

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 703 118 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2006 Patentblatt 2006/38

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01) **F02M 59/46** (2006.01)
F02M 61/16 (2006.01) **F02M 47/02** (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06100010.5**

(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

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

(72) Erfinder: **Gruenberger, Andreas**
73565 Spraitbach (DE)

(30) Priorität: **28.02.2005 DE 102005008973**

(54) Einspritzdüse

(57) Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
- mit einer in einem Düsenkörper (2) hubverstellbar gelagerten Düsennadel zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch,

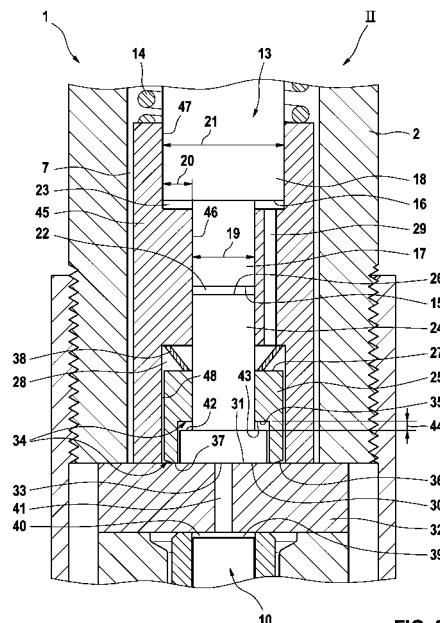
- mit einem Übersetzerkolben (13), der mit einem Aktor antriebsgekoppelt ist,
- wobei die Düsennadel oder ein die Düsennadel umfassender Nadelverband (10) eine Nadelsteuerfläche (39) aufweist,
- wobei der Übersetzerkolben (13) wenigstens eine Übersetzerfläche (15,16) aufweist.

Zur Realisierung kleiner und großer Einspritzmengen bei kurzen Einspritzzeiten

- ist ein erster Kopplerkolben (24) vorgesehen, der eine mit einer ersten Übersetzerfläche (15) des Übersetzerkolbens (13) hydraulisch gekoppelte erste Kopplerfläche (26) und eine mit der Nadelsteuerfläche (39) hydraulisch gekoppelte erste Kopplersteuerfläche (30) aufweist,

- ist ein zweiter Kopplerkolben (25) vorgesehen, der eine mit einer zweiten Übersetzerfläche (16) des Übersetzerkolbens (13) hydraulisch gekoppelte zweite Kopplerfläche (27) und eine mit der Nadelsteuerfläche (39) hydraulisch koppelbare zweite Kopplersteuerfläche (34) aufweist,

- weist der erste Kopplerkolben (24) eine erste Mitnehmerkontur (42) auf, die ab einem vorbestimmten Schalthub (44) mit einer am zweiten Kopplerkolben (25) ausgebildeten zweiten Mitnehmerkontur (43) zusammenwirkt.

**FIG. 2****EP 1 703 118 A1**

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Eine derartige Einspritzdüse ist beispielsweise aus der DE 103 26 046 A1 bekannt und umfasst einen Düsenkörper, der wenigstens ein Spritzloch aufweist. Im Düsenkörper ist eine Düsennadel hubverstellbar gelagert, mit der eine Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch steuerbar ist. Desweiteren ist ein Übersetzerkolben vorgesehen, der mit einem Aktor antriebsgekoppelt ist und der eine Übersetzerfläche aufweist. Die Düsennadel weist eine mit der Übersetzerfläche hydraulisch gekoppelte Nadelsteuerfläche auf.

[0003] Die bekannte Einspritzdüse arbeitet mit einer direkten Nadelsteuerung. Das bedeutet, dass die Düsennadel oder ein die Düsennadel umfassender Nadelverband zumindest eine Druckstufe aufweist, die mit einem Zuführpfad hydraulisch gekoppelt ist, der dem wenigstens einen Spritzloch unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff zuführt. Während über die wenigstens eine Druckstufe Öffnungskräfte in die Düsennadel bzw. in den Nadelverband einleitbar sind, können über die Nadelsteuerfläche Schließkräfte in die Düsennadel bzw. den Nadelverband eingeleitet werden. Bei geschlossener Düsennadel überwiegen die Schließkräfte. Zum Öffnen der Düsennadel wird der an der Nadelsteuerfläche angreifende Druck abgesenkt, wodurch die Schließkräfte reduziert werden, so dass die Öffnungskräfte überwiegen. In der Folge hebt die Düsennadel ab und öffnet das wenigstens eine Spritzloch. Die Druckabsenkung an der Nadelsteuerfläche wird durch eine entsprechende Betätigung des Aktors und somit durch einen Hub des Übersetzerkolbens erreicht. Ein Hydraulikvolumen, das sowohl von der Übersetzerfläche als auch von der Nadelsteuerfläche begrenzt ist, wird durch den Hub des Übersetzerkolbens vergrößert, wodurch der darin herrschende Druck abfällt. Eine derartige direkte Nadelsteuerung ermöglicht kurze Einspritzzeiten sowie ein dynamisches Ansprechverhalten für die Einspritzdüse.

[0004] Mit modernen Einspritzdüsen sollen sowohl kleine Einspritzmengen als auch große Einspritzmengen möglichst exakt und mit möglichst kurzen Einspritzzeiten realisiert werden können. Für kleine Einspritzmengen ist es erforderlich, den Öffnungshub der Düsennadel klein zu halten, um die Düsennadel entsprechend rasch wieder mit einem entsprechenden Schließhub in den Nadelsitz zurückführen zu können. Für große Einspritzmengen ist es dagegen erforderlich, für die Düsennadel möglichst schnell einen relativ großen Öffnungshub zu realisieren. Der mit dem Aktor realisierbare Hub des Übersetzerkolbens führt entsprechend dem gewählten Flächenverhältnis zwischen Übersetzerfläche und Nadelsteuerfläche zu einem entsprechenden Nadelhub. Ein großes Übersetzungsverhältnis führt bei der Betätigung des Aktors zu einer schnellen Öffnungsbewegung der Düsennadel und zu einem großen Öffnungshub, was zur Realisierung großer Einspritzmengen bei kurzen Einspritzzeiten vorteilhaft ist. Ein kleines Übersetzungsverhältnis führt bei der Betätigung des Aktors zu einer entsprechend langsameren Öffnungsbewegung der Düsennadel und zu einem entsprechend kleineren Öffnungshub. Dies ist für die Realisierung exakt bemessener, kleiner Einspritzmengen bei kurzen Einspritzzeiten vorteilhaft. Bekannte Einspritzdüsen, mit denen sowohl kleine Einspritzmengen als auch große Einspritzmengen realisiert werden sollen, besitzen somit ein mittleres Übersetzungsverhältnis als Kompromiss. Um jedoch bei einem vergleichsweise kleinen Übersetzungsverhältnis dennoch einen großen Öffnungshub realisieren zu können, muss der Aktor zur Durchführung eines entsprechend großen Hubs am Übersetzerkolben ausgelegt sein. Dies hat zur Folge, dass der Aktor vergleichsweise großvolumig baut. Der zur Verfügung stehende Einbauraum ist bei Brennkraftmaschinen jedoch begrenzt.

Vorteile der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass zwei unterschiedliche Übersetzungsverhältnisse in Abhängigkeit des Nadelhubs wirksam sind, während im Unterschied dazu bei bekannten Einspritzdüsen das Übersetzungsverhältnis konstant ist. Bei einem kleinen Öffnungshub der Düsennadel verbleibt der zweite Kopplerkolben in seiner Ausgangslage, so dass der Hub des über den Aktor angetriebenen Übersetzerkolbens nur einen Hub des ersten Kopplerkolbens auslöst. Entsprechend dem Verhältnis von Nadelsteuerfläche zu erster Übersetzerfläche folgt die Düsennadel dem Hub des Übersetzerkolbens. Beim vorbestimmten Schaltheub des ersten Kopplerkolbens, der zweckmäßig einem vorbestimmten Öffnungshub der Düsennadel zugeordnet ist, kommt die erste Mitnehmerkontur des ersten Kopplerkolbens mit der zweiten Mitnehmerkontur des zweiten Kopplerkolbens in Eingriff, so dass ein weitergehender Hub des ersten Kopplerkolbens zwangsläufig den zweiten Kopplerkolben mitnimmt. In der Folge bewegt sich dann auch der zweite Kopplerkolben, wodurch das Übersetzungsverhältnis dann durch die Nadelsteuerfläche in Relation zur Summe aus erster Übersetzerfläche und zweiter Übersetzerfläche bestimmt ist. Dieses neue oder zweite Übersetzungsverhältnis ist somit deutlich größer als das vorangehende oder erste Übersetzungsverhältnis, so dass die Düsennadel ab dem Schaltheub dann schneller öffnet und einen relativ großen Öffnungshub durchführen kann.

[0006] Die erfindungsgemäße Einspritzdüse kann somit im Bereich des ersten Übersetzungsverhältnisses die Dü-

sennadel zur Durchführung kleiner Nadelhübe ansteuern, um so exakte und kleine Einspritzmengen bei kurzen Einspritzzeiten zu realisieren. Außerdem kann die Einspritzdüse nach der Erfindung durch das zweite Übersetzungsverhältnis die Düsennadel so ansteuern, dass in vergleichsweise kurzen Zeiten große Nadelhübe und somit große Einspritzmengen realisierbar sind. Des Weiteren führt das große zweite Übersetzungsverhältnis dazu, dass der zur Realisierung erforderliche Aktor nur einen relativ kleinen Hub erzeugen muss und dementsprechend vergleichsweise klein gebaut werden kann.

[0007] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform können die erste Übersetzerfläche und die erste Kopplerfläche jeweils einen ersten Übersetzerraum begrenzen. Die Stellbewegung der ersten Übersetzerfläche bzw. die daraus resultierende Druckänderung im ersten Übersetzerraum wird dadurch direkt auf die erste Kopplerfläche übertragen und führt daher direkt zu einer entsprechenden Verstellbewegung des ersten Kopplerkolbens.

[0008] Bei einer anderen Ausführungsform kann die zweite Übersetzerfläche einen zweiten Übersetzerraum begrenzen, während die zweite Kopplerfläche einen Kopplerraum begrenzt, der mit dem zweiten Übersetzerraum hydraulisch gekoppelt ist. Die Druckübertragung zwischen der zweiten Übersetzerfläche und der zweiten Kopplerfläche erfolgt dadurch entlang der hydraulischen Kopplung zwischen zweitem Übersetzerraum und Kopplerraum. Durch die hydraulisch miteinander gekoppelten, jedoch separaten Räume, kann der zweite Kopplerkolben vergleichsweise unabhängig vom Übersetzerkolben im Düsenkörper positioniert werden.

[0009] Besonders vorteilhaft ist nun eine Ausführungsform, bei der zumindest in einem Ausgangszustand, in dem die Düsennadel das wenigstens eine Spritzloch sperrt, ein Gesamtvolumen des zweiten Übersetzerraums und des Kopplerraums größer ist als ein Volumen des ersten Übersetzerraums. Diese Bauweise hat zur Folge, dass bei einem Öffnungshub des Übersetzerkolbens der Druck im ersten Übersetzerraum schneller abfällt als im zweiten Übersetzerraum und in dem damit gekoppelten Kopplerraum. Auf diese Weise kann der zweite Kopplerkolben zumindest in der Anfangsphase des Öffnungshubs des Übersetzerkolbens unverändert in seiner Ausgangsposition verbleiben, ohne dass hierzu aufwändige Vorspannmittel oder dgl. erforderlich sind.

[0010] Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei welcher die Kopplerkolben coaxial zueinander angeordnet und aneinander hubverstellbar gelagert sind. Hierdurch lässt sich ein vergleichsweise kompakter Aufbau für die Einspritzdüse erreichen.

[0011] 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

[0012] Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzdüse sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen stark vereinfachten Längsschnitt durch eine Einspritzdüse nach der Erfindung,

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht auf einen in Fig. 1 mit II bezeichneten Abschnitt der Einspritzdüse.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0013] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Einspritzdüse 1 einen Düsenkörper 2, in dem ein Aktor 3 angeordnet ist, der vorzugsweise als Piezoaktuator ausgestaltet ist. Die Einspritzdüse 1 dient zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Einspritzraum 4 einer Brennkraftmaschine, die insbesondere in einem Kraftfahrzeug angeordnet sein kann. Die Einspritzdüse 1 ist beispielsweise bei 5 an eine Kraftstoffversorgung 6 angeschlossen, die unter Hochdruck stehenden Kraftstoff bereitstellt. Bei einem Common-Rail-System sind mehrere Einspritzdüsen 1 der Brennkraftmaschine an eine gemeinsame Hochdruckleitung der Kraftstoffversorgung 6 angeschlossen.

[0014] Innerhalb des Düsenkörpers 2 führt ein Zuführpfad 7 den unter Hochdruck stehenden Kraftstoff von der Kraftstoffzuführung 6 bis zu wenigstens einem Spritzloch 8 der Einspritzdüse 1. Zur Steuerung einer Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch 8 enthält die Einspritzdüse 1 eine Düsennadel 9, die im Düsenkörper 2 hubverstellbar gelagert ist. Die Düsennadel 9 kann dabei Bestandteil eines Nadelverbands 10 sein, der neben der Düsennadel 9 noch wenigstens eine weitere Komponente aufweist, wobei sämtliche Komponenten des Nadelverbands 10 gemeinsam hubverstellbar und zur Übertragung von Druckkräften ausgestaltet sind. Die Düsennadel 9 bzw. der Nadelverband 10 ist mit einer Schließdruckfeder 11 in die gezeigte Ausgangsstellung vorgespannt, in welcher die Düsennadel 9 in ihrem Nadelsitz 12 sitzt und dadurch das wenigstens eine Spritzloch 8 vom Zuführpfad 7 trennt. Die Ausgangsstellung der Düsennadel 9 ist auch deren Schließ- oder Sperrstellung.

[0015] Der Aktor 3 ist mit einem Übersetzerkolben 13 antriebsgekoppelt, und zwar so, dass eine Hubbewegung des Aktors 3 zwangsläufig eine gleich große Hubbewegung des Übersetzerkolbens 13 bewirkt. Der Übersetzerkolben 13

ist hierzu auf entsprechende Weise am Aktor 3 befestigt. Der Übersetzerkolben 13 ist mit einer Öffnungsdruckfeder 14 in einer von der Düsennadel 9 wegweisenden Öffnungsrichtung vorgespannt. Der Aktor 3 wird hier invers betrieben, das heißt, im Ausgangszustand, also bei in ihre Schließstellung verstellter Düsennadel 9 ist der Aktor 3 bestromt und weist seine größte Längsausdehnung auf. Zum Öffnen der Düsennadel 3 wird der Aktor 3 "entstromt", das heißt, die Bestromung des Aktors 3 wird beendet oder unterbrochen oder reduziert, worauf sich der Aktor 3 entsprechend zusammenzieht.

[0016] Insbesondere entsprechend Fig. 2 weist der Übersetzerkolben 13 eine erste Übersetzerfläche 15 sowie eine zweite Übersetzerfläche 16 auf. Vorzugsweise umfasst der Übersetzerkolben 13 hierzu einen ersten Übersetzerkolbenabschnitt 17, an dem die erste Übersetzerfläche 15 ausgebildet ist, sowie einen zweiten Übersetzerkolbenabschnitt 18, der die zweite Übersetzerfläche 16 aufweist und an dem bzw. von dem der erste Übersetzerkolbenabschnitt 17 absteht. Der erste Übersetzerkolbenabschnitt 17 ist zweckmäßig zylindrisch, so dass die am axial freien Stirnende des ersten Übersetzerkolbenabschnitts 17 angeordnete erste Übersetzerfläche 15 kreisförmig ist. Die erste Übersetzerfläche 15 besitzt eine Querschnittsfläche 19, die hier durch einen Durchmesserpfeil repräsentiert ist.

[0017] Die zweite Übersetzerfläche 16 ist ringförmig und umschließt den zentrisch angeordneten ersten Übersetzerkolbenabschnitt 17. Eine Querschnittsfläche 20 der zweiten Übersetzerfläche 16 ist ebenfalls durch einen Doppelpfeil 20 angedeutet. Die gesamte Übersetzer-Querschnittsfläche, also die Summe der Querschnitte 19 und 20 der ersten Übersetzerfläche 15 und der zweiten Übersetzerfläche 16 ist durch einen weiteren Durchmesserpfeil im ersten Übersetzerkolbenabschnitt 18 angedeutet und mit 21 bezeichnet. Vorzugsweise ist die zweite Übersetzerfläche 16 größer als die erste Übersetzerfläche 15.

[0018] Die erste Übersetzerfläche 15 begrenzt einen ersten Übersetzerraum 22. Im Unterschied dazu begrenzt die zweite Übersetzerfläche 16 einen zweiten Übersetzerraum 23.

[0019] Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 enthält außerdem einen ersten Kopplerkolben 24 sowie einen zweiten Kopplerkolben 25. Die beiden Kopplerkolben 24, 25 sind zweckmäßig zueinander konzentrisch angeordnet und aneinander hubverstellbar gelagert. Dabei ist der zweite Kopplerkolben 25 radial innen an der Außenseite des ersten Kopplerkolbens 24 gelagert. Der erste Kopplerkolben 24 weist eine erste Kopplerfläche 26 auf, die ebenfalls den ersten Übersetzerraum 22 begrenzt. Die erste Kopplerfläche 26 ist mit der ersten Übersetzerfläche 15 hydraulisch gekoppelt. In der vorliegenden Ausführungsform liegen sich erste Kopplerfläche 26 und erste Übersetzerfläche 15 gegenüber. Vorzugsweise besitzt der erste Kopplerkolben 24 denselben Querschnitt wie der erste Übersetzerkolbenabschnitt 17. In der Folge ist auch die erste Kopplerfläche 26 zweckmäßig gleich groß wie die erste Übersetzerfläche 15.

[0020] Der zweite Kopplerkolben 25 weist eine zweite Kopplerfläche 27 auf, die mit der zweiten Übersetzerfläche 16 hydraulisch gekoppelt ist. Die zweite Kopplerfläche 27 begrenzt einen Kopplerraum 28, der über wenigstens einen Verbindungskanal 29 mit dem zweiten Übersetzerraum 23 hydraulisch gekoppelt ist. Die zweite Kopplerfläche 27 liegt der zweiten Übersetzerfläche 16 gegenüber. Zweckmäßig besitzt der zweite Kopplerkolben 25 denselben Außenquerschnitt wie der zweite Übersetzerkolbenabschnitt 18. Dementsprechend ist die zweite Kopplerfläche 27 gleich groß wie die zweite Übersetzerfläche 16.

[0021] Während die beiden Kopplerflächen 26 und 27 jeweils an einer von der Düsennadel 9 abgewandten Seite des jeweiligen Kopplerkolbens 24, 25 angeordnet sind, befinden sich die Übersetzerflächen 15, 16 jeweils an einer der Düsennadeln 9 zugewandten Seite des jeweiligen Übersetzerkolbenabschnitts 17, 18.

[0022] Vorzugsweise ist ein Gesamtvolumen des zweiten Übersetzerraums 23 und des Kopplerraums 28 größer als das Volumen des ersten Übersetzerraums 22, zumindest in dem hier gezeigten Ausgangszustand, in dem die Düsennadel 9 das wenigstens eine Spritzloch 8 sperrt.

[0023] Der erste Kopplerkolben 24 weist außerdem eine erste Kopplersteuerfläche 30 auf, und zwar an einer von der ersten Kopplerfläche 26 abgewandten Seite. Bei der hier gezeigten Ausführungsform liegt der erste Kopplerkolben 24 im Ausgangszustand mit seiner ersten Kopplersteuerfläche 30 an einem ersten Anschlag 31 an, der hier durch eine Zwischenplatte 32 gebildet ist. Bei vom ersten Anschlag 31 bzw. von der Zwischenplatte 32 abgehobenem ersten Übersetzerkolben 24 begrenzt die erste Kopplersteuerfläche 30 einen Kopplersteuerraum 33, der sich beim Abheben des ersten Kopplerkolbens 24 von der Zwischenplatte 32 zwischen der ersten Kopplersteuerfläche 30 und der Zwischenplatte 32 ausbildet.

[0024] Der zweite Kopplerkolben 25 weist eine zweite Kopplersteuerfläche 34 auf, die gestuft ist und quasi aus zwei ringförmigen Teilflächen 35 und 36 zusammengesetzt ist. Die radial innen liegende erste Teilfläche 35 ist dabei mit der ersten Kopplersteuerfläche 30 bzw. mit dem Kopplersteuerraum 33 hydraulisch gekoppelt, zumindest dann, wenn der erste Kopplerkolben 24 von der Zwischenplatte 32 abhebt. Im Unterschied dazu ist die radial außen angeordnete zweite Teilfläche 36 im vorliegenden Fall nur dann mit der ersten Kopplersteuerfläche 30 bzw. mit dem Kopplersteuerraum 33 hydraulisch gekoppelt, wenn der zweite Kopplerkolben 25 von einem zweiten Anschlag 37 abhebt, der hier ebenfalls durch die Zwischenplatte 32 gebildet ist.

[0025] Der zweite Kopplerkolben 25 ist mit einer Vorspannfeder 38, die zweckmäßig im Kopplerraum 28 angeordnet ist, gegen den zweiten Anschlag 37, also gegen die Zwischenplatte 32 vorgespannt.

[0026] Die Düsennadel 9 bzw. der Nadelverband 10 weist eine Nadelsteuerfläche 39 auf, die an einer vom wenigstens

einen Spritzloch 8 abgewandten Seite angeordnet ist. Die Nadelsteuerfläche 39 ist hydraulisch zumindest mit der ersten Kopplersteuerfläche 30 gekoppelt. Zweckmäßig begrenzt die Nadelsteuerfläche 39 einen Nadelsteuerraum 40, der über zumindest einen Steuerkanal 41 mit dem Kopplersteuerraum 33 kommuniziert oder - wie hier - zumindest bis an die erste Kopplersteuerfläche 30 herangeführt ist.

[0027] Erfindungsgemäß ist nun außerdem der erste Kopplerkolben 24 mit einer ersten Mitnehmerkontur 42 ausgestattet, die hier durch eine radiale Ringstufe ausgestaltet ist. Komplementär dazu weist der zweite Kopplerkolben 25 eine zweite Mitnehmerkontur 43 auf, die hier durch einen ringförmigen Absatz gebildet ist, der gleichzeitig die erste Teilfläche 35 der zweiten Kopplersteuerfläche 34 bildet. Ein in Hubrichtung der Kopplerkolben 24, 25 gemessener Abstand 44 zwischen den beiden Mitnehmerkonturen 42, 43 definiert in der gezeigten Ausgangsstellung einen vorbestimmten Schaltheub, der im Folgenden ebenfalls mit 44 bezeichnet wird. Beim Abheben des ersten Kopplerkolbens 24 vom ersten Anschlag 31 verkleinert sich der Abstand zwischen den beiden Mitnehmerkonturen 42, 43. Bei Erreichen des Schaltheubs 44 legen sich die beiden Mitnehmerkonturen 42, 43 aneinander an, so dass ein weitergehender Öffnungshub des ersten Kopplerkolbens 24 zwangsläufig den zweiten Kopplerkolben 25 mitnimmt und diesen vom zweiten Anschlag 37 abhebt.

[0028] Zur hubverstellbaren Lagerung der Kopplerkolben 24, 25 und des Übersetzerkolbens 13 weist die Einspritzdüse 1 hier einen Lagerblock 45 auf, der einen ersten Lagerzylinder 46, einen zweiten Lagerzylinder 47 und einen dritten Lagerzylinder 48 aufweist. Der erste Lagerzylinder 46 ist zentral angeordnet und beiderseits axial offen. Der zweite Lagerzylinder 47 ist an einem axialen Endbereich des Lagerblocks 45 ausgebildet, ist nach außen offen und geht in den ersten Lagerzylinder 46 über. Analog dazu ist der dritte Lagerzylinder 48 am anderen Endbereich des Lagerblocks 45 ausgebildet, ist ebenfalls nach außen offen und geht ebenfalls in den ersten Lagerzylinder 46 über. Der erste Lagerzylinder 46 verbindet die beiden anderen Lagerzylinder 47 und 48.

[0029] Im ersten Lagerzylinder 46 sind einerseits der erste Übersetzerkolbenabschnitt 17 und andererseits der erste Kopplerkolben 24 hubverstellbar gelagert. Dementsprechend ist im ersten Lagerzylinder 46 auch der erste Übersetzerraum 22 angeordnet. Im zweiten Lagerzylinder 47 ist der zweite Übersetzerkolbenabschnitt 18 hubverstellbar gelagert. Des Weiteren ist im zweiten Lagerzylinder 47 der zweite Übersetzerraum 23 angeordnet. Der zweite Kopplerkolben 25 ist radial außen im dritten Lagerzylinder 48 hubverstellbar gelagert. Dementsprechend enthält der dritte Lagerzylinder 48 den Kopplerraum 28. Des Weiteren ist im Lagerblock 45 der wenigstens eine Verbindungskanal 29 ausgebildet. Der Lagerblock 45 lässt sich separat herstellen, was im Hinblick auf die einzuhaltenden Toleranzen vorteilhaft ist.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 arbeitet wie folgt:

[0030] In dem in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausgangszustand befindet sich die Düsennadel 9 in ihrer Schließstellung und trennt somit das wenigstens eine Spritzloch 8 vom Zufuhrpfad 7. Der Aktor 3 ist bestromt, und der Übersetzerkolben 13 ist maximal in Richtung Düsennadel 9 verstellt. Die Übersetzeräume 22 und 23 besitzen jeweils ihr kleinstes Volumen. Die Kopplerkolben 24 und 25 liegen jeweils an ihrem Anschlag 31 bzw. 37, also an der Zwischenplatte 32 an. Der Kopplersteuerraum 33 besitzt somit sein kleinstes Volumen. Die Düsennadel 9 bzw. der Nadelverband 10 besitzt den größten Abstand von der Zwischenplatte 32, so dass der Nadelsteuerraum 40 sein größtes Volumen aufweist. In sämtlichen Räumen herrscht der Kraftstoffhochdruck, da sämtliche innen liegenden Komponenten der Einspritzdüse 1 innerhalb des Zufuhrpfads 7 angeordnet sind und somit quasi in dem unter Hochdruck stehenden Kraftstoff schwimmen. Dabei können entsprechende gedrosselte Versorgungs- oder Druckausgleichspfade vorgesehen sein, beispielsweise durch entsprechende Bohrungen oder durch gezielte Leckagen.

[0031] Zum Durchführen einer Einspritzung von Kraftstoff in den Einspritzraum 4 wird der Aktor 3 entstromt. Daraufhin zieht sich der Aktor 3 zusammen und führt einen von der Düsennadel 9 weg gerichteten Hub durch. Dementsprechend führt auch der Übersetzerkolben 13 diesen Öffnungshub durch. Während des Öffnungshubs vergrößern sich die Volumina der Übersetzeräume 22 und 23. In der Folge kommt es einerseits zu einem Druckabfall im ersten Übersetzerraum 22 und andererseits zu einem Druckabfall im zweiten Übersetzerraum 23 und folglich auch im damit gekoppelten Kopplerraum 28. Dabei hebt der erste Kopplerkolben 24 vom ersten Anschlag 31 ab, während der zweite Kopplerkolben 25 am zweiten Anschlag 37 anliegend verharrt. Dies liegt daran, dass das Gesamtvolumen von zweitem Übersetzerraum 23 und Kopplerraum 28 größer ist als das Volumen des ersten Übersetzerraums 22, wodurch der Druckabfall im ersten Übersetzerraum 22 stärker ausfällt als im zweiten Übersetzerraum 23 und dem Kopplerraum 28. Des Weiteren ist der zweite Kopplerkolben 25 mit der Rückstellfeder 38 gegen den zweiten Anschlag 37 vorgespannt. Darüber hinaus ist die zweite Kopplerfläche 27 größer als die erste Kopplerfläche 26, wodurch größere Schließkräfte am zweiten Kopplerkolben 25 wirken.

[0032] Durch den Öffnungshub des ersten Kopplerkolbens 24 entfernt sich die erste Kopplersteuerfläche 30 von der Zwischenplatte 32, wodurch das Volumen des Kopplersteuerraums 33 vergrößert wird. Folglich kommt es auch dort zu einem Druckabfall, der sich in den Nadelsteuerraum 40 fortpflanzt und somit die an der Nadelsteuerfläche angreifenden Schließkräfte reduziert. In der Folge überwiegen an der Düsennadel 9 bzw. am Nadelverband 10 die in Öffnungsrichtung wirksamen Kräfte, die insbesondere über wenigstens eine an der Düsennadel 9 bzw. am Nadelverband 10 ausgebildete

Druckstufe von dem unter Hochdruck stehenden Kraftstoff in die Düsennadel 9 bzw. in den Nadelverband 10 eingeleitet werden. In der Folge hebt die Düsennadel 9 aus ihrem Sitz 12 ab und verbindet dadurch das wenigstens eine Spritzloch 8 mit dem Zuführpfad 7. Der Einspritzvorgang beginnt.

[0033] Solange der Öffnungshub des ersten Kopplerkolbens 24 nicht größer ist als der vorbestimmte Schalhub 44 herrscht zwischen der Öffnungsbewegung der Düsennadel 9 und dem Hub des Aktors 3 ein erstes Übersetzungsverhältnis, das durch das Verhältnis von der Nadelsteuerfläche 39 zur ersten Übersetzerfläche 15 bestimmt ist. Dieses erste Übersetzerverhältnis ist relativ klein; insbesondere kann der Düsennadelhub gleich groß sein wie der Aktorhub.

[0034] Mit Hilfe des ersten, kleinen Übersetzerverhältnisses kann die Düsennadel 9 zur Durchführung exakt dosierter kleiner Einspritzmengen angesteuert werden. Des Weiteren lassen sich hierdurch extrem kurze Einspritzzeiten realisieren.

[0035] Für größere Einspritzmengen, die ebenfalls bei vergleichsweise kleinen Einspritzzeiten erreicht werden sollen, wird über den Aktorhub und den damit gekoppelten Übersetzerkolbenhub der erste Kopplerkolben 24 soweit hubverstellt, dass dessen Öffnungshub den Schalhub 44 erreicht und übersteigt. Sobald der Öffnungshub des ersten Kopplerkolbens 24 über den Schalhub 44 hinausgeht, nimmt der erste Kopplerkolben 24 den zweiten Kopplerkolben 25 mit. Sobald der zweite Kopplerkolben 25 vom zweiten Anschlag 37 abhebt, verändert sich das Übersetzungsverhältnis. Denn durch den gemeinsamen Öffnungshub der Kopplerkolben 24, 25 vergrößert sich das Volumen des Kopplersteuerraums 33 pro Hubweg stärker als bei der alleinigen Verstellung des ersten Kopplerkolbens 24. Die Vergrößerung des Kopplersteuerraums 33 wird bei Überschreiten des Schalhubes 44 auch durch die zweite Kopplersteuerfläche 34 mitbestimmt. In der Folge sinkt der Druck an der Nadelsteuerfläche 39 entsprechend stärker ab und die Düsennadel 9 kann schneller öffnen. Bei einem über den Schalhub 44 hinausgehenden Öffnungshub des ersten Kopplerkolbens 24 ist somit ein zweites Übersetzungsverhältnis wirksam, das sich durch das Verhältnis von Steuerfläche 39 zur Summe aus erster Übersetzerfläche 15 und zweiter Übersetzerfläche 16 ergibt. Das zweite Übersetzungsverhältnis ist deutlich größer als das erste Übersetzungsverhältnis. In der Folge führt der Aktorhub zu einem deutlich größeren Düsennadelhub. Die Düsennadel 9 kann somit sehr rasch sehr weit geöffnet werden, was bei kurzen Steuerzeiten die Erzielung relativ großer Einspritzmengen ermöglicht.

[0036] Zum Beenden der Einspritzung wird der Aktor 3 wieder bestromt, wodurch er sich in Richtung Düsennadel 9 ausdehnt. Dementsprechend wird auch der Übersetzerkolben 13 zurückverstellt, was zu einer entsprechenden Druck-erhöhung in den Übersetzerräumen 22 und 23 führt. In der Folge werden die Kopplerkolben 24 und 25 wieder gegen ihre Anschläge 31, 37 angetrieben. Gleichzeitig wird auch der Druck im Nadelsteuerraum 40 erhöht, was die Düsennadel 9 in deren Schließstellung antreibt.

Bezugszeichenliste

[0037]

- 1 Einspritzdüse
- 2 Düsenkörper
- 3 Aktor
- 4 Einspritzraum
- 5 Verbindung zwischen 6 und 7
- 6 Kraftstoffversorgung
- 7 Zuführpfad
- 8 Spritzloch
- 9 Düsennadel
- 10 Nadelverband
- 11 Schließdruckfeder
- 12 Nadelsitz
- 13 Übersetzerkolben
- 14 Öffnungsdruckfeder
- 15 erste Übersetzerfläche
- 16 zweite Übersetzerfläche
- 17 erster Übersetzerkolbenabschnitt
- 18 zweiter Übersetzerkolbenabschnitt
- 19 Querschnittsfläche von 15
- 20 Querschnittsfläche von 16
- 21 Gesamtquerschnittsfläche von 15 und 16
- 22 erster Übersetzerraum
- 23 zweiter Übersetzerraum

24	erster Kopplerkolben
25	zweiter Kopplerkolben
26	erste Kopplerfläche
27	zweite Kopplerfläche
5 28	Kopplerraum
29	Verbindungskanal
30	erste Kopplersteuerfläche
31	erster Anschlag
32	Zwischenplatte
10 33	Kopplerstauerraum
34	zweite Kopplersteuerfläche
35	erste Teilfläche von 34
36	zweite Teilfläche von 34
37	zweiter Anschlag
15 38	Rückstellfeder
39	Nadelsteuerfläche
40	Nadelstauerraum
41	Steuerkanal
42	erste Mitnehmerkontur
20 43	zweite Mitnehmerkontur
44	Schalhub
45	Lagerblock
46	erster Lagerzylinder
47	zweiter Lagerzylinder
25 48	dritter Lagerzylinder

Patentansprüche

- 30 1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
- mit einer in einem Düsenkörper (2) hubverstellbar gelagerten Düsennadel (9) zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch (8),
 - mit einem Übersetzerkolben (13), der mit einem Aktor (3) antriebsgekoppelt ist,
 - 35 - wobei die Düsennadel (9) oder ein die Düsennadel (9) umfassender Nadelverband (10) eine Nadelsteuerfläche (39) aufweist,
 - wobei der Übersetzerkolben (13) wenigstens eine Übersetzerfläche (15, 16) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

- 40
- **dass** ein erster Kopplerkolben (24) vorgesehen ist, der eine mit einer ersten Übersetzerfläche (15) des Übersetzerkolbens (13) hydraulisch gekoppelte erste Kopplerfläche (26) und eine mit der Nadelsteuerfläche (39) hydraulisch gekoppelte erste Kopplersteuerfläche (30) aufweist,
 - **dass** ein zweiter Kopplerkolben (25) vorgesehen ist, der eine mit einer zweiten Übersetzerfläche (16) des Übersetzerkolbens (13) hydraulisch gekoppelte zweite Kopplerfläche (27) und eine mit der Nadelsteuerfläche (39) hydraulisch koppelbare zweite Kopplersteuerfläche (34) aufweist,
 - 45 - **dass** der erste Kopplerkolben (24) eine erste Mitnehmerkontur (42) aufweist, die ab einem vorbestimmten Schalhub (44) mit einer am zweiten Kopplerkolben (25) ausgebildeten zweiten Mitnehmerkontur (43) zusammenwirkt, derart, dass der erste Kopplerkolben (24) ab dem Schalhub (44) den zweiten Kopplerkolben (25) mitnimmt.
- 50

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- 55 **dass** die erste Übersetzerfläche (15) und die erste Kopplerfläche (26) jeweils einen ersten Übersetzerraum (22) begrenzen.

3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die zweite Übersetzerfläche (16) einen zweiten Übersetzerraum (23) begrenzt,
- **dass** die zweite Kopplerfläche (27) einen Kopplerraum (28) begrenzt,
- **dass** der zweite Übersetzerraum (23) mit dem Kopplerraum (28) hydraulisch gekoppelt ist.

- 5 **4.** Einspritzdüse nach den Ansprüchen 2 und 3,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass zumindest in einem Ausgangszustand, in dem die Düsennadel (9) das wenigstens eine Spritzloch (8) sperrt,
 ein Gesamtvolumen des zweiten Übersetzerraums (23) und des Kopplerraums (28) größer ist als ein Volumen des
 ersten Übersetzerraums (22).
- 10 **5.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der zweite Kopplerkolben (25) mittels einer Rückstellfeder (38) gegen einen Anschlag (37) vorgespannt ist.
- 15 **6.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Kopplerkolben (24, 25) coaxial zueinander angeordnet und aneinander hubverstellbar gelagert sind.
- 20 **7.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die zweite Übersetzerfläche (16) größer ist als die erste Übersetzerfläche (15).
- 25 **8.** Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der Übersetzerkolben (13) einen ersten Übersetzerkolbenabschnitt (17) aufweist, der die erste Übersetzer-
 fläche (15) aufweist und der von einem zweiten Übersetzerkolbenabschnitt (18) absteht, der die zweite Überset-
 zerfläche (16) aufweist.
- 30 **9.** Einspritzdüse nach Anspruch 8,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der Düsenkörper (2) einen Lagerblock (45) aufweist, der einen zentralen, beiderseits offenen ersten Lager-
 zylinder (46) aufweist, in dem der erste Übersetzerkolbenabschnitt (17) hubverstellbar gelagert ist, und der einenen-
 den in den ersten Lagerzylinder (46) übergehenden zweiten Lagerzylinder (47) aufweist, in dem der zweite Über-
 setzerkolbenabschnitt (18) hubverstellbar gelagert ist.
- 35 **10.** Einspritzdüse nach Anspruch 9,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass erste Kopplerkolben (24) von einer dem ersten Übersetzerkolbenabschnitt (17) gegenüberliegenden Seite
 her in den ersten Lagerzylinder (46) eintaucht und darin hubverstellbar gelagert ist.
- 40 **11.** Einspritzdüse nach Anspruch 9 oder 10,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der Lagerblock (45) anderenen den in den ersten Lagerzylinder (46) übergehenden dritten Lagerzylinder
 (48) aufweist, in dem der zweite Kopplerkolben (25) hubverstellbar gelagert ist.
- 45 **12.** Einspritzdüse nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der Lagerblock (45) wenigstens einen Verbindungskanal (29) enthält, der den zweiten Lagerzylinder (47) mit
 dem dritten Lagerzylinder (48) hydraulisch koppelt.
- 50
- 55

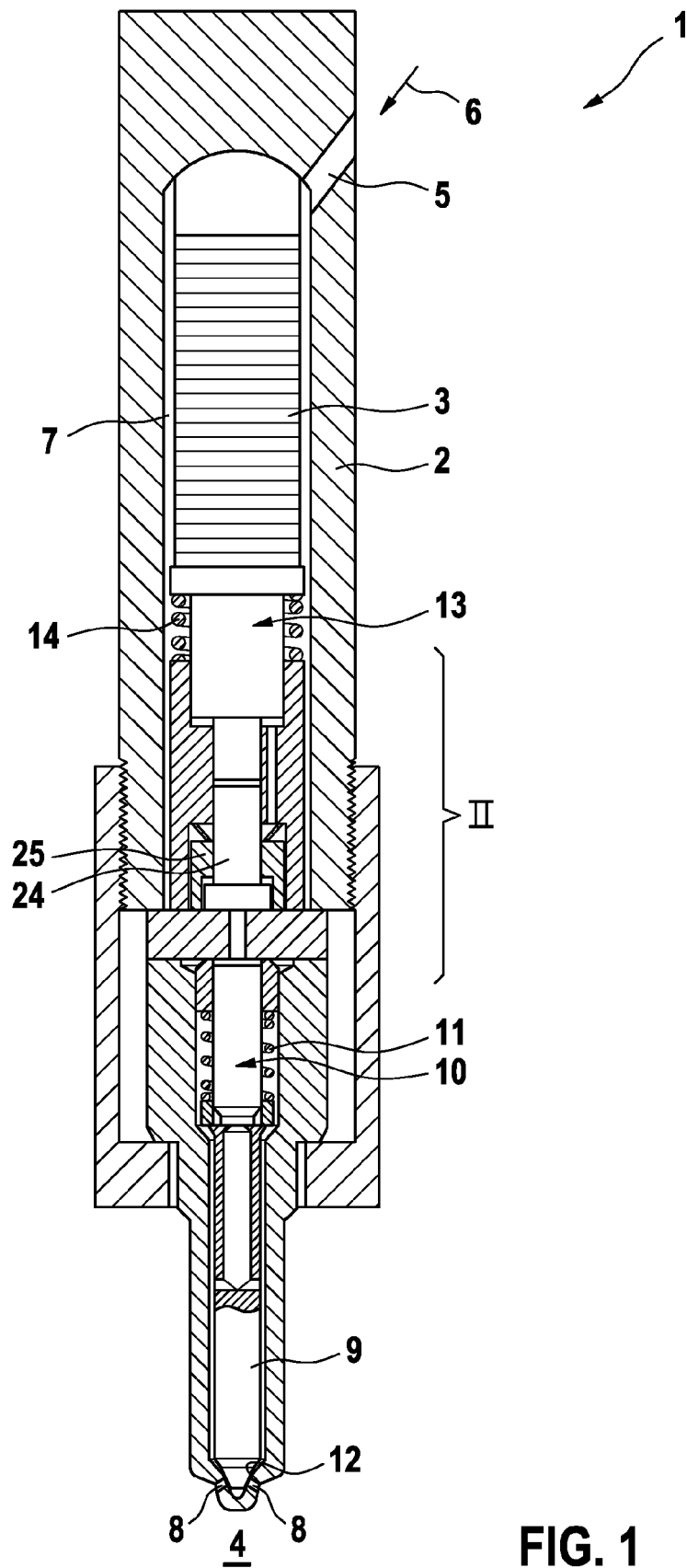
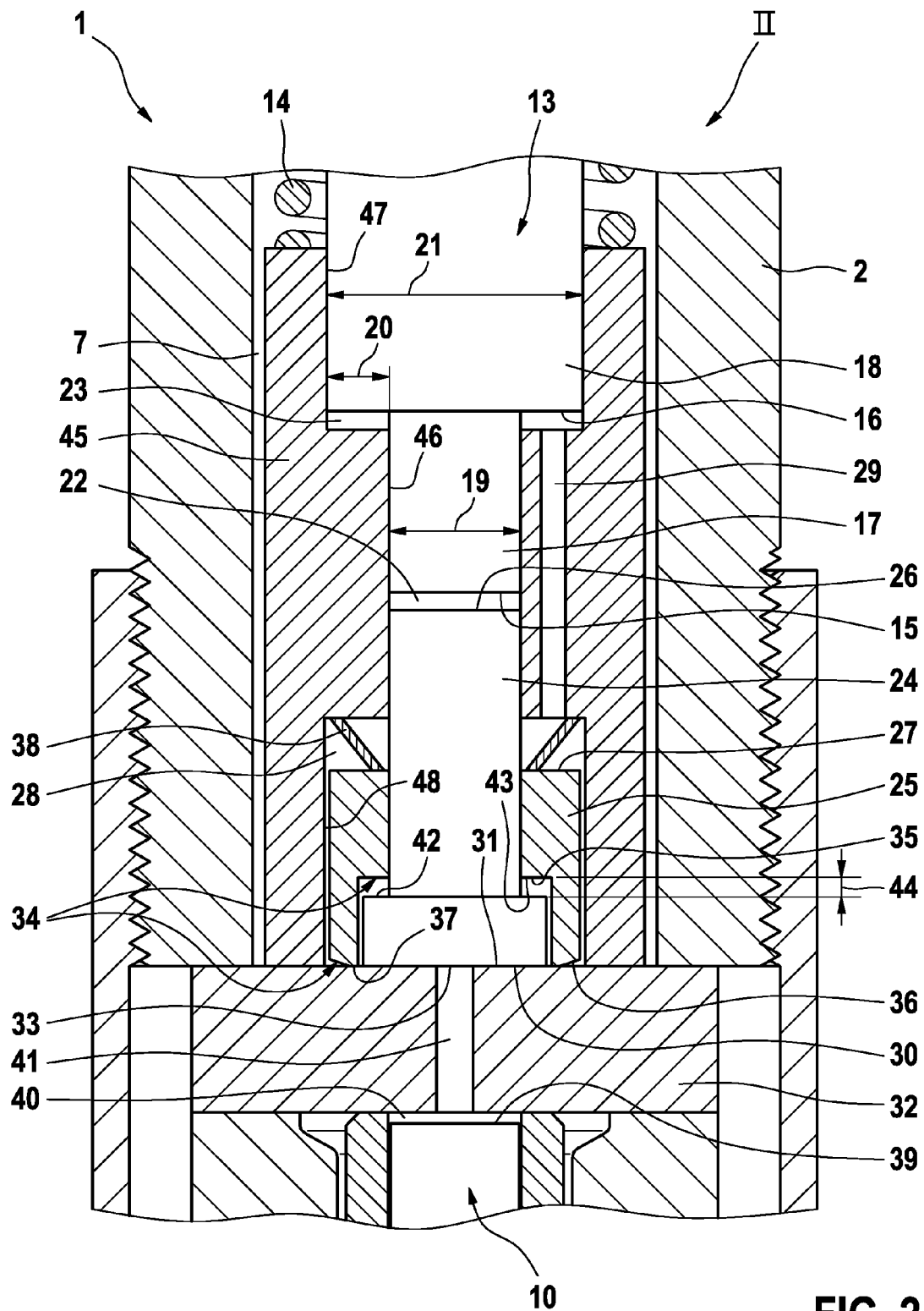


FIG. 1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 10 0010

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 199 54 288 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 17. Mai 2001 (2001-05-17) * das ganze Dokument *	1	INV. F02M51/06 F02M59/46 F02M61/16 F02M47/02 H01L41/09
A	DE 199 39 478 C1 (ROBERT BOSCH GMBH) 21. Juni 2001 (2001-06-21) * Abbildungen *	1	
A	EP 1 433 952 A (DENSO CORPORATION) 30. Juni 2004 (2004-06-30) * Abbildungen 3a,3b *	1	
P,A	DE 10 2004 028522 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29. Dezember 2005 (2005-12-29) * Absatz [0024]; Abbildung 1 *	1	
D,A	DE 103 26 046 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. März 2006	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			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 10 0010

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.

30-03-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19954288 A1	17-05-2001	CZ 20012468 A3	13-11-2002
		WO 0138712 A2	31-05-2001
		DE 50011086 D1	06-10-2005
		EP 1252433 A2	30-10-2002
		JP 2003515045 T	22-04-2003
		US 6581850 B1	24-06-2003
DE 19939478 C1	21-06-2001	KEINE	
EP 1433952 A	30-06-2004	JP 2004204813 A	22-07-2004
		US 2004124277 A1	01-07-2004
DE 102004028522 A1	29-12-2005	WO 2005121543 A1	22-12-2005
DE 10326046 A1	30-12-2004	WO 2004111433 A1	23-12-2004
		EP 1636484 A1	22-03-2006
		US 2006032940 A1	16-02-2006

EPO FORM P0461

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