



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 09 590 T2 2005.04.07

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 028 249 B1

(51) Int Cl.⁷: F02M 25/07

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 09 590.8

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 301 082.4

(96) Europäischer Anmeldetag: 11.02.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 16.08.2000

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 07.04.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 07.04.2005

(30) Unionspriorität:
249715 12.02.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL, SE

(73) Patentinhaber:
Eaton Corp., Cleveland, Ohio, US

(72) Erfinder:
Sitar, Michael Joseph, Marshall, Michigan 49068, US; Deppe, David William, Marshall, Michigan 49068, US; Wood, Bill Dee, Albion, Michigan 49224, US

(74) Vertreter:
WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und Rechtsanwälte, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Abgasrückführungssystem und Betätigungs Vorrichtung dafür**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**Hintergrund der Offenbarung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Abgasrückzirkulationssystem zur Steuerung des Flusses von Abgasen aus einem Abgasdurchlass zu einem Motoreinlassdurchlass für einen Verbrennungsmotor und insbesondere auf eine Betätigungsanordnung für ein Abgasrückzirkulationssystem.

[0002] Obwohl die Anwendung der vorliegenden Erfindung nicht auf irgend eine spezielle Art von Motor eingeschränkt ist, ist sie besonders vorteilhaft in Verbindung mit einem Diesel-Motor, und zwar aus Gründen, die im Folgenden offensichtlich werden.

[0003] Typischerweise sind Abgasrückzirkulationsventile (AGR-Ventile) zwischen der Motorauslasssammelleitung und der Motoreinlasssammelleitung angeordnet gewesen und sind, wenn sie in der offenen Position sind, dahingehend wirksam gewesen, dass sie die Rückzirkulation von Abgasen von der Auslassseite des Motors zurück zur Einlassseite gestatten. Wie es dem Fachmann wohlbekannt ist, ist eine solche Rückzirkulation von Abgasen hilfreich bei der Verringerung von verschiedenen Motoremissio-

[0004] Ein Abgasrückzirkulationssystem, welches eine elektrisch betriebene Betätigungsrichtung aufweist, wird im US-Patent 5 606 957 veranschaulicht und beschrieben. Die Betätigungsrichtung für den Ventilschaft in dem erwähnten Patent ist ein Schrittmotor, der im allgemeinen zufriedenstellend bei der Ausführung der grundlegenden Funktion des Öffnens und des Schliessens des Abgasrückzirkulationsventils ist. Jedoch muss es bei den meisten Fahrzeuganwendungen für Abgasrückzirkulationsventile und insbesondere bei Diesel-Motoranwendungen, möglich sein, dass das Abgasrückzirkulationsventil innerhalb ungefähr 50 ms nach dem Zeitpunkt geschlossen wird, zu dem der Verschlussbefehl erzeugt wird, und das Abgasrückzirkulationsventil innerhalb ungefähr 100 ms von dem Zeitpunkt zu öffnen, zu dem der Öffnungsbefehl erzeugt wird, und die Vorrichtung des erwähnten Patentes ist typischerweise nicht fähig, so schnell zu öffnen und zu schließen.

[0005] In der ebenfalls anhängigen US-Seriennummer 08/881622, eingereicht am 24. Juni 1997 auf den Namen Edwin D. Lorenz, Glen R. Lilley und David Turner mit dem Titel "EGR System and Improved Actuator therefore" (Abgasrückzirkulationssystem und verbesserte Betätigungsrichtung dafür), die der Anmelderin der vorliegenden Erfindung zugezeigt ist, wird eine verbesserte Betätigungsrichtung für ein Abgasrückzirkulationsventil gelehrt. In der ebenfalls anhängigen Anmeldung weist die Betätigungs-

richtung einen Elektromotor mit relativ hoher Geschwindigkeit bzw. Drehzahl auf, und zwar von kontinuierlich rotierender Bauart, wie beispielsweise einen Gleichstrom-Wandlermotor (Kommutator-Motor), der eine Ausgangsgröße mit relativ hoher Drehzahl und niedrigem Drehmoment vorsieht. Die Betätigungsrichtung weist auch einen Reduktionsgetriebebestrang auf, dessen Ausgang eine Drehung von relativ hohen Drehmoment und niedriger Drehzahl eines Ausgabezahnrades ist, welches durch eine geeignete Verbindung mit dem Schaft des Abgasrückzirkulationsventils verbunden ist. Obwohl die Betätigungsrichtung der ebenfalls anhängigen Anmeldung im allgemeinen zufriedenstellende Leistungen geboten hat und das Abgasrückzirkulationsventil innerhalb der erforderlichen Zeitperioden öffnen und schließen kann, hatte der darin dargelegte Getriebebestrang eine übermäßige Größe, Komplexität und große Kosten für die gesamte Betätigungsanordnung zur Folge.

[0006] Das US-Patent 4 690 119 zeigt eine Betätigungsrichtung für ein Abgasrückzirkulationsventil, bei dem die Ausgangsgröße eines Motors, wie beispielsweise eines Schrittmotors mittels eines Ausgabezahnrades auf eine Betätigungsrichtung übertragen wird, die ein Sektorzahnrad bzw. Zahnssegment aufweist. Die Schwenkbewegung des Sektorzahnrades bzw. Zahnssegmentes ansprechend auf den Betrieb des Motors bewegt das Abgasrückzirkulationsventil durch ein Verbindungsstück. Bei der Vorrichtung des erwähnten Patentes, die scheinbar nur zur Anwendung mit einem Otto-Motor vorgesehen ist, sind die verschiedenen Flussdurchlässe und die Ventilsitzanordnung derart angeordnet, dass der Druck des Abgases in der Auslasssammelleitung dazu tendieren würde, das Abgasrückzirkulationsventil in eine offene Position vorzuspannen. Somit sind die Leistungskriterien für eine Betätigungsrichtung zum Öffnen des Abgasrückzirkulationsventils unter Hilfe des Gasdruckes nicht besonders schwierig, und bei dem erwähnten Patent ist das Sektorzahnrad so angeordnet, dass es ein relativ konstantes Drehmomentniveau und eine relativ konstante Drehzahl bietet, wenn das Abgasrückzirkulationsventil geöffnet wird.

[0007] Viele Dieselmotoren sind turboaufgeladen, was bedeutet, dass der Abgasdruck in der Auslasssammelleitung wesentlich über dem Atmosphärendruck sein muss, und zwar in Hinsicht auf die Tatsache, dass es der Druck in der Auslasssammelleitung ist, der den Eingang (Laufrad) des Turboladers antreibt. Bei solchen turbogeladenen Dieselmotoren wird es als nötig erachtet, dass das Abgasrückzirkulationsventil eine "durch Druck geschlossen vorgespannte" Bauart ist, und nicht eine "durch Druck geöffnet vorgespannte" Bauart ist, wie die in dem oben erwähnten US-Patent 4690119 gezeigte Vorrichtung. Wenn das Abgasrückzirkulationsventil eines turbo-

aufgeladenen Dieselmotors eine durch "Druck geöffnet vorgespannte" Bauart wäre, dann würden die erhöhten Abgassammelleitungsdrücke eine beträchtliche Leckage von Abgas in die Einlasssammelleitung zu dem Zeitpunkt zur Folge haben, wenn eine solche Leckage nicht wünschenswert ist. Wenn man jedoch das Abgasrückzirkulationsventil in der durch Druck geschlossen vorgespannten Bauart ausführt, gibt es eine viel größere "Öffnungskraft", die für die Betätigungsanordnung erforderlich ist.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Entsprechend ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Abgasrückzirkulationssystem und eine Betätigungsvorrichtung für ein Abgasrückzirkulationsventil der durch Druck geschlossen vorgespannten Bauart vorzusehen, wobei die Betätigungs vorrichtung das Abgasrückzirkulationsventil entgegen der Kraft des Abgasdruckes öffnen kann.

[0009] Es ist ein mit der vorliegenden Erfindung in Beziehung stehendes Ziel, ein verbessertes Abgasrückzirkulationsventil und eine Betätigungs vorrichtung vorzusehen, die das oben erwähnte Ziel erreicht, und die immer noch das Abgasrückzirkulationsventil innerhalb der sehr kurzen Zeitperiode öffnen kann, die typischerweise festgelegt ist.

[0010] Es ist insbesondere ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Abgasrückzirkulationssystem und eine Betätigungs vorrichtung dafür vorzusehen, bei der das Verhältnis der Motordrehung zur Ventilverschiebung variabel ist, und wobei es abnimmt, wenn das Abgasrückzirkulationsventil sich aus einer geschlossenen Position in eine offene Position bewegt.

[0011] Die obigen und andere Ziele der Erfindung werden erreicht, indem man ein verbessertes Abgasrückzirkulationssystem für einen Verbrennungsmotor vorsieht, wobei das System ein Ventil besitzt, welches einen Ventilschaft aufweist, wobei das Ventil bewegbar ist zwischen einer geschlossenen Position, die die Verbindung von einem Motorabgasdurchlass zu einem Motoreinlassdurchlass blockiert, und einer offenen Position. Der Druck in dem Motorabgasdurchlass spannt das Ventil zu der geschlossenen Position hin vor. Das System weist Gehäusemittel und einen Elektromotor auf, der betriebsmäßig mit den Gehäusemitteln und mit einem Eingangszahnrad assoziiert ist, um eine Bewegung mit relativ hoher Drehzahl und niedrigem Drehmoment für das Eingangszahnrad vorzusehen, und zwar ansprechend auf Veränderungen eines elektrischen Eingangssignals für den Elektromotor. Das Eingangszahnrad ist in treibendem Eingriff mit einem innen verzahnten Sektorzahnrad, welches um eine erste Achse schwenkbar ist. Verbindungs mittel sind betriebsmäßig

sig mit dem Sektorzahnrad und mit dem Ventilschaft assoziiert, um eine Schwenkbewegung des Sektorzahnrades in die axiale Bewegung des Ventilschaftes zu übertragen.

[0012] Das verbesserte Abgasrückzirkulationssystem wird dadurch gekennzeichnet, dass das Sektorzahnrad und die Verbindungs mittel so konfiguriert sind, dass dadurch, wenn das Ventil sich aus der geschlossenen Position zur offenen Position hin bewegt, dass Sektorzahnrad und die Verbindungs mittel zuerst eine axiale Bewegung des Ventilschaftes mit einer relativ höheren Kraft und einer relativ geringeren Geschwindigkeit erzeugen. Wenn sich dann das Ventil weiter öffnet, erzeugen das Sektorzahnrad und die Verbindungs mittel eine axiale Bewegung des Ventilschaftes mit einer relativ niedrigeren Kraft und einer relativ höheren Geschwindigkeit.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] **Fig. 1** ist eine Perspektivansicht des Abgasrückzirkulationssystems und der Betätigungsanordnung der vorliegenden Erfindung im allgemeinen von hinten.

[0014] **Fig. 2** ist eine axiale vertikale Schnittansicht, wie sie vom Vorderteil des Abgasrückzirkulationssystems und der Betätigungsanordnung zu sehen ist, die in **Fig. 1** gezeigt sind, wobei das Ventil in der geschlossenen Position ist.

[0015] **Fig. 3** ist eine vergrößerte bruchstückhafte vertikale quer verlaufende Schnittansicht, die im allgemeinen entlang der Linie 3-3 der **Fig. 2** aufgenommen ist.

[0016] **Fig. 4** ist eine vergrößerte bruchstückhafte Horizontale quer verlaufende Querschnittsansicht, die im allgemeinen entlang der Linie 4-4 der **Fig. 2** aufgenommen wurde.

[0017] **Fig. 5** ist eine perspektivische Ansicht ähnlich der **Fig. 1** im allgemeinen von hinten, jedoch in einem größeren Maßstab, die den Getriebestrang der Betätigungsanordnung der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0018] **Fig. 6** ist eine Ansicht des oberen Teils der Betätigungsanordnung in einem geringfügig kleineren Maßstab als **Fig. 5**, wobei die Abdeckung entfernt ist und wobei das Ventil in der geschlossenen Position der **Fig. 2** ist.

[0019] **Fig. 7** ist eine Ansicht der gesamten Betätigungsanordnung in einem kleineren Maßstab als **Fig. 6**, wobei die Abdeckung entfernt ist, wobei das Ventil in der offenen Position ist.

[0020] **Fig. 8** ist eine Kurvendarstellung der Ventil-

öffnungskraft gegenüber dem Grad der Schwenkbewegung des Sektorzahnrades bzw. Zahnsegmentes, welche einen der Vorteile der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0021] Mit Bezug auf die Zeichnungen, die die Erfindung nicht einschränkend sollen, veranschaulicht **Fig. 1** ein Abgasrückzirkulationssystem, welches im allgemeinen mit **11** bezeichnet wird. Das Abgasrückzirkulationssystem **11** kann eine Vielzahl von Abschnitten aufweisen, und das vorliegende Ausführungsbeispiel weist einen Sammelleitungsteil **13**, einen Betätigungsteil **15** und einen Wärmeübertragungsteil (Kühlungsteil) **17** auf (siehe **Fig. 2**). Der Kühlungsteil **17** ist zwischen dem Sammelleitungsteil **13** und dem Betätigungsteil **15** angeordnet.

[0022] Wie dem Fachmann wohlbekannt ist, kann ein Abgasrückzirkulationssystem auf eine Vielzahl von Arten in dem Motorauslass- und -einlasssystem eingebaut sein, wobei die spezielle Anordnung um dies zu tun nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist, außer wenn es insbesondere anders erwähnt wird, und wobei daher hier eine Verbindungsanordnung veranschaulicht wird, die nur schematisch und beispielhaft gezeigt ist.

[0023] Der Sammelleitungsteil **13** weist ein Sammelleitungsgehäuse **19** auf, welches einen Durchlass **21** (siehe **Fig. 2**) und eine Bohrung **23** definiert, innerhalb der ein Ventilglied, welches im allgemeinen mit **25** bezeichnet ist, hin und her zur axialen Bewegung darin getragen wird. Das Ventilglied **25** weist einen Sitzventilteil **27** auf, der integral mit einem Ventilschaft **29** ausgeformt ist.

[0024] Das Sammelleitungsgehäuse **19** definiert einen Ventilsitz **33**, auf dem der Sitzventilteil **27** aufsitzt, wenn das Ventilglied **25** geschlossen ist, so dass der Ventilsitz **33** als der "Verschlussanschlag" dient. Obwohl in **Fig. 2** der Sitzventilteil **27** derart gezeigt ist, dass er geringfügig von dem Ventilsitz **33** bebeabstandet ist, und zwar zur Verdeutlichung der Darstellung, wird das, was in **Fig. 2** gezeigt ist, im folgenden als repräsentativ für die geschlossene Position des Ventilgliedes **25** bezeichnet. Nur beispielhaft weist das Sammelleitungsgehäuse **19** einen Flansch **35** zur Verbindung mit einer (hier nicht gezeigten) Auslasssammelleitung auf, wie beispielsweise die Region unter dem Sitzventilteil **27** in **Fig. 2** einen Abgasdurchlass E aufweist. Am stromabwärts liegenden Ende des Durchlasses **21** weist das Sammelleitungsgehäuse **19** einen Flansch **37** auf, und zwar zur Verbindung mit einer Einlasssammelleitung, so dass das stromabwärts liegende Ende des Durchlasses **21** als ein Einlassdurchlass I bezeichnet werden kann.

[0025] Immer noch insbesondere mit Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **2** sind der Betätigungsteil **15** und der Wärmeübertragungsteil **17** hier derart veranschaulicht, dass sie ein einziges integrales Gehäuseglied **39** aufweisen, wobei das Sammelleitungsgehäuse **19** an einer Unterseite des Gehäusegliedes **39** durch irgendwelche geeigneten Mittel angebracht ist, die hier als eine Vielzahl von Bolzen bzw. Schrauben **41** gezeigt sind. Der Grund dafür, dass der untere Teil des Gehäusegliedes **39** als ein "Wärmeübertragungsteil **17**" bezeichnet ist, ist, dass das Gehäuseglied **39** eine Kühlmittelkammer **43** definiert, die geeignet ist, um Motorkühlmittel durch einen Durchlass **45** aufzunehmen, der am äußeren des Gehäusegliedes **39** einen Anschluss **47** besitzt, der geeignet ist, um eine Armatur aufzunehmen, die wiederum mit dem Rest des (hier nicht gezeigten) Motorkühlmittelkreislaufes verbunden ist. Wie es dem Fachmann wohlbekannt ist, wird der Kontakt des Sammelleitungsgehäuses **19** mit den heißen Abgasen, die aus dem Abgasdurchlass E in den Einlassdurchlass I fließen, bewirken, dass das Sammelleitungsgehäuse **19** ziemlich heiß wird, beispielsweise über 550° F. Gemäß eines wichtigen Aspektes der hier gezeigten Konstruktion ist der Wärmeübertragungsteil **17** zwischen dem Sammelleitungsteil **13** und dem Betätigungsteil **15** angeordnet, um als eine thermische Barriere zu dienen, um den Betätigungsteil **15** so kalt wie möglich zu halten, und zwar vorzugsweise unter ungefähr 250° F.

[0026] Wiederum in erster Linie mit Bezug auf **Fig. 1** wird der Betätigungsteil **15** genauer beschrieben. An dem Gehäuseglied **39** ist an seiner Vorderseite durch irgend welche geeigneten Mittel eine Abdeckung **49** angebracht. An der Rückseite des Gehäusegliedes **39** ist das Gehäuse eines Elektromotors angebracht, der im allgemeinen mit **51** bezeichnet wird, wobei die spezielle Konstruktion und die Beschreibung davon für die vorliegende Erfindung nicht wichtig sind. Jedoch wegen Gründen, die im Hintergrund der Offenbarung erklärt wurden, wird bevorzugt, dass der Elektromotor **51** einer Bauart mit relativ hoher Drehzahl ist, der sich kontinuierlich dreht, und obwohl der Elektromotor **51** innerhalb des Umfangs der Erfindung einen bürstenlosen Gleichstrommotor aufweisen könnte, wird bevorzugt, dass ein Gleichstrom-Wandlermotor (Kommutator-Motor) mit Permanentmagneten oder irgendein anderer Motor mit einem hohen Verhältnis von Drehmoment zu Trägheit verwendet wird. Der Elektromotor **51** nimmt einen elektrischen Eingang mittels eines Paares von Leitungen oder Drähten auf, die in gewisser Weise schematisch bei **52** gezeigt sind.

[0027] Mit Bezug auf die **Fig. 2** und **3** sieht der Elektromotor **51** in Verbindung mit **Fig. 1** eine Ausgangsgröße mit niedrigem Drehmoment und hoher Drehzahl an einer Motorausgangswelle **53** vor, auf der ein Motorritzelzahnrad **55** montiert ist. Das Motorritzel-

zahnrad 55 bildet das Eingangszahnrad eines Getriebestranges, dessen allgemeine Funktion es ist, die Drehausgangsgröße mit relativ niedrigem Drehmoment und hoher Drehzahl des Elektromotors 51 in eine Drehausgangsgröße mit relativ hohen Drehmoment und niedriger Drehzahl umzuwandeln, die auf das Ventilglied 25 übertragen werden kann. Das Motorritzelzahnrad 55 ist in kämmendem Eingriff mit einem relativ größeren Zahnrad 57, welches wiederum ein relativ kleineres Ritzel 59 antreibt. Das Zahnrad 57 und das Ritzel 59 werden jeweils als "relativ größer" und "relativ kleiner" bezeichnet, und zwar alleine um anzugeben, dass die Funktion des Getriebestranges ist, progressiv die Drehzahl zu reduzieren, während das Drehmoment gesteigert wird, und somit wird angenommen, dass es innerhalb der Fähigkeiten des Fachmanns liegt, spezielle Zahnräder und Ritzel und das Übersetzungsverhältnis dazwischen auszuwählen.

[0028] Nun alleine mit Bezugnahme auf **Fig. 3** hat das größere Zahnrad 57 mit sich betriebsmäßig assoziiert eine das Drehmoment begrenzende (durchrutschende) Kupplung. Eine solche das Drehmoment begrenzende Kupplung ist in der oben erwähnten ebenfalls anhängigen Anmeldung veranschaulicht und wird dort genauer beschrieben. Es sei bemerkt, dass die spezielle Konstruktion und der Betrieb der in **Fig. 3** gezeigten Kupplung keinen wichtiges Merkmal der vorliegenden Erfindung ist, obwohl es wichtig für den ordnungsgemäßem Betrieb von Abgasrückzirkulationssystemen in der hier gezeigten Bauart ist, dass man eine gewisse Art einer das Drehmoment begrenzenden Kupplung hat. Die Kupplung weist eine Welle 61 auf, deren eines Ende innerhalb des Gehäusegliedes 39 gelagert ist. Um das linke Ende (in **Fig. 3**) der Welle 61 herum ist das Ritzel 59 angeordnet, und radial zwischen der Welle 61 und dem Ritzel 59 angeordnet ist ein zylindrischer Teil 63 eines Gleitgliedes 65. Der zylindrische Teil 63 und das Ritzel 59 sind festgelegt, um sich zusammen zu drehen, und das Zahnrad 57 ist in Reibungseingriff mit einem sich radial erstreckenden Teil des Gleitgliedes 65 mittels einer Blattfeder 67 vorgespannt, die in der axialen Richtung durch eine Halte- und Federringanordnung 69 gehalten bzw. eingeschränkt wird. Wie es dem Fachmann für Drehmoment begrenzende Kupplungen oder Rutschkupplungen bekannt ist, werden sich das Zahnrad 57 und das Ritzel 59 als eine Einheit bis zu einem vorbestimmten maximalen Eingangsrehmoment drehen, über dem das Drehmoment die Kapazität der Feder 67 überschreiten wird, und das Zahnrad 57 beginnen wird, relativ zum Gleitglied 65 zu rutschen und daher beginnen wird, relativ zum Ritzel 59 zu rutschen.

[0029] Der Grund, warum man diese Fähigkeit des Durchrutschens in dem Getriebestrang vorsieht, ist in erster Linie, den Getriebestrang und insbesondere die Zähne des Zahnrades zu schützen. Ein haupt-

sächlicher Teil des Drehmomentes, welches durch den Elektromotor 51 erzeugt wird, ist einfach erforderlich, um die Trägheit des Motors selbst zu überwinden. Wenn der volle Strom zum Motor geleitet wird, würden die Zähne des Getriebestranges immer dann zerstört werden, wenn das Ventilglied 25 seinen Verschlussanschlag oder seinen Öffnungsanschlag erreicht, wenn nicht die Fähigkeit der Drehmomentbegrenzung (das Durchrutschen) vorhanden wäre, die oben beschrieben wurde. Innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung kann die das Drehmoment begrenzende Kupplung an anderen Stellen innerhalb des gesamten Drehmomentübertragungspfades angeordnet sein, jedoch wird die in **Fig. 3** veranschaulichte Stelle bevorzugt, weil die Drehmoment begrenzende Kupplung mit dem Zahnrad 57 und dem Ritzel 59 assoziiert werden kann, ohne wesentlich zur Gesamtgröße und zur Komplexität der Vorrichtung zusätzlich beizutragen.

[0030] Nun in erster Linie mit Bezugnahme auf die **Fig. 4** und 5 in Verbindung mit **Fig. 2** ist das kleinere Ritzel 59 in Verzahnungseingriff mit einem Satz von inneren Zähnen 71, die innerhalb eines Sektorzahnrades bzw. Zahnsegmentes 73 geformt sind, welches bruchstückhaft in beiden **Fig. 3** und 4 gezeigt ist. Wie am besten in **Fig. 4** zusehen, ist das Sektorzahnrad 73 zur Schwenkbewegung um die Achse einer Sektorbefestigungswelle 75 montiert. Gemäß eines wichtigen Aspektes der Erfindung weist die Achse der Befestigungswelle 75 eine erste Achse A1 auf (siehe **Fig. 4**), während der Ventilschaft 29 eine zweite Achse A2 definiert (siehe **Fig. 2**). Schließlich definiert dass (Eingangs-)Motorritzelzahnrad 55 eine dritte Achse A3 (siehe **Fig. 3**). Vorzugsweise sind die ersten und dritten Achsen A1 und A3 im wesentlichen senkrecht zur zweiten Achse A2 des Ventilschaftes 29, und die zweite Achse A2 ist im wesentlichen quer zwischen den Achsen A1 und A3 angeordnet, und zwar aus Gründen, die im Folgenden offensichtlich werden.

[0031] Immer noch in erster Linie mit Bezug auf **Fig. 4** ist ein hinteres Ende 77 der Befestigungswelle 75 innerhalb eines Gehäuses 79 angeordnet, welches geeignet ist, um einen hier nicht gezeigten Wellenpositionssensor aufzunehmen, dessen Funktion es ist, ein Signal zu liefern, welches repräsentativ für die augenblickliche Drehposition der Befestigungswelle 75 vorzusehen, und daher des Sektorrades bzw. Zahnsegmentes 73. Um die Welle 75 herum ist eine Torsionsfeder vorgesehen (siehe auch **Fig. 2**), und radial zwischen der Welle 75 und der Feder 81 ist ein im allgemeinen zylindrischer Gehäusetrageteil 83, dessen Funktion es ist, die Welle 75 zu tragen, wenn sie Lasten in verschiedenen Richtungen unterworfen ist. Gemäß eines Merkmals der Erfindung dient die Torsionsfeder 81 als Ventilrückstellfeder, die dazu tendiert, das Ventil 25 zu seiner in **Fig. 2** gezeigten geschlossenen Position vorzuspannen. Bei den

meisten Abgasrückzirkulationsventilen des Standes der Technik, einschließlich im US-Patent 4 690 119, wird der Ventilschaft durch eine Schraubendruckfeder umgeben, die das Ventil zu seiner geschlossenen Position hin vorspannt, jedoch nimmt eine solche Anordnung wesentlich Platz um den Ventilschaft herum ein, während die vorliegende Erfindung wesentlich die Packung bzw. enge Anordnung des Abgasrückzirkulationsventils verbessert, wie am besten in **Fig. 2** zu sehen.

[0032] Nun in erster Linie mit Bezug auf die **Fig. 5** und 6 wird das Sektorzahnrad **73** weiter beschrieben. Vorzugsweise weist das Sektorzahnrad **73** einem bogengleichmäßigen strukturellen Teil **85** auf, der sich in Umfangsrichtung erstreckt und im allgemeinen parallel zu den inneren Zähnen **71**. Wie am besten in **Fig. 6** zu sehen wird bevorzugt, dass das Sektorzahnrad **73** im allgemeinen in der Region der Befestigungswelle **75** voll ist, dann radial innerhalb von dem strukturellen Teil **85** offen. Schließlich wird bevorzugt, dass das Sektorzahnrad **75** einen Abdeckungsteil **87** an der Vorderseite des Sektorzahnrades **75** aufweist, wenn der sich radial von dem strukturellen Teil **85** nach außen zu dem äußeren Umfang davon erstreckt. Im Endeffekt bildet der Abdeckungsteil **87** eine Umschließung in der Region der inneren Zähne **71**, so dass Schmierströmungsmittel, welches in den Eingriff des Ritzels **59** und den Zähnen **71** fließt, dazu tendieren wird, in der Umschließung herum zu spritzen, und darin gehalten wird, was somit die Schmierung des Zahneingriffes verbessert.

[0033] Wiederum in erster Linie mit Bezug auf die **Fig. 5** und 6 definieren der radial innere feste bzw. volle Teil des Sektorzahnrades **73** einer Öffnung **89** (siehe **Fig. 5**), und es erstreckt sich in die Öffnung **89** von dem hinteren Ende davon ein unterer axialer Teil **91** eines Verbindungsgliedes **93**. Das Glied **93** weist auch einen oberen axialen Teil **95** auf, wenn der sich axial und nach hinten durch eine Öffnung nahe dem oberen Ende des Ventilschaftes **29** erstreckt. Somit ist das Verbindungsglied **93** in gewisser Weise "Z-förmig", wie in **Fig. 5** gezeigt, und würde typischerweise aus einem gehärteten Federdraht geformt werden. Der allgemeine Zweck des Verbindungsgliedes **93** ist es, die Schwenkbewegung des Sektorzahnrades **73** um seine Achse A1 in eine lineare Bewegung des Ventilschaftes **29** entlang seiner Achse A2 zu übertragen.

[0034] Jedoch werden gemäß eines speziellen Aspektes der Erfindung die Orientierung des Sektorzahnrades **73** und die Konfiguration des Verbindungsgliedes **93** so ausgewählt, dass die Öffnungskraft (oder Verschlusskraft) und die Geschwindigkeiten nicht konstant sind, sondern statt dessen so zugeschnitten sind, dass sie die Anforderungen des Abgasrückzirkulationsventils in der gezeigten Umgebung erfüllen, d. h. dabei ist der Sitzventilteil **27** von

der "durch Druck geschlossen vorgespannten" Bauart. Wie im Hintergrund der Erfindung erwähnt, werden, wenn der Sitzventilteil **27** von der durch Druck geschlossen vorgespannten Bauart ist, mehr Kraft und weniger Geschwindigkeit anfänglich benötigt, wenn das Ventil beginnt, sich aus der in **Fig. 2** gezeigten geschlossenen Position zu einer offenen Position hin zu bewegen. Wenn sich dann das Ventil von einer geringfügig offenen Position zu einer vollständig offenen Position bewegt, wie in **Fig. 7** gezeigt, ist viel weniger Kraft erforderlich jedoch ist mehr Geschwindigkeit erforderlich, um die erwünschte Öffnungszeit zu erreichen.

[0035] Nun in erster Linie mit Bezug auf **Fig. 6**, die der geschlossenen Position des in **Fig. 2** gezeigten Sitzventilteils **29** entspricht, ist zu sehen, dass das Sektorzahnrad **73** so orientiert ist, dass die Anordnung der Verbindung des Verbindungsgliedes **93** und des Sektorzahnrades **73** (d. h. die Öffnung **89** und der untere axiale Teil **91**) quer zwischen der Achse A1 in der Sektorzahnradbefestigungswelle **75** und der Achse A2 des Ventilschaftes **29** angeordnet ist. Wenn somit das Ventil geschlossen ist, wie in den **Fig. 2** und 6, ist das Verbindungsglied **93** in einem Winkel orientiert, wie in **Fig. 6** gezeigt, und die Geschwindigkeit der vertikalen Bewegung des Ventilschaftes **29** wäre anfänglich geringer als wenn das Sektorzahnrad **73** sich zu der in **Fig. 7** gezeigten Position geschwenkt hat, und das Verbindungsglied **93** nahezu vertikal ist. In der Position der **Fig. 6** ist die Lage des unteren axialen Teils **91** näher in Querrichtung an der Achse A1, was somit eine größere nach unten gerichtete Kraft auf den Ventilschaft **29** ausgeübt, als in der Position der **Fig. 7**, in der es nun eine größere Entfernung in Querrichtung ("Momentenarm") und eine geringere Abwärtskraft auf den Ventilschaft **29** gibt. Es wird angenommen, dass die mathematischen Beziehungen, die in Beziehung mit dem Wechsel von größerer Kraft zur größerer Geschwindigkeit vom Fachmann für die Technik von Vier-Stangen-Verbindungen bzw. Getriebeführungen wohl verstanden werden.

[0036] Diese Veränderung der Beziehung wird in **Fig. 8** veranschaulicht, die eine Kurvendarstellung der Ventilöffnungskraft gegenüber den Gradpositionen, d. h. den Gradpositionen der Schwenkbewegung des Sektorzahnrades **73** gegen den Uhrzeigersinn beginnend von der Position der **Fig. 6** ("geschlossen") und sich weiter bewegend zu der Position der **Fig. 7** ("offen") ist. Es wird dem Fachmann für die Technik von Verbindungen bzw. Gelenken und mechanischen Verhältnissen verständlich sein, dass die vorliegende Erfindung den maximalen mechanischen Vorteil bietet, wenn das Ventil gerade beginnt, sich gegen die Kraft des Abgasdruckes zu öffnen, und dass der mechanische Vorteil allmählich abnimmt, wie in **Fig. 8** gezeigt, wenn weniger Kraft erforderlich ist, um das Ventil zu öffnen. Der Fachmann

wird auch verstehen, dass die Geschwindigkeit der Bewegung des Ventils einer Kurvendarstellung folgend wird, die genau umgekehrt zu der Kurvendarstellung der **Fig. 8** ist, wobei sie langsam beginnt und allmählich auf ein Maximum ansteigt, wenn das Ventil sich der offenen Position der **Fig. 7** nähert.

[0037] Die Erfindung ist in der vorangegangenen Beschreibung genau beschrieben worden, und es wird angenommen, dass verschiedene Veränderungen und Modifikationen der Erfindung dem Fachmann beim Lesen und beim Verständnis der Beschreibung offensichtlich werden. Es ist beabsichtigt, dass alle diese Veränderungen und Modifikationen in der Erfindung mit eingeschlossen sein sollen, insoweit wie sie in den Umfang der beigefügten Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) für einen Verbrennungsmotor, wobei das System Folgendes aufweist: ein Ventil (**25**) mit einem Ventilschaft (**29**), wobei das Ventil zwischen einer geschlossenen Position (**Fig. 2**), welche die Verbindung von einem Motorabgasdurchlass (**E**) zu einem Motoreinlassdurchlass (**I**) blockiert und einer Öffnungsposition (**Fig. 7**) bewegbar ist, wobei ferner der Druck in dem Motorabgasdurchlass (**E**) das Ventil (**25**) zu der erwähnten geschlossenen Position hin vorspannt; wobei das System ferner Folgendes aufweist: Gehäusemittel (**39**) und einen Elektromotor (**51**) betriebsmäßig assoziiert mit den Gehäusemitteln (**39**) und mit einem Eingangszahnrad (**55**) um eine mit relativ hoher Drehzahl erfolgende, ein niedriges Drehmoment aufweisende Bewegung an das erwähnte Eingangszahnrad (**55**) zu liefern, und zwar ansprechend auf Änderungen eines elektrischen Eingangssignals (**52**) an Elektromotor (**51**); wobei das Eingangszahnrad (**55**) ferner in Antriebseintritt mit einem um eine erste Achse (**A1**) schwenkbaren innenverzahnten Sektorzahnrad (Zahnsegment) (**73**) steht; Gelenkmittel betriebsmäßig assoziiert mit dem Sektorzahnrad (**73**) und dem Ventilschaft (**29**) zur Übertragung von Schwenkbewegung des Sektorzahnrad (**73**) in Axialbewegung des Ventilschafts (**29**) gekennzeichnet dadurch, dass:
 (a) das Sektorzahnrad (**73**) und die Gelenkmittel (**93**) derart konfiguriert sind, dass dann, wenn sich das erwähnte Ventil aus der erwähnten geschlossenen Position (**Fig. 1**) in die erwähnte Öffnungsposition (**Fig. 7**) bewegt;
 (i) das Sektorzahnrad (**73**) und die Gelenkmittel (**93**) als erstes eine Axialbewegung des Ventilschaftes mit einer relativ höheren Kraft und mit einer relativ niedrigeren Geschwindigkeit erzeugen;
 (ii) wobei sodann, wenn sich das Ventil (**25**) weiter öffnet, das erwähnte Sektorzahnrad (**73**) und die Gelenkmittel (**93**) eine Axialbewegung des Ventilschaftes (**29**) mit einer relativ geringeren Kraft und mit ei-

ner relativ höheren Geschwindigkeit erzeugen.

2. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Federmittel (**81**) betriebsmäßig mit dem Sektorzahnrad (**73**) assoziiert sind und das Ventil (**25**) in die erwähnte Schließposition (**Fig. 1**) vorspannen, wobei die mit dem Sektorzahnrad (**73**) assoziierten Federmittel (**81**) die einzige wesentliche Vorspannkraft auf das erwähnte Ventil (**25**) innerhalb der Abgaszirkulationsanordnung (**11**) ausüben.

3. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilschaft (**29**) eine zweite Achse (**A2**) definiert, daß das Eingangszahnrad (**55**) eine dritte Achse (**A3**) definiert und dass die erste Achse (**A1**) und die dritte Achse (**A3**) im Wesentlichen senkrecht zur zweiten Achse (**A2**) angeordnet sind.

4. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Achse (**A2**) quer zwischen der ersten Achse (**A1**) und der dritten Achse (**A3**) angeordnet ist.

5. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkmittel (**93**) einen Teil (**91**) aufweisen, der mit dem Sektorzahnrad (**73**) an einer Stelle (**89**) verbunden ist, die quer zwischen der ersten Achse (**A1**) und der dritten Achse (**A3**) angeordnet ist, und zwar dann, wenn sich das Ventil (**25**) in der erwähnten Schließposition (**Fig. 2** und **6**) befindet.

6. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil (**91**) der erwähnten Gelenk- oder Verbindungsmitte (**93**) mit dem Sektorzahnrad (**73**) an einer Stelle (**89**) verbunden ist, die quer angeordnet ist und zwar annähernd ausgerichtet mit der ersten Achse (**A1**) dann, wenn sich das Ventil (**25**) in der erwähnten Öffnungsposition (**7**) befindet.

7. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangszahnrad (**55**) sich in Antriebseintritt mit dem mit Innenzähnen versehenen Sektorzahnrad (**73**) steht und zwar mittels eines Zwischengetriebes (**57**, **59**) um dem Sektorzahnrad (**73**) eine Eingangsgröße mit relativ niedriger Drehzahl bzw. Geschwindigkeit und relativ hohem Drehmoment zu liefern.

8. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erwähnte Getriebe ein relativ größeres Zahnrad (**57**) in Zahneingriff mit dem Eingangszahnrad (**55**) aufweist und ein relativ kleineres Zahnrad (**59**) in Zahneingriff mit dem Sektorzahnrad (**73**).

9. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach An-

spruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Getriebestrang eine Drehmomentbegrenzungskupplung (**65, 67, 69**) aufweist, die betätigbar ist, um das Drehmoment zu begrenzen, welches von dem Eingangszahnrad (**55**) auf das Sektorzahnrad (**73**) übertragen wird.

10. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sektorzahnrad (**73**) nach vorne gegenüber dem Ventilschaft (**29**) angeordnet ist, und dass die erwähnten Verbindungs- bzw. Gelenkmittel ein in etwa Z-förmiges Glied (**93**) aufweisen, und zwar mit einem unteren Axialteil (**91**) in Eingriff mit dem Sektorzahnrad (**73**) und mit einem oberen Axialteil (**95**) in Eingriff mit dem Ventilschaft (**29**).

11. Abgasrückzirkulationssystem (**11**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sektorzahnrad (**73**) einen Satz von Innenzähnen (**71**) aufweist und einen vorderen Abdeckteil (**87**) angeordnet nach vorne gegenüber den erwähnten Innenzähnen (**71**) und radial nach innen dem gegenüber, um eine Schmierumschließung in dem Bereich des Eingriffs der Innenzähne (**71**) zu bilden.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

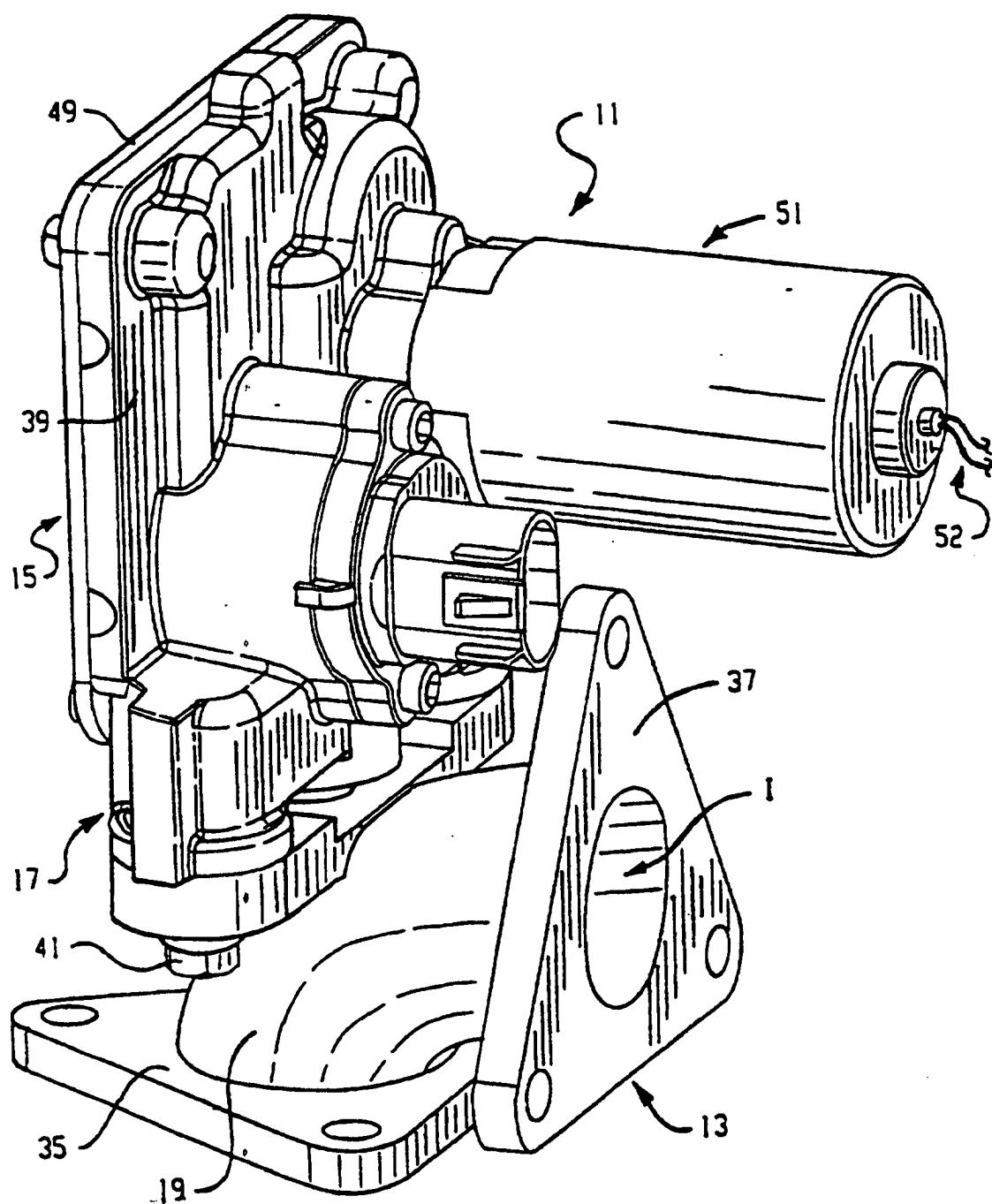


Fig. 1

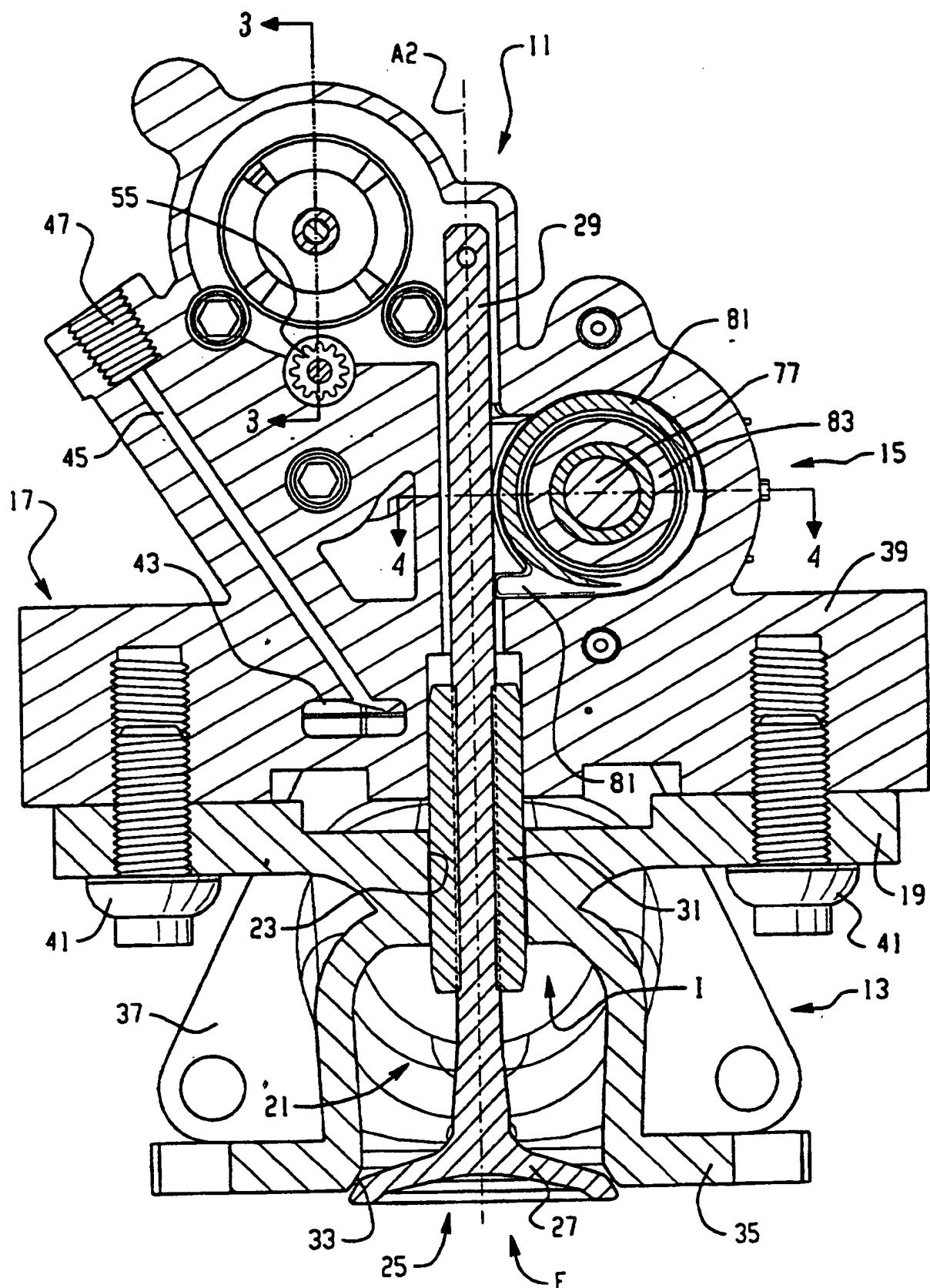


Fig. 2

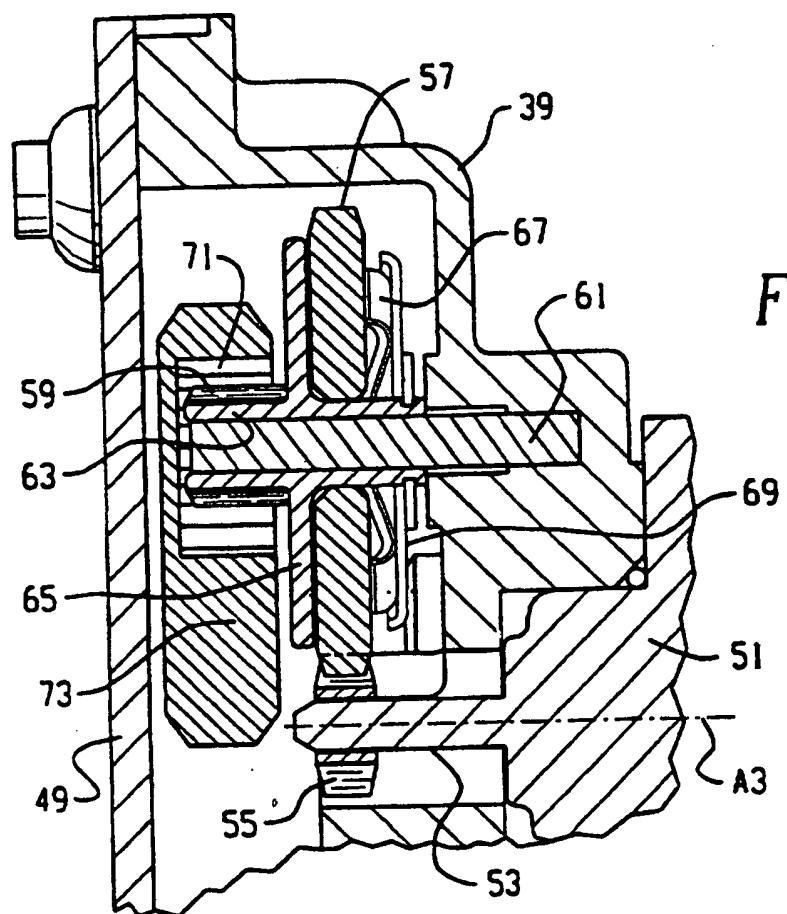


Fig. 3

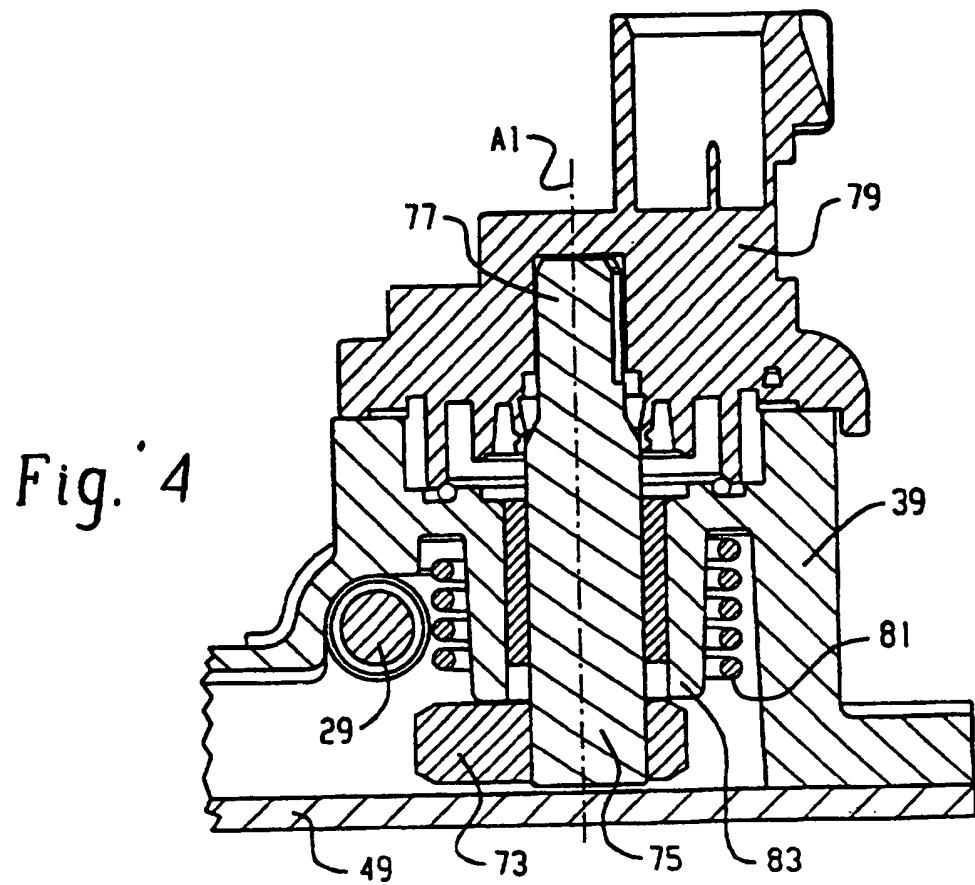


Fig. 4

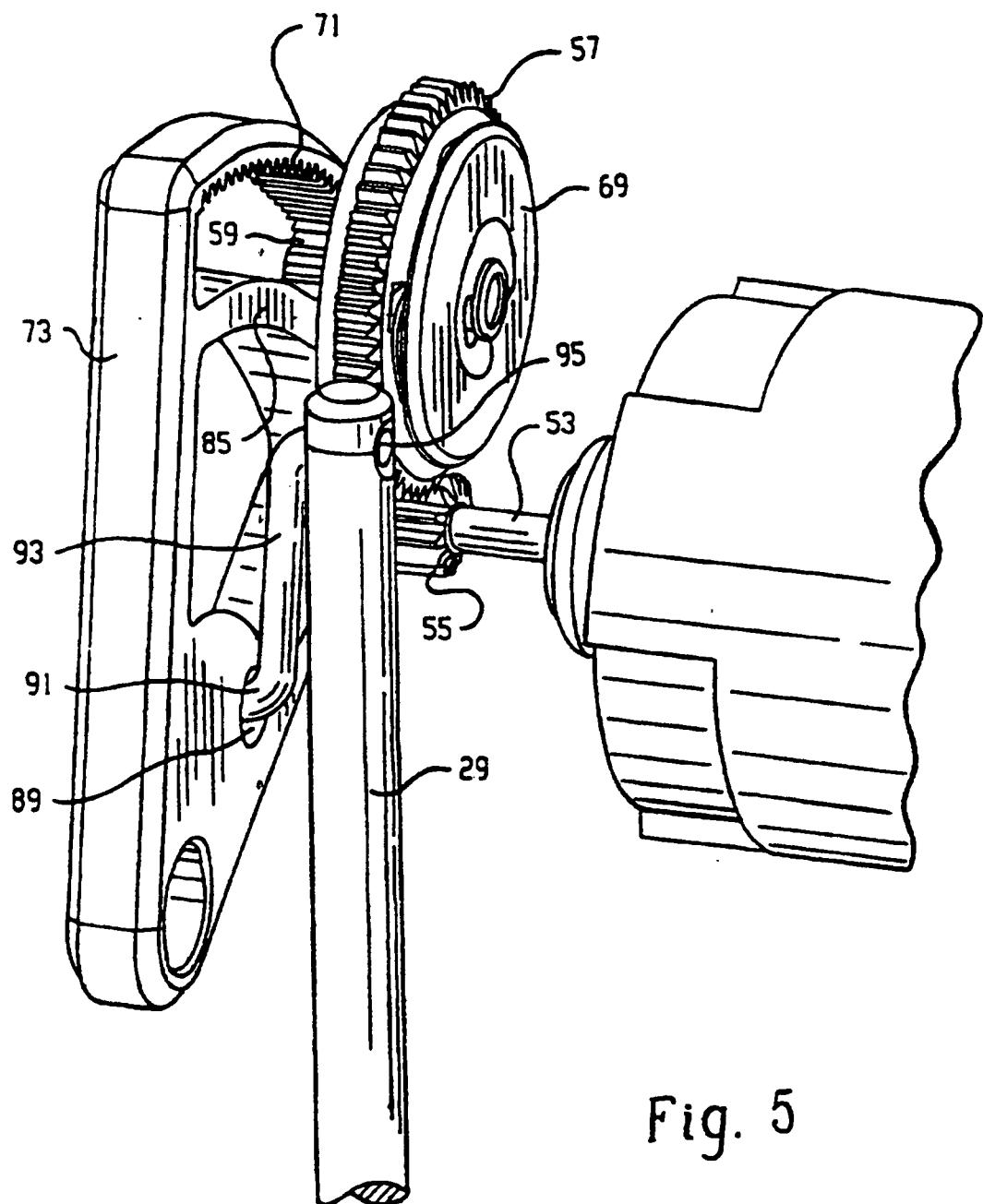


Fig. 5

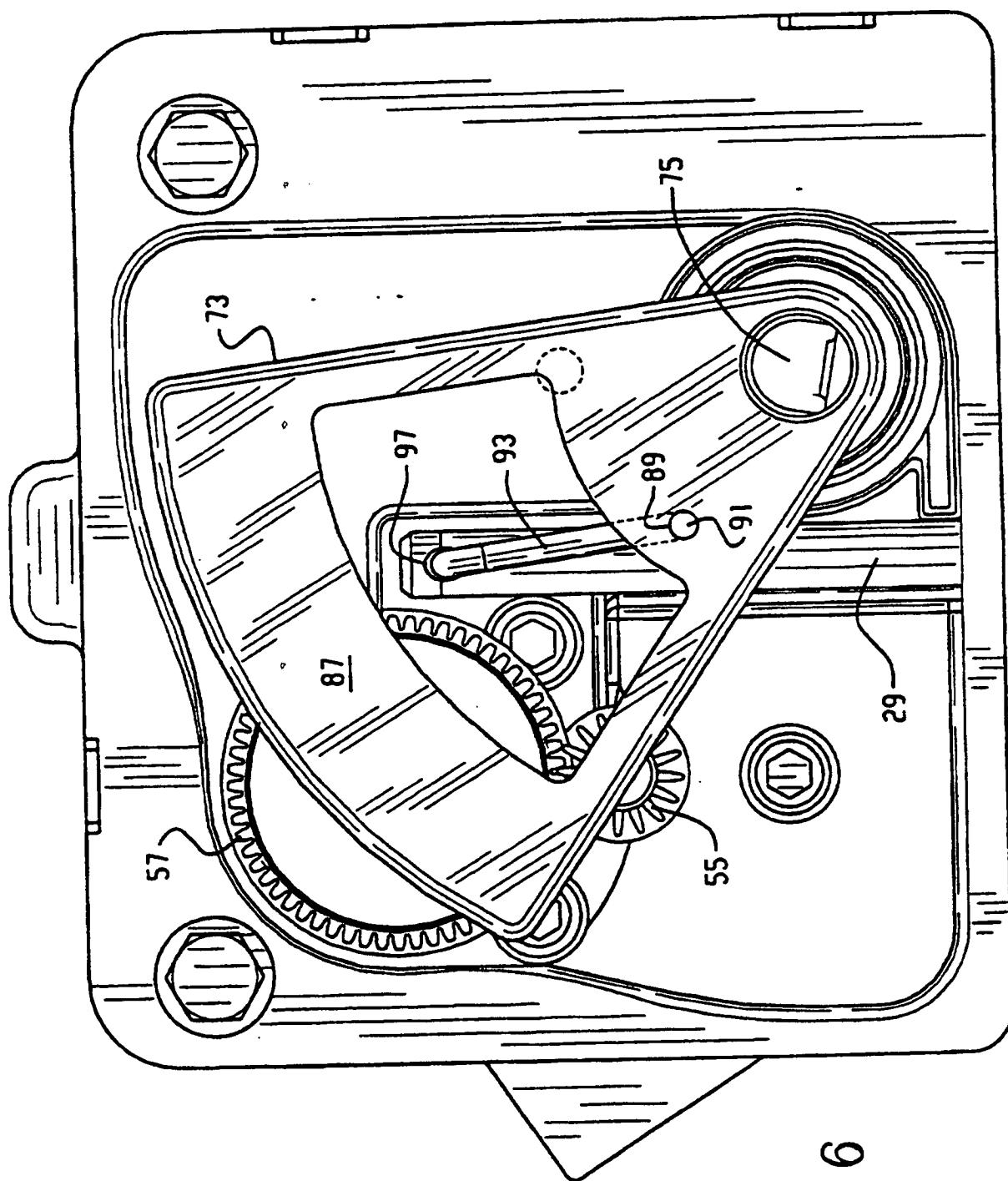


Fig. 6

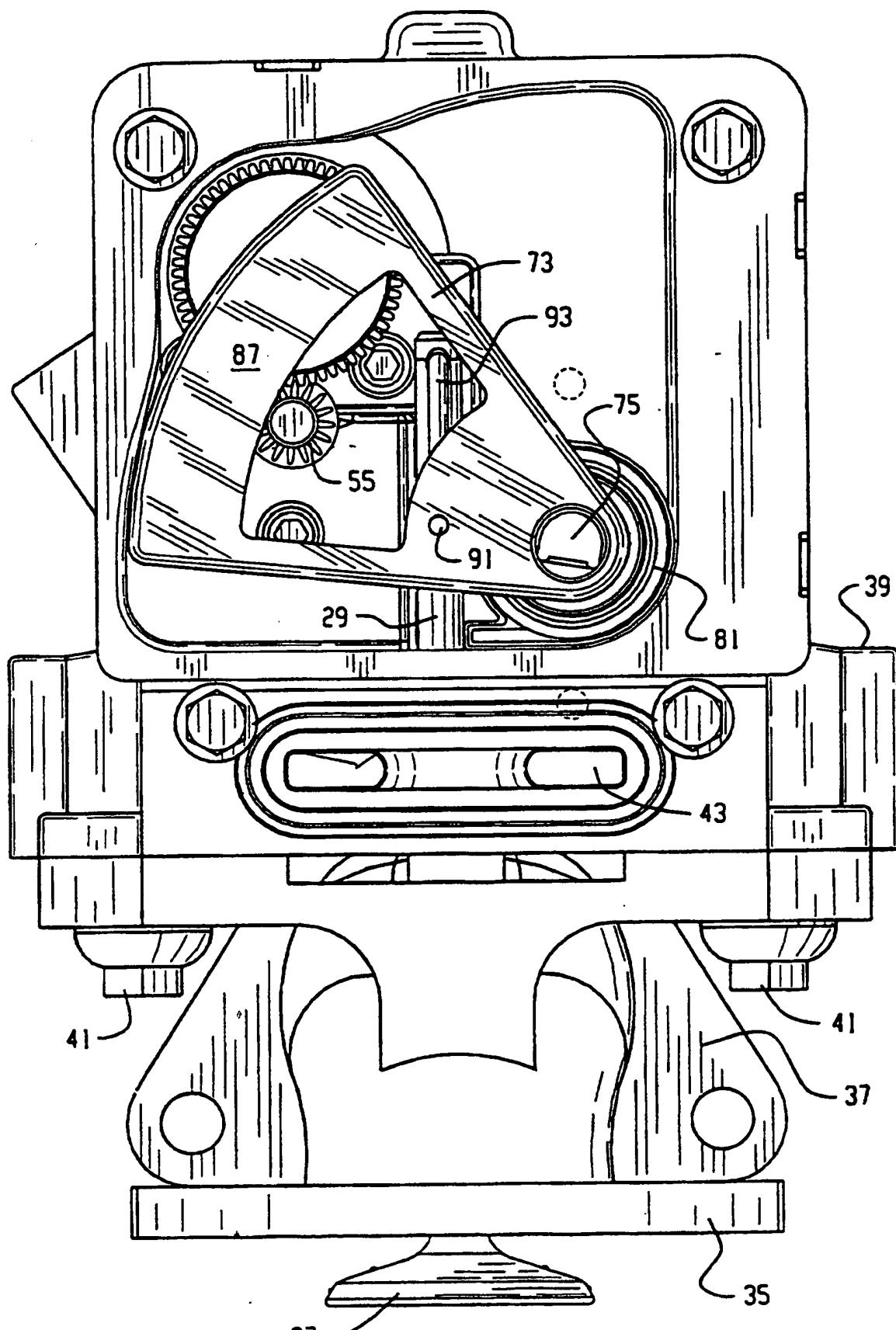


Fig. 7

