



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 630 406 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2006 Patentblatt 2006/09

(51) Int Cl.:
F02M 45/08 (2006.01) F02M 47/02 (2006.01)
F02M 59/46 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05103960.0**

(22) Anmeldetag: **12.05.2005**

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

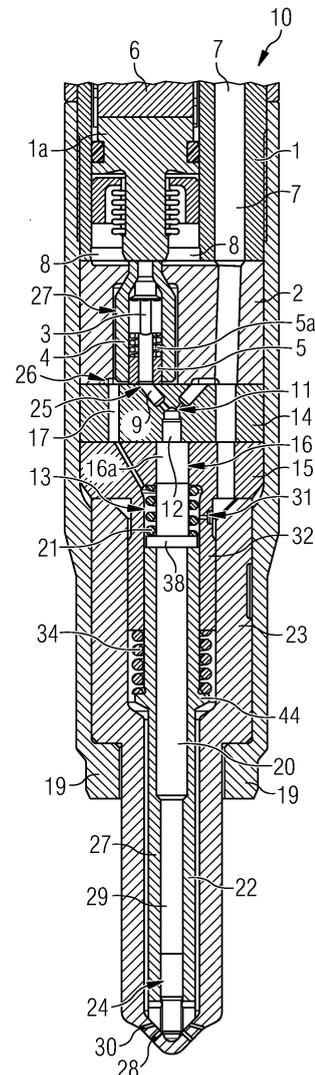
(72) Erfinder:
• **Dick, Jürgen**
93164, Laaber (DE)
• **Freudenberg, Hellmut**
93080, Grossberg (DE)
• **Reim, Werner**
93059, Regensburg (DE)

(30) Priorität: **31.08.2004 DE 102004042190**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(54) **Kraftstoffinjektor mit zwei von einer Servoventileinheit getrennt steuerbaren Steuerräumen**

(57) Erfindungsgemäß wird ein Kraftstoffinjektor (10) vorgeschlagen, der zwei getrennt angeordnete Steuerräume (12,13) aufweist, wobei jeweils ein innerer und ein äußerer Steuerraum (12,13) eine der beiden koaxial angeordneten Düsennadeln (20,22) steuert. Die Steuerung der beiden Steuerräume (12,13) erfolgt mittels einer Servoventileinheit (2) mit zwei steuerbaren Kammern (25,26), deren beiden Ventile (3,4) von einem piezoelektrischen Aktor (6) betätigbar sind. Eine besonders vorteilhafte Lösung wird darin gesehen, dass eine erste Düsenfeder (21) in dem äußeren Steuerraum (13) angeordnet ist und dabei über einen Anschlagring (38) die innere Düsennadel (20) gegen ihren Ventilsitz drückt. Im inneren Steuerraum (12) ist keine Düsenfeder angeordnet, so dass sein Steuervolumen entsprechend klein ausgebildet werden kann. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass wegen des kleineren Steuervolumens ein schnelleres Ansprechen der inneren Düsennadel (20) erreicht wird.



EP 1 630 406 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffinjektor mit einem Ventilantrieb, insbesondere für einen piezoelektrischen Aktor nach der Gattung des Hauptanspruchs aus. Der piezoelektrische Aktor betätigt eine Servoventileinheit, die eine Registerdüse mit zwei koaxial angeordneten Düsennadeln steuert. Dadurch können zwei getrennt angeordnete Reihen mit Spritzlöchern, die im unteren Teil eines Düsenkörpers angeordnet sind, geöffnet oder verschlossen werden. Mit einem solchen Kraftstoffinjektor können durch gezieltes Öffnen oder Schließen sowohl kleine als auch große Einspritzmengen gesteuert werden.

[0002] Für zukünftige Einspritzsysteme ist jedoch eine weitere Steigerung der Anforderungen, insbesondere zur Erfüllung gesetzlicher Vorschriften hinsichtlich kleinster Einspritzmengen im gesamten Druckbereich zu erwarten. Gleichzeitig wird eine Zunahme der Maximaleinspritzung gefordert, um eine größere Motorleistung zu erzeugen. Zur Erfüllung dieser Anforderungen werden sehr komplex aufgebaute Injektoren gefertigt, die auch in einer Großserie nur mit relativ hohen Kosten herstellbar sind.

[0003] Aus der EP 0978649 A2 ist ein Einspritzventil mit einer Registerdüse bekannt, die zwei Einspritzdüsenkreise mit zugeordneten zwei Düsennadeln aufweist. Das Einspritzventil hat ein Gehäuse, in dem ein Piezo-Aktor als Ventilantrieb und ein Düsenkörper angeordnet sind. Am unteren Ende des Düsenkörpers sind zwei übereinander liegende Reihen von Spritzlöchern ausgebildet, die von den Düsennadeln verschließbar sind beziehungsweise auch einzeln geöffnet werden können.

[0004] Die innere Düsennadel wird durch einen Mitnahmemechanismus von der äußeren Düsennadel betätigt und ist somit nicht unabhängig steuerbar. Die innere Düsennadel steuert in ihrer Schließposition beziehungsweise Offenposition den Kraftstofffluss durch die zweite Reihe von Spritzlöchern. Der Piezo-Aktor steuert über ein Servoventil die äußere Düsennadel. Das Servoventil weist eine entsprechend ausgebildete Steuerkammer auf, die von einem Schließglied geöffnet oder verschlossen werden kann, wobei das Schließglied vom Aktor betätigt wird. Beim Öffnen der Steuerkammer wird durch Kraftstoffabfluss über eine Leckageleitung Druck abgebaut und dadurch die Düsennadel von ihrem Ventilsitz abgehoben und die zugeordneten ersten Spritzlöcher freigegeben. Bei weiter sinkendem Druck in der Steuerkammer wird dann über den Mitnahmemechanismus die innere Düsennadel angehoben und somit auch die zweite Reihe von Spritzlöchern freigegeben. Eine separate, unabhängige Steuerung der beiden Düsennadeln ist mit dieser Anordnung nicht möglich.

[0005] Ein weiterer Common Rail Injektor ist aus der DE 19936668 A1 bekannt. Hier wird vorgeschlagen, eine Düsennadel mittels eines Steuerraumes in ihrer Offen- oder Schließposition zu steuern. Der Steuerraum ist in einer Ausnehmung des Injektorgehäuses angeordnet

und wird von einer Hülse in einem Düsenfederraum so abgekapselt, dass der Steuerraum und der Düsenfederraum lediglich über eine Zufühdrossel hydraulisch miteinander gekoppelt sind. Die Hülse wird zur Abdichtung mittels einer Feder gegen eine Wandung der Ausnehmung gedrückt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, bei einem Kraftstoffinjektor die Steuerung von zwei koaxial angeordneten Düsennadeln einer Registerdüse zu verbessern und den Kraftstoffinjektor einfacher aufzubauen. Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor wird vorgeschlagen, dass ein innerer und ein äußerer Steuerraum jeweils einer inneren beziehungsweise einer äußeren Düsennadel zugeordnet sind und dass dadurch die beiden Düsennadeln unabhängig voneinander steuerbar sind. Des weiteren sind die beiden Steuerräume durch eine angepasste obere Nadelführung für die innere Düsennadel gegeneinander abgedichtet. Dadurch sind die beiden Steuerräume unabhängig voneinander steuerbar, so dass in vorteilhafter Weise eine individuelle Abstimmung des Öffnens und Schließens der beiden Düsennadeln ermöglicht wird. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass eine erste Düsenfeder im äußeren Steuerraum derart angeordnet ist, dass sie die innere Düsennadel gegen einen im unteren Teil eines Düsenkörpers angeordneten Ventilsitz drückt, um im nicht angesteuerten Zustand dort ihre zugeordneten Spritzlöcher zu verschließen. Die Anordnung einer Düsenfeder im inneren Steuerraum ist dadurch nicht mehr erforderlich, so dass der innere Steuerraum mit einem wesentlich kleineren Steuervolumen ausgebildet werden kann. Durch das kleinere Steuervolumen ergibt sich ein schnelleres Ansprechen der inneren Düsennadel, was insbesondere zur Steuerung kleinster Einspritzmengen wünschenswert ist. Ein weiterer Vorteil besteht auch darin, dass wegen des kleineren inneren Steuerraumes auch die Baulänge der Drosselplatte und damit die gesamte Injektorlänge gekürzt werden kann.

[0008] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Kraftstoffinjektors gegeben. Eine günstige Lösung wird darin gesehen, dass der äußere Steuerraum in einer Nadelführungsplatte ausgebildet ist, die unterhalb einer Drosselplatte angeordnet ist. Der äußere Steuerraum lässt sich daher leicht durch eine entsprechend geformte Ausnehmung in der Nadelführungsplatte herstellen. Da der innere Steuerraum in der Drosselplatte ausgebildet ist, können durch die stapelweise Anordnung der Drosselplatte und der Nadelführungsplatte die beiden Steuerräume sehr einfach übereinander liegend angeordnet werden.

[0009] Eine sehr vorteilhafte Lösung besteht auch darin, dass die innere Düsennadel durch den äußeren Steuerraum geführt ist. Die innere Düsennadel trennt dadurch mit ihrem Kopfteil die beiden Steuerräume voneinander

ab und dichtet die beiden Steuerräume gegenseitig ab. Des weiteren begrenzt die innere Düsenadel mit ihrem am äußeren Umfang angebrachten Anschlagring auf einfache Weise den innerhalb der Nadelführungsplatte angeordneten äußeren Steuerraum nach unten hin und dichtet damit auch den äußeren Steuerraum ab.

[0010] Um die innere Düsenfeder nach unten gegen ihren Ventilsitz zu drücken, ist vorgesehen, dass sich die erste Düsenfeder mit ihrem oberen Ende gegen eine Deckenfläche des äußeren Steuerraumes und mit ihrem unteren Ende gegen den Anschlagring der inneren Düsenadel abstützt.

[0011] Vorteilhaft erscheint weiter, dass die innere Düsenadel mit ihrer oberen Stirnseite den inneren Steuerraum nach unten hin abdichtet. Druckänderungen innerhalb des inneren Steuerraumes können somit direkt in eine Vertikalbewegung der inneren Düsenadel umgesetzt werden.

[0012] Es ist vorgesehen, den Durchmesser des inneren Steuerraumes kleiner auszubilden als den Durchmesser der Bohrung für die innere Düsenadel. Dadurch bildet sich am Übergang von der Nadelführungsplatte zur Drosselplatte am unteren Ende des inneren Steuerraumes ein erster Anschlag aus, der den Hub der inneren Düsenadel begrenzt.

[0013] Die beiden Steuerräume sind mit separaten Zulaufdrosseln und Ablaufleitungen beziehungsweise Ablaufdrosseln ausgebildet. Dadurch können die beiden Steuerräume unabhängig voneinander betrieben werden, um die beiden Düsenadeln unabhängig zu steuern.

[0014] Zur Aufnahme und Führung der äußeren Düsenadel ist vorgesehen, die Nadelführungsplatte nach unten hin mit einer hülsenförmigen Verlängerung auszubilden. Dadurch kann die äußere Düsenadel an ihrem oberen Ende sicher geführt werden.

[0015] Unterhalb der hülsenförmigen Verlängerung ist am äußeren Umfang der äußeren Düsenadel eine ringförmige Verstärkung angeordnet. In dem Hohlraum zwischen der hülsenförmigen Verlängerung und der ringförmigen Verstärkung kann somit eine zweite Düsenfeder angeordnet werden, durch die die äußere Düsenadel gegen ihren Ventilsitz gedrückt wird. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die äußere Düsenadel im nicht angesteuerten Zustand ihre zugeordneten Spritzlöcher im unteren Teil des Düsenkörpers sicher verschließt.

[0016] Zur separaten Steuerung der beiden Düsenadeln ist vorgesehen, dass die Servoventileinheit zwei getrennte Kammern aufweist, die von zwei Ventilen steuerbar sind. In Verbindung mit den separaten Zulaufdrosseln und Anlaufleitungen lässt sich somit individuell jeder Steuerraum und damit auch jede Düsenadel unabhängig steuern.

[0017] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0018] Die Figur zeigt in schematischer Darstellung einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor.

[0019] Zunächst wird an Hand der Figur der Aufbau eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors 10 erläutert. Der Kraftstoffinjektor 10 ist aus mehreren Baugruppen zusammengesetzt. Unterhalb eines Injektorgehäuses 1 sind eine Servoventileinheit 2, eine Drosselplatte 14, eine Nadelführungsplatte 15 und ein Düsenkörper 23 angeordnet. Die einzelnen Baugruppen werden mittels einer Düsenspannmutter 19 druckdicht zusammengefügt, wobei die Düsenspannmutter 19 von unten über den Düsenkörper 23 geschoben und mit dem Injektorgehäuse 1 fest verschraubt wird.

[0020] Das Injektorgehäuse 1 weist im wesentlichen eine Antriebseinheit 6 auf, die vorzugsweise als piezoelektrischer Aktor ausgebildet und in einer zentralen Bohrung des Injektorgehäuses 1 angeordnet ist. Der Aktor 6 ist in dem Injektorgehäuse 1 derart angeordnet, dass er sich nach oben hin gegen eine in der Figur nicht näher dargestellte Kopfplatte abstützt, die mit dem Injektorgehäuse 1 fest verbunden ist. Sein unteres Ende steht mit einer Bodenplatte 1a in Kontakt und ist in der zentralen Bohrung axial beweglich angeordnet, wenn der Aktor 6 elektrisch angesteuert wird. Die zentrale Bohrung bildet gleichzeitig einen Leckageraum 8, über den das aus der Servoventileinheit 2 abfließende Fluid, beispielsweise Benzin oder Dieselöl in einen nicht näher dargestellten Niederdruckbereich abfließen kann. Des weiteren ist eine Hochdruckbohrung 7 vorgesehen, die mit einem unter hohem Kraftstoffdruck stehenden Einspritzsystem, zum Beispiel einem Common Rail Einspritzsystem in Verbindung steht. Die Hochdruckbohrung 7 ist durch die einzelnen Baugruppen 1,2,14,15 und 23 geführt, so dass das Fluid bis zur unteren Spitze des Düsenkörpers 23 gelangen kann.

[0021] Die Servoventileinheit 2 weist im wesentlichen eine Ausnehmung 27 auf, in die zwei koaxial angeordnete Ventile 3,4 angeordnet sind und im oberen Teil die Ausnehmung 27 an entsprechend ausgeformten Dichtsitzen verschließen. Im unteren Teil wird die Ausnehmung 27 durch eine obere Stirnfläche der Drosselplatte 14 verschlossen. Zwischen dem inneren Ventil 3 und dem äußeren Ventil 4 ist eine Trennhülse 5 angeordnet. Die Trennhülse 5 wird durch eine Druckfeder 5a gegen die obere Stirnfläche der Drosselplatte 14 gedrückt und unterteilt somit den verbliebenen Raum der Ausnehmung 27, die im unteren Bereich etwas erweitert ist, in eine innere Kammer 25 und eine äußere Kammer 26. Die Druckfeder 5a stützt sich mit ihrem oberen Ende gegen eine vorstehende Fläche des inneren Ventils 3 ab, so dass beide Ventile 3,4 gegen ihren Sitz nach oben gedrückt werden und in Ruhestellung die beiden Kammern 25,26 verschließen, da der Ventilsitz des inneren Ventils 3 innerhalb des äußeren Ventils 4 angeordnet ist. Die beiden Ventile 3,4 sind in ihrer Länge so bemessen, dass sie in axialer Richtung nach unten ausweichen können, wenn der Aktor 6 sich nach unten verlängert. Die beiden oberen Enden der beiden Ventile 3,4 sind unterschiedlich hoch ausgebildet. Bei Betätigung des Aktors 6 wird zunächst das innere Ventil 3 betätigt, das sich

dann nach unten bewegt. Erst nach Zurücklegen eines vorgegebenen Weges wird auch das äußere Ventil 4 nach unten bewegt. Je nachdem, wie groß der Hub des Aktors 6 ist, werden somit die innere Kammer 25 und auch die äußere Kammer 26 geöffnet, so dass der in den Kammern 25,26 unter hohem Druck stehende Kraftstoff in den Leckageraum 8 abfließen kann. Durch eine individuelle Betätigung der beiden Ventile 3,4 können die beiden Düsenadeln 20,22 ohne gegenseitige Beeinflussung gesteuert werden, wie später noch näher erläutert wird.

[0022] Unterhalb der Servoventileinheit 2 ist eine Drosselplatte 14 angeordnet. Sie weist eine Ausnehmung auf, die an ihrem oberen Ende halbkugelförmig oder zylinderförmig abgeschlossen ist. Diese Ausnehmung bildet einen inneren Steuerraum 12, der an seinem unteren Ende von der inneren Düsenadel 20 begrenzt ist. Durch den Druck im inneren Steuerraum 12 ist die Lage der inneren Düsenadel 20 steuerbar, die in axialer Verlängerung bis zu ihrem Ventilsitz in der unteren Spitze des Düsenkörpers 23 geführt ist. Der innere Steuerraum 12 ist im oberen Bereich über eine innere Zulaufdrossel 11 mit der Hochdruckleitung 7 verbunden, wobei deren Verbindungsleitung aus fertigungstechnischen Gründen vorzugsweise wenigstens teilweise in der Dichtfläche zwischen der Servoventileinheit 2 und der Drosselplatte 14 ausgebildet ist. Des Weiteren ist der innere Steuerraum 12 mit einer Ablaufleitung 9 verbunden, die auch als Ablaufdrossel ausgebildet sein kann und bis zur inneren Kammer 25 geführt ist.

[0023] Erfindungswesentlich ist, dass innerhalb des inneren Steuerraumes 12 keine Düsenfeder angeordnet ist. Dadurch kann der innere Steuerraum 12 relativ klein ausgebildet sein, so dass auch das Steuervolumen entsprechend klein ist. Es hat sich gezeigt, dass ein kleineres Steuervolumen in vorteilhafter Weise ein schnelleres Ansprechen der inneren Düsenadel 20 bewirkt. Wegen der kleineren Dimensionierung des inneren Steuerraumes 12 kann auch die Baulänge der Drosselplatte 14 reduziert werden. Dadurch verringert sich auch die Baulänge des gesamten Kraftstoffinjektors 10.

[0024] An die Drosselplatte 14 schließt sich nach unten hin eine Baugruppe an, die als Nadelführungsplatte 15 bezeichnet wird. Die Nadelführungsplatte 15 ist scheibenförmig ausgebildet und weist nach unten hin eine hülsenförmige Verlängerung 32 auf, die im wesentlichen als obere Nadelführung für die äußere Düsenadel 22 ausgebildet ist. Oberhalb und unterhalb der Nadelführungsplatte 15 sind der obere und der untere Steuerraum 12,13 angeordnet, so dass die beiden Steuerräume 12,13 durch die Nadelführungsplatte 15 und die innere Düsenadel 20 dauerhaft getrennt sind. Die Nadelführungsplatte 15 bildet mit ihrer zentralen Bohrung eine feststehende obere Nadelführung 16 aus, durch die die innere Düsenadel 20 in ihrem oberen Bereich spielfrei und abdichtend geführt wird.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die innere Düsenadel 20 im Bereich der Nadelführung 16

mit einem verstärkten Ring ausgebildet, der in eine entsprechend geformte Führungsbohrung der oberen Nadelführung 16 mit engem Spiel und abdichtend eingepasst ist. Eine Trennhülse ist nicht erforderlich. Der im ersten Steuerraum 12 unter hohem Druck stehende Kraftstoff kann somit über die innere Düsenadel 20 nicht in den äußeren Steuerraum 13 gelangen und umgekehrt.

[0026] Unterhalb der oberen Nadelführung 16 ist der äußere Steuerraum 13 angeordnet. Er wird nach oben hin von der Nadelführungsplatte 15 und der inneren Düsenadel 20 sowie seitlich von der hülsenförmigen Verlängerung 32 begrenzt. Die innere Düsenadel 20 ist durch den äußeren Steuerraum 13 hindurchgeführt. Die innere Düsenadel 20 weist an ihrem äußeren Umfang einen Anschlagring 38 auf. Die Begrenzung des äußeren Steuerraumes 13 erfolgt nach unten hin durch eine untere Nadelführung 24, die im unteren Bereich der äußeren Düsenadel 22 angeordnet ist. Innerhalb des äußeren Steuerraumes 13 ist eine erste Düsenfeder 21 angeordnet, die sich nach oben hin gegen die Decke des äußeren Steuerraumes 13 abstützt und nach unten gegen den Anschlagring 38 der inneren Düsenadel 20 drückt. Dadurch wird die innere Düsenadel 20 gegen ihren Ventilsitz im Düsenkörper 23 gedrückt, so dass die in der Düsen Spitze des Düsenkörpers 23 liegenden inneren Spritzlöcher 28 geschlossen sind.

[0027] Unterhalb des Anschlagringes 38 ist die äußere Düsenadel 22 angeordnet, die in ihrem oberen Bereich von der hülsenförmigen Verlängerung 32 geführt wird. In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung reicht das obere Ende der äußeren Düsenadel 22 von unten gesehen bis an den Anschlagring 38 heran.

[0028] In diesem Fall kann sich die äußere Düsenadel 22 erst dann von ihrem Ventilsitz abheben, wenn die innere Düsenadel 20 sich nach oben bewegt und dadurch den Hubweg für die äußere Düsenadel 22 freigibt. Alternativ ist vorgesehen, zwischen dem oberen Ende der äußeren Düsenadel 22 und dem Anschlagring 38 einen vorgegebenen Abstand vorzusehen, so dass sich die äußere Düsenadel 22 auch dann von ihrem Ventilsitz abheben kann, wenn die innere Düsenadel 20 fest gegen ihren Ventilsitz gedrückt wird.

[0029] Der äußere Steuerraum 13 ist über eine äußere Zulaufdrossel 31 mit der Hochdruckleitung 7 verbunden, so dass der Kraftstoff in den äußeren Steuerraum 13 fließen kann und sich hier etwa ein gleich hoher Druck aufbaut wie in der Hochdruckleitung 7. Die äußere Zulaufdrossel 31 ist vorzugsweise im Bereich der hülsenförmigen Verlängerung 32 angeordnet. Des Weiteren ist der äußere Steuerraum 13 über eine Ablaufbohrung 17 durch die Nadelführungsplatte 15 und die Drosselplatte 14 hindurch mit der äußeren Kammer 26 verbunden. Die äußere Düsenadel 22 dichtet in Verbindung mit der hülsenförmigen Verlängerung 32 und der unteren Nadelführung 24 den äußeren Steuerraum 13 nach unten hin ab.

[0030] Unterhalb der hülsenförmigen Verlängerung 32 ist mit einem vorgegebenen Abstand am Umfang der äußeren Düsenadel 22 eine ringförmige Verstärkung 44

angebracht. Dadurch entsteht innerhalb des Düsenkörpers 23 ein zylinderförmiger Hohlraum, in dem eine zweite Düsenfeder 34 angeordnet ist. Die zweite Düsenfeder 34 stützt sich mit ihrem oberen Ende gegen das untere Ende der hülsenförmigen Verlängerung 32 und mit ihrem unteren Ende gegen die ringförmige Verstärkung 44 ab. Dadurch wird die äußere Düsennadel 22 nach unten gegen ihren Ventilsitz gedrückt.

[0031] Im unteren Bereich wird die äußere Düsennadel 22 innerhalb des Düsenkörpers 23 axial und spielfrei geführt. Die äußere Düsennadel 22 ist als Hohl-
nadel ausgebildet und nimmt die innere Düsennadel 20 auf. Zur Führung der inneren Düsennadel 20 weist die äußere Düsennadel 22 an der Innenseite eine zweite, untere Nadelführung 24 auf, die in einer Längsbohrung im unteren Teil der äußeren Düsennadel 22 angeordnet ist. Die innere Düsennadel 20 wird somit von der feststehenden oberen Nadelführung 16 und der innerhalb der äußeren Düsennadel 22 beweglich angeordneten unteren Nadelführung 24 geführt.

[0032] In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, die untere Nadelführung 24 ebenfalls möglichst druckdicht und höher in Richtung zur oberen Nadelführung 16 anzuordnen. Dadurch wird das Steuervolumen im äußeren Steuerraum 13 verkleinert, so dass sich ein schnelleres Ansprechen der äußeren Düsennadel 22 ergibt. Des Weiteren ist vorgesehen, die Bohrung in der äußeren Düsennadel 22 über einen Absatz, der etwa in der halben Länge der äußeren Düsennadel 22 angeordnet ist, nach unten hin zu verengen. Dies hat insbesondere fertigungstechnische Vorteile und erleichtert die Fertigung der Passung für die entsprechend angepasste innere Düsennadel 20.

[0033] Als oberer Anschlag für die innere Düsennadel 20 ist vorgesehen, die Bohrung für den inneren Steuerraum 12 in der Drosselplatte 14 enger auszubilden als in der Nadelführungsplatte 15. Dadurch entsteht am Übergang zur Drosselplatte 14 ein Absatz, gegen den die innere Düsennadel 20 anschlagen kann, wenn sie sich von ihrem Ventilsitz abhebt.

[0034] Im folgenden wird die Funktionsweise dieser Anordnung näher erläutert. Grundsätzlich sind in Ruhestellung, wenn der piezoelektrische Aktor 6 nicht angesteuert ist, die beiden Reihen mit Spritzlöchern 28,30 geschlossen, da die innere und die äußere Düsennadel 20,22 gegen ihren Ventilsitz gepresst werden. Ebenso werden die beiden Ventile 3,4 durch die Druckfeder 5a gegen ihren Ventilsitz gedrückt, so dass die beiden Kammern 25,26 geschlossen sind. Sowohl in den beiden Kammern 25,26 als auch in den beiden Steuerräumen 12,13 herrscht nahezu der gleiche Fluidruck (Kraftstoffdruck) wie in der Hochdruckleitung 7.

[0035] Wird der piezoelektrische Aktor 6 mit einem Gleichspannungssignal angesteuert, dann längt er sich nach unten hin aus und berührt mit seiner Bodenplatte nach Überwindung eines vorgegebenen sehr geringen Leerhubs zunächst das innere Ventil 3. Zur Betätigung des inneren Ventils 3 muss der Aktor 6 gegen eine im

Aktor 6 wirkende eingebaute Rückstellkraft, den Öffnungsdruck in der inneren Kammer 25 und den Druck der Druckfeder 5a arbeiten. Durch das Öffnen der inneren Kammer 25 fließt der unter hohem Druck stehende Kraftstoff aus dem inneren Steuerraum 12 in den Leckageraum 8 und gelangt somit in den Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems. Dadurch wird der Druck im inneren Steuerraum 12 rasch abgebaut. Außerhalb des inneren Steuerraumes 12 herrscht jedoch noch weiterhin der sehr hohe Druck, so dass auf Grund der entstehenden Druckdifferenz die innere Düsennadel 20 an entsprechend ausgeformten Druckflächen nach oben gedrückt wird. Dadurch hebt sich die innere Düsennadel 20 von ihrem Ventilsitz ab und gibt die erste Reihe mit Spritzlöchern 28 frei. Der Querschnitt der Spritzlöcher 28,30 ist abhängig vom Anwendungsfall und kann zum Beispiel für eine Minimaleinspritzung entsprechend dimensioniert werden.

[0036] Wird die Steuerspannung für den Aktor 6 wieder abgeschaltet, dann verkürzt er sich, so dass das innere Ventil 3 wieder geschlossen wird und als Folge dessen auch die innere Düsennadel 20 ihre Spritzlöcher 28 wieder verschließt, da der Druck sowohl in der inneren Kammer 25 als auch im inneren Steuerraum 3 wegen der Verbindung zur Hochdruckbohrung 7 wieder ansteigt. Die innere Düsennadel 20 kann somit unabhängig von der äußeren Düsennadel 22 gesteuert werden.

[0037] Wird im anderen Fall dagegen die Steuerspannung für den Aktor 6 erhöht, dann öffnet wegen der weiteren Auslängung des Aktors 6 auch das äußere Ventil 4 seine äußere Kammer 26. Jetzt fließt auch der Kraftstoff aus dem äußeren Steuerraum 13 über die Ablaufbohrung 17 und die äußere Kammer 26 in den Leckageraum 8. Dadurch sinkt der Druck in dem äußeren Steuerraum 13, so dass nun auch die äußere Düsennadel 22 ihre zweite Reihe mit Spritzlöchern 30 freigibt und somit der Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann.

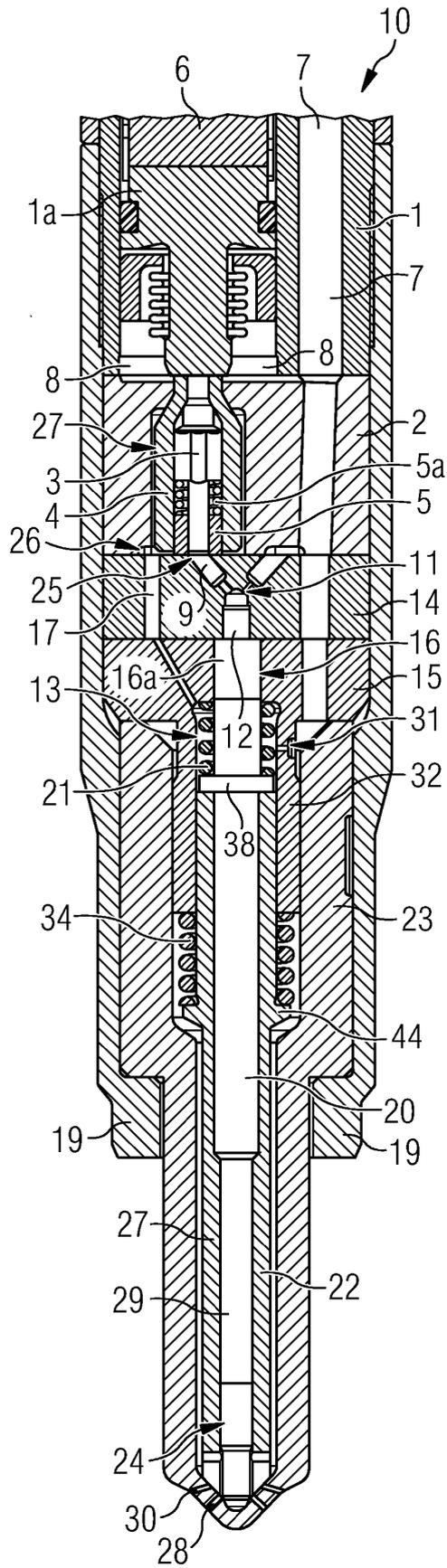
[0038] Wird die Steuerspannung für den Aktor 6 wieder etwas reduziert, dann schließt nur die äußere Düsennadel 22 wieder ihre Spritzlöcher 30. Auf diese Weise kann zum Beispiel zur Steuerung einer maximalen Einspritzmenge auch die äußere Düsennadel 22 individuell und ohne Beeinflussung der inneren Düsennadel 20 gesteuert werden.

[0039] Nach dem Abschalten der Steuerspannung werden beide Düsennadeln wieder geschlossen. Durch diese separaten Ansteuerungen wird eine verbesserte Injektorfunktion erreicht.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einem Ventilantrieb, insbesondere einem piezoelektrischen Aktor (6), der eine Servoventileinheit (2) betätigt, und mit einer Registerdüse, bei der zwei koaxial angeordnete Düsennadeln (20,22) steuerbar sind und **dadurch** zwei ge-

- trennt angeordnete Reihen mit Spritzlöchern (28,30) geöffnet werden oder verschließbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftstoffinjektor (10) einen inneren und einen äußeren Steuerraum (12,13) aufweist, dass die innere Düsennadel (20) von dem inneren Steuerraum (12) und die äußere Düsennadel (22) von dem äußeren Steuerraum (13) steuerbar sind, dass die beiden Steuerräume (12,13) durch eine angepasste obere Nadelführung (16) für die innere Düsennadel (20) gegeneinander abgedichtet sind, dass der äußere Steuerraum (13) eine erste Düsenfeder (21) aufweist und dass die erste Düsenfeder (21) ausgebildet ist, die innere Düsennadel (20) gegen ihren im unteren Teil eines Düsenkörpers (23) angeordneten Ventilsitz zu drücken.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Steuerraum (13) in einer unterhalb einer Drosselplatte (14) angeordneten Nadelführungsplatte (15) ausgebildet ist.
3. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Düsennadel (20) durch den äußeren Steuerraum (13) geführt ist und an ihrem äußeren Umfang einen Anschlagring (38) aufweist.
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die erste Düsenfeder (21) nach oben hin gegen eine Deckenfläche des äußeren Steuerraumes (13) und mit ihrem unteren Ende gegen den Anschlagring (38) abstützt.
5. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Steuerraum (12) in der Drosselplatte (14) angeordnet ist und nach unten hin von einer Stirnfläche der inneren Düsennadel (20) begrenzt wird.
6. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bildung eines ersten Anschlags (40) für die innere Düsennadel (20) der Durchmesser der inneren Steuerraum (12) kleiner ausgebildet ist als der Bohrungsdurchmesser für die innere Düsennadel (20).
7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Steuerraum (12,13) eine separate Zulaufdrossel (11,31) und/oder eine separate Ablaufbohrung oder -drossel (9,17) aufweist.
8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nadelführungsplatte (15) eine nach unten ausgebildete hülsenförmige Verlängerung (32) aufweist und dass die hülsenförmige Verlängerung (32) zur Führung der äußeren Düsennadel (22) ausgebildet ist.
9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Düsennadel (22) an ihrem Umfang unterhalb der hülsenförmigen Verlängerung (32) eine ringförmige Verstärkung (44) aufweist.
10. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Ende der hülsenförmigen Verlängerung (32) und der ringförmigen Verstärkung (44) eine zweite Düsenfeder (34) angeordnet ist und dass die zweite Düsenfeder (34) ausgebildet ist, die äußere Düsennadel (22) gegen ihren Ventilsitz zu drücken.
11. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Servoventileinheit (2) ein inneres und ein äußeres Ventil (3,4) aufweist, dass eine zwischen den beiden Ventilen (3,4) angeordnete Trennhülse (5) den Steuerraum der Servoventileinheit (2) in zwei Kammern (25,26) unterteilt und dass jede Kammer (25,26) einerseits über die beiden Ventile (3,4) eine steuerbare Verbindung zu einem Leckageraum (8) aufweist und andererseits mit jeweils einem der beiden getrennten Steuerräume (12,13) verbunden ist.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 2003/010845 A1 (CARROLL JOHN T ET AL) 16. Januar 2003 (2003-01-16) * Zusammenfassung; Abbildungen 6a,6b *	1	F02M45/08 F02M47/02 F02M59/46 F02M63/00
A	WO 03/044358 A (WESTPORT RESEARCH, INC; BAKER, S., MICHAEL; MUMFORD, DAVID; POST, ADRI) 30. Mai 2003 (2003-05-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 4,7,9,10 *	1	
A	US 2003/015599 A1 (CARROLL JOHN T ET AL) 23. Januar 2003 (2003-01-23) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1	
D,A	EP 0 978 649 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 9. Februar 2000 (2000-02-09) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F02M
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		4. November 2005	
		Prüfer	
		Boye, M	
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 : nichtschriftliche 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 03/02 (P04C03)

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

EP 05 10 3960

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.

04-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003010845 A1	16-01-2003	KEINE	

WO 03044358 A	30-05-2003	AU 2002342473 A1	10-06-2003
		BR 0214298 A	21-09-2004
		CA 2465182 A1	30-05-2003
		CN 1589369 A	02-03-2005
		EP 1448884 A1	25-08-2004

US 2003015599 A1	23-01-2003	KEINE	

EP 0978649 A	09-02-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

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