



(11)

EP 1 887 214 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.02.2008 Patentblatt 2008/07

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07110619.9**

(22) Anmeldetag: **20.06.2007**

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **07.08.2006 DE 102006036781**

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

(72) Erfinder:
• **Boehland, Peter**
71672, Marbach (DE)
• **Kanne, Sebastian**
71409, Schwaikheim (DE)
• **Nentwig, Godehard**
Palo Alto, 94304 (US)
• **Bauer, Michael**
70839, Gerlingen (DE)

(54) **Injektor und zugehöriges Betriebsverfahren**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Injektor (1) für eine Kraftstoffeinspritzanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, umfassend einen Injektorkörper (2), der wenigstens ein Spritzloch (3) aufweist, eine im Injektorkörper (2) hubverstellbar angeordnete Düsennadel (16) zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch (3), einen im Injektorkörper (2) angeordneten Piezoaktor (10) zur Erzeugung eines Aktorhubs, und eine im Injektorkörper (2) angeordnete Kopplereinrichtung (21) zur Hubübertragung zwischen Piezoaktor (10) und Düsennadel (16). Dabei ist die Düsennadel (16) relativ zur Kopplereinrichtung (21) hubverstellbar angeordnet ist. Um den Piezoaktor (10) kurz bauen zu können, ist ein elektromagnetischer Linearantrieb (22) zum Antreiben der Düsennadel (16) in deren Hubrichtung vorgesehen.

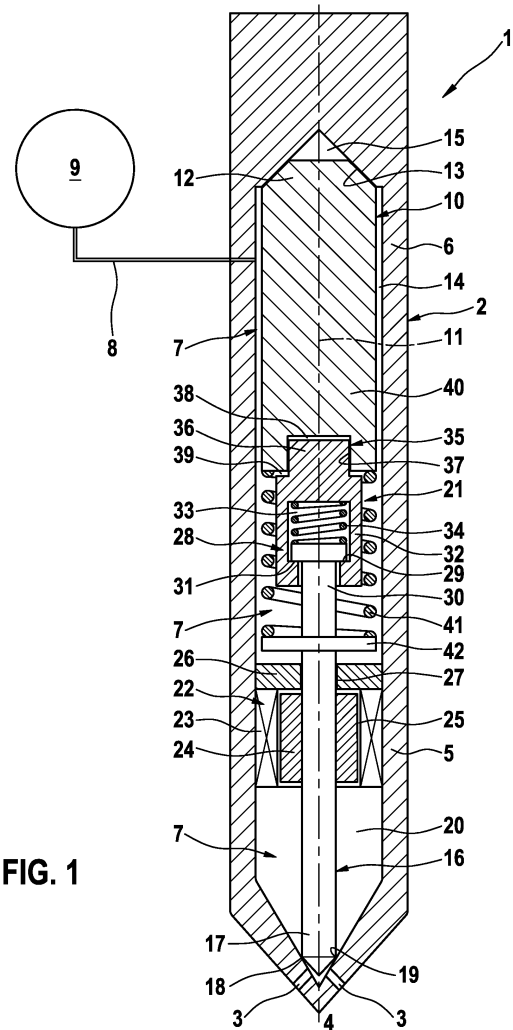


FIG. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Injektor für eine Kraftstoffeinspritzanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Betriebsverfahren für einen derartigen Injektor.

[0002] Aus der DE 10 2004 031 790 A1 ist ein Injektor bekannt, der einen Injektorkörper mit wenigstens einem Spritzloch aufweist. Im Injektorkörper ist eine Düsennadel zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch hubverstellbar angeordnet. Desweiteren ist im Injektorkörper ein Piezoaktor zur Erzeugung eines Aktorhubs angeordnet. Mit Hilfe einer im Injektorkörper angeordneten Kopplereinrichtung erfolgt eine Hubübertragung zwischen Aktor und Düsennadel, wobei die Düsennadel relativ zur Kopplereinrichtung hubverstellbar angeordnet ist.

[0003] Bei Injektoren besteht allgemein das Problem, dass zum einen die Düsennadel mit relativ großer Kraft in ihrer Öffnungsrichtung angetrieben werden muss, um sie von ihrem Sitz abheben zu können. Zum anderen muss die Düsennadel mit einem vergleichsweise großen Nadelhub von ihrem Sitz abheben, um die Auswirkungen der sog. "Sitzdrosselung" zu reduzieren. Diese Sitzdrosselung entsteht aufgrund strömungsdynamischer Effekte, wenn der Kraftstoff einen engen Ringspalt durchströmen muss, der sich bei kleinem Nadelhub zwischen dem Nadelsitz und einer an der Nadelspitze angeordneten Dichtkante ausbildet. Die zum Öffnen der Düsennadel erforderliche große Kraft kann relativ einfach mit Hilfe des Piezoaktors bereit gestellt werden. Um den erforderlichen, relativ großen Nadelhub zur Vermeidung der Sitzdrosselung erzielen zu können, besteht die Möglichkeit, den Piezoaktor in der Hubrichtung relativ lang auszubilden, was jedoch aus Bauraumgründen regelmäßig zu vermeiden ist. Beim bekannten Injektor ist die Kopplereinrichtung so ausgestaltet, dass sie den Aktorhub übersetzt auf die Düsennadel überträgt, so dass die Düsennadel einen Nadelhub ausführt, der um den jeweiligen Übersetzungsfaktor größer ist als der Aktorhub. Erreicht wird dies beim bekannten Injektor dadurch, dass die Kopplereinrichtung eine Stufenhülse umfasst, in der einerseits ein Endabschnitt der Düsennadel mit einem Nadelquerschnitt hubverstellbar gelagert ist und in der andererseits ein Endabschnitt des Piezoaktors mit einem Aktorquerschnitt hubverstellbar gelagert ist. Die beiden Endabschnitte begrenzen in der Stufenhülse einen Kopplerraum, wobei der Aktorquerschnitt größer ist als der Nadelquerschnitt, wodurch das vorstehend genannte Übersetzungsverhältnis definiert ist. Dabei ist klar, dass die hier erreichte Hubübersetzung zwangsläufig mit einer dazu reziproken Kraftübersetzung einhergeht, so dass die an der Düsennadel angreifende Öffnungskraft entsprechend reduziert ist. Zur Erzielung kurzer Öffnungs-

zeiten sind jedoch große Öffnungskräfte erforderlich.

Vorteile der Erfindung

[0004] Der erfindungsgemäße Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass für den Öffnungsvorgang zum Abheben der Düsennadel vom Nadelsitz sehr große Kräfte in die Düsennadel eingeleitet werden können und dass außerdem zur Überwindung der Sitzdrosselung der hierzu erforderliche Öffnungshub ebenfalls realisierbar ist, wobei gleichzeitig eine kompakte Bauweise mit kurzem Piezoaktor erreicht wird. Bei der Erfindung werden diese Vorteile dadurch realisiert, dass zusätzlich zum Piezoaktor ein elektromagnetisch arbeitender Linearantrieb vorgesehen ist, um die Düsennadel aus ihrem Sitz auszuheben. Dabei wird der Piezoaktor zur Erzeugung der zum Abheben der Düsennadel vom Nadelsitz erforderlichen Öffnungskraft verwendet, während der Linearantrieb zur Realisierung des relativ großen, erforderlichen Öffnungshubs verwendet wird. Die Erfindung nutzt hierbei die Erkenntnis, dass die zur Hubverstellung der Düsennadel erforderliche Öffnungskraft deutlich niedriger ist, wenn die Düsennadel erst einmal von ihrem Nadelsitz abgehoben ist. Diese deutlich niedrigere Öffnungskraft kann mit Hilfe eines vergleichsweise kompakt bauenden Linearantriebs in die Düsennadel eingeleitet werden, wobei ohne weiteres der gewünschte relativ große Öffnungshub einstellbar ist.

[0005] Die Erfindung stellt somit zum Öffnen der Düsennadel zwei parallel wirkende Antriebssysteme zur Verfügung, die sich gegenseitig komplementär zu dem vom Nadelhub abhängigen Öffnungskraftbedarf der Düsennadel ergänzen. Die zum Abheben der Düsennadel vom Nadelsitz erforderliche, relativ große Öffnungskraft wird im wesentlichen durch den Piezoaktor in die Düsennadel eingeleitet, während die zur Erzielung des relativ großen Nadelhubs erforderliche, vergleichsweise kleine Öffnungskraft durch den Linearantrieb in die Düsennadel eingeleitet wird. Insgesamt kann beim erfindungsgemäßen Injektor somit die Düsennadel mit Hilfe der großen Öffnungskraft des Piezoaktors rasch aus ihrem Sitz ausgehoben werden und mit Hilfe des Linearantriebs vergleichsweise rasch bis zum erforderlichen Öffnungshub verstellt werden.

[0006] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus der Zeichnung und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnung.

Zeichnung

[0007] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert.

[0008] Die einzige Fig. 1 zeigt einen stark vereinfachten, schematisierten Längsschnitt durch einen Injektor.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0009] Entsprechend Fig. 1 umfasst ein Injektor 1 ein Injektorgehäuse 2, das zumindest ein Spritzloch 3 aufweist, durch das unter Einspritzdruck stehender Kraftstoff in einen Einspritzraum 4 eindüsbare ist. Der Injektor-körper 2 ist hier vereinfacht einteilig dargestellt, es ist jedoch üblich, den Injektor-körper 2 aus mehreren Einzelteilen zusammenzubauen. Beispielsweise können ein an das wenigstens eine Spritzloch 3 anschließender Nadelabschnitt 5 des Injektor-körpers 2 und ein vom wenigstens einen Spritzloch 3 entfernter Aktorabschnitt 6 des Injektor-körpers 2 separate Bauteile bilden.

[0010] Der Injektor-körper 2 enthält einen Zuführpfad 7, der dem wenigstens einen Spritzloch 3 unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff zuführt. Hierzu ist der Injektor 1 bzw. der Zuführpfad 7 über eine entsprechende Anschlussleitung 8 an eine Kraftstoffhochdruckleitung 9 anschließbar. Diese Kraftstoffhochdruckleitung 9 bildet ebenso wie der Injektor 1 einen Bestandteil einer im übrigen nicht dargestellten Kraftstoffeinspritzanlage für eine Brennkraftmaschine, die vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist. Bei einem Common-Rail-System sind mehrere Injektoren 1 an eine gemeinsame Kraftstoffhochdruckleitung 9 angeschlossen.

[0011] Der Injektor 1 weist einen Piezoaktor 10 auf, der im Injektor-körper 2 bzw. in dessen Aktorabschnitt 6 angeordnet ist, derart, dass er darin in Abhängigkeit seiner Bestromung und Entstromung einen Aktorhub parallel zu einer Längsmittelachse 11 des Injektors 1 durchführen kann. Hierzu ist der Piezoaktor 10 mit einem vom wenigstens einen Spritzloch 3 entfernten Aktorfuß 12 am Injektor-körper 2 axial abgestützt. Diese mit 13 bezeichnete axiale Abstützung bildet gleichzeitig eine effektive Abdichtung eines im Aktorabschnitt 6 ausgebildeten Aktorraums 14 gegenüber einem im Injektor-körper 2 ausgebildeten Zuführraum 15. Durch den Zuführraum 15 ist der Piezoaktor 10 vor Kraftstoff geschützt an eine Stromversorgung anschließbar. Der Aktorraum 14 bildet dabei einen Bestandteil des Zuführpfads 7 bzw. ist durch den Aktorraum 14 der Zuführpfad 7 hindurchgeführt.

[0012] Der Injektor 1 enthält im Injektor-körper 2 bzw. in dessen Nadelabschnitt 5 eine Düsen-nadel 16, die hubverstellbar angeordnet ist und mit deren Hilfe die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch 3 steuerbar ist. Hierzu weist die Düsen-nadel 16 in einem dem wenigstens einen Spritzloch 3 zugewandten Spitzenabschnitt 17 eine Dichtkante 18 auf, die mit einem am Injektor-körper 2 bzw. am Nadelabschnitt 5 ausgebildeten Nadelsitz 19 zusammenwirkt. Bei in ihren Sitz 19 eingefahrener Düsen-nadel 16 trennt die mit dem Nadelsitz 19 zusammenwirkende Dichtkante 18 das wenigstens eine Spritzloch 3 von einem Nadelraum 20, der einen Bestandteil des Zuführpfads 7 bildet bzw. durch den der Zuführpfad 7 hindurchgeführt ist.

[0013] Der Injektor 1 ist außerdem mit einer Kopplereinrichtung 21 ausgestattet, die im Injektor-körper 2 angeordnet ist und die eine Hubübertragung zwischen dem

Piezoaktor 10 und der Düsen-nadel 16 ermöglicht. Hierzu ist die Kopplereinrichtung 21 einerseits mit dem Piezoaktor 10 und andererseits mit der Düsen-nadel 16 auf geeignete Weise Antriebsgeköpelt. Gleichzeitig ist die Antriebskopplung zwischen Kopplereinrichtung 21 und Düsen-nadel 16 so ausgestaltet, dass die Düsen-nadel 16 relativ zur Kopplereinrichtung 21 hubverstellbar ist.

[0014] Erfindungsgemäß ist der Injektor 1 zusätzlich mit einem elektromagnetisch arbeitenden Linearantrieb 22 ausgestattet, mit dessen Hilfe die Düsen-nadel 16 in ihrer Hubrichtung antreibbar ist. Der Linearantrieb 22 weist entsprechend der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform beispielsweise eine elektromagnetisch arbeitende Spule 23 auf, die sich ringförmig und koaxial zur Düsen-nadel 16 erstreckt. Desweiteren weist der Linearantrieb 22 hier einen Anker 24 auf, der mittels der elektromagnetischen Kräfte der Spule 23 in der Hubrichtung der Düsen-nadel 16 antreibbar ist. Vorzugsweise erstreckt sich der Anker 24 ringförmig und koaxial zur Düsen-nadel 16. Während die Spule 23 ortsfest am Injektor-körper 2 angeordnet ist, ist der Anker 24 ortsfest an der Düsen-nadel 16 angeordnet. Radial zwischen Spule 23 und Anker 24 ist ein Ringspalt 25 vorgesehen.

[0015] Ein Spulenträger 26, der die Spule 23 trägt, kann hierzu auf geeignete Weise am Injektor-körper 2 festgelegt sein. Insbesondere kann der Spulenträger 26 einen integralen Bestandteil des Injektor-körpers 2 bilden. Im Beispiel ist die Düsen-nadel 16 im Spulenkörper 26 hubverstellbar gelagert. Eine entsprechende, radial zwischen Spulenträger 26 und Düsen-nadel 16 ausgebildete Führung und/oder Lagerung ist mit 27 bezeichnet. Durch diese Führung/Lagerung 27 kann der Zuführpfad 7 hindurchgeführt sein. Grundsätzlich kann jedoch der Nadelraum 20 auf beliebige andere Art und Weise mit dem Aktorraum 14 kommunizieren, um so den Zuführpfad 7 am Linearantrieb 22 vorbei bzw. durch den Linearantrieb 22 hindurch zuführen.

[0016] Die Spule 23 ist im gezeigten Beispiel zusammen mit dem Spulenträger 26 im Inneren des Injektor-körpers 2, also im Nadelraum 20 angeordnet. Ebenso sind grundsätzlich auch andere Anordnungen/Positionierungen für die Spule 23 denkbar, da ein direkter körperlicher Kontakt mit dem Anker 24 nicht erforderlich ist.

[0017] Auch der Anker 24 kann auf unterschiedliche Weise realisiert werden. Grundsätzlich ist es möglich, die Düsen-nadel 16 aus einem geeigneten Ankerwerkstoff herzustellen, so dass die Düsen-nadel 16 selbst den Anker 24 bildet. Alternativ kann der Anker 24 auch einen integralen Bestandteil der Düsen-nadel 16 bilden. Ebenso ist es möglich, bei einer aus mehreren Bestandteilen zusammengebauten Düsen-nadel 16 einen dieser Bestandteile als Anker 24 auszugestalten. Desweiteren kann der Anker 24 auch ein separat hergestelltes Bauteil sein, das auf geeignete Weise an die Düsen-nadel 16 angebaut ist, z.B. durch eine Schweißverbindung.

[0018] Die Kopplereinrichtung 21 weist an ihrer der Düsen-nadel 16 zugewandten Seite eine Mitnehmereinrichtung 28 auf, die so ausgestaltet ist, dass die Kopplerein-

richtung 21 bei einem in der Öffnungsrichtung der Düsennadel 16 orientierten Hub die Düsennadel 16 durch Formschluss mitnehmen kann. Hierzu weist die Mitnehmereinrichtung 28 eine Greifkontur 29 auf und wirkt mit einem vom wenigstens einen Spritzloch 3 entfernten Endabschnitt 30 der Düsennadel 16 zusammen. Die Greifkontur 29, die beispielsweise durch eine radial nach innen vorspringende Ringstufe gebildet ist, hintergreift dabei den Endabschnitt 30, der hierzu eine komplementäre, hintergreifbare Kontur 31 aufweist. Die hintergreifbare Kontur 31 ist beispielsweise durch einen vom Endabschnitt 30 radial nach außen vorspringenden Kragen gebildet.

[0019] Die Kopplereinrichtung 21 weist hier außerdem einen Hülsenabschnitt 32 auf, und zwar an der der Düsennadel 16 zugewandten Seite. Der Endabschnitt 30 ragt in diesen Hülsenabschnitt 32 axial hinein und ist darin hubverstellbar angeordnet. Hierzu enthält der Hülsenabschnitt 32 einen Freiraum 33, in dem der Endabschnitt 30 relativ zur Kopplereinrichtung 21 hubverstellbar ist. In diesem Freiraum 33 ist eine Rückstellfeder 34 angeordnet, mit deren Hilfe die Düsennadel 16 in ihre Schließrichtung vorgespannt ist. Die Rückstellfeder 34 unterstützt dadurch den Kontakt zwischen Greifkontur 29 und greifbarer Kontur 31 innerhalb der Mitnehmereinrichtung 28. Die Rückstellfeder 34 ist dabei einerseits an der Düsennadel 16 und andererseits an der Kopplereinrichtung 21 abgestützt.

[0020] Desweiteren ist die Kopplereinrichtung 21 an einer von der Düsennadel 16 abgewandten Seite über eine Kolben-Zylinder-Anordnung 35 mit dem Piezoaktor 10 antriebsgekoppelt. Die Kolben-Zylinder-Anordnung 35 umfasst einen Kolben 36 und einen Zylinder 37, in dem der Kolben 36 parallel zum Aktorhub hubverstellbar gelagert ist. Dabei taucht der Kolben 36 mit Axialspiel 38 in den Zylinder 37 ein. Desweiteren ist vorzugsweise auch zwischen dem Piezoaktor 10 und der Kopplereinrichtung 21 außerhalb der Kolben-Zylinder-Anordnung 35 ein weiteres Axialspiel 39 vorhanden. Die Kolben-Zylinder-Anordnung 35 ermöglicht eine hydraulische Kopplung zwischen Piezoaktor 10 und Kopplereinrichtung 21 wobei diese hydraulische Kopplung den Aktorhub im wesentlichen unverändert auf die Kopplereinrichtung 21 überträgt, und zwar über das im Zylinder 37 durch den Kolben 36 eingeschlossene Hydraulikvolumen. Die Kolben-Zylinder-Anordnung 35 ermöglicht dabei einen Ausgleich von Spiel, von Herstellungstoleranzen und von thermischen Ausdehnungseffekten. Die Kolben-Zylinder-Anordnung 35 ist hier gezielt so ausgestaltet, dass die hydraulische Kopplung im wesentlichen keine Kraft- oder Hubübersetzung realisiert, so dass der Aktorhub bzw. die Aktorkraft unverändert auf die Kopplereinrichtung 21 und von dieser auf die Düsennadel 16 übertragen wird. Grundsätzlich sind jedoch auch Ausführungsformen mit Unter- oder Übersetzung in der hydraulischen Kopplung der Kolben-Zylinder-Anordnung 35 realisierbar.

[0021] Im gezeigten Beispiel ist der Kolben 36 durch

einen Kolbenabschnitt der Kopplereinrichtung 21 gebildet, den dieser an einer von der Düsennadel 16 abgewandten Seite aufweist und der im folgenden ebenfalls mit 36 bezeichnet wird. Im Unterschied dazu ist der Zylinder 37 hier durch einen Zylinderabschnitt gebildet, der im folgenden ebenfalls mit 37 bezeichnet wird und der entweder unmittelbar am Piezoaktor 10 oder an einem der Düsennadel 16 zugewandten Aktorkopf 40 ausgebildet ist.

[0022] Darüber hinaus ist der Injektor 1 noch mit einer Schließdruckfeder 41 ausgestattet, welche die Düsennadel 16 in deren Schließrichtung antreibt. Hierzu stützt sich die Schließdruckfeder 41 einenends über einen Bund 42 an der Düsennadel 16 und anderenends am Piezoaktor 10 bzw. am Aktorkopf 40 ab.

Der erfindungsgemäße Injektor 1 arbeitet wie folgt:

[0023] In einem in der Fig. 1 gezeigten Ausgangszustand befindet sich die Düsennadel 16 in ihrer Schließstellung, d.h., die Dichtkante 18 sitzt im Nadelsitz 19 und trennt das wenigstens eine Spritzloch 3 vom Zuführpfad 7. Der Piezoaktor 10 ist bestromt und weist seinen in Richtung des wenigstens einen Spritzlochs 3 ausgedehnten Zustand auf. Dementsprechend wird der Piezoaktor 10 im Injektor 1 ziehend bzw. invers betrieben. Der Linearantrieb 22 ist unbestromt bzw. ausgeschaltet. Im gesamten Zuführpfad 7, sowie im Freiraum 33 und in dem zwischen Zylinder 37 und Kolben 36 eingeschlossenen Volumen herrscht der Einspritzdruck.

[0024] Zum Durchführen einer Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch 3 wird die Düsennadel 16 zum Öffnen angesteuert. Hierzu wird der Piezoaktor 10 entstromt. Außerdem wird der Linearantrieb 22 bestromt bzw. eingeschaltet. Beim Entstromen des Piezoaktors 10 zieht sich dieser zusammen und zieht dabei seinen Aktorkopf 40 vom wenigstens einen Spritzloch 3 weg. Über die mit Hilfe der Kolben-Zylinder-Anordnung 35 realisierte hydraulische Kopplung zwischen Piezoaktor 10 und Kopplereinrichtung 21 führt auch die Kopplereinrichtung 21 den Aktorhub quasi identisch aus. Über die Mitnehmereinrichtung 28 führt auch die Düsennadel 16 den Hub der Kopplereinrichtung 21 und somit der Hub des Piezoaktors 10 quasi identisch aus. In der Folge hebt die Düsennadel 16 vom Nadelsitz 19 ab. Dabei kann der Piezoaktor 10 die zum Abheben der Düsennadel 16 vom Nadelsitz 19 erforderliche große Öffnungskraft ohne weiteres aufbringen und über die Kopplereinrichtung 21 in die Düsennadel 16 einleiten. Der Linearantrieb 22 kann dabei bereits unterstützende Öffnungskräfte in die Düsennadel 16 einleiten. Allerdings bauen sich die am Anker 24 angreifenden elektromagnetischen Kräfte aufgrund der Impedanz der Spule 23 nur allmählich bzw. zeitlich verzögert auf. Bei einer entsprechenden Abstimmung zwischen Einschaltzeitpunkt des Linearantriebs 22 und Ausschaltzeitpunkt des Piezoaktors 10 kann der Linearantrieb 22 die zu einem weiteren Anheben der Düsennadel 16 erforderliche Öffnungskraft in die

Düsennadel 16 einleiten, sobald der Piezoaktor 10 seinen maximalen Aktorhub erreicht hat. Die mit dem Linearantrieb 22 in die Düsennadel 16 eingeleiteten Öffnungskräfte treiben nun die Düsennadel 16 weiter in ihrer Öffnungsrichtung, also weg vom wenigstens einen Spritzloch 3 an. Da der Piezoaktor 10 und somit auch die Kopplereinrichtung 21 ihre Endstellung erreicht haben, bewegt sich nun die Düsennadel 16 relativ zur Kopplereinrichtung 21. In der Folge hebt die Düsennadel 16 mit ihrer hintergreifbaren Kontur 31 von der Greifkontur 29 der Mitnehmereinrichtung 28 ab. Somit kann die Düsennadel 16 für ihre Öffnung einen Nadelhub durchführen, der größer ist als der vom Piezoaktor 10 durchführbare Aktorhub. Hierdurch kann der Piezoaktor 10 in der Hubrichtung vergleichsweise kurz bauen. Ebenso kann der Linearantrieb 22 vergleichsweise kompakt bauen, da nach dem Abheben der Düsennadel 16 vom Nadelsitz 19, was durch den Aktorhub realisiert wird, die Düsennadel 16 nur noch mit einer deutlich geringeren Öffnungskraft angetrieben werden muss, um den gewünschten Nadelhub durchzuführen.

[0025] Das Ausschalten des Piezoaktors 10 und das Einschalten des Linearantriebs 22 können so aufeinander abgestimmt sein, dass der Linearantrieb 22 zum gleichen Zeitpunkt eingeschaltet wird wie der Piezoaktor 10 entstromt wird. Dabei ist es insbesondere möglich, eine im gespannten oder aufgeladenen Piezoaktor 10 gespeicherte elektrische Ladung für die Bestromung des Linearantriebs 22 auszunutzen. Der Energieverbrauch des Injektors 1 kann dadurch reduziert werden. Ebenso kann es vorteilhaft sein, den Linearantrieb 22 bereits vor dem Entstromen des Piezoaktors 10 einzuschalten, beispielsweise um dadurch den Feldaufbau zeitlich nach vorn zu verschieben. Der Linearantrieb 22 kann dann beim Öffnen der Düsennadel 16 schneller seine Öffnungskraft in die Düsennadel 16 einleiten.

[0026] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Düsennadel 16 geschlossen, also in den Nadelsitz 19 eingefahren. Hierzu wird der Linearantrieb 22 ausgeschaltet und der Piezoaktor 10 bestromt. Unterstützt wird die Schließbewegung der Düsennadel 16 außerdem durch die Schließdruckfeder 41 und die Rückstellfeder 34. Auch hier kann es zweckmäßig sein, den Linearantrieb 22 genau zu dem Zeitpunkt auszuschalten, zu dem der Piezoaktor 10 eingeschaltet wird. Insbesondere ist es dann möglich, die im Linearantrieb 22, bzw. in dessen Spule 23, gespeicherte elektrische Ladung zur Bestromung des Piezoaktors 10 zu nutzen. Alternativ kann auch der Linearantrieb 22 zeitlich vor dem Einschalten des Piezoaktors 10 ausgeschaltet werden, um so den Feldabbau einzuleiten. In der Folge können für den Schließvorgang die vom Linearantrieb 22 in die Düsennadel 16 eingeleiteten Öffnungskräfte schneller abgebaut werden. Ebenso ist grundsätzlich denkbar, die Bestromung des Linearantriebs 22 für den Schließvorgang der Düsennadel 16 umzupolen, so dass der Linearantrieb 22 die Düsennadel 16 in deren Schließrichtung antreibt.

Patentansprüche

1. Injektor für eine Kraftstoffeinspritzanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,

- mit einem Injektorkörper (2), der wenigstens ein Spritzloch (3) aufweist,
- mit einer im Injektorkörper (2) hubverstellbar angeordneten Düsennadel (16) zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch (3),
- mit einem im Injektorkörper (2) angeordneten Piezoaktor (10) zur Erzeugung eines Aktorhubs,
- mit einer im Injektorkörper (2) angeordneten Kopplereinrichtung (21) zur Hubübertragung zwischen Piezoaktor (10) und Düsennadel (16),
- wobei die Düsennadel (16) relativ zur Kopplereinrichtung (21) hubverstellbar angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein elektromagnetischer Linearantrieb (22) zum Antreiben der Düsennadel (16) in deren Hubrichtung vorgesehen ist.

2. Injektor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Linearantrieb (22) eine relativ zum Injektorkörper (2) ortsfeste elektromagnetische Spule (23) und einen relativ zur Düsennadel (16) ortsfesten Anker (24) aufweist.

3. Injektor nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Spule (23) im Injektorkörper (2) angeordnet ist.

4. Injektor nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Anker (24) in die Düsennadel (16) integriert ist, oder
- **dass** ein Bestandteil der Düsennadel (16) als Anker (24) ausgestaltet ist, oder
- **dass** der Anker (24) an die Düsennadel (16) angebaut ist, oder
- **dass** die Düsennadel (16) selbst den Anker (24) bildet.

5. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kopplereinrichtung (21) eine Mitnehmereinrichtung (28) aufweist, die mit einer Greifkontur (29) die Düsennadel (16) an einem vom wenigstens einen Spritzloch (3) entfernten Endabschnitt (30) hintergreift.

6. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kopplereinrichtung (21) einen der Düsen-
nadel (16) zugewandten Hülsenabschnitt (32) auf-
weist, in dem ein vom wenigstens einen Spritzloch
(3) entfernter Endabschnitt (30) der Düsennadel (16) 5
hubverstellbar angeordnet ist.

7. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kopplereinrichtung (21) über eine Kolben-
Zylinder-Anordnung (35) mit dem Piezoaktor (10) 10
antriebsgekoppelt ist, wobei der Kolben (36) in den
Zylinder (37) mit Axialspiel (38) parallel zum Aktor-
hub eintaucht.

15

8. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kopplereinrichtung (21) einen von der Dü-
sennadel (16) abgewandten Kolbenabschnitt (36) 20
aufweist, der in einem am Piezoaktor (10) ausgebil-
deten Zylinderabschnitt (37) hubverstellbar gelagert
ist.

9. Verfahren zum Betreiben eines Injektors (1) nach
einem der Ansprüche 1 bis 8, 25

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** zum Öffnen der Düsennadel (16) der Pie-
zoaktor (10) entstromt und gleichzeitig oder vor-
her der Linearantrieb (22) bestromt wird, und/ 30
oder
- **dass** zum Schließen der Düsennadel (16) der
Piezoaktor (10) bestromt und der Linearantrieb
(22) entstromt wird.

35

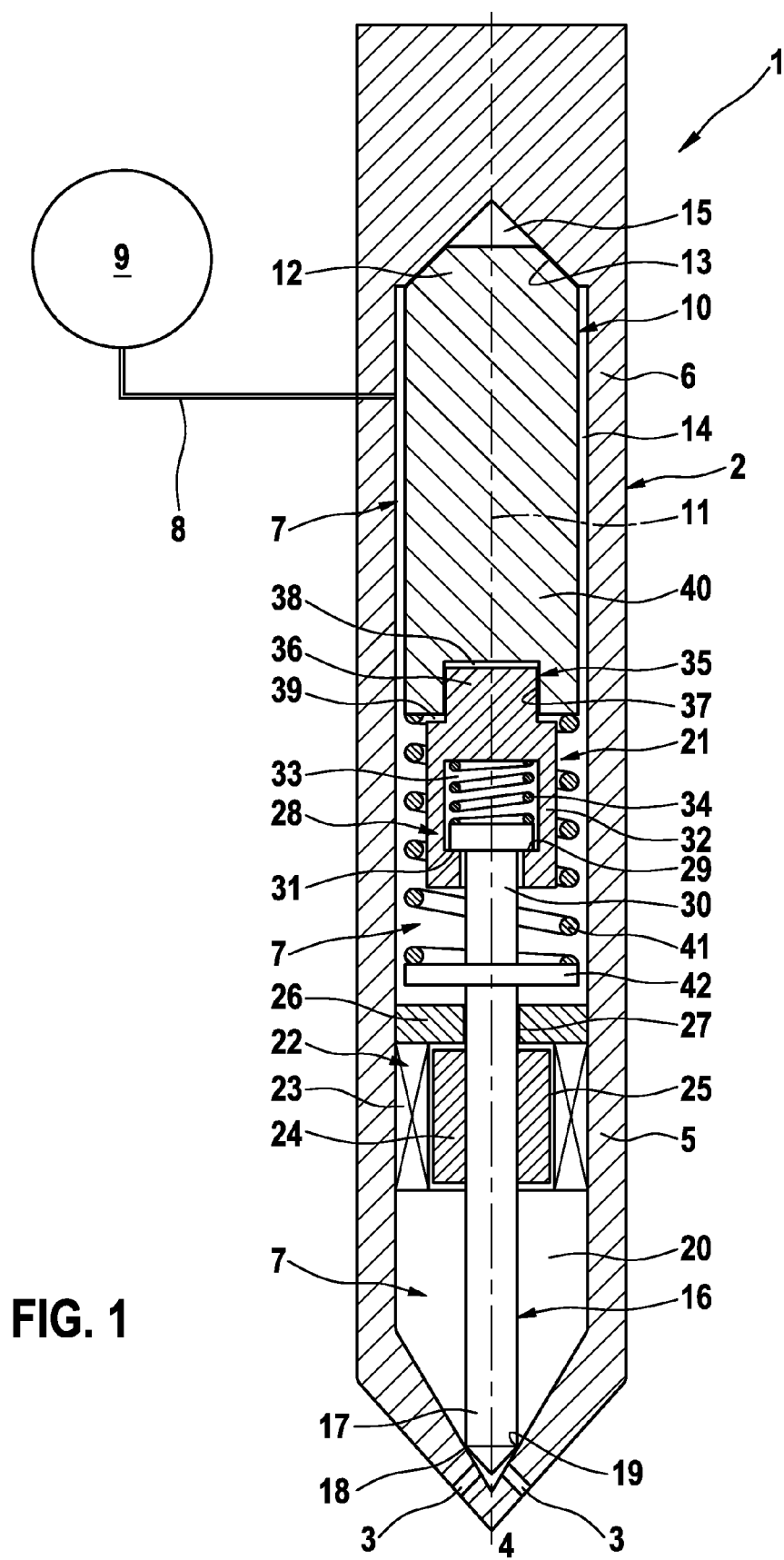
10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** beim Entstromen des Piezoaktors (10)
eine darin gespeicherte elektrische Ladung dem 40
Linearantrieb (22) zu dessen Bestromung zuge-
führt wird, und/oder
- **dass** beim Entstromen des Linearantriebs (22)
eine darin gespeicherte elektrische Ladung dem
Piezoaktor (10) zu dessen Bestromung zuge- 45
führt wird.

50

55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004031790 A1 [0002]