

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 703 119 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2006 Patentblatt 2006/38

(51) Int Cl.:

F02M 51/06 (2006.01)

F02M 63/00 (2006.01)

F02M 61/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 06100017.0

(22) Anmeldetag: 02.01.2006

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: 28.02.2005 DE 102005008972

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

(72) Erfinder:

- Schuerg, Stefan
71636, Ludwigsburg (DE)
- Stoecklein, Wolfgang
70176, Stuttgart (DE)

(54) Einspritzdüse

(57) Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, - mit einer Düsennadel (3), die in einem Düsenkörper (2) hubverstellbar gelagert ist und mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch (5) steuerbar ist,
- mit einem Übersetzerkolben (18), der mit einem Aktor (17) antriebsgekoppelt ist,
- mit einem Kopplerkolben (24), der eine erste Kopplerfläche (25) und eine zweite Kopplerfläche (26) aufweist,
- wobei der Übersetzerkolben (18) eine Übersetzerfläche (22) aufweist, die mit der ersten Kopplerfläche (25) hydraulisch gekoppelt ist,
- wobei die Düsennadel (3) oder ein die Düsennadel (3) umfassender Nadelverband (9) eine Steuerfläche (14) aufweist, die mit der zweiten Kopplerfläche (26) hydraulisch gekoppelt ist.

Zur preiswerten Realisierung kurzer Einspritzzeiten und kleiner Einspritzmengen, ist eine Mitnehmerkopplung (29) vorgesehen, die zumindest zum Beginn eines zum Öffnen der Düsennadel (3) dienenden Öffnungshubs des Übersetzerkolbens (18) den Kopplerkolben (24) mit dem Übersetzerkolben (18) mechanisch antriebskoppelt.

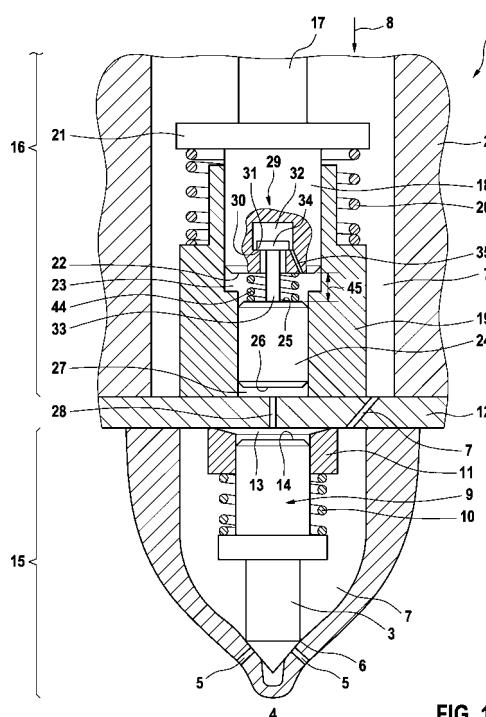


FIG. 1

Beschreibung

Stand der Technik

- 5 [0001] Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.
- [0002] Eine derartige Einspritzdüse ist aus der EP 1 174 615 A2 bekannt und umfasst eine Düsenadel, die in einem Düsenkörper hubverstellbar gelagert ist und mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch steuerbar ist. Die Einspritzdüse enthält einen Übersetzerkolben, der mit einem Aktor antriebsgekoppelt ist, derart, dass eine Hubverstellung des Aktors zwangsläufig eine identische Hubverstellung des Übersetzerkolbens bewirkt. Des Weiteren ist ein Kopplerkolben vorgesehen, der eine erste Kopplerfläche und eine zweite Kopplerfläche aufweist. Der Übersetzerkolben ist mit einer Übersetzerfläche ausgestattet, die mit der ersten Kopplerfläche hydraulisch gekoppelt ist. Des Weiteren ist die Düsenadel mit einer Steuerfläche ausgestattet, die mit der zweiten Kopplerfläche hydraulisch gekoppelt ist. Zum Öffnen der Düsenadel führt der Übersetzerkolben, angetrieben durch den Aktor einen Öffnungshub durch, der zu einem Druckabfall an der Übersetzerfläche und somit an der ersten Kopplerfläche führt. In der Folge führt auch der Kopplerkolben einen Hub durch, der seinerseits zu einem Druckabfall an der zweiten Kopplerfläche und somit an der Steuerfläche führt. Durch den Druckabfall an der Steuerfläche überwiegen die an der Düsenadel angreifenden Öffnungskräfte und treiben die Düsenadel zum Öffnen an.
- [0003] Um die Düsenadel möglichst direkt zum Öffnen ansteuern zu können, ist bei der bekannten Einspritzdüse eine Mitnehmerkopplung vorgesehen, die zumindest zu Beginn eines zum Öffnen der Düsenadel dienenden Öffnungshubs des Übersetzerkolbens den Kopplerkolben mit der Düsenadel mechanisch antriebskoppelt. Hierdurch ist die Öffnungsbewegung der Düsenadel zumindest zu Beginn des Öffnungshubs des Übersetzerkolbens unmittelbar und mechanisch mit der Öffnungsbewegung des Kopplerkolbens zwangsgekoppelt. Die Düsenadel spricht somit beim Öffnungsvorgang sehr direkt an und bewegt sich zumindest zu Beginn des Öffnungshubs synchron zum Kopplerkolben.
- [0004] Problematisch ist dabei, dass zur Realisierung einer derartigen Mitnehmerkopplung sehr enge Toleranzen eingehalten werden müssen, was die Herstellung der bekannten Einspritzdüse entsprechend aufwändig und teuer macht.

Vorteile der Erfindung

- 30 [0005] Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass keine mechanische Kopplung zwischen Düsenadel und Kopplerkolben vorliegt, so dass Kopplerkolben und Düsenadel hinsichtlich ihrer Toleranzen voneinander entkoppelt sind. Die Fertigung der Einspritzdüse wird dadurch erheblich vereinfacht. Zwar sind bei der erfindungsgemäßen Einspritzdüse Toleranzen zwischen Übersetzerkolben und Kopplerkolben einzuhalten, um die Mitnehmerkopplung realisieren zu können, jedoch sind diese Toleranzen weniger eng und liegen insbesondere in üblichen Toleranzbereichen.
- [0006] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Mitnehmerkopplung wirkt somit zwischen dem Übersetzerkolben und dem Kopplerkolben und führt somit zumindest zu Beginn des Öffnungshubs des Übersetzerkolbens zu einer direkten antriebsmäßigen Zwangskopplung zwischen Übersetzerkolben und Kopplerkolben. Das bedeutet, dass der Kopplerkolben unmittelbar den Hub des Übersetzerkolbens und somit unmittelbar den Hub des Aktors durchführt, zumindest zu Beginn des Öffnungshubs des Übersetzerkolbens. Unabhängig von den Druckverhältnissen an der Übersetzerfläche und an der ersten Kopplerfläche bewirkt die Hubverstellung des Kopplerkolbens den Druckabfall an der zweiten Kopplerfläche und somit an der Steuerfläche unmittelbar, wodurch die Düsenadel ausschließlich durch die hydraulischen Öffnungskräfte zum Öffnen angetrieben wird.
- [0007] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Düsenkörper eine Zwischenplatte aufweisen, die einen Nadelbereich, in dem die Düsenadel angeordnet ist, von einem Steuerbereich trennt, in dem der Aktor, der Übersetzerkolben und der Kopplerkolben angeordnet sind. Dabei ist dann ein Steuerpfad, der die zweite Kopplerfläche mit der Steuerfläche hydraulisch koppelt, durch die Zwischenplatte hindurchgeführt. Auf diese Weise werden im Düsenkörper die beiden Bereiche, nämlich der Nadelbereiche und der Steuerbereich, realisiert, die grundsätzlich, insbesondere im Hinblick auf Toleranzen, unabhängig voneinander gefertigt werden können. Auf diese Weise vereinfacht sich die seriennormale Produktion der Einspritzdüsen.
- [0008] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Einspritzdüse ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Zeichnungen

- 55 [0009] Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzdüse sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgen näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig.1 bis 3 jeweils einen stark vereinfachten, prinzipiellen Längsschnitt durch eine Einspritzdüse nach der Erfindung bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

[0010] Entsprechend den Fig. 1 bis 3 umfasst eine erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 einen Düsenkörper 2, in dem auf geeignete Weise eine Düsenadel 3 hubverstellbar gelagert ist. Die Einspritzdüse 1 dient zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Einspritzraum 4 einer Brennkraftmaschine, die insbesondere in einem Kraftfahrzeug angeordnet sein kann. Die Einspritzung von Kraftstoff durch zumindest ein Spritzloch 5 ist mit Hilfe der Düsenadel 3 steuerbar. Die Düsenadel 3 wirkt hierzu mit einem Nadelsitz 6 zusammen. In ihrer hier gezeigten Ausgangsstellung oder Schließstellung oder Sperrstellung sitzt die Düsenadel 3 im Nadelsitz 6 und trennt dadurch das wenigstens eine Spritzloch 5 von einem Zuführpfad 7, der dem wenigstens einen Spritzloch 5 unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt. Dieser Zuführpfad 7 erstreckt sich innerhalb des Düsenkörpers 2 und ist an eine Kraftstoffversorgung 8 angeschlossen, die hier durch einen Pfeil symbolisiert ist. Der Zuführpfad 7 verläuft dabei so im Düsenkörper 2, dass die inneren Komponenten der Einspritzdüse 1 quasi in dem unter Hochdruck stehenden Kraftstoff schwimmen. Bei einem sogenannten Common-Rail-System umfasst die Kraftstoffversorgung 8 eine gemeinsame Hochdruckleitung, an welche die Zuführpfade 7 mehrerer Einspritzdüsen 1 angeschlossen sind.

[0011] Die Düsenadel 3 ist hier Bestandteil eines Nadelverbands 9, der aus mehreren Gliedern besteht, die gemeinsam hubverstellbar sind. Die einzelnen Glieder können lose aneinander liegen oder aneinander befestigt sein oder aus einem Stück hergestellt sein.

[0012] Die Düsenadel 3 bzw. der Nadelverband 9 wirkt mit einer Schließdruckfeder 10 zusammen, welche die Düsenadel 3 bzw. den Nadelverband 9 in Schließrichtung, also in den Nadelsitz 6 vorspannt. Hierzu stützt sich die Schließdruckfeder 10 einenends am Nadelverband 9 bzw. an der Düsenadel 3 ab und anderenends einer Dichthülse 11, die den Nadelverband 9 an einem von dem wenigstens einen Spritzloch 5 entfernten Ende koaxial umschließt. Über die Schließdruckfeder 10 wird diese Dichthülse 11 gleichzeitig gegen eine Zwischenplatte 12 angepresst, die einen Bestandteil des Düsenkörpers 2 bildet. Die Dichthülse 11 umschließt einen Steuerraum 13, der außerdem von der Zwischenplatte 12 axial begrenzt ist.

[0013] Die Düsenadel 3 bzw. der Nadelverband 9 weist eine Steuerfläche 14 auf, die ebenfalls den Steuerraum 13 begrenzt. Die Steuerfläche 14 ist von dem wenigstens einen Spritzloch 5 abgewandt, so dass daran angreifende Druckkräfte Schließkräfte in die Düsenadel 3 bzw. in den Nadelverband 9 Schließkräfte einleiten.

[0014] Die Zwischenplatte 12 unterteilt den Düsenkörper 2 in einen in den Figuren unten liegenden Nadelbereich 15 und einen oberhalb der Zwischenplatte 12 angeordneten Steuerebereich 16. Die im Nadelbereich 15 angeordnete Düsenadel 3 bzw. der Nadelverband 9 ist mechanisch von den im Steuerebereich 16 angeordneten Komponenten der Einspritzdüse 1 entkoppelt. Insbesondere sind die Komponenten des Nadelbereichs 15 von den Komponenten des Steuerebereichs 16 hinsichtlich Toleranzen unabhängig, was die Fertigung vereinfacht. Der Verbindungspfad 7 ist dabei auf geeignete Weise durch die Zwischenplatte 12 hindurchgeführt.

[0015] Die Einspritzdüse 1 enthält in ihrem Steuerebereich 16 einen Aktor 17, der vorzugsweise als Piezoaktuator ausgestaltet ist, und der in Abhängigkeit seines Energielevels bzw. des anliegenden Stroms eine variierende axiale Länge aufweist, wobei die Axialrichtung parallel zur Hubrichtung der Düsenadel 3 verläuft. Bei einem ersten Energielevel, der im folgenden auch als Bestromung bezeichnet wird, besitzt der Aktor 17 eine große bzw. seine größte axiale Ausdehnung. Im Unterschied dazu weist er bei einem zweiten Energielevel, der im folgenden auch als Entstromung bezeichnet wird, eine kleinere bzw. seine kleinste axiale Erstreckung auf.

[0016] Der Aktor 17 ist mit einem Übersetzerkolben 18 antriebsgekoppelt, derart, dass ein Hub des Aktors 17 zwangsläufig denselben Hub am Übersetzerkolben 18 bewirkt. Der Übersetzerkolben 18 ist in einer Lagerhülse 19 hubverstellbar gelagert, die an der Zwischenplatte 12 axial abgestützt ist. Des Weiteren ist eine Öffnungsdruckfeder 20 vorgesehen, die sich einenends an der Lagerhülse 19 und anderenends an einer Scheibe 21 abstützt, über welche der Übersetzerkolben 18 mit dem Aktor 17 fest verbunden ist. Die Öffnungsdruckfeder 20 treibt somit den Übersetzerkolben 18 in einer von der Düsenadel 3 weg gerichteten Richtung an.

[0017] Der Übersetzerkolben 18 weist eine Übersetzerfläche 22 auf, die einen Übersetzerraum 23 begrenzt. Der Übersetzerraum 23 ist dabei innerhalb der Lagerhülse 19 ausgebildet und somit von der Lagerhülse 19 eingefasst.

[0018] Des Weiteren ist ein Kopplerkolben 24 vorgesehen, der ebenfalls in der Lagerhülse 19 hubverstellbar gelagert ist. Der Kopplerkolben 24 besitzt eine erste Kopplerfläche 25, die vom wenigstens einen Spritzloch 5 abgewandt ist, sowie eine zweite Kopplerfläche 26, die dem wenigstens einen Spritzloch 5 zugewandt ist. Die erste Kopplerfläche 25 begrenzt ebenfalls den Übersetzerraum 23 und liegt der Übersetzerfläche 22 gegenüber. Übersetzerfläche 22 und erste Kopplerfläche 25 sind miteinander hydraulisch gekoppelt.

[0019] Im Unterschied dazu ist die zweite Kopplerfläche 26 mit der Steuerfläche 14 hydraulisch gekoppelt. Dabei begrenzt die zweite Kopplerfläche 26 einen Kopplerraum 27, der außerdem gegenüber der zweiten Kopplerfläche 26 von der Zwischenplatte 12 begrenzt ist sowie von der Lagerhülse 19 eingefasst ist. Die Zwischenplatte 12 enthält zumindest einen Steuerkanal 28, über welchen der Steuerraum 13 mit dem Kopplerraum 27 kommuniziert. Die hydraulische Kopplung zwischen Steuerfläche 14 und zweiter Kopplerfläche 26 erfolgt somit über den Steuerraum 13, durch

den Steuerkanal 28 und über den Kopplerraum 27. Ein Steuerpfad, der die zweite Kopplerfläche 26 mit der Steuerfläche 14 hydraulisch koppelt, umfasst somit den Steuerraum 13, den Kopplerraum 27 sowie den wenigstens einen Steuerkanal 28 und ist somit durch die Zwischenplatte 12 hindurchgeführt.

[0020] Erfindungsgemäß ist nun außerdem eine Mitnehmerkopplung 29 vorgesehen, die so ausgestaltet ist, dass sie den Kopplerkolben 24 zumindest zu Beginn eines Öffnungshubs des Übersetzerkolbens 18, der zum Öffnen der Düsennadel 3 dient, mit dem Übersetzerkolben 18 mechanisch antriebskoppelt. Durch diese antriebsmäßige Zwangskopplung wird der Kopplerkolben 24 zumindest am Anfang des Öffnungshubs des Übersetzerkolbens 18 synchron zum Übersetzerkolben 18 hubverstellt. Das bedeutet, dass ein Hub des Aktors 17, den dieser beim Entstromen durchführt, zunächst direkt auf den Übersetzerkolben 18 und mit Hilfe der Mitnehmerkopplung 29 direkt auf den Kopplerkolben 24 übertragen wird, so dass der Kopplerkolben 24 letztlich denselben Hub durchführt wie der Aktor 17.

[0021] Die Mitnehmerkopplung 29 umfasst bei den hier gezeigten Ausführungsformen eine erste Mitnehmerkontur 30, die fest mit dem Übersetzerkolben 18 verbunden ist, sowie eine zweite Mitnehmerkontur 31, die fest mit dem Kopplerkolben 24 verbunden ist.

[0022] Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform enthält der Übersetzerkolben 18 einen ersten Mitnehmerraum 32, innerhalb dem die erste Mitnehmerkontur 30 in Form eines Hinterschnitts ausgebildet ist. Der Kopplerkolben 24 weist eine Stange 33 auf, die vom Kopplerkolben 24 axial absteht und in den ersten Mitnehmerraum 32 hineinragt. Dort trägt die Stange 33 einen Kopf 34, an dem die zweite Mitnehmerkontur 31 ausgebildet ist, so dass diese die erste Mitnehmerkontur 30 innerhalb des ersten Mitnehmerraums 32 hängt. Der erste Mitnehmerraum 32 ist zum Kopplerkolben 24 hin offen und ist mit dem Übersetzerraum 23 hydraulisch gekoppelt, was beispielsweise über wenigstens einen Verbindungskanal 35 erfolgt.

[0023] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist ebenfalls ein Mitnehmerraum vorgesehen, der jedoch nicht im Übersetzerkolben 18, sondern im Kopplerkolben 24 ausgebildet ist und im folgenden als zweiter Mitnehmerraum 36 bezeichnet wird. Im zweiten Mitnehmerraum 36 ist dann die zweite Mitnehmerkontur 31 angeordnet und zweckmäßig als Hinterschnitt ausgestaltet. Die erste Mitnehmerkontur 30 ist dann an einem Kopf 37 einer Stange 38 ausgebildet, die fest mit dem Übersetzerkolben 18 verbunden ist und in den zweiten Mitnehmerraum 36 eintaucht. Dementsprechend hängt die erste Mitnehmerkontur 30 innerhalb des zweiten Mitnehmerraums 36 die zweite Mitnehmerkontur 31. Auch der zweite Mitnehmerraum 36 kommuniziert insbesondere über wenigstens einen Verbindungskanal 39 mit dem Übersetzerraum 23 und ist zum Übersetzerkolben 18 hin offen.

[0024] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform sind zwei Mitnehmerräume vorgesehen, nämlich der im Übersetzerkolben 18 ausgebildete erste Mitnehmerraum 32 und der im Kopplerkolben 24 ausgebildete zweite Mitnehmerraum 36. Die erste Mitnehmerkontur 30 ist im ersten Mitnehmerraum 32, insbesondere in Form eines Hinterschnitts, ausgebildet. Die zweite Mitnehmerkontur 31 ist hier im zweiten Übersetzerraum 36 angeordnet, vorzugsweise in Form eines Hinterschnitts. Zur Kopplung der beiden Mitnehmerkonturen 30, 31 ist ein Koppelglied 40 vorgesehen, das eine Stange 41 aufweist, die an beiden axialen Enden jeweils in einen der Mitnehmerräume 32 und 36 hineinragt und dort jeweils einen Kopf 42 bzw. 43 aufweist, der die jeweilige als Hinterschnitt ausgebildete Mitnehmerkontur 30 bzw. 31 hängt.

[0025] Bei den hier gezeigten Ausführungsformen ist außerdem jeweils zumindest eine Rückstellfeder 44 vorgesehen, die einenends am Übersetzerkolben 18 und anderenends am Kopplerkolben 24 abgestützt ist und welche die genannten Kolben 18, 24 axial voneinander weg antreibt. Angetrieben durch die Rückstellfeder 44 kann sich ein Abstand 45 zwischen Übersetzerkolben 18 und Kopplerkolben 24 vergrößern. Der maximal einstellbare Abstand 45 ist dabei durch die Mitnehmerkopplung 29 definiert bzw. begrenzt. Bei Erreichen des maximalen Abstands 45 stehen die Mitnehmerkonturen 30, 31 entweder direkt wie bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 oder indirekt über das Koppelglied 40 wie in Fig. 3 miteinander in Eingriff.

[0026] Bei den hier gezeigten Ausführungsformen ist die Mitnehmerkopplung 29 außerdem so gestaltet, dass eine Relativverstellung zwischen Übersetzerkolben 18 und Kopplerkolben 24 möglich ist, und zwar so, dass sich der Abstand 45 dabei verkleinert. Erreicht wird dies bei den hier gezeigten Ausführungsformen dadurch, dass die jeweiligen Köpfe 34, 37, 42 und 43 am jeweiligen Hinterschnitt 30, 31 nur lose aufliegen und sich dadurch in den jeweiligen Mitnehmerräumen 32 bzw. 36 hinein bewegen und vom jeweiligen Hinterschnitt 30, 31 abheben bzw. entfernen können. Diese Relativbewegung zwischen Übersetzerkolben 18 und Kopplerkolben 24 erfolgt dann entgegen der Druckkraft der Rückstellfeder 44.

[0027] Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 wird im folgenden anhand der Ausführungsform gemäß Fig. 1 näher erläutert.

[0028] Im gezeigten Ausgangszustand ist der Aktor 17 bestromt und besitzt seine größte axiale Ausdehnung. Die Düsennadel 3 sitzt in ihrem Sitz 6 und versperrt das wenigstens eine Spritzloch 5. Der Kopplerkolben 24 besitzt seinen größten Abstand 45 vom Übersetzerkolben 18. Die Mitnehmerkonturen 30, 31 der Mitnehmerkopplung 29 stehen in Eingriff. Im Steuerraum 13, im Kopplerraum 27, im Übersetzerraum 23 und im Mitnehmerraum 32 herrscht jeweils derselbe Druck wie im Zuführpfad 7, also der Kraftstoffhochdruck. Dieser Druckausgleich kann beispielsweise durch gezieltes Spiel bzw. durch gezielte Leckagen im Bereich der Lagerungen von Übersetzerkolben 18, Kopplerkolben 24 und Düsennadel 3 bzw. Nadelverband 9 realisiert werden. Ebenso können geeignete Drosselbohrungen vorgesehen sein, welche die jeweiligen Räume mit dem Zuführpfad 7 verbinden.

[0029] Zum Starten eines Einspritzvorgangs wird der Aktor 17 entstromt, wodurch sich dieser zusammenzieht. Der Aktor 17 wird hierbei invers betrieben, d.h., eine Bestromung des Aktors 17 bewirkt ein Schließen der Düsenadel 3, während ein Entstromen des Aktors 17 das Öffnen der Düsenadel 3 bewirkt. Da sich die axiale Länge des Aktors 17 durch seine inverse Betätigung reduziert, führt der damit zwangsgekoppelte Übersetzerkolben 18 einen Öffnungshub aus. Zu Beginn dieses Öffnungshubs, der vom wenigsten einen Spritzloch 5 weggerichtet ist, erzwingt die Mitnehmerkopplung 29 zwangsläufig auch eine Hubverstellung des Kopplerkolbens 24. Auf diese Weise entfernt sich die zweite Kopplerfläche 26 von der Zwischenplatte 12, wodurch sich das Volumen des Kopplerraums 27 vergrößert. Damit geht ein Druckabfall im Kopplerraum 27 einher, der sich über den Steuerpfad bis zu Steuerfläche 14 fortpflanzt. Der Druckabfall an der Steuerfläche 14 reduziert die an der Düsenadel 3 bzw. am Nadelverband 9 angreifenden, in Schließrichtung wirksamen Kräfte. In der Folge kommt es zu einer in Öffnungsrichtung orientierten resultierenden Kraft, so dass die Düsenadel 3 aus ihrem Sitz 6 abhebt. Das wenigstens eine Spritzloch 5 kann dann mit dem Zuführpfad 7 kommunizieren; der Einspritzvorgang beginnt.

[0030] Das Öffnen der Düsenadel 3 erfolgt aufgrund der Mitnehmerkopplung 29 sehr direkt, was es ermöglicht, die Öffnungszeit der Düsenadel 3 recht exakt vorzugeben. Durch ein Verhältnis von zweiter Kopplungsfläche 26 zu Steuerfläche 14 kann eine gewünschte Übersetzung der Hubverstellung des Aktors 17 und des Öffnungshubs der Düsenadel 3 eingestellt werden. Zur Realisierung kleiner Öffnungshübe ist dabei keine große Übersetzung erforderlich, so dass insbesondere ein Übersetzungsverhältnis von 1, also keine Übersetzung, vorgesehen sein kann. Die zweite Kopplerfläche 26 ist dann gleichgroß wie die Steuerfläche 14. Mit Hilfe direktsteuerbarer kleiner Nadelhübe lassen sich extrem kurze Einspritzzeiten und somit extrem kleine Einspritzmengen realisieren.

[0031] Um größere Einspritzmengen zu realisieren, wird der Aktor 17 länger betätigt. Die Übersetzerfläche 22 ist üblicherweise größer als die erste Kopplerfläche 25. Dies hat zur Folge, dass beim Öffnungshub des Übersetzerkolbens 18 das Volumen des Übersetzerraums 23 zunimmt. Dementsprechend kommt es auch im Übersetzerraum 23 zu einem Druckabfall. Während der Druckabfall im Kopplerraum 27 durch die Öffnungsbewegung der Düsenadel 3 im wesentlichen kompensiert wird bzw. begrenzt ist (zumindest zunächst), sinkt der Druck im Übersetzerraum 23 weiter ab, solange bis am Kopplerkolben 24 die an der zweiten Kopplerfläche 26 angreifenden Kräfte gegenüber den an der ersten Kopplerfläche 25 angreifenden Kräfte überwiegen. Ab diesem Kräfteausgleich ist der Öffnungshub des Kopplerkolbens 24 schneller als der Öffnungshub des Übersetzerkolbens 18, so dass sich der Kopplerkolben 24 unter Verringerung des Abstands 45 auf den Übersetzerkolben 18 zubewegt. Diese Relativbewegung wird durch die erfundungsgemäße Mitnehmerkopplung 29 ermöglicht. In der Folge nimmt der Druckabfall im Kopplerraum 27 wieder zu, was erneut die Düsenadel 3 in Öffnungsrichtung beschleunigt.

[0032] Für das Verhältnis von Öffnungshub des Aktors 17 zu Öffnungshub der Düsenadel 3 gilt nun das Verhältnis von Steuerfläche 14 zu Übersetzerfläche 22. Zweckmäßig ist diese Übersetzerfläche 22 deutlich größer als die Steuerfläche 14, so dass ein bestimmter Hub des Aktors 17 einen entsprechend größeren Hub an der Düsenadel 3 erzeugt. Die Düsenadel 3 kann somit extrem rasch weit geöffnet werden. Dies ist zur Realisierung von großen Einspritzmengen bei vergleichsweise kurzen Einspritzzeiten von Vorteil. Die große Übersetzung gewährleistet dabei eine vergleichsweise kurze Baulänge für den Aktor 17, wodurch die Einspritzdüse 1 insgesamt vergleichsweise kompakt bauen kann.

[0033] Zum Schließen der Düsenadel 3 wird der Aktor 17 wieder bestromt, wodurch sich seine Länge vergrößert und sich der Übersetzerkolben 18 wieder in Richtung des wenigstens einen Spritzlochs 5 verstellt. Hierbei wird das Volumen des Übersetzerraums 23 verkleinert, wodurch darin der Druck ansteigt. Dieser Druckanstieg bewirkt dann eine entsprechende Verstellbewegung des Kopplerkolbens 24 in Richtung auf das wenigstens eine Spritzloch 5, wobei diese Verstellbewegung durch die Rückstellfeder 44 unterstützt ist. In der Folge kommt es zu einem Druckanstieg im Kopplerraum 27, der einen entsprechenden Druckanstieg an der Steuerfläche 14 auslöst, was die Kräfteverhältnisse an der Düsenadel 3 bzw. am Nadelverband 9 soweit ändert, dass daraus eine Schließkraft resultiert, welche die Düsenadel 3 in deren Sitz 6 antreibt.

[0034] Die Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 arbeiten analog zur Variante gemäß Fig. 1 und müssen daher nicht näher erläutert werden.

[0035] Bei der vorliegenden Erfindung ist von entscheidendem Vorteil, dass der Nadelbereich 15 hinsichtlich Toleranzen und Ausrichtung der darin enthaltenen beweglichen Komponenten völlig unabhängig vom Steuerbereich 16 hergestellt werden kann, da insbesondere keine mechanische Kopplung zwischen Düsenadel 3 und Kopplerkolben 24 realisiert werden muss. Die Ausgestaltung der Mitnehmerkopplung 29 ausschließlich im Steuerbereich 16 lässt sich erheblich einfacher realisieren, da die innerhalb des Steuerbereichs 16 einzuhaltenden Toleranzen in einem größeren Bereich liegen können.

[0036] Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|---|---------------|
| 55 | 1 | Einspritzdüse |
| | 2 | Düsenkörper |
| | 3 | Düsenadel |
| | 4 | Einspritzraum |

5	Spritzloch
6	Nadelsitz
7	Zuführpfad
8	Kraftstoffversorgung
5	9 Nadelverband
	10 Öffnungsdruckfeder
	11 Dichthülse
	12 Zwischenplatte
	13 Steuerraum
10	14 Steuerfläche
	15 Nadelbereich
	16 Steuerbereich
	17 Aktor
	18 Übersetzerkolben
15	19 Lagerhülse
	20 Öffnungsdruckfeder
	21 Scheibe
	22 Übersetzerfläche
	23 Übersetzerraum
20	24 Kopplerkolben
	25 erste Kopplerfläche
	26 zweite Kopplerfläche
	27 Kopplerraum
	28 Steuerkanal
25	29 Mitnehmerkopplung
	30 erste Mitnehmerkontur
	31 zweite Mitnehmerkontur
	32 erster Mitnehmerraum
30	33 Stange
	34 Kopf
	35 Verbindungskanal
	36 zweiter Mitnehmerraum
	37 Kopf
35	38 Stange
	39 Verbindungskanal
	40 Koppelglied
	41 Stange
	42 Kopf
40	43 Kopf
	44 Rückstellfeder
	45 Abstand

45 Patentansprüche

1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
 - mit einer Düsenadel (3), die in einem Düsenkörper (2) hubverstellbar gelagert ist und mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch (5) steuerbar ist,
 - mit einem Übersetzerkolben (18), der mit einem Aktor (17) antriebsgekoppelt ist,
 - mit einem Kopplerkolben (24), der eine erste Kopplerfläche (25) und eine zweite Kopplerfläche (26) aufweist,
 - wobei der Übersetzerkolben (18) eine Übersetzerfläche (22) aufweist, die mit der ersten Kopplerfläche (25) hydraulisch gekoppelt ist,
 - wobei die Düsenadel (3) oder die Düsenadel (3) umfassender Nadelverband (9) eine Steuerfläche (14) aufweist, die mit der zweiten Kopplerfläche (26) hydraulisch gekoppelt ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Mitnehmerkopplung (29) vorgesehen ist, die zumindest zum Beginn eines zum Öffnen der Düsenadel (3) dienenden Öffnungshubs des Übersetzerkolbens (18) den Kopplerkolben (24) mit dem Übersetzerkolben (18) mechanisch antriebskoppelt.

- 5 **2.** Einspritzdüse nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** die Mitnehmerkopplung (29) zumindest eine mit dem Übersetzerkolben (18) fest verbundene erste Mitnehmerkontur (30) und zumindest eine mit dem Kopplerkolben (24) fest verbundene zweite Mitnehmerkontur (31) aufweist,
 - **dass** die Mitnehmerkonturen (30, 31) zumindest zu Beginn des Öffnungshubs des Übersetzerkolbens (18) indirekt über ein Koppelglied (40) oder direkt miteinander in Eingriff stehen.
- 10 **3.** Einspritzdüse nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die eine Mitnehmerkontur (30, 31) einen Hinterschnitt bildet, den die andere Mitnehmerkontur (30, 31) oder das Koppelglied (40) hintergreift.
- 15 **4.** Einspritzdüse nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Übersetzerkolben (18) und/oder der Kopplerkolben (24) einen zum jeweils anderen Kolben (18, 24) hin offenen Mitnehmerraum (32, 36) aufweist/aufweisen, in dem die dem jeweiligen Kolben (18, 24) zugeordnete Mitnehmerkontur (30, 31) ausgebildet ist.
- 20 **5.** Einspritzdüse nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die dem jeweils anderen Kolben (18, 24) zugeordnete Mitnehmerkontur (30, 31) oder das Koppelglied (40) in den Mitnehmerraum (32, 36) hineinragt.
- 25 **6.** Einspritzdüse nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Mitnehmerraum (32, 36) mit einem Übersetzerraum (23) hydraulisch gekoppelt ist, der von der Übersetzerfläche (22) und von der ersten Kopplerfläche (25) begrenzt ist.
- 30 **7.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** der Düsenkörper (2) eine Zwischenplatte (12) aufweist, die einen Nadelbereich (15), in dem die Düsenadel (3) angeordnet ist, von einem Steuerbereich (16) trennt, in dem der Aktor (17), der Übersetzerkolben (18) und der Kopplerkolben (24) angeordnet sind,
 - **dass** ein die zweite Kopplerfläche (26) mit der Steuerfläche (14) hydraulisch koppelnder Steuerpfad durch die Zwischenplatte (12) hindurch geführt ist.
- 35 **8.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mitnehmerkopplung (29) so ausgestaltet ist, dass sie eine Relativverstellung zwischen Übersetzerkolben (18) und Kopplerkolben (24) ermöglicht, die einen Abstand (45) zwischen Übersetzerkolben (18) und Kopplerkolben (24) reduziert, der zu Beginn des Öffnungshubs des Übersetzerkolbens (18) vorliegt.
- 40 **9.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Rückstellfeder (44) vorgesehen ist, die sich einerseits am Übersetzerkolben (18) und andererseits am Kopplerkolben (24) abstützt und die Übersetzerkolben (18) und Kopplerkolben (24) voneinander weg antreibt.
- 45 **10.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** die Übersetzerfläche (22) und die erste Kopplerfläche (25) einen Übersetzerraum (23) begrenzen,

EP 1 703 119 A1

- **dass** die zweite Kopplerfläche (26) einen Kopplerraum (27) begrenzt,
- **dass** die Steuerfläche (14) einen Steuerraum (13) begrenzt, der mit dem Kopplerraum (27) hydraulisch gekoppelt ist,
- **dass** das Volumen des Übersetzerraums (23) größer ist als das Gesamtvolumen von Kopplerraum (27) und Steuerraum (13).

5

11. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Übersetzerfläche (22) größer ist als die erste Kopplerfläche (25) und/oder als die Steuerfläche (14).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

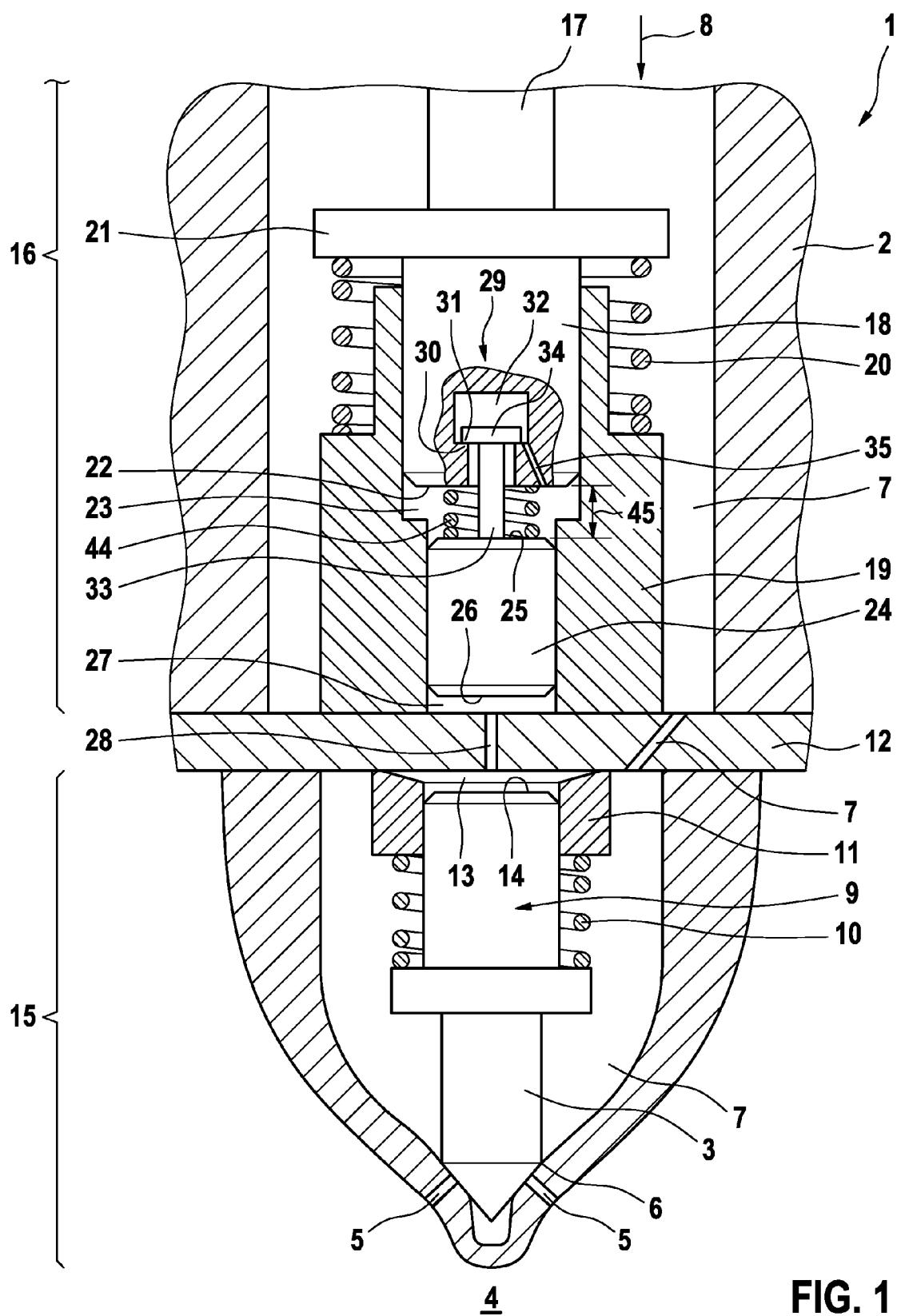


FIG. 1

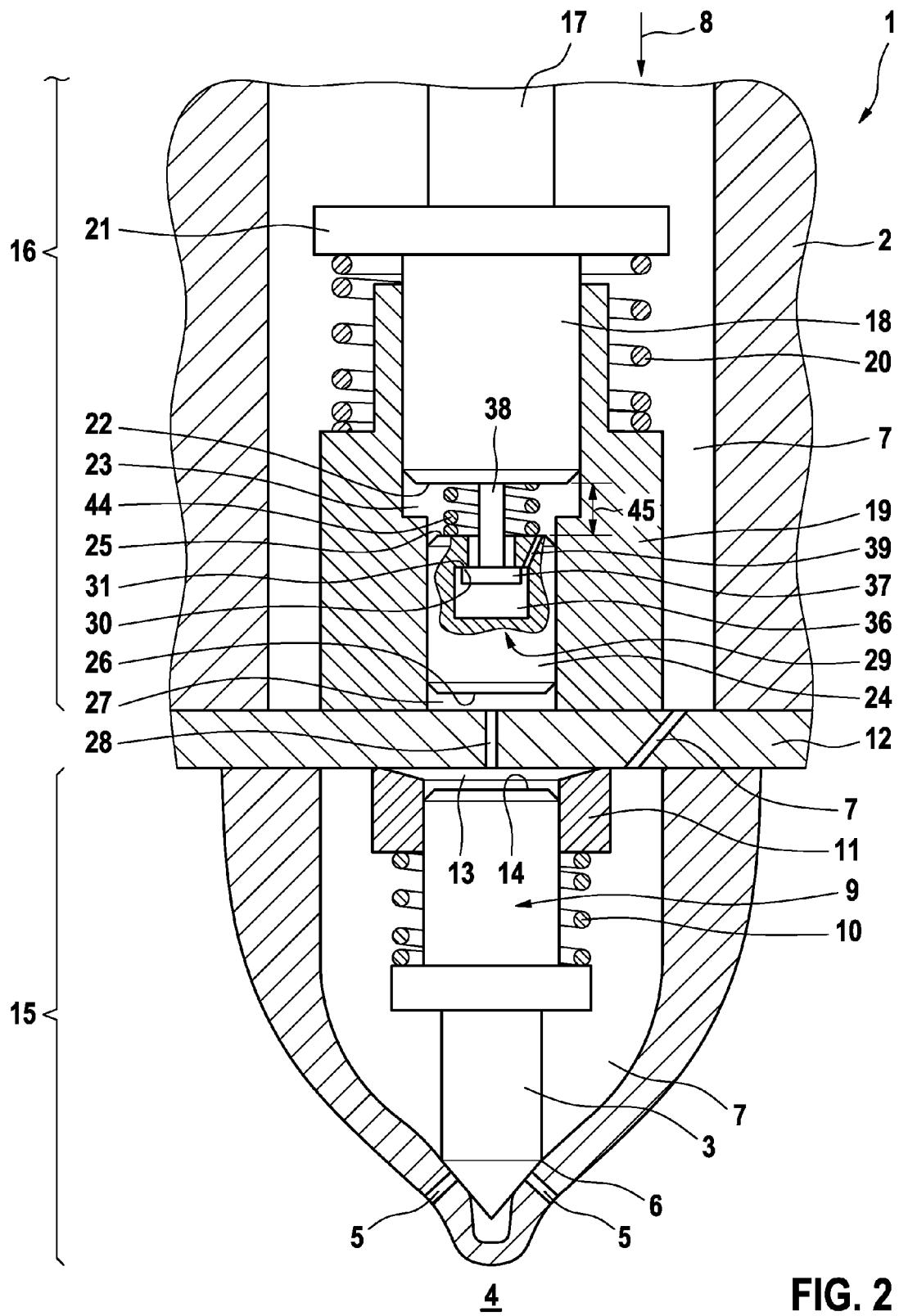


FIG. 2

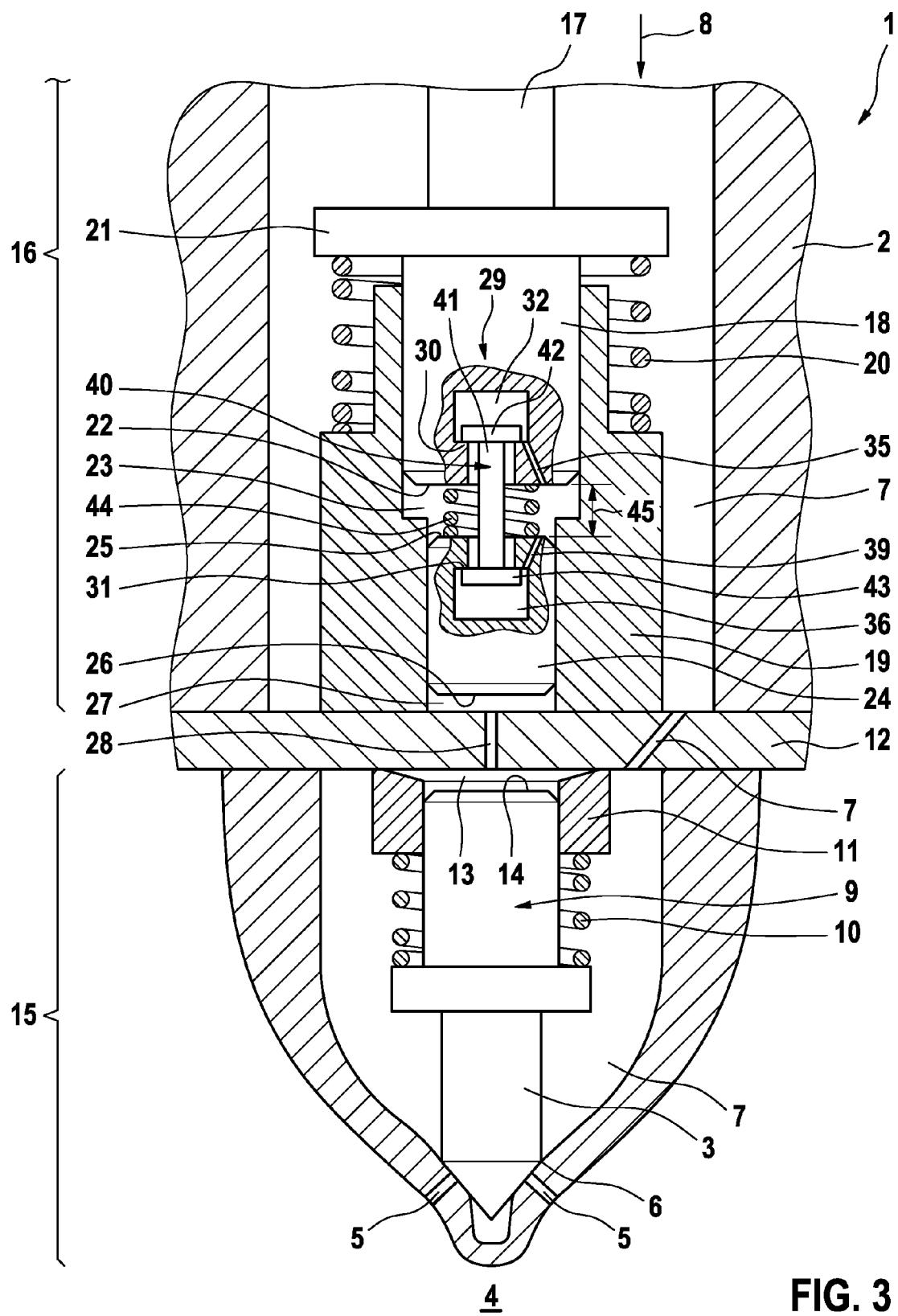


FIG. 3



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 174 615 A (DELPHI TECHNOLOGIES, INC) 23. Januar 2002 (2002-01-23) * Absätze [0057], [0065]; Abbildungen 1,4 * -----	1,11	INV. F02M51/06 F02M63/00 F02M61/16
A	EP 0 952 333 A (DAIMLERCHRYSLER AG; ERPHI-ELECTRONIC GMBH; P & S PROTOTYPEN UND SONDER) 27. Oktober 1999 (1999-10-27) * Absätze [0011] - [0035]; Abbildungen 2-4 * -----	1,11	
A	WO 02/06665 A (ROBERT BOSCH GMBH; ARNDT, STEFAN; HERDEN, WERNER; MAIER, MARTIN; HOHL,) 24. Januar 2002 (2002-01-24) * Seite 8, Zeile 6 - Zeile 31; Abbildungen 2,4 * -----	1,3	
A	WO 2004/109091 A (ROBERT BOSCH GMBH; BOECKING, FRIEDRICH) 16. Dezember 2004 (2004-12-16) * Seite 15, Zeile 32 - Seite 19, Zeile 21; Abbildung 3 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
A	WO 03/018993 A (ROBERT BOSCH GMBH; HAAG, GOTTLOB; HUEBEL, MICHAEL; STEIN, JUERGEN) 6. März 2003 (2003-03-06) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * -----	1,9	F02M
A	DE 102 59 730 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 1. Juli 2004 (2004-07-01) * Absätze [0002], [0003]; Abbildung 1 * -----	1,9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 28. März 2006	Prüfer Kolland, U
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 06 10 0017

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.

28-03-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1174615	A	23-01-2002	US	2002014540 A1	07-02-2002
EP 0952333	A	27-10-1999	DE	19817320 C1	11-11-1999
			US	6302333 B1	16-10-2001
WO 0206665	A	24-01-2002	DE	10034444 A1	24-01-2002
			EP	1303697 A1	23-04-2003
			JP	2004504533 T	12-02-2004
			US	2003052203 A1	20-03-2003
WO 2004109091	A	16-12-2004	DE	10326044 A1	30-12-2004
			EP	1636482 A1	22-03-2006
WO 03018993	A	06-03-2003	DE	10140796 A1	06-03-2003
			EP	1423600 A1	02-06-2004
			JP	2005500470 T	06-01-2005
			US	2004074999 A1	22-04-2004
DE 10259730	A1	01-07-2004		KEINE	