



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.2004 Patentblatt 2004/47

(51) Int Cl.7: **F02M 63/02**, F02M 59/02,
F02M 59/20, F02M 59/36,
F02M 59/46, F04B 7/04,
F04B 49/22, F04B 49/24

(21) Anmeldenummer: **04005089.0**

(22) Anmeldetag: **04.03.2004**

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

(72) Erfinder:
• **Rembold, Helmut**
70435 Stuttgart (DE)
• **Bueser, Wolfgang**
71691 Freiberg (DE)
• **Benda, Martin**
74235 Erlenbach (DE)
• **Schroeder, Bernd**
73732 Esslingen (DE)

(30) Priorität: **08.05.2003 DE 10320592**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Förderpumpe, insbesondere Hochdruck-Kraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine**

(57) Eine Förderpumpe (16), insbesondere Hochdruck-Kraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine, umfasst ein Pumpengehäuse (28) und eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung (24). Mit deren Hilfe kann die von der Förderpumpe (16) geförderte Fluid-

menge eingestellt werden. Es wird vorgeschlagen, dass die Betätigungseinrichtung (24) in das Pumpengehäuse (28) so integriert ist, dass ein Magnetkreis (91) der Betätigungseinrichtung (24) wenigstens durch einen Bereich des Pumpengehauses (28) geschlossen wird.

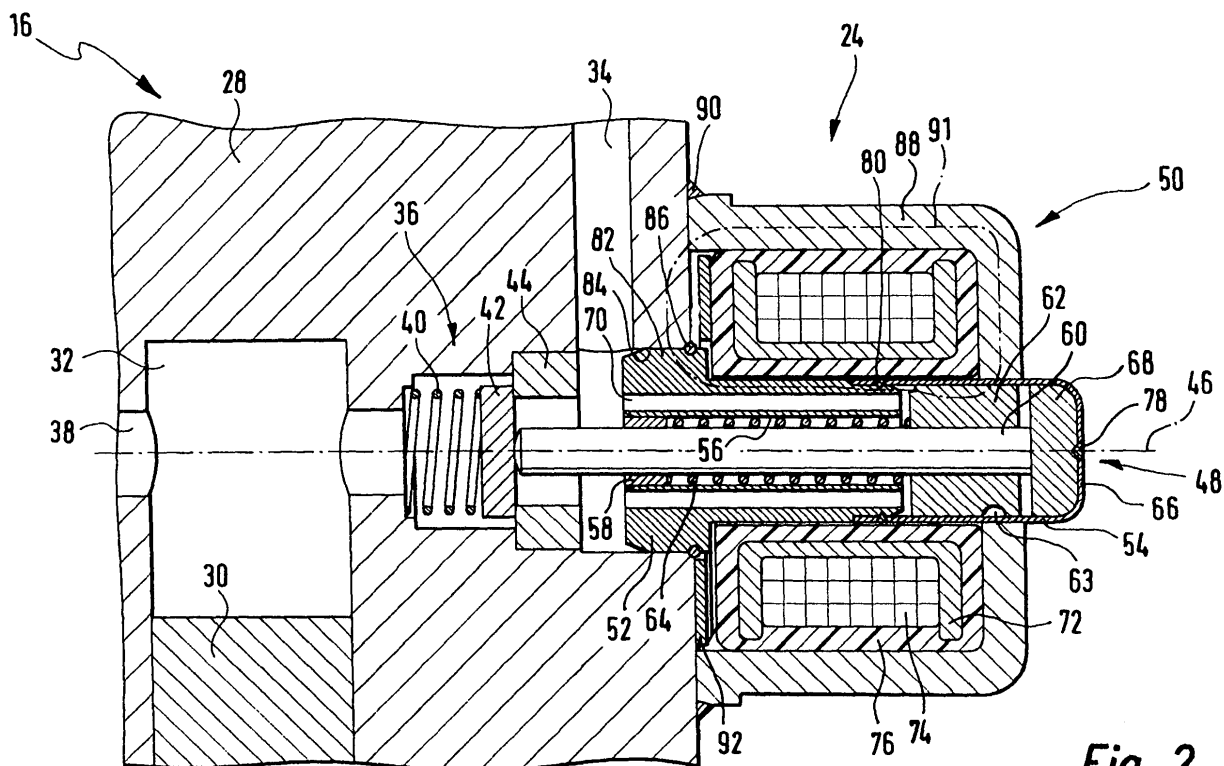


Fig. 2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Förderpumpe, insbesondere Hochdruck-Kraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine, mit einem Pumpengehäuse und einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung, mit deren Hilfe die von der Förderpumpe geförderte Fluidmenge eingestellt werden kann.

[0002] Eine derartige Förderpumpe ist aus der DE 199 38 504 A1 bekannt. Bei dieser handelt es sich um eine Einzylinder-Hochdruckpumpe zur Hochdruckversorgung in Common-Rail-Einspritzsystemen von Brennkraftmaschinen. Mit Hilfe einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung kann ein Einlassventil der Förderpumpe auch während eines Fördertaktes eines Kolbens der Förderpumpe zwangsweise offengehalten werden. Hierzu wird ein Ventilelement des Einlassventils von einem Stößel der Betätigungseinrichtung selbst in einem eigenen Gehäuse gekapselt.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Förderpumpe der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sie preiswerter hergestellt und mit ihr auch bei hohen Drehzahlen der Förderpumpe die geförderte Fluidmenge präzise eingestellt werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer Förderpumpe der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Betätigungseinrichtung in das Pumpengehäuse so integriert ist, dass ein Magnetkreis der Betätigungseinrichtung wenigstens durch einen Bereich des Pumpengehäuses geschlossen wird.

Vorteile der Erfindung

[0005] Ein erster Vorteil der erfindungsgemäßen Förderpumpe besteht darin, dass sie preiswert hergestellt werden kann, da für die Herstellung der Betätigungseinrichtung ein vergleichsweise geringer Materialeinsatz erforderlich ist. Grund hierfür ist die Tatsache, dass erfindungsgemäß ein Teil des Magnetflusses, welcher für die elektromagnetische Betätigung der Betätigungseinrichtung erzeugt werden muss, nicht in der Betätigungseinrichtung selbst, sondern im Gehäuse der Förderpumpe geführt wird. Dies hat aber noch einen zweiten Vorteil: Die erfindungsgemäße Förderpumpe baut kleiner und kann daher leichter beispielsweise in einer Brennkraftmaschine eingebaut werden.

[0006] Ferner können mit der erfindungsgemäßen Betätigungseinrichtung vergleichsweise kurze Schaltzeiten realisiert werden. Hierunter versteht man jene Zeit, mit der die Betätigungseinrichtung von einer Schaltstellung in eine andere Schaltstellung betätigt werden kann. Kurze Schaltzeiten sind beispielsweise bei Brennkraftmaschinen von Vorteil, welche hohe Drehzahlen aufweisen können: Da die üblichen Förderpumpen direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben

werden, stehen bei solchen hohen Drehzahlen nur kurze Zeiträume für das Schalten der Betätigungseinrichtung zur Verfügung. Problematisch sind insbesondere die bei Brennkraftmaschinen mit Abgasturbolader möglichen hohen Drehzahlen. Bei diesen muss mit Drehzahlen bis zu 9000 Umdrehungen pro Minute gerechnet werden. Bei einer Hochdruckpumpe mit einem so genannten Dreifachnocken, also drei Hüben pro Umdrehung, ergibt sich eine Periodendauer bei diesen Drehzahlen von 4,6 ms. Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, auch innerhalb einer solch kurzen Periodendauer sicher zu schalten.

[0007] Die kurzen Schaltzeiten ergeben sich deshalb, da durch die starke Integration der Betätigungseinrichtung in die Förderpumpe nur vergleichsweise geringe Distanzen zwischen der Erzeugung der elektromagnetischen Kraft und dem Angriffsort überbrückt werden müssen, was eine geringere Massenträgheit der hierzu verwendeten Teile zur Folge hat, was schließlich wiederum hohe Beschleunigungen und in der Folge kurze Schaltzeiten bewirkt. Durch die Einbeziehung des Förderpumpengehäuses zur Schließung des Magnetkreises wird darüber hinaus eine vergleichsweise verlustfreie Führung des Magnetflusses ermöglicht, was den Wirkungsgrad der Betätigungseinrichtung und somit letztlich auch die Schaltzeiten günstig beeinflusst.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0009] In einer ersten Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die Betätigungseinrichtung ein Bügelement aus einem magnetischen Material umfasst, welches so angeordnet und mit dem Pumpengehäuse so verbunden ist, dass es zum Rückschluss des Magnetkreises zumindest beiträgt. Diese Weiterbildung ist kostengünstig und einfach herzustellen.

[0010] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Betätigungseinrichtung auf der dem Pumpengehäuse zugewandten Seite eines Magnetankers ein Verbindungselement für den Anschluss an das Pumpengehäuse und auf der von dem Pumpengehäuse abgewandten Seite des Magnetankers ein Ankergegenelement aufweist, wobei das Verbindungselement und das Ankergegenelement über ein Hülsenelement aus einem nichtmagnetischen beziehungsweise dielektrischen Material miteinander verbunden sind. Auf diese Weise wird der Magnetanker optimal in den Magnetkreis eingebunden.

[0011] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass das Verbindungselement mit dem Hülsenelement, und das Hülsenelement mit dem Ankergegenelement verschweißt, und alle drei Elemente zumindest Teil einer vorab montierten hydraulischen Baugruppe sind. Durch die Verschweißung wird eine gute Fluiddichtheit ermöglicht, und die Vorabmontage erleichtert insgesamt den Zusammenbau der erfindungsgemäßen Förderpumpe.

[0012] In nochmaliger Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass das Verbindungselement mit dem Pumpengehäuse verschweißt ist. Auch hierdurch wird

eine gute Fluiddichtheit des Systems erreicht. Zur Positionierung ist es dabei vorteilhaft, wenn die Elemente jeweils zunächst mit einer Pressverbindung zueinandergefügt werden. Vorteilhaft ist es dabei ferner, wenn das Verbindungselement so positioniert wird, dass ein bestimmter Öffnungshub des Einlassventils eingestellt wird, der sich ergibt, wenn das Betätigungselement am Anschlag anliegt.

[0013] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass das Ankergegenelement wenigstens mittelbar einen Anschlag für ein Betätigungselement der Betätigungseinrichtung bildet und mit der dielektrischen Hülse auf Maß verbunden ist, derart, dass hierdurch die eine Endlage des Betätigungselements eingestellt wird. Eine präzise Einstellung einer Endlage des Betätigungselements schafft reproduzierbare Bedingungen und steigert die Präzision bei der Einstellung der Fördermenge der Förderpumpe. Durch die gegebenenfalls vorhandene Doppelfunktion des Ankergegenelements, nämlich einerseits Leitung des Magnetflusses und andererseits Begrenzung des Bewegungswegs des Betätigungselements, wird ebenfalls Material gespart, was die Kosten reduziert und die Baugröße verringert.

[0014] Wenn die Betätigungseinrichtung eine Magnetspule aus Messing umfasst, kann der Temperatureinfluss auf die Schaltzeit der Betätigungseinrichtung minimiert werden. Dies hängt damit zusammen, dass der spezifische Widerstand von Messing weniger stark von der Temperatur abhängt als beispielsweise jener von Kupfer.

[0015] Vorteilhaft ist auch jene Weiterbildung der erfindungsgemäßen Förderpumpe, bei welcher die Betätigungseinrichtung eine separate elektrische Baugruppe aufweist. Hierdurch wird die Herstellung der Förderpumpe nochmals vereinfacht, da die elektrische Baugruppe vorab zusammengestellt werden kann.

[0016] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass die elektrische Baugruppe durch ein Bügelement am Pumpengehäuse gehalten wird. Dieses Bügelement kann gegebenenfalls jenes sein, welches eingangs erwähnt worden war und welches zum Rückschluss des Magnetkreises dient. Durch ein solches Bügelement ist bei geringem Materialeinsatz und leichter Herstellbarkeit eine sichere Befestigung der elektrischen Baugruppe gewährleistet.

[0017] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die elektrische Baugruppe in Einbaulage durch ein Vorspannelement vorgespannt wird. Hierdurch werden Fertigungstoleranzen ausgeglichen, was die Herstellkosten senkt.

[0018] Eine andere besonders vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Förderpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass ein Betätigungselement der Betätigungseinrichtung an einem Ventilelement der Förderpumpe an einem Ort angreift, der bezüglich des Ventilelements außermittig liegt. Hierdurch wird die für eine Betätigung des Ventilelements von der Betätigungseinrichtung aufzubringende Kraft reduziert. Bei einer Betä-

tigung durch das Betätigungselement stellt sich das Ventilelement aufgrund des außermittigen Angriffes in eine Schiefelage, in welcher es sich nicht nur am Betätigungselement der Betätigungseinrichtung, sondern beispielsweise auch an einem gehäuseseitigen Bereich abstützt. Hierdurch teilen sich die Haltekräfte zum einen auf diesen gehäuseseitigen Bereich und zum anderen auf das Betätigungselement auf. Somit kann die Betätigungseinrichtung kleiner ausgelegt werden, was letztlich auch kürzere Schaltzeiten zur Folge hat.

[0019] Für jenen Fall, dass das Betätigungselement dann, wenn die elektromagnetische Betätigungseinrichtung stromlos ist, das Ventilelement mittels Federkraft in eine geöffnete Stellung drückt, kann hierzu eine kleinere Feder vorgesehen sein, welche die Baugröße der Betätigungseinrichtung nochmals reduziert. Darüber hinaus müssen bei der Betätigung des Betätigungselements kleinere Federkräfte überwunden werden, was ebenfalls den Schaltzeiten zugute kommt.

[0020] Eine Realisierung eines derartigen außermittigen Angriffspunkts kann darin bestehen, dass die Längsachse des Betätigungselements gegenüber einer Ebene des Ventilelements in einem Winkel ungleich 90° steht. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es möglich, dass die Längsachse des Betätigungselements gegenüber der Mitte des Ventilelements versetzt angeordnet ist. Beides ist leicht zu realisieren.

[0021] Vorgeschlagen wird ferner, dass zwei an die beiden Stirnseiten eines Magnetankers angrenzende Räume über eine Fluidverbindung miteinander verbunden sind. Dies schafft eine Druckentlastung dieser Räume, was ebenfalls schnellere Schaltzeiten ermöglicht.

[0022] Dabei kann die Fluidverbindung mindestens eine vorzugsweise spiralförmige Nut in der Mantelfläche des Magnetankers umfassen. Mit einer solchen spiralförmigen Nut wird die Symmetrie des Magnetankers nicht oder zumindest nicht wesentlich beeinflusst.

[0023] Analog hierzu wird vorgeschlagen, dass die dem Pumpengehäuse und dem Magnetanker zugewandten Seiten des Verbindungselements über eine Fluidverbindung miteinander verbunden sind. Dies kann beispielsweise durch eine Mehrzahl axialer Bohrungen im Verbindungselement geschehen.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Förderpumpe sieht vor, dass die Betätigungseinrichtung ein erstes Anschlagelement aufweist, an dem das von einem Einlassventil der Förderpumpe abgewandte Ende eines Betätigungselements der Betätigungseinrichtung bei seiner Bewegung in Anlage kommt, und das mittels einer Punktschweißung befestigt ist. Dies erhöht nochmals die Präzision bei der Positionierung der Endlage des Betätigungselements, da für das Anschlagelement ein Werkstoff mit entsprechend optimalen Eigenschaften gewählt werden kann. Zur Aufnahme von Anschlagkräften ist eine einfach aufzubringende Punktschweißung für die Fixierung ausreichend.

[0025] Die Betätigungseinrichtung kann auch ein

zweites Anschlagelement umfassen, welches in eine Führung eines Betätigungselements der Betätigungseinrichtung integriert ist und den Hub des Betätigungselements zu einem Einlassventil der Förderpumpe hin begrenzt. Somit kann ohne maßgeblichen zusätzlichen Aufwand auch diese Endlage des Betätigungselements präzise eingestellt werden.

Zeichnung

[0026] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

[0027] In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung von Komponenten einer Brennkraftmaschine mit einer Förderpumpe und einer Betätigungseinrichtung;
- Figur 2 einen Teilschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der Förderpumpe und der Betätigungseinrichtung von Figur 1;
- Figur 3 einen Teilschnitt durch eine hydraulische Baugruppe der Betätigungseinrichtung von Figur 2;
- Figur 4 einen Schnitt durch eine elektrische Baugruppe der Betätigungseinrichtung von Figur 2;
- Figur 5 eine perspektivische Darstellung eines Magnetankers der hydraulischen Baugruppe von Figur 3;
- Figur 6 eine perspektivische Darstellung eines Verbindungselements der hydraulischen Baugruppe von Figur 3;
- Figur 7 eine Darstellung ähnlich Figur 2 eines abgewandelten Ausführungsbeispiels;
- Figur 8 eine Darstellung ähnlich Figur 2 eines nochmals abgewandelten Ausführungsbeispiels;
- Figur 9 eine Darstellung ähnlich Figur 2 einer nochmals anderen Ausführungsform;
- Figur 10 einen Teilschnitt durch eine hydraulische Baugruppe der Betätigungseinrichtung von Figur 9;
- Figur 11 einen Schnitt durch eine elektrische Baugruppe der Betätigungseinrichtung von Figur 9;

Figur 12 eine perspektivische Darstellung eines Magnetankers der hydraulischen Baugruppe von Figur 10;

5 Figur 13 eine perspektivische Darstellung eines Verbindungselements der hydraulischen Baugruppe von Figur 10;

10 Figur 14 einen Teilschnitt durch einen Teil der Baugruppe von Figur 10 zur Erläuterung des Zusammenbaus;

Figur 15 eine Darstellung ähnlich Figur 9 eines abgewandelten Ausführungsbeispiels; und

15 Figur 16 eine Darstellung ähnlich Figur 9 eines nochmals abgewandelten Ausführungsbeispiels.

20 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0028] In Figur 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst eine Vorförderpumpe 12, welche den Kraftstoff aus einem Behälter 14 zu einer Hochdruckpumpe 16 hin fördert. Diese komprimiert den Kraftstoff auf einen sehr hohen Druck und fördert ihn zu einer Kraftstoff-Sammelleitung 18, in der der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert ist. An die Kraftstoff-Sammelleitung 18 sind mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen zugeordnete Brennräume 22 einspritzen.

[0029] Die Hochdruckpumpe 16 wird auf in Figur 1 nicht dargestellte Art und Weise direkt von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine 10 angetrieben. Bei ihr handelt es sich, wie weiter unten noch erläutert wird, um eine Einzylinder-Kolbenpumpe. Zur Einstellung der Fördermenge der Hochdruckpumpe 16 ist an diese eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung 24 angebaut, welche von einem Steuer- und Regelgerät 26 angesteuert wird.

[0030] Im vorliegenden Fall besonders relevante Komponenten werden nun unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 6 erläutert:

45 **[0031]** Die Hochdruckpumpe 16 umfasst ein Pumpengehäuse 28, in dem ein Förderkolben 30 hin- und herbeweglich aufgenommen ist. Der Förderkolben 30 begrenzt einen Förderraum 32, in den der Kraftstoff bei einem Saughub des Förderkolbens 30 über einen Einlass 34 und ein Einlassventil 36 gelangt. Ein Auslasskanal 38 führt vom Förderraum 32 zu einem nicht dargestellten Auslassventil und weiter zur Kraftstoff-Sammelleitung 18. Beim Einlassventil 36 handelt es sich um ein federbelastetes Rückschlagventil mit einer Ventildfeder 40, einem scheibenförmigen Ventilelement 42 und einem ringförmigen Ventilsitz 44. Die Betätigungseinrichtung 24 ist bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel koaxial zu einer Mittelachse 46 des Ventilele-

ments 42 angeordnet. Sie umfasst eine hydraulische Baugruppe 48 (vergleiche Figur 3) und eine elektrische Baugruppe 50 (vergleiche Figur 4).

[0032] Die hydraulische Baugruppe 48 umfasst ein rohrförmiges Verbindungselement 52 (vergleiche Figur 6), auf dessen in Einbaulage vom Einlassventil 36 abgewandtes Ende ein Hülselement 54 im Presssitz aufgeschoben ist. In einer Längsbohrung 56 des Verbindungselements 52 ist an dem in Einbaulage dem Einlassventil 36 zugewandten Ende ein Führungsring 58 im Presssitz aufgenommen, in dem ein stößelartiges Betätigungselement 60 geführt ist. Das Betätigungselement 60 erstreckt sich über die beiden Enden des Verbindungselements 52 hinaus. Auf seinen vom Einlassventil 36 abgewandten Endbereich ist ein zylindrischer Magnetanker 62 (vergleiche Figur 5) aufgeschoben und ebenfalls im Presssitz befestigt. Auf der äußeren Mantelfläche des Magnetankers 62 ist, wie aus Figur 5 ersichtlich ist, eine spiralförmige Nut 63 vorhanden, welche von einer Stirnseite des Magnetankers 62 zur gegenüberliegenden Stirnseite führt. Zwischen dem Magnetanker 62 und dem Führungsring 58 ist eine Druckfeder 64 gespannt.

[0033] Das vom Verbindungselement 52 abgewandte Ende des Hülselements 54 ist durch einen Deckelbereich 66 verschlossen. Ein scheibenförmiges Anschlagteil 68 ist im Hülselement 54 in unmittelbarer Nähe zum Deckelbereich 66 aufgenommen. Das Betätigungselement 60 steht mit seinem vom Einlassventil 36 abragenden Ende etwas über den Magnetanker 62 hinaus. Daher wird in der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ruhelage das Betätigungselement 60 von der Druckfeder 64 gegen das Anschlagteil 68 beaufschlagt. Im Verbindungselement 52 sind in dessen Längsrichtung verlaufende Bohrungen 70 vorhanden, welche die beiden Endseiten (ohne Bezugszeichen) des Verbindungselements 52 fluidisch miteinander verbinden.

[0034] Die elektrische Baugruppe 50 (Figur 4) umfasst einen Spulenträger 72 und eine Magnetspule 74. Die Wicklung der Magnetspule 74 ist aus Messing hergestellt. Spulenträger 72 und Magnetspule 74 sind mit Kunststoff 76 umspritzt. Die Integration der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 24 in die Hochdruckpumpe 16 erfolgt folgendermaßen:

[0035] Zunächst wird die hydraulische Baugruppe 48 vormontiert. Hierzu wird der Magnetanker 62 mit dem Betätigungselement 60 gefügt, welches dann in die Längsbohrung 56 des Verbindungselements 52 eingebracht wird. Dann wird die Druckfeder 64 auf das Betätigungselement 60 geschoben und schließlich der Führungsring 58 in die Längsbohrung 56 eingebracht. Durch eine entsprechende Positionierung des Führungsringes 58 wird letztlich die Federkraft der Druckfeder 64 eingestellt. Dann wird das Anschlagteil 68 in das Hülselement 54 eingelegt und durch eine Punktschweißung 78 befestigt. Jetzt wird das Hülselement 54 so auf Maß auf das Verbindungselement 52 aufgeschoben, dass sich ein gewünschter möglicher Hub des

Betätigungselements 60 ergibt. Zwischen dem Verbindungselement 52 und dem Hülselement 54 ist eine Presspassung vorgesehen.

[0036] Zusätzlich werden diese beiden Teile aber auch durch eine Schweißung 80 miteinander verbunden. Aus den Figuren ist ersichtlich, dass der Magnetanker 62 einerseits im Hülselement 54 geführt ist und andererseits am Verbindungselement 52 anschlagen kann. Zur Verschleißreduzierung ist daher am Magnetanker 62 und am Verbindungselement 52 an den entsprechenden Stellen eine Chromschicht (nicht dargestellt) vorgesehen. Durch diese Chromschicht wird darüber hinaus zwischen diesen beiden Elementen ein axialer Restluftspalt geschaffen.

[0037] Nach der Montage des Einlassventils 36 im Pumpengehäuse 28 wird die vormontierte hydraulische Baugruppe 48 am Pumpengehäuse 28 befestigt. Hierzu wird ein Verbindungsbereich 82 des Verbindungselements 52 im Presssitz in einer Aufnahmeöffnung 84 des Pumpengehäuses 28 positioniert, und zwar derart, dass sich bei einer Betätigung des Betätigungselements 60 eine gewünschte Öffnungsbewegung des Ventilelements 42 des Einlassventils 36 ergibt und bei nicht betätigtem Betätigungselement 60 das Einlassventil 36 geschlossen ist. Dabei versteht sich, dass der Öffnungshub des Ventilelements 42 des Einlassventils 36 maßgeblich durch die maximal zulässige hydraulische Strömungskraft bestimmt wird, die am Ventilelement 42 beim Betrieb angreift. Um Dichtheit nach außen zu gewährleisten, wird nun das Verbindungselement 52 durch eine Schweißung 86 mit dem Pumpengehäuse 28 verschweißt.

[0038] Die ebenfalls vormontierte elektrische Baugruppe 50 wird nun auf die hydraulische Baugruppe 48 aufgeschoben. Dann wird ein bügelförmiges Befestigungselement 88 auf die elektrische Baugruppe 50 aufgeschoben und mit dem Pumpengehäuse 28 verschweißt (Bezugszeichen 90). Das bügelförmige Befestigungselement 88 ist aus einem Werkstoff hergestellt, welcher magnetische Eigenschaften besitzt. Gleiches gilt auch für das Pumpengehäuse 28. Über das Verbindungselement 52, den Magnetanker 62, das bügelförmige Befestigungselement 88 und das Pumpengehäuse 28 wird so im Betrieb ein geschlossener Magnetkreis 91 geschaffen (dieser ist in der Figur durch eine strichpunktierte Linie angedeutet). Zum Toleranzausgleich und zum Ausgleich von Wärmedehnungen ist zwischen der elektrischen Baugruppe 50 und dem Pumpengehäuse 28 ein Federelement 92 gespannt.

[0039] Die Hochdruckpumpe 16 und die Betätigungseinrichtung 24 arbeiten folgendermaßen:

[0040] Wenn an der Magnetspule 74 kein Strom anliegt, befindet sich das Betätigungselement 60 in der in Figur 2 gezeigten Endlage, in der es am Anschlagteil 68 anliegt. In diesem Zustand wird die Stellung des Ventilelements 42 des Einlassventils 36 allein durch die Druckunterschiede zwischen dem Förderraum 32 und dem Einlass 34 beeinflusst. Somit wird von der Hoch-

druckpumpe 16 bei jedem Förderhub des Förderkolbens 30 die maximal mögliche Kraftstoffmenge gefördert. Soll pro Förderhub eine geringere Kraftstoffmenge gefördert werden, wird während eines Förderhubs die Magnetspule 74 erregt. Hierdurch wird am Magnetanker 62 eine Kraft erzeugt, durch die das Betätigungselement 60 entgegen der Kraft der Druckfeder 64, der Ventiltfeder 40 und der am Ventilelement 42 angreifenden hydraulischen Kräfte beaufschlagt wird. In der Folge wird das Einlassventil 36 auch während eines Förderhubs zumindest zeitweise offengehalten, so dass der Kraftstoff nicht zur Kraftstoff-Sammelleitung 18, sondern zurück zum Einlass 34 gefördert wird.

[0041] In Figur 7 ist eine alternative Ausführungsform einer Hochdruckpumpe 16 dargestellt. Dabei tragen solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen der in den Figuren 2 bis 6 dargestellten Hochdruckpumpe aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0042] Im Unterschied zu dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel ist die Aufnahmeöffnung 84 für die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 24 nicht koaxial zur Mittelachse des Ventilelements 46, sondern gegenüber dieser seitlich um S versetzt. Somit greift das Betätigungselement 60 am Ventilelement 42 des Einlassventils 36 außermittig an. Bei erregter Magnetspule 74 wird hierdurch das Ventilelement 42 schräg geöffnet, und es liegt in der zwangsweise geöffneten Stellung zum einen an dem Betätigungselement 60 und zum anderen am ringförmigen Ventilsitz 44 auf.

[0043] In die gleiche Richtung zielt die in Figur 8 dargestellte Ausführungsform. Auch hier gilt, dass solche Elemente und Bereiche, welche funktionsäquivalent sind zu Elementen und Bereichen der in den Figuren 2 bis 7 dargestellten Ausführungsbeispiele, die gleichen Bezugszeichen tragen und nicht nochmals im Detail erläutert sind. Bei dem in Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel steht die Längsachse des Betätigungselements 60 gegenüber einer Ebene, in welcher das Ventilelement 42 in geschlossenem Zustand liegt, in einem Winkel W, welcher ungleich 90° ist. Auch hierdurch wird ein außermittiger Angriffspunkt des Betätigungselements 60 am Ventilelement 42 des Einlassventils 36 geschaffen.

[0044] Bei den in den Figuren 2 bis 8 dargestellten Hochdruckpumpen 16 war die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 24 so ausgebildet, dass bei nicht erregter Magnetspule 74, also im stromlosen Zustand, die Stellung des Ventilelements 42 des Einlassventils 36 von der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 24 nicht beeinflusst war. Eine derartige elektromagnetische Betätigungseinrichtung 24 wird auch als "stromlos geschlossen" bezeichnet.

[0045] Im Zusammenhang mit den Figuren 9 bis 15 werden nachfolgend Ausführungsformen von Hochdruckpumpen 16 erläutert, bei denen die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 24 "stromlos offen" ist,

bei welcher also bei nicht erregter Magnetspule 74 das Ventilelement 42 des Einlassventils 36 vom Betätigungselement 60 in die geöffnete Stellung gedrückt wird. Dabei gilt ebenfalls, dass solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen der in den Figuren 2 bis 8 dargestellten Ausführungsbeispiele aufweisen, die gleichen Bezugszeichen tragen und nicht nochmals im Detail erläutert sind.

[0046] Zunächst fällt auf, dass am Verbindungselement 52 an seinem dem Einlassventil 36 zugewandten Ende ein nach radial innen weisender Bund 94 vorhanden ist, an dem sich der Führungsring 58 abstützt. Ferner hat das Betätigungselement 60 im Gegensatz zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen bei der in Figur 9 gezeigten Hochdruckpumpe 16 einen Zentralabschnitt 96 mit größerem Durchmesser als seine beiden Endabschnitte 98 beziehungsweise 100. Auf der vom Einlassventil 36 abgewandten Seite des Magnetankers 62 ist ein zylindrisches Ankergegenstück 102 vorhanden, welches mit dem Hülselement 54 verschweißt ist. Das vom Einlassventil 36 abgewandte Ende 100 des Betätigungselements 60 ist in einem Sackloch 104 des Ankergegenstücks 102 aufgenommen, in welches ein topfförmiges Anschlagteil 68 eingesetzt ist.

[0047] Zwischen dem Anschlagteil 68 und einem zwischen dem Endabschnitt 100 und dem Zentralabschnitt 96 des Betätigungselements 60 gebildeten Absatz (ohne Bezugszeichen) ist die in Öffnungsrichtung des Einlassventils 36 wirkende Druckfeder 64 verspannt. Das bügelförmige Befestigungselement 88 ist bei dem in Figur 9 gezeigten Ausführungsbeispiel direkt mit dem Ankergegenstück 102 verschweißt (Bezugszeichen 105). Somit wird der Magnetkreis 91 durch das Ankergegenstück 102, das bügelförmige Befestigungselement 88, das Pumpengehäuse 28, das Verbindungselement 52 und den Magnetanker 62 geschlossen. Da wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen das Hülselement 54 aus einem nichtmagnetischen Werkstoff hergestellt ist, wird der Magnetfluss bei erregter Magnetspule 74 vollständig über den Magnetanker 62 geleitet.

[0048] Im Betrieb der Hochdruckpumpe 16 bleibt die Magnetspule 74 zur Erzielung einer maximalen Förderleistung erregt. Wenn die Förderleistung reduziert werden soll, wird die Magnetspule 74 kurzzeitig entregt. Hierdurch wird das Betätigungselement 60 durch die Druckfeder 64 gegen die Kraft der Ventiltfeder 40 und gegen die hydraulische Kraft am Ventilelement 42 in Öffnungsrichtung bewegt, wodurch das Ventilelement 42 vom Ventilsitz 44 abhebt. Als Anschlag in Öffnungsrichtung fungiert dabei der Führungsring 58, welcher in diesem Falle mit einem zwischen dem linken Endabschnitt 98 und dem Zentralabschnitt 96 des Betätigungselements 60 gebildeten Absatz (ohne Bezugszeichen) zusammenarbeitet.

[0049] Die Montage der hydraulischen Baugruppe 48 erfolgt dadurch, dass zunächst der Führungsring 58 am

Verbindungselement 52 und anschließend das Hülsenelement 54 am Verbindungselement 52 befestigt wird. Dann wird das Anschlagteil 68 im Ankergegenstück 102 eingepresst und die Druckfeder 64 in das Anschlagteil 68 eingelegt. Zur Einstellung des axialen Restluftspalts zwischen dem Magnetanker 62 und dem Ankergegenstück 102 müssen das Betätigungselement 60 zusammen mit dem Magnetanker 62 einerseits und das Ankergegenstück 102 mit dem mit ihm verbundenen Anschlagteil 68 andererseits gepaart werden.

[0050] Diese Paarung kann, wie aus Figur 14 ersichtlich ist, unter Verwendung einer Abstandsscheibe 106 erfolgen, die beim Zusammenbau des Magnetankers 62 auf das Betätigungselement 60 zwischen Magnetanker 62 und Ankergegenstück 102 gelegt wird. Die Dicke dieser Abstandsscheibe 106 entspricht dann dem Restluftspalt. Möglich wäre es auch, den Abstand zwischen einer Anschlagfläche (ohne Bezugszeichen) des Anschlagteils 68 und der entsprechenden Fläche des Ankergegenstücks 102 zu messen und anschließend den Magnetanker 62 auf das Betätigungselement 60 auf Maß zu fügen.

[0051] Die hydraulische Baugruppe 48 wird komplettiert, indem das Ankergegenstück 102 mit dem Betätigungselement 60 und dem Magnetanker 62 in das Hülsenelement 54 eingesetzt und mit diesem verschweißt wird. Dabei wird zur Einstellung eines gewünschten Hubs des Betätigungselements 60 das Ankergegenstück 102 auf Maß in das Hülsenelement 54 eingefügt. Vorzugsweise ist hierzu eine Presspassung vorgesehen. Das Hülsenelement 54 wird einerseits mit dem Verbindungselement 52 und andererseits mit dem Ankergegenstück 102 in 80 dicht verschweißt. Anschließend wird die hydraulische Baugruppe 48 in die entsprechende Aufnahmeöffnung 84 im Pumpengehäuse 28 eingeführt und in 86 verschweißt. Dann wird die elektrische Baugruppe 50 montiert und der Bügel 88 in 90 und 105 angeschweißt.

[0052] Die in den Figuren 15 und 16 gezeigten Abwandlungen der in Figur 9 gezeigten Hochdruckpumpe unterscheiden sich von dieser durch die gleichen Merkmale, durch die sich die in den Figuren 7 und 8 gezeigten Ausführungsbeispiele von der in Figur 2 gezeigten Hochdruckpumpe 16 unterscheiden. Die obigen Ausführungen bezüglich funktionsäquivalenter Elemente und Bereiche gelten entsprechend.

Patentansprüche

1. Förderpumpe (16), insbesondere Hochdruck-Kraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine (10), mit einem Pumpengehäuse (28) und einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung (24), mit deren Hilfe die von der Förderpumpe (16) geförderte Fluidmenge eingestellt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungseinrichtung (24) in das Pumpengehäuse (28) so integriert ist,

dass ein Magnetkreis (91) der Betätigungseinrichtung (24) wenigstens durch einen Bereich des Pumpengehäuses (28) geschlossen wird.

2. Förderpumpe (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungseinrichtung (24) ein Bügelement (88) aus einem magnetischen Material umfasst, welches so angeordnet und mit dem Pumpengehäuse (28) so verbunden ist, dass es zum Rückschluss des Magnetkreises (91) zumindest beiträgt.

3. Förderpumpe (16) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungseinrichtung (24) auf der dem Pumpengehäuse (28) zugewandten Seite eines Magnetankers (62) ein Verbindungselement (52) für den Anschluss an das Pumpengehäuse (28) und auf der von dem Pumpengehäuse (28) abgewandten Seite des Magnetankers (62) ein Ankergegenelement (102) aufweist, wobei das Verbindungselement (52) und das Ankergegenelement (102) über ein Hülsenelement (54) aus einem nichtmagnetischen beziehungsweise dielektrischen Material miteinander verbunden sind.

4. Förderpumpe (16) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (52) mit dem Hülsenelement (54), und das Hülsenelement (54) mit dem Ankergegenelement (102) verschweißt (80), und alle drei Elemente (52, 54, 102) zumindest Teil einer vorab montierten hydraulischen Baugruppe (48) sind.

5. Förderpumpe (16) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (52) mit dem Pumpengehäuse (28) verschweißt ist (86).

6. Förderpumpe (16) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ankergegenelement (102) wenigstens mittelbar einen Anschlag für ein Betätigungselement (60) der Betätigungseinrichtung (24) bildet und mit dem Hülsenelement (54) auf Maß verbunden ist, derart, dass hierdurch eine Endlage des Betätigungselements (60) eingestellt wird.

7. Förderpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungseinrichtung (24) eine Magnetspule (74) aus Messing umfasst.

8. Förderpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungseinrichtung (24) eine separate elektrische Baugruppe (50) aufweist.

9. Förderpumpe (16) nach Anspruch 8, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die elektrische Baugruppe (50) durch ein Bügelement (88) am Pumpengehäuse (28) gehalten wird.

10. Förderpumpe nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Baugruppe (50) in Einbaulage durch ein Vorspannelement (92) vorgespannt wird. 5
11. Förderpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Betätigungselement (60) der Betätigungseinrichtung (24) an einem Ventilelement (42) der Förderpumpe (16) an einem Ort angreift, der bezüglich des Ventilelements (42) außermittig liegt. 10
15
12. Förderpumpe (16) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse des Betätigungselements (60) gegenüber einer Ebene des Ventilelements (42) in einem Winkel (W) ungleich 90° steht. 20
13. Förderpumpe (16) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse des Betätigungselements (60) gegenüber der Mitte des Ventilelements (42) versetzt (S) angeordnet ist. 25
14. Förderpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei an die beiden Stirnseiten eines Magnetankers (62) angrenzende Räume über eine Fluidverbindung (63) miteinander verbunden sind. 30
15. Förderpumpe nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidverbindung mindestens eine vorzugsweise spiralförmige Nut (63) in der Mantelfläche des Magnetankers (62) umfasst. 35
16. Förderpumpe (16) nach einem der Ansprüche 3 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Pumpengehäuse (28) und dem Magnetanker (62) zugewandten Seiten des Verbindungselements (52) über eine Fluidverbindung (70) miteinander verbunden sind. 40
45
17. Förderpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungseinrichtung (24) ein erstes Anschlagelement (68) aufweist, an dem das von einem Einlassventil (36) der Förderpumpe (16) abgewandte Ende eines Betätigungselements (60) der Betätigungseinrichtung (24) bei seiner Bewegung in Anlage kommen kann, und das mittels einer Punktschweißung (78) befestigt ist. 50
55
18. Förderpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die

Betätigungseinrichtung (24) ein zweites Anschlagelement (58) umfasst, welches in eine Führung eines Betätigungselements (60) der Betätigungseinrichtung (24) integriert ist und den Hub des Betätigungselements (60) zu einem Einlassventil (36) der Förderpumpe (16) hin begrenzt.

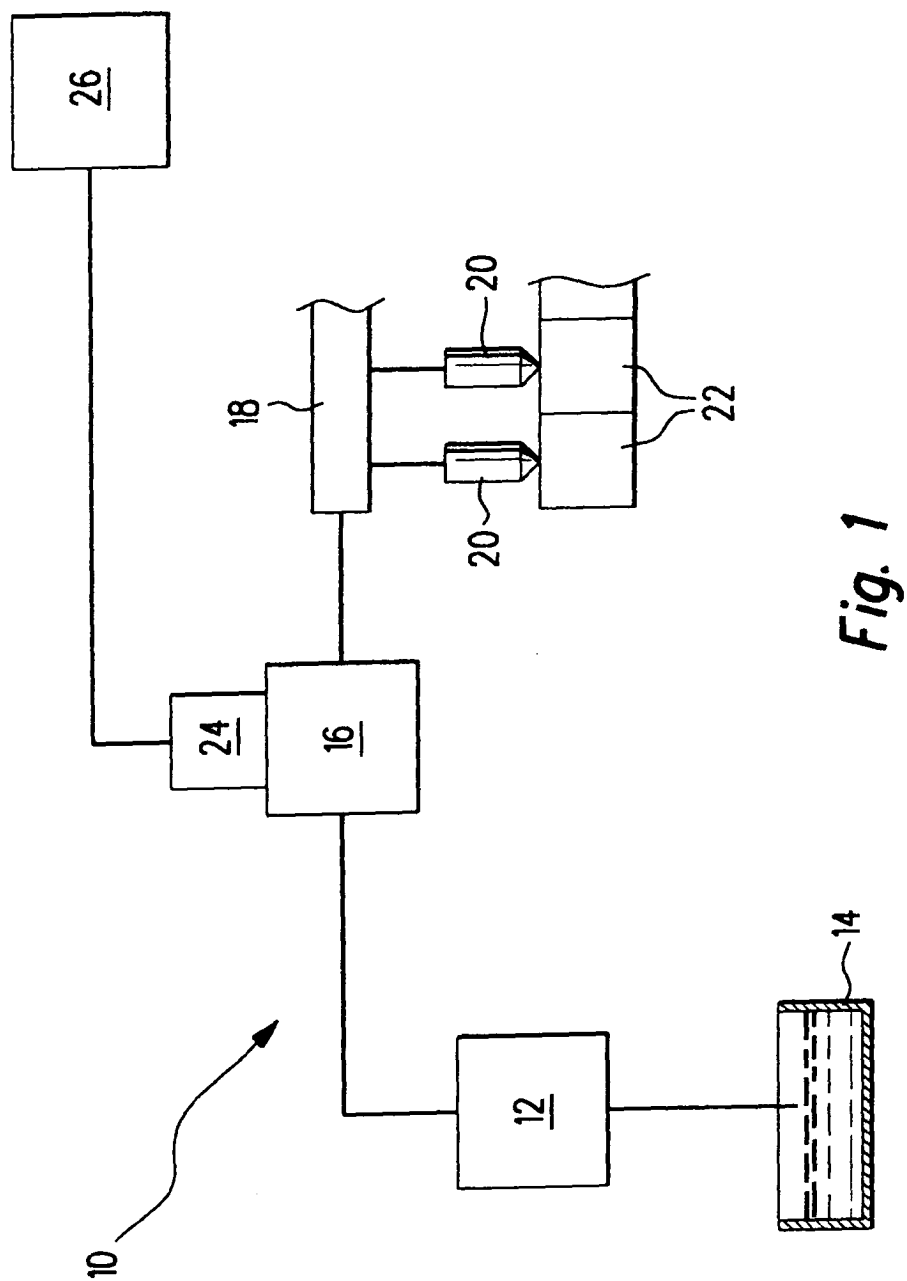


Fig. 1

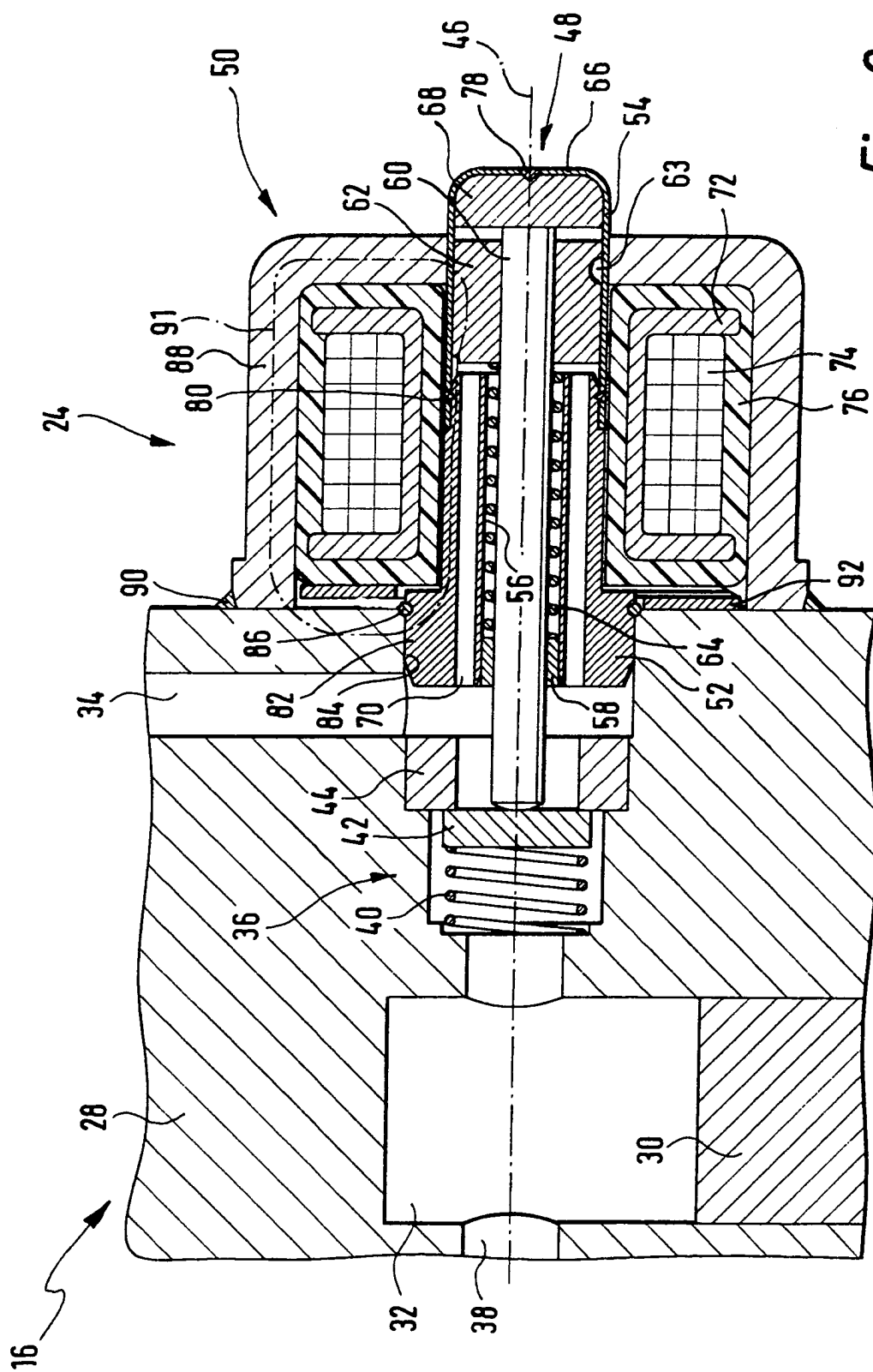


Fig. 2

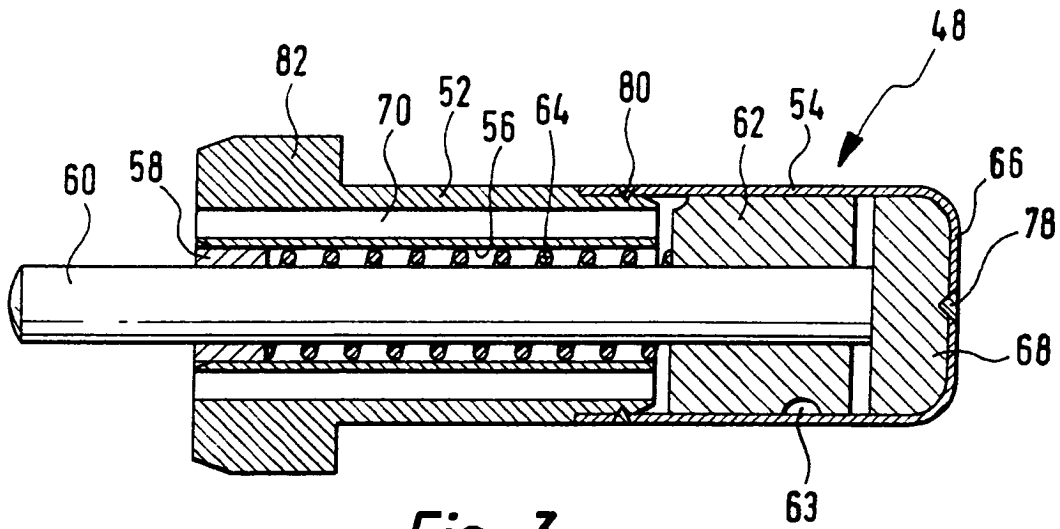


Fig. 3

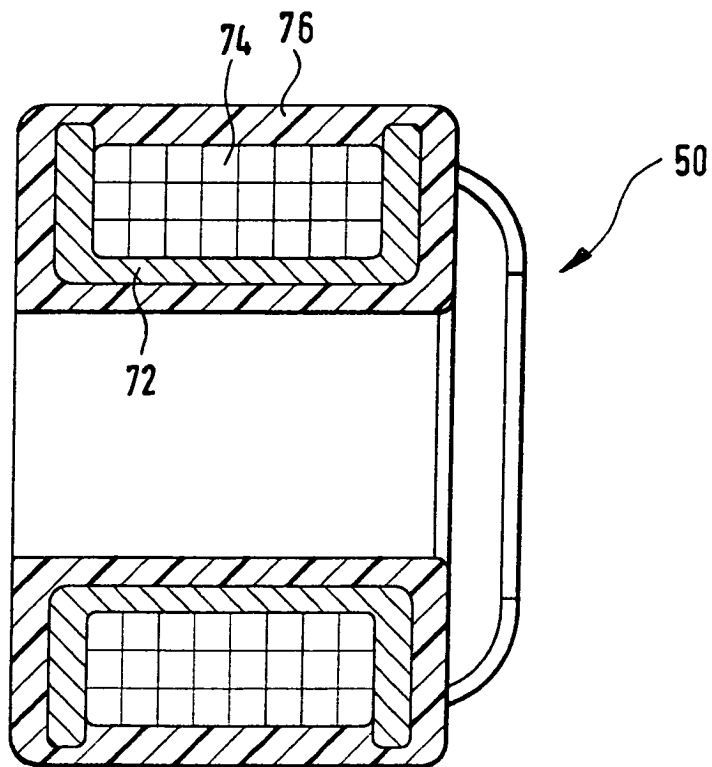


Fig. 4

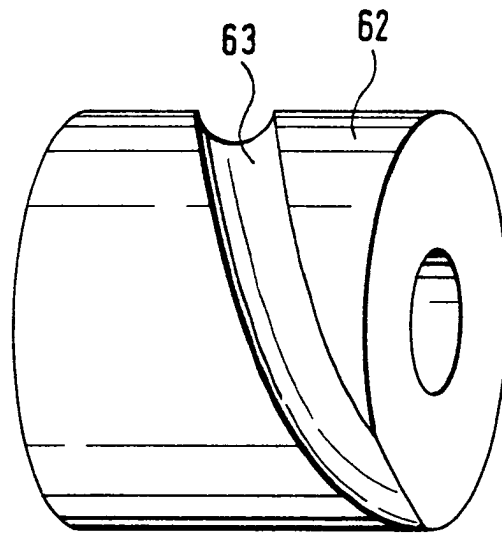


Fig. 5

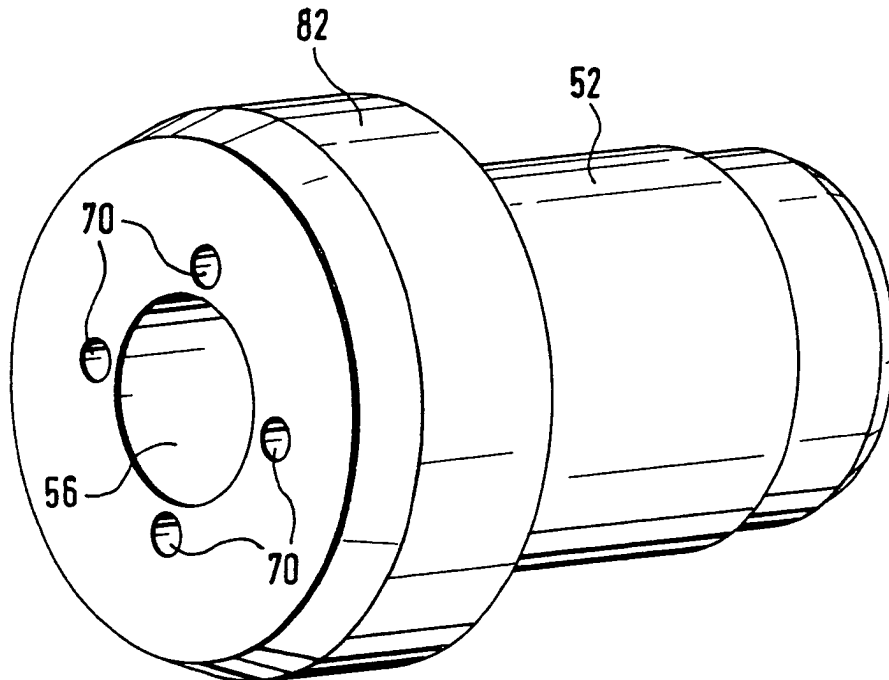


Fig. 6

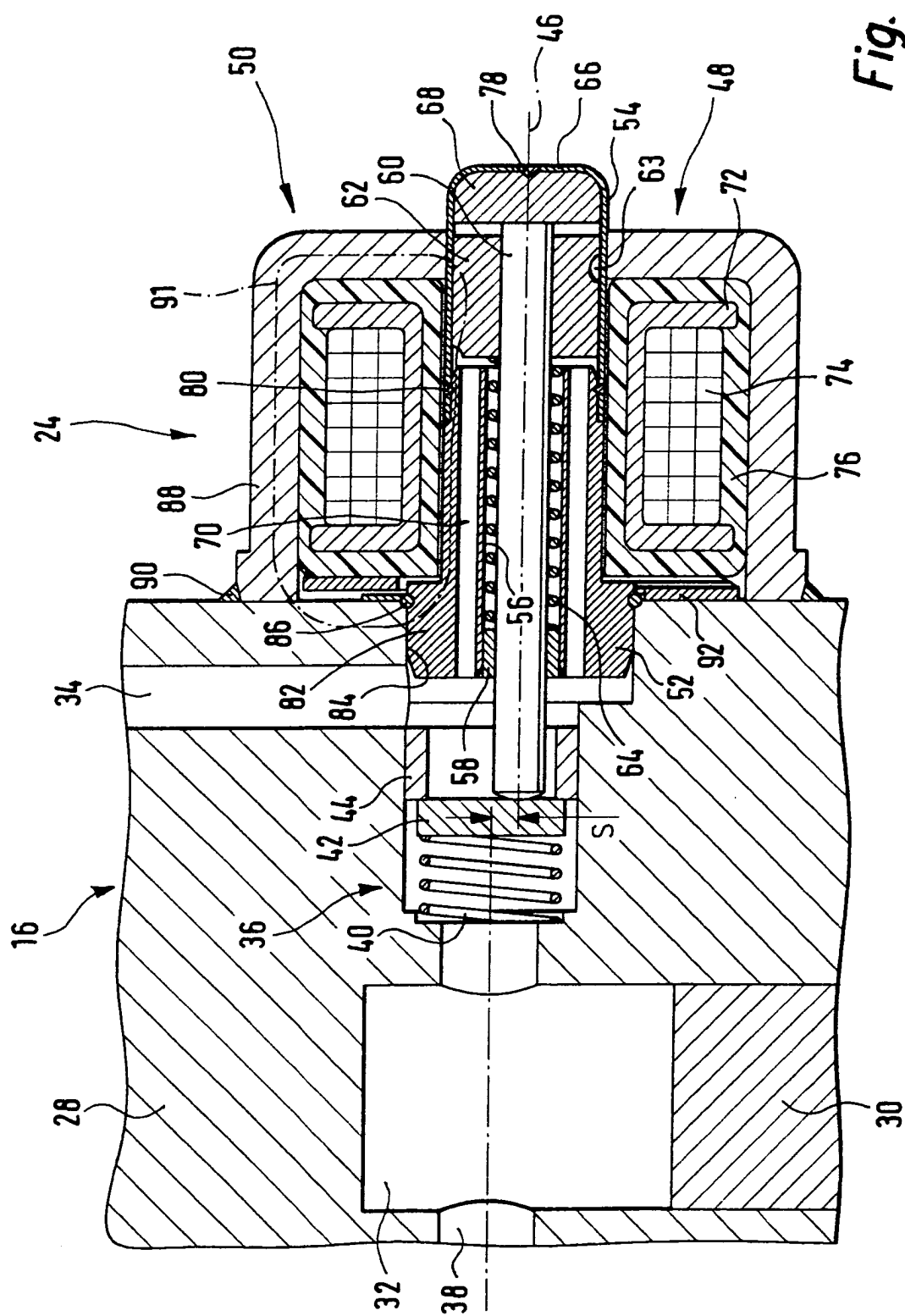


Fig. 7

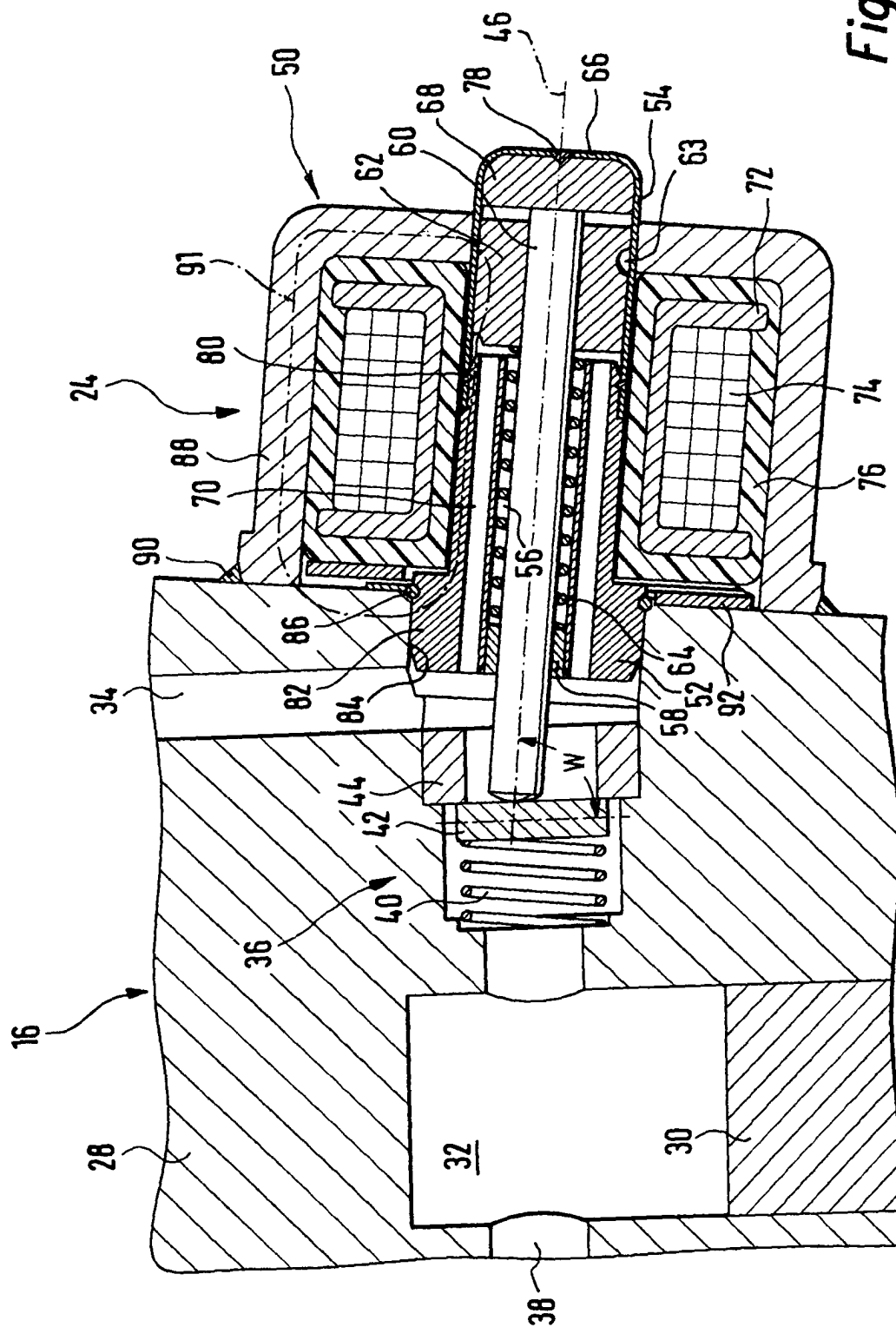


Fig. 8

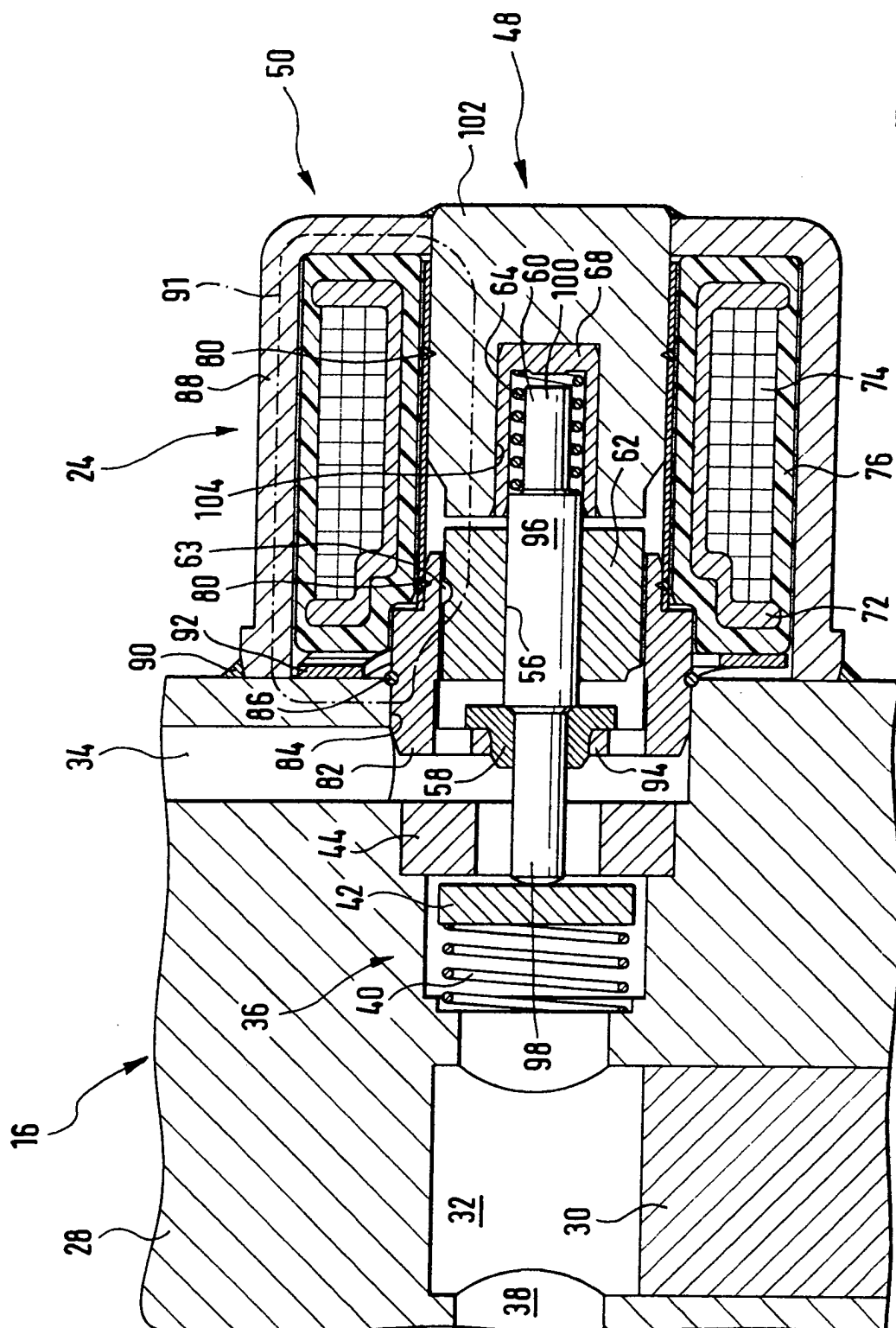
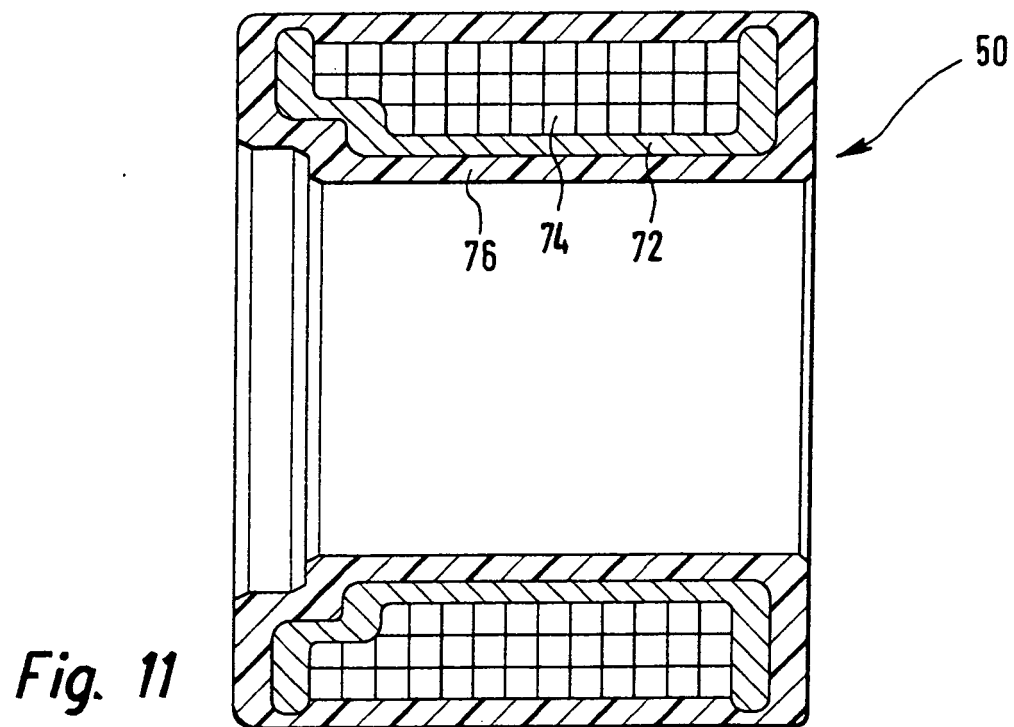
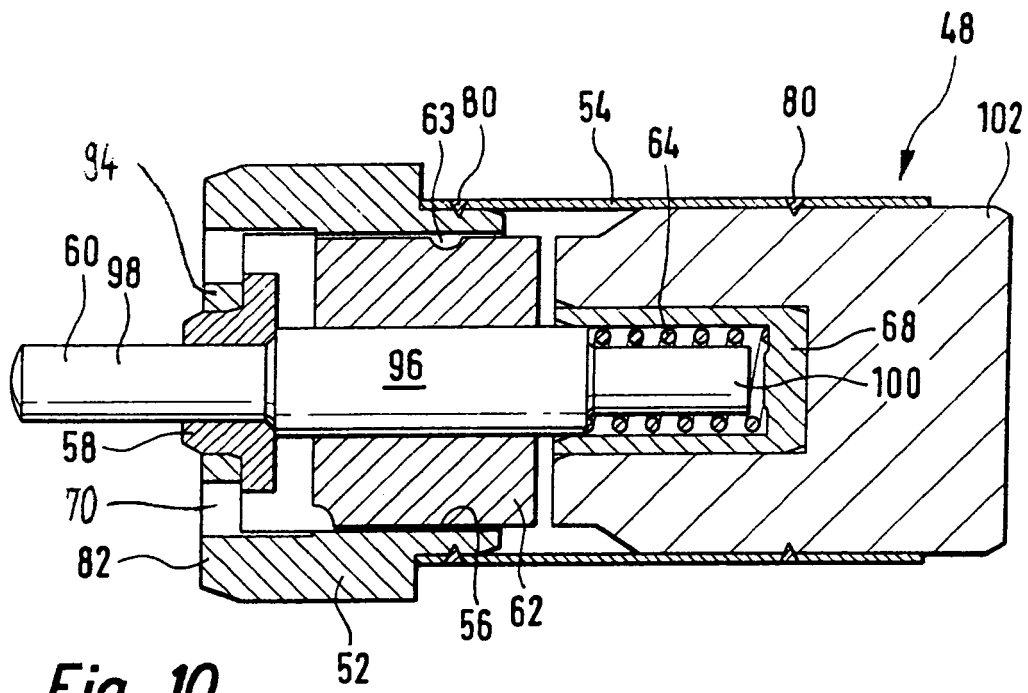


Fig. 9



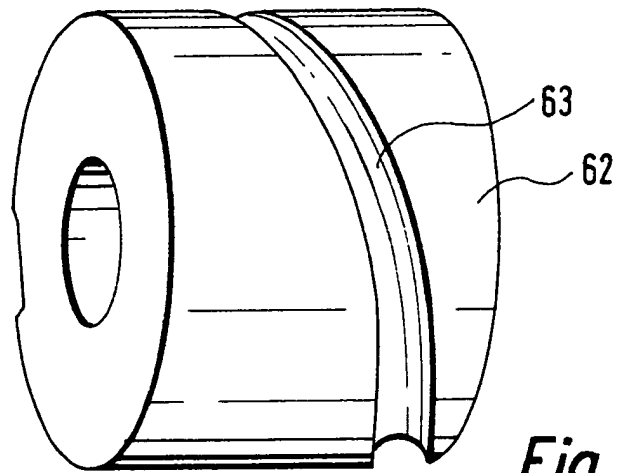


Fig. 12

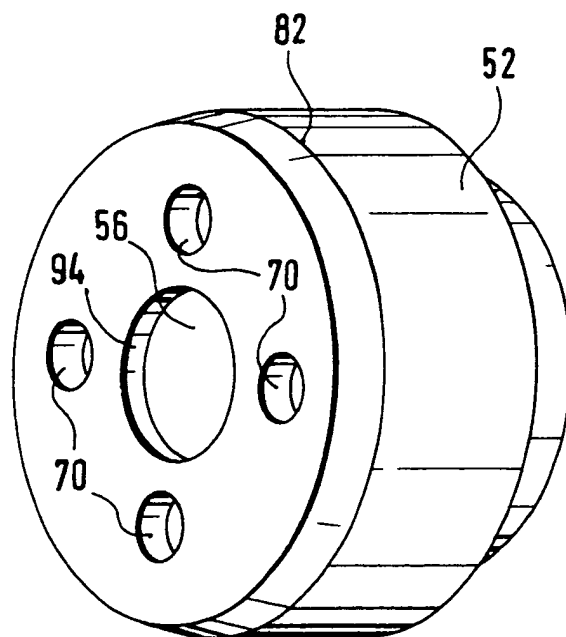


Fig. 13

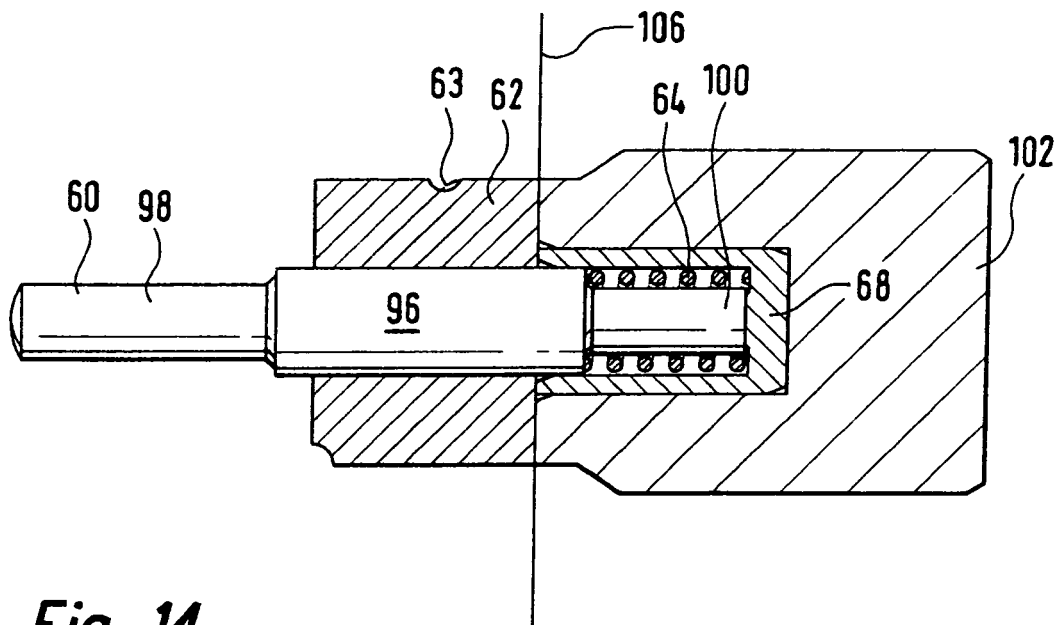


Fig. 14

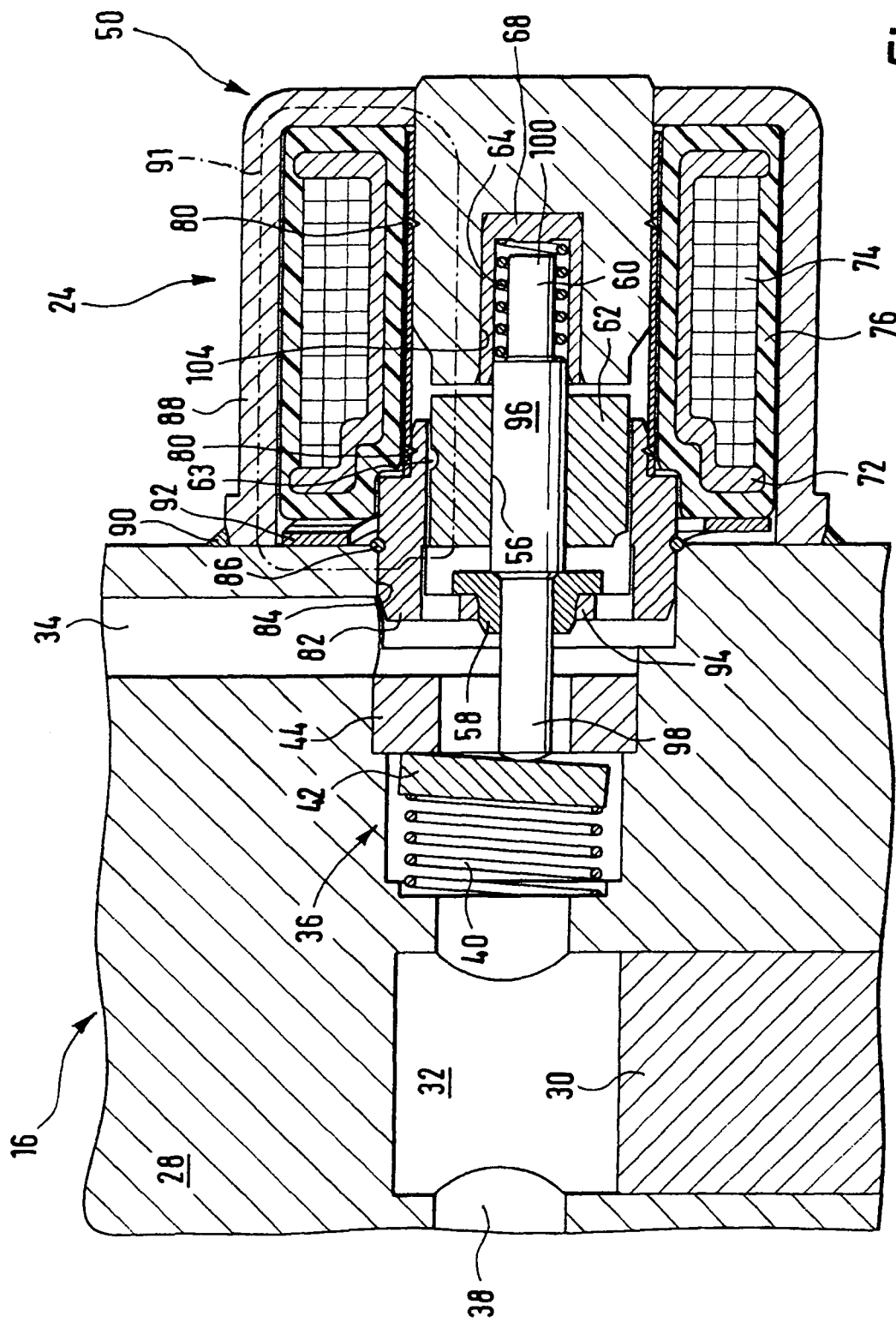


Fig. 15

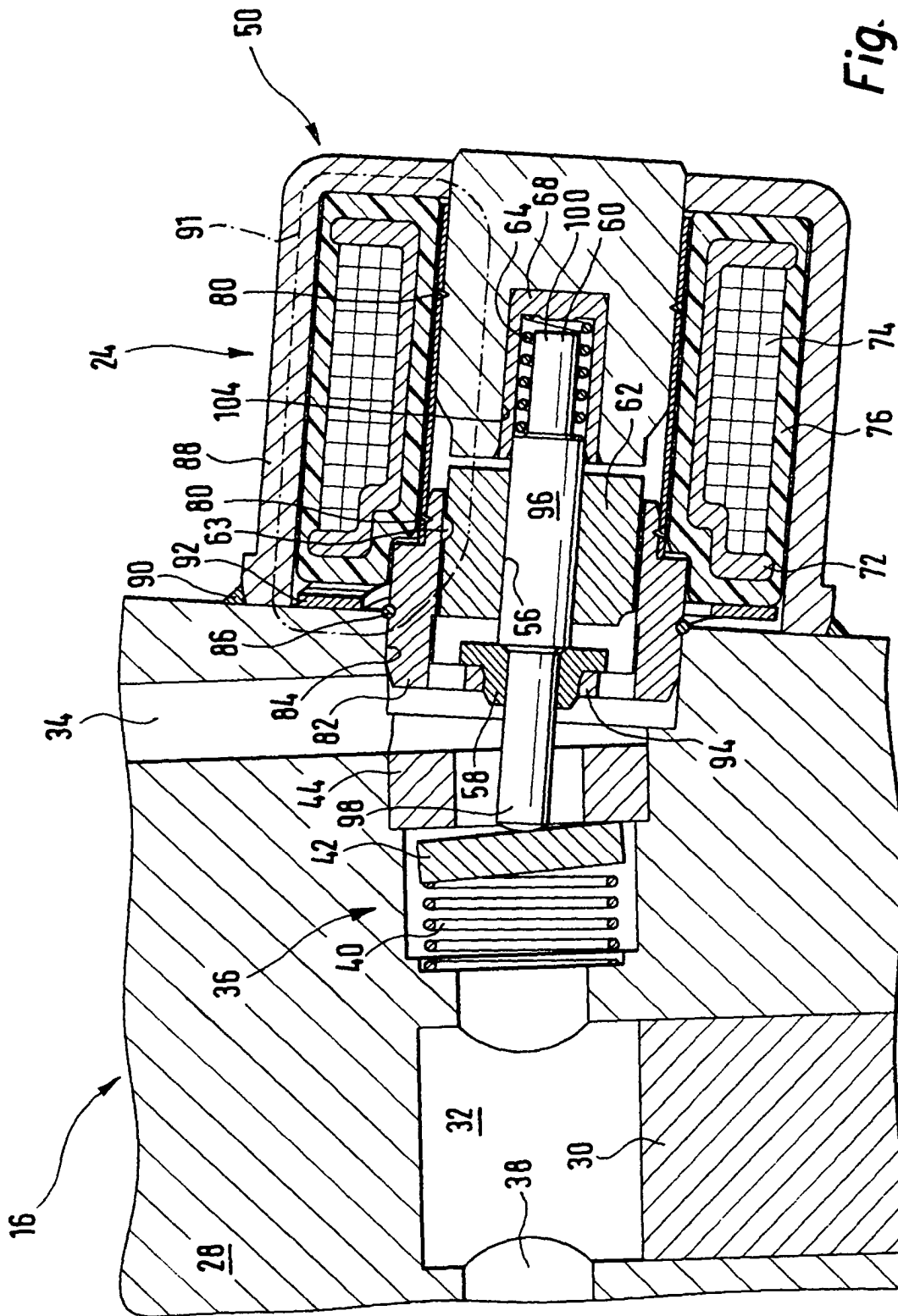


Fig. 16



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 5089

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 6 148 796 A (KRIMMER ERWIN ET AL) 21. November 2000 (2000-11-21) * das ganze Dokument * ---	1-3,6, 11,13, 14,17,18	F02M63/02 F02M59/02 F02M59/20 F02M59/36 F02M59/46 F04B7/04 F04B49/22 F04B49/24
A	DE 43 13 110 A (REXROTH MANNESMANN GMBH) 6. Oktober 1994 (1994-10-06) * Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 6, Zeile 11; Abbildungen 2,3 *	1,2	
A	US 4 647 008 A (IZUO TAKASHI ET AL) 3. März 1987 (1987-03-03) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,2	
A	US 5 775 301 A (GANSER MARCO A) 7. Juli 1998 (1998-07-07) * Anspruch 1; Abbildung 2 *	1-3,6,8, 9,18	
A	US 2001/048091 A1 (MIYAMOTO YUTAKA ET AL) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) * Absatz [0091] - Absatz [0115]; Abbildungen 8-13B *	1,2,4, 8-10	
A	DE 197 51 240 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 20. Mai 1999 (1999-05-20) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02M F04B
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 18. August 2004	Prüfer Landriscina, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 00 5089

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6148796 A	21-11-2000	DE 29800346 U1 EP 0929086 A2	12-05-1999 14-07-1999
DE 4313110 A	06-10-1994	DE 4313110 A1	06-10-1994
US 4647008 A	03-03-1987	JP 1847614 C JP 5059307 B JP 61052474 A	07-06-1994 30-08-1993 15-03-1986
US 5775301 A	07-07-1998	AT 199966 T DE 59606610 D1 EP 0745764 A2 JP 8326619 A US 5694903 A	15-04-2001 26-04-2001 04-12-1996 10-12-1996 09-12-1997
US 2001048091 A1	06-12-2001	JP 2002039420 A JP 2002106740 A DE 10136705 A1	06-02-2002 10-04-2002 07-03-2002
DE 19751240 A	20-05-1999	DE 19751240 A1 WO 9925595 A1	20-05-1999 27-05-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82