurch wird der Ventilteller 18 in dem Ventilsitz 16 nicht nur, insbesondere zu Beginn des Öffnungsvorganges, verdreht, sondern auch von diesem angehoben, so dass das Ventil geöffnet wird.

[0020] Gemäß der gezeigten, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Spindel 22 in der Mutter 24 kugelgelagert. Dies bietet den Vorteil, dass die Kugellaufbahnen derart gestaltet werden können, dass die Spindel bis zu einem gewissen Punkt ausschließlich eine Drehbewegung durchführt., um, wie vorangehend beschrieben, mit vergleichsweise geringem Kraftaufwand den Ventilteller 18 von dem Ventilsitz 16 trotz Verklebungen zu lösen. Die Kugellaufbahnen sind ferner so gestaltet, dass sie ab einem bestimmten Punkt zusätzlich durch eine spiralförmige Ausbildung der Kugellaufbahnen für eine translatorische Bewegung des Ventiltellers 18, und ein entsprechendes, vergleichsweise schnelles Öffnen des Ventiltellers 18 sorgen. Da sich nicht nur der Ventilteller 18, sondern auch der Ventilstö-

ßel 20 sowie der sich daran nach oben anschließende Bereich, der bereits Teil des Harmonic-Drive-Getriebes 26 oder ein anderes kompakt bauendes Getriebe ist, translatorisch bewegt, ist die Zusammenwirkung zwischen den einzelnen Zahnrädern des Harmonic-Drive-Getriebes 26 oder ein anderes kompakt bauendes Getriebe so gestaltet, dass die beteiligten Zahnräder gegeneinander verschiebbar sind.

[0021] Beim Öffnen des Ventils wird die Rückholfeder 30 sowohl verdreht, also tordiert, als auch wegen der axialen Verschiebung, auf Druck belastet. Die Zusammenwirkung der in dieser Weise in der Rückholfeder 30 gespeicherten Energie kann zuverlässig ein Schließen des Ventils auch in dem Fall gewährleisten, dass der Elektromotor 28 aus irgendeinem Grund ausfallen sollte.

[0022] Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasrückführventils 10 ist diese Fail-Save-Einrichtung in Form der Rückholfeder 30 gleichgestaltet. Die Betätigung des Ventils, insbesondere das Anheben des Ventiltellers 18 von dem Ventilsitz 16 erfolgt bei dieser Ausführungsform jedoch anders als bei der Ausführungsform von Fig. 1. In diesem Fall ist ein (in Fig. 2 nicht zu erkennender) Motor vorgesehen, dessen Drehbewegung über ein Stirnradgetriebe 34 oder ein anderes kompakt bauendes Getriebe auf ein Drehelement, insbesondere ein Zahnrad 36 übertragen wird, das .fest mit dem Ventilstößel 20 verbunden ist. Die Schraubenfeder 30 übernimmt in diesem Fall die zusätzliche Funktion, das Zahnrad 36 gegen sogenannte Anlaufrollen 38 zu drücken, die in dem Ventilgehäuse 12 drehbar gelagert sind. Hierzu sind mit dem Ventilgehäuse 12 jeweilige Achsen fest verbunden.

[0023] Wie im linken Bereich des Zahnrads 36 zu erkennen ist, ist dieses in dem Bereich, in dem es an den Anlaufrollen 38 abrollt, mit einer Kontur versehen, die sich in Richtung der Achse des Ventilstößels 20 erstreckt. Diese Kontur bewirkt, dass das Zahnrad 36, und damit der über den Ventilstößel 20 fest mit dem Zahnrad 36 verbundene Ventilteller 18 in Folge der Drehbewegung, welche die Kontur in Eingriff mit den Anlaufrollen 38 bringt, in geeigneter Weise angehoben wird. Hierbei kann die Kontur beispielsweise so eingestellt werden, dass diese hinsichtlich ihrer Höhe bezüglich der Anlaufrollen 38 zunächst nicht verändert ist, so dass der Ventilteller 18 an dem Ventilsitz 16 zu Beginn des Öffnungsvorganges lediglich eine Drehbewegung durchführt. Dies ermöglicht das beschriebene leichte Lösen von etwaigen Verklebungen und eine Reinigung des Ventilsitzes 16.

[0024] Nach dieser Drehbewegung, die ggf. von einer leichten Anhebebewegung unterstützt sein kann, die durch eine entsprechend leichte Steigung der Kontur bewirkt wird, kann die Kontur durch steilere Steigung derart ausgebildet sein, dass ein schnelleres Öffnen erfolgt. Dies bedeutet, dass während der Phase einer geringen Steigung der Kontur hohe Öffnungskräfte übertragen werden können. Es sei angemerkt, dass eine derartige Charakteristik auch durch eine entsprechende Gestaltung der Kugellaufbahnen bei dem Spindel-Mutter-System der Ausführungsform von Fig. 1 realisiert werden kann. Beim Öffnen des Ventils wird, wie dargelegt, das Zahnrad 36 verdreht und zusätzlich angehoben, so dass die fest an dem Zahnrad 36 und,an dem Ventilgehäuse 12 verankerte Rückholfeder 30 sowohl auf Druck als auch auf Torsion belastet wird. Dies gewährleistet ggf. eine Umsetzung der in der Feder gespeicherten Energie dergestalt, dass das Ventil durch Rückdrehung des Zahnrades 36 sicher geschlossen wird.

[0025] In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasrückführventils gezeigt, die sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 2 durch die Art des Getriebes unterscheidet, mit dem die Drehbewegung des Elektromotors auf das Ventil übertragen wird. Zu diesem Zweck ist ähnlich wie bei der Ausführungsform von Fig. 1 ein Harmonic-Drive-Getriebe 26 oder ein anderes kompakt bauendes Getriebe vorgesehen. Durch die Rückholfeder 30 ist eines der Zahnräder 36, das fest mit dem Ventilstößel 20 verbunden ist, auch bei dieser Ausführungsform gegen Anlaufrollen 38 gedrückt, die an dem Ventilgehäuse 12 drehbar gelagert sind. Folglich erfolgt die Umwandlung der Drehbewegung in eine Hubbewegung des Ventiltellers 18 ähnlich wie bei der Ausführungsform von Fig. 2 über eine an dem Zahnrad 36 ausgebildete Kontur, die mit den Anlaufrollen zusammenwirkt. Im mittleren Bereich des Ventilstößels 20 ist eine Ventilstößelführung 40 und eine Dichtung 32 zu erkennen.

[0026] Ein Vergleich der Fig. 3 und 1 zeigt, dass sich von der geschlossenen Stellung (vgl. Fig. 3) zu der offenen Stellung (vgl. Fig. 1) des Ventils das mit der Welle des Elektromotors gekoppelte Zahnrad und das Zahnrad 36 (vgl. Fig. 3) des Harmonic-Drive-Getriebes 26 gegeneinander verschieben.

[0027] Es sei ergänzend angemerkt, dass die Rückholfeder 36 in allen drei Fällen als kombinierte Druck- und Torsionsfeder gezeigt ist. Es ist jedoch zur Gewährleistung der zum Schließen erforderlichen Drehbewegung ebenfalls möglich, eine reine Torsionsfeder, beispielsweise eine sogenannte Urwerksfeder, vorzusehen. Ferner können für die Übertragung der Drehbewegung des Elektromotors, beispielsweise eines Gleichstrom (DC)-Motors auf das Ventil auch andere kompakt bauende Getriebearten als die gezeigten, also beispielsweise Stirnrad-, Planeten-, Kegelradgetriebe usw. verwendet werden. Schließlich sei festgestellt, dass die Verwendung eines Elektromotors mit sich drehender Ausgangswelle auch ohne die Übertragung der Drehbewegung auf den Ventilteller gewisse Vorteile bietet. Hierzu kann beispielsweise das für die Fig. 1 gezeigte Spindel-Mutter-System derart umgekehrt werden, dass die Mutter drehbar mit dem Elektromotor gekoppelt ist und die Spindel undrehbar, aber translatorisch bewegbar, in dem Ventilgehäuse geführt ist und an seinem unteren Ende den Ventilteller 18 aufweist. Auch eine der-

artige Ausführungsform bietet im Hinblick auf die Betätigung des Ventils mittels vergleichsweise geringer Kräfte Vorteile.

Patentansprüche

1. Abgasrückführventil mit einem translatorisch bewegbaren Ventilelement, insbesondere einem Ventilteller (18), und einem Betätigungsmechanismus, der dem Ventilelement (18) zumindest zu Beginn des Öffnungsvorganges eine um dessen Achse erfolgende Drehbewegung erteilt.

2. Abgasrückführventil nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet,** dass der Betätigungsmechanismus ein Mutter (24)-Spindel (22)-System aufweist.

3. Abgasrückführventil nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet,** dass die Spindel (22) kugelgelagert ist, wobei die Kugellaufbahn derart gestaltet ist, dass sie abschnittsweise planar und abschnittsweise spiralförmig ausgebildet ist.

4. Abgasrückführventil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Betätigungsmechanismus ein Drehelement (36) mit einer Kontur aufweist, die mit zumindest einem an dem Ventilgehäuse (12) angebrachten Element (38) zusammenwirkt.

5. Abgasrückführventil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet,** dass der Betätigungsmechanismus translatorisch gegeneinander verschiebbare Zahnräder aufweist.

6. Abgasrückführventil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet,** dass der Betätigungsmechanismus, vorzugsweise zusammen mit einem Antrieb (28), verschiebbar an dem Ventilgehäuse (12) angebracht ist.

7. Abgasrückführventil nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet,** dass eine Rückstelleinrichtung (30) vorhanden ist, die beim Öffnen des Ventils tordiert, und vorzugsweise zusätzlich zusammengedrückt wird.

Fig. 3

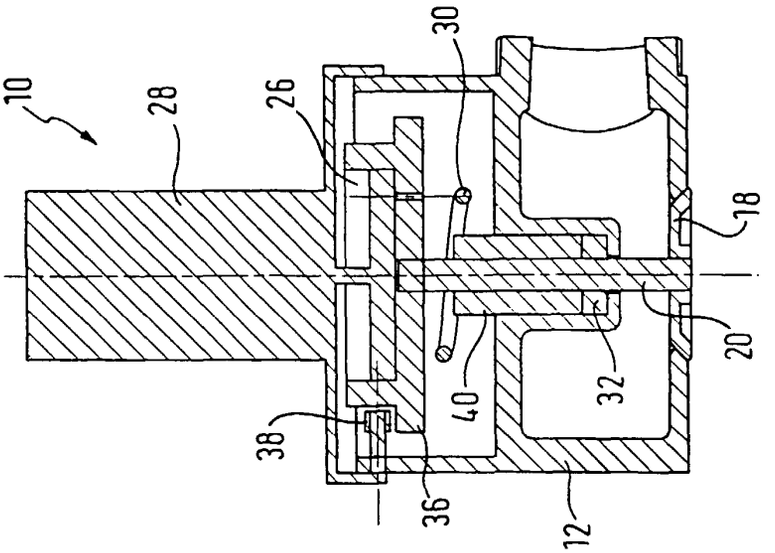


Fig. 2

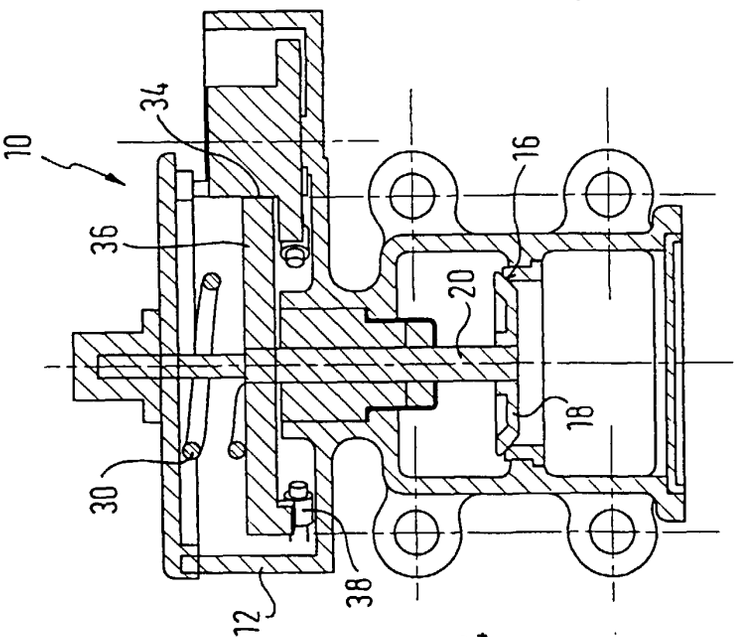
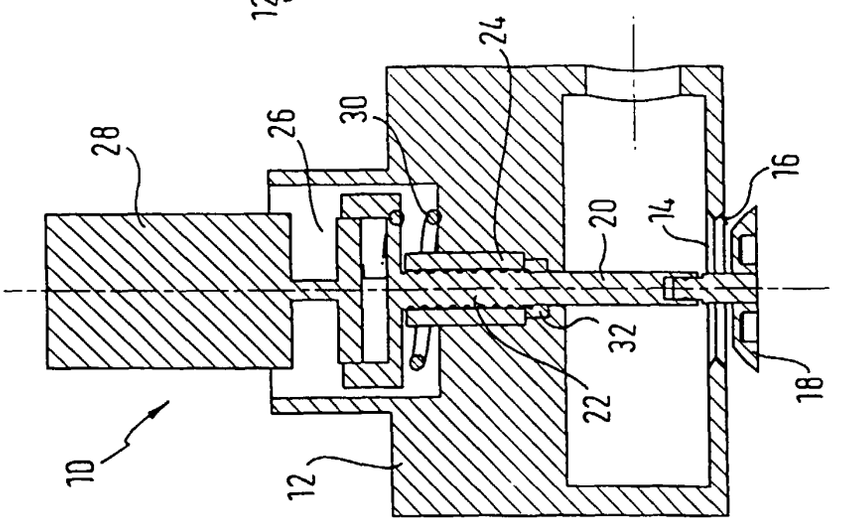



Fig. 1