



(10) **DE 10 2012 222 509 A1** 2014.06.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 222 509.9**

(22) Anmeldetag: **07.12.2012**

(43) Offenlegungstag: **12.06.2014**

(51) Int Cl.: **F02M 51/06** (2006.01)
F02M 47/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Continental Automotive GmbH, 30165, Hannover,
DE**

(72) Erfinder:

**Jagani, Jignesh, 93049, Regensburg, DE;
Kerekgyarto, Janos, Dr., 93057, Regensburg, DE;
Krotow, Ivan, 93051, Regensburg, DE; Schürz,
Willibald, Dr., 93188, Pielenhofen, DE**

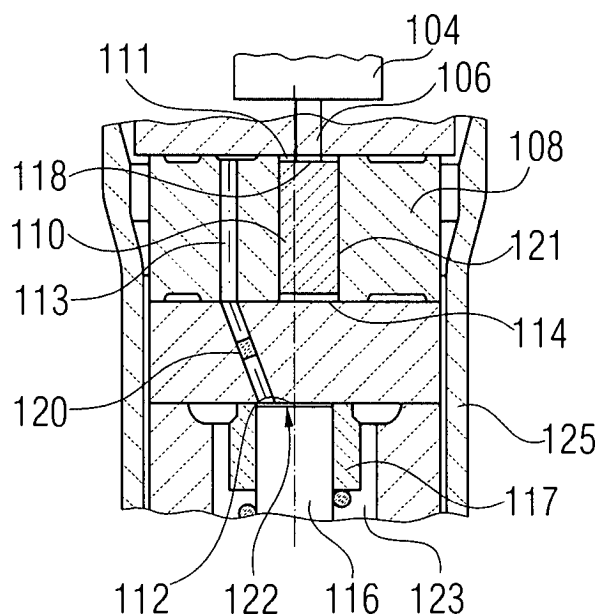
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Piezoinjektor**

(57) Zusammenfassung: Ein Piezoinjektor umfasst:

- einen Aktorraum (119), in dem ein Piezoaktor (104) angeordnet ist,
- eine Steuerkolbenbohrung (121), in der ein Steuerkolben (110) mit einer Stirnseite (118) angeordnet ist,
- einen Leckagestift (106), der zwischen dem Piezoaktor (104) und der Stirnseite (118) angeordnet ist, um den Piezoaktor (104) mit dem Steuerkolben (110) zu koppeln,
- eine Verbindung (109; 113) zur fluiden Kommunikation mit der Steuerkolbenbohrung (121), die eine hydraulische Drossel (120) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Piezoinjektor, insbesondere einen Piezoinjektor für eine Brennkraftmaschine mit Kraftstoffdirekteinspritzung.

[0002] Bei Brennkraftmaschinen mit Kraftstoffdirekteinspritzung werden Fluidinjektoren zum Zumessen von Kraftstoff eingesetzt. Im Hinblick auf hohe Anforderungen an Brennkraftmaschinen, die in Kraftfahrzeugen angeordnet sind, wie beispielsweise hinsichtlich einer sehr gezielte Leistungseinstellung und/oder der Erfüllung strenger Schadstoffemissionen, ist ein präzises Zumessen des Kraftstoffs mittels des jeweiligen Injektors wichtig.

[0003] Die Einspritzmenge von Injektoren wird beispielsweise mittels eines Servoventils gesteuert. Es ist auch möglich, dass die Düsennadel des Injektors direkt mittels eines Piezoelements angetrieben wird. Dazu ist eine nahezu spielfreie Kopplung zwischen dem Piezoaktor und der Düsennadel wichtig.

[0004] Es ist wünschenswert, einen Piezoinjektor anzugeben, der zuverlässig ist.

[0005] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst ein Piezoinjektor einen Aktorraum, in dem ein Piezoaktor angeordnet ist. Der Piezoinjektor umfasst eine Steuerkolbenbohrung, in der ein Steuerkolben angeordnet ist. Der Steuerkolben weist eine Stirnseite auf. Der Piezoinjektor weist weiterhin einen Leakagestift auf, der zwischen dem Piezoaktor und der Stirnseite angeordnet ist, um den Piezoaktor mit dem Steuerkolben zu koppeln. Der Piezoinjektor weist eine Verbindung zur fluiden Kommunikation mit der Steuerkolbenbohrung auf, die eine hydraulische Drossel aufweist.

[0006] Durch die hydraulische Drossel ist es möglich, den Zufluss und/oder den Abfluss eines Fluids aus der Steuerbohrung zu dämpfen. Dadurch ist es möglich, die Bewegung des Steuerkolbens zu dämpfen. Somit kann eine undefinierte Bewegung des Steuerkolbens, beispielsweise ein Überspringen, verringert werden. Somit folgt der Steuerkolben verlässlich einer durch den Piezoaktor vorgegebenen Bewegung. Dadurch ist ein zuverlässiger Betrieb des Piezoinjektors ermöglicht.

[0007] Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst der Piezoinjektor einen ersten Steuerraum, der durch einen von der Stirnseite begrenzten Abschnitt der Steuerkolbenbohrung gebildet ist. Der Piezoinjektor umfasst eine Düsennadel mit einer Stirnseite. Die Düsennadel führt eine Düsennadelhülse. Der Piezoinjektor umfasst einen zweiten Steuerraum, der durch die Düsennadelhülse und die Stirnseite der Düsennadel begrenzt ist. Die Verbindung zur fluiden

Kommunikation ist zwischen dem ersten und dem zweiten Steuerraum ausgebildet.

[0008] Durch den ersten und den zweiten Steuerraum sowie die Verbindung zur fluiden Kommunikation zwischen den beiden Steuerräumen ist eine hydraulische Kopplung zwischen dem Piezoaktor und der Düsennadel ermöglicht. Diese hydraulische Kopplung bewirkt vorteilhafterweise einen Spielausgleich und eine Hubübersetzung. Dadurch können Temperatureffekte, Verschleiß an Kontaktstellen im Antrieb und durch Änderung des Polarisationszustandes des Piezoaktors bedingte Längenänderungen im Piezoinjektor ausgeglichen werden. Dies ermöglicht, den Piezoinjektor nahezu aus beliebigen Werkstoffen zu fertigen, ohne thermische Ausdehnungseigenschaften des Werkstoffs berücksichtigen zu müssen. Daher kann beispielsweise ein besonders hochdruckfester Werkstoff verwendet werden. Durch die Drossel wird der Fluidfluss von dem ersten zu dem zweiten Steuerraum und umgekehrt gedämpft. Somit wird die Bewegung des Piezoaktors zuverlässig auf die Düsennadel übertragen. Eine undefinierte Bewegung der Düsennadel ist so verringerbare.

[0009] Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst der Piezoinjektor einen Federraum, der durch einen dem Piezoaktor abgewandten Abschnitt der Steuerkolbenbohrung und dem Steuerkolben gebildet ist. Die Verbindung zur fluiden Kommunikation ist zwischen dem Federraum und dem Hochdruckbereich ausgebildet.

[0010] Dadurch, dass die Drossel in der Verbindung zwischen dem Federraum und dem Hochdruckbereich ausgebildet ist, ist es möglich, die Bewegung des Steuerkolbens zu dämpfen. Der Fluidfluss zu dem Federraum und aus dem Federraum wird gedämpft. Somit kann eine undefinierte Bewegung des Steuerkolbens vermieden werden. Dadurch ist ein verlässlicher Betrieb des Piezoinjektors ermöglicht.

[0011] Die Drossel ist entweder in der Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Steuerraum ausgebildet oder in der Verbindung zwischen dem Federraum und dem Hochdruckbereich.

[0012] Gemäß weiteren Ausführungsformen ist eine Drossel sowohl in der Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Steuerraum angeordnet als auch in der Verbindung zwischen dem Federraum und dem Hochdruckbereich. Gemäß Ausführungsformen ist die Durchflussrate durch die Drossel in eine Richtung unterschiedlich zu einer Durchflussrate durch die Drossel in die entgegengesetzte Richtung. Somit ist beispielsweise der Drosseldurchfluss bei Nadelöffnen unterschiedlich zum Drosseldurchfluss beim Nadelschließen. Insbesondere ist die Drossel so ausgebildet, dass die Dämpfung in Richtung Na-

delschließen kleiner ist, als in Richtung Nadelöffnen. Somit ist ein schnelles Schließen der Düsenadel gewährleistet. Dadurch ist ein effizienter Betrieb der Brennkraftmaschine möglich.

[0013] Weitere Vorteile, Merkmale und Weiterbildungen ergeben sich aus den nachfolgenden in Verbindung mit den Figuren erläuterten Beispielen. Gleiche, gleichartige und gleich wirkende Elemente können dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein.

[0014] Es zeigen:

[0015] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Querschnittsansicht eines Piezoinjektors gemäß einer Ausführungsform,

[0016] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Querschnittsansicht eines Details des Piezoinjektors gemäß einer Ausführungsform,

[0017] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Querschnittsansicht eines Details eines Piezoinjektors gemäß einer Ausführungsform, und

[0018] Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Querschnittsansicht eines Details eines Piezoinjektors gemäß einer Ausführungsform.

[0019] Fig. 1 zeigt schematisch einen Piezoinjektor **100**. Der Piezoinjektor **100** kann zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine dienen. Der Piezoinjektor **100** kann beispielsweise zum Einspritzen von Dieselkraftstoff in eine Common Rail Brennkraftmaschine dienen. Der Piezoinjektor **100** kann auch zum Einspritzen von Benzin oder einem anderen Kraftstoff verwendet werden.

[0020] Der Piezoinjektor **100** weist einen Hochdruckanschluss **101** auf, über den unter hohem Druck stehender Kraftstoff zugeführt werden kann. Mit dem Hochdruckanschluss **101** ist eine Hochdruckbohrung **103** in einem Gehäuse **125** des Piezoinjektors **100** hydraulisch gekoppelt. Die Hochdruckbohrung **103** verläuft in Längsrichtung durch den Piezoinjektor **100** zu einem Hochdruckbereich **123**.

[0021] Der Piezoinjektor **100** weist einen Aktorraum **119** auf, in dem ein Piezoaktor **104** angeordnet ist. Der Piezoaktor **104** ist beispielsweise ein vollaktiver Piezostapel. Der Piezoaktor **104** weist in etwa eine zylindrische Form auf und kann über einen elektrischen Anschluss **102** mit einer elektrischen Spannung beaufschlagt werden, um die Länge des Piezoaktors **104** in Längsrichtung zu ändern.

[0022] Im Hochdruckbereich **123** ist eine Düsenadel **116** angeordnet. Die Längenänderung des Piezoaktors **104** wird hydraulisch auf die Düsenadel **116**

übertragen. Die Kopplung des Piezoaktors **104** mit der Düsenadel **116** wird nachfolgend in Verbindung mit den Fig. 2 bis Fig. 4 erläutert, die eine detaillierte Ansicht des Ausschnitts A der Fig. 1 zeigen.

[0023] Fig. 2 zeigt schematisch eine Detailansicht des Ausschnitts A der Fig. 1 gemäß Ausführungsformen.

[0024] Der Piezoinjektor **100** weist eine Steuerkolbenbohrung **121** in einer Steuerplatte **108** auf, in der ein Steuerkolben **110** angeordnet ist. Der Steuerkolben **110** weist eine in Richtung des Piezoaktors **104** weisende Stirnseite **118** auf. Ein durch die Stirnseite **118** begrenzter Abschnitt der Steuerkolbenbohrung **121** bildet einen ersten Steuerraum **111**. An ihrem dem ersten Steuerraum **111** entgegen gesetzten Längsende bildet die Steuerkolbenbohrung **121** einen Federraum **114**. Der Steuerkolben ist somit zwischen dem ersten Steuerraum **111** und dem Federraum **114** ausgebildet.

[0025] Im Federraum **114** befindet sich eine Feder **115** (Fig. 3 und Fig. 4). Die Feder **115** ist beispielsweise als Spiraldruckfeder ausgebildet. Ein erstes Längsende der Feder **115** stützt sich am Steuerkolben **110** ab. Ein zweites Längsende der Feder **115** stützt sich an einer Stirnseite der Steuerkolbenbohrung **121** ab. Die Feder **115** beaufschlagt den Steuerkolben **110** mit einer in Richtung des ersten Steuerraums **111** wirkenden Kraft.

[0026] Der Federraum **114** ist über eine Hochdruckverbindung **109** (Fig. 3) mit dem Hochdruckbereich **123** verbunden. Somit befindet sich im Federraum **114** stets Kraftstoff mit dem in der Hochdruckbohrung **103** herrschenden Druck.

[0027] Zwischen dem Piezoaktor **104** und der Steuerkolbenbohrung **121** ist ein Leckagestift **106** angeordnet. Der Leckagestift **106** ist eingerichtet, eine Erhöhung der Länge des Piezoaktors **104** auf den Steuerkolben **110** zu übertragen. Der Leckagestift **106** wird von einer Zwischenplatte **107** gehalten.

[0028] Im Hochdruckbereich **123** ist die Düsenadel **116** angeordnet, auf der im oberen Bereich eine Düsenadelhülse **117** geführt wird. Ein in Richtung des Piezoaktors **104** weisendes Ende der Düsenadel **116** weist eine Stirnseite **122** auf. Oberhalb der Stirnseite **122** ist ein zweiter Steuerraum **112** ausgebildet, der durch die zweite Stirnseite **122** und durch die Düsenadelhülse **117** begrenzt wird. Der zweite Steuerraum **112** ist über eine Verbindung **113** mit dem ersten Steuerraum **111** hydraulisch verbunden.

[0029] Die Düsenadel **116** wird beispielsweise von einer Spiraldruckfeder mit einer vom zweiten Steuerraum **112** weggerichteten Kraft beaufschlagt.

[0030] Im geschlossenen Zustand des Piezoinjektors **100** liegt die Düsennadel **116** an einer unteren Spitze des Piezoinjektors **100** an. Der Piezoaktor **104** ist entladen und weist seine minimale Länge auf. Der Piezoinjektor **100** für keine Kraftstoffeinspritzung durch.

[0031] Wird der Piezoaktor **104** über den elektrischen Anschluss **102** geladen und dadurch die Länge des Piezoaktors **104** erhöht, so übt der Piezoaktor **104** über den Leckagestift **106** eine Kraft auf den Steuerkolben **110** aus, durch die der Steuerkolben **110** in der Steuerkolbenbohrung **103** in Richtung des Federraums **114** bewegt wird. Dadurch erhöht sich das Volumen des ersten Steuerraums **111**, wodurch der Druck im ersten Steuerraum **111** und im zweiten Steuerraum **112** abnimmt. Somit übt der reduzierte Druck im zweiten Steuerraum **112** eine nun reduzierte Kraft auf die Stirnseite **122** der Düsennadel **116** aus. Der weiterhin auf das untere Ende der Düsennadel **116** wirkende hohe Druck des Hochdruckbereichs **123** bewirkt in der Folge eine Bewegung der Düsennadel **116** nach oben in Richtung des zweiten Steuerraums **112**. Dadurch wird der Piezoinjektor **100** geöffnet, um Kraftstoff einzuspritzen.

[0032] Durch das Verhältnis des Durchmessers des Steuerkolbens **110** und damit des Durchmessers des ersten Steuerraums **111** zum Durchmesser der Düsennadel **116** an ihrer Stirnseite **122** und damit zum Durchmesser des zweiten Steuerraums **112** ist ein Übersetzungsverhältnis zwischen einer Längenänderung des Piezoaktors **104** und einem Hub der Düsennadel **116** festgelegt.

[0033] Wird der Piezoaktor **104** anschließend entladen und damit verkürzt, so bewirken der im Federraum **114** herrschende hohe Druck und die durch die Feder **115** auf den Steuerkolben **110** ausgeübte Kraft eine Bewegung des Steuerkolbens **110** in Richtung des ersten Steuerraums **111**. Dadurch erhöht sich der Druck im ersten Steuerraum **111** und damit auch der Druck im zweiten Steuerraum **112**. Dies hat ein Zurückbewegen der Düsennadel **116** an das untere Ende des Piezoinjektors **100** zur Folge, durch die der Piezoinjektor **100** verschlossen und die Kraftstoffeinspritzung beendet wird.

[0034] In der Verbindung **113** zwischen dem ersten Steuerraum **111** und dem zweiten Steuerraum **112** ist eine Drossel **120** angeordnet. Die Drossel **120** dämpft den Fluidfluss zwischen den beiden Steueräumen **111** und **112**. Somit wird die Geschwindigkeit des Druckanstiegs im Steuerraum **111** bei einer Bewegung der Düsennadel **116** nach oben in Richtung des zweiten Steuerraums **112** verringert. Damit wird auch eine Schwingungsamplitude der Düsennadel **116** kleiner. Somit wird eine zu starke Beschleunigung und ein Überschwingen der Düsennadel **116** vermieden. Diese können herkömmlich auf-

treten, da während der Öffnungsbewegung der Düsennadel **116** zur Einspritzung des Kraftstoffs der Druck im Sackloch unterhalb des Nadelstizes sehr schnell auf nahezu den Druck in der Hochdruckbohrung **103** ansteigt. Die hydraulische Schließkraft an der Düsennadel **116** fällt im gleichen Maß ab. Daraus folgt, dass die zum Öffnen der Düsennadel **116** erforderliche Kraft wesentlich größer ist, als die Kraft, die zum Halten der Düsennadel **116** in geöffneter Stellung notwendig ist. Der Piezoaktor **104** und der hydraulische Pfad bis zum Sitz der Düsennadel **116** wird ab Beginn des Einspritzvorganges bis zum Öffnen der Düsennadel elastisch vorgespannt. Dabei wird der Druck in den beiden Steuerräumen **111** und **112** deutlich tiefer abgesenkt als zum Halten der Düsennadel **116** in geöffneter Position notwendig ist. Nach dem Abheben der Düsennadel **116** vom Sitz baut sich die elastische Vorspannung ab. Dadurch wird die Düsennadel herkömmlich stark beschleunigt und schwingt über. Die daraus resultierende Schwingungsamplitude, die zu stark nicht linearer Mengenkennlinien führt, die nachteilig für den instationären Betrieb der Brennkraftmaschine sind, können durch die Verwendung der Drossel **120** vermieden werden.

[0035] Durch die Drossel **120** ist es möglich, die Geschwindigkeit des Druckanstiegs im ersten Steuerraum **111** nach dem Abheben der Düsennadel **116** vom Sitz zu verringern. Dadurch wird auch die Schwingungsamplitude der Düsennadel **116** kleiner. Die Durchflussrate durch die Drossel **120** wird abhängig von den Bestromungsprofilen des Piezoaktors **104** vorgegeben, sodass die Mengenkennlinien auch ohne Nutzung eines Nadelanschlags für die Düsennadel **116** eine ausreichende Linearität besitzen. Ein Überschwingen der Düsennadel **116** wird gedämpft und somit die Linearität der Mengenkennlinien erhöht. Somit ist es möglich auf einen Nadelanschlag zu verzichten, der die Nadelerschwingungen begrenzt. Es ist somit auch bei kleineren Einspritzmengen möglich, die Nadelerschwingungen der Düsennadel **116** zu reduzieren.

[0036] Beispielsweise weist die Drossel **120** eine Durchflussrate in einem Bereich von 300 bis 600 mm/min auf. Beispielsweise weist die Drossel **120** beim Messvorgang in der Fertigung eine Druckdifferenz von 100 zu 60 bar auf. Die Auslegung der Drossel durchflussrate erfolgt derart, dass insbesondere beim Schließen der Düsennadel **116** die Düsennadelbewegung zur Bewegung des Piezoaktors **104** erhalten bleibt.

[0037] Durch die Drossel **120** wird die Bewegung des Steuerkolbens **110** gedämpft. Durch die Drossel **120** wird die Bewegung der Düsennadel **116** gedämpft. Somit folgt die Düsennadel **116** beim Öffnen des Piezoinjektors **100** und beim Offenhalten verlässlich der Bewegung des Steuerkolbens **110**.

[0038] Beispielsweise weist die Drossel **120** einen Durchmesser **124** (**Fig. 4**) im Bereich von 0,25 bis 0,35 mm auf. Die Herstellung der Drossel **120** erfolgt beispielsweise durch Bohren oder durch Erodieren. Gemäß Ausführungsformen wird die Drossel **120** mittels eines hydroerosiven Schleifprozesses verrundet. Dadurch wird ein stabiler Drosseldurchfluss über die Lebensdauer der Drossel **120** gewährleistet.

[0039] Gemäß Ausführungsformen ist die Drossel **120** ausgebildet, sodass die Durchflussrate in Strömungsrichtung durch die Verbindung **113** beim Öffnen der Düsennadel **116** unterschiedlich ist zu der Durchflussrate in Strömungsrichtung durch die Verbindung **113** beim Schließen der Düsennadel **116**. Insbesondere ist die Durchflussrate in Richtung des zweiten Steuerraums **122** kleiner als in Richtung zu dem ersten Steuerraum **111**.

Bezugszeichenliste

100	Piezoinjektor
101	Hochdruckanschluss
102	Elektrischer Anschluss
103	Hochdruckbohrung
104	Piezoaktor
106	Leckagestift
107	Zwischenplatte
108	Steuerplatte
109, 113	Verbindung
110	Steuerkolben
111	erster Steuerraum
112	zweiter Steuerraum
114	Federraum
115	Feder
116	Düsennadel
117	Düsennadelhülse
118	erste Stirnseite
119	Aktuatorraum
120	Drossel
121	Steuerkolbenbohrung
122	Stirnseite
123	Hochdruckbereich
124	Durchmesser
125	Gehäuse

Patentansprüche

1. Piezoinjektor, umfassend:
 – einen Aktorraum (**119**), in dem ein Piezoaktor (**104**) angeordnet ist,
 – eine Steuerkolbenbohrung (**121**), in der ein Steuerkolben (**110**) mit einer Stirnseite (**118**) angeordnet ist,
 – einen Leckagestift (**106**), der zwischen dem Piezoaktor (**104**) und der Stirnseite (**118**) angeordnet ist, um den Piezoaktor (**104**) mit dem Steuerkolben (**110**) zu koppeln,
 – eine Verbindung (**109; 113**) zur fluiden Kommunikation mit der Steuerkolbenbohrung (**121**), die eine hydraulische Drossel (**120**) aufweist.

2. Piezoinjektor nach Anspruch 1, umfassend:
 – einen ersten Steuerraum (**111**), der durch einen von der Stirnseite (**118**) begrenzten Abschnitt der Steuerkolbenbohrung (**121**) gebildet ist,
 – eine Düsennadel (**116**) mit einer Stirnseite (**122**), wobei die Düsennadel (**116**) eine Düsennadelhülse (**117**) führt,
 – einen zweiten Steuerraum (**112**), der durch die Düsennadelhülse (**117**) und die Stirnseite (**122**) der Düsennadel (**116**) begrenzt ist, wobei
 – die Verbindung (**120**) zur fluiden Kommunikation zwischen dem ersten (**111**) und dem zweiten (**112**) Steuerraum ausgebildet ist.

3. Piezoinjektor nach Anspruch 1 oder 2, umfassend:
 – einen Federraum (**114**), der durch einen dem Piezoaktor (**104**) abgewandten Abschnitt der Steuerkolbenbohrung (**121**) und dem Steuerkolben (**110**) gebildet ist, wobei
 – die Verbindung (**109**) zur fluiden Kommunikation zwischen dem Federraum (**114**) und einem Hochdruckbereich (**123**) ausgebildet ist.

4. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Drossel (**120**) so ausgebildet ist, dass die Drossel (**120**) einen Durchfluss im Bereich von 300 ml/min bis 600 ml/min aufweist.

5. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Drossel (**120**) einen minimalen Durchmesser (**124**) im Bereich von 0,2 mm bis 0,4 mm aufweist.

6. Piezoinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Drossel (**120**) so ausgebildet ist, dass eine Durchflussrate durch die Drossel (**120**) in eine Richtung unterschiedlich zu einer Durchflussrate durch die Drossel (**120**) in die entgegengesetzte Richtung ist.

7. Piezoinjektor nach Anspruch 6, sofern dieser auf Anspruch 2 rückbezogen ist, bei dem die Durchflussrate in Richtung des zweiten Steuerraumes (**112**) kleiner ist als die Durchflussrate in Richtung des ersten Steuerraumes (**111**).

8. Piezoinjektor nach Anspruch 6, sofern dieser auf Anspruch 3 rückbezogen ist, oder nach Anspruch 7, bei dem die Durchflussrate in Richtung des Federraumes (**114**) kleiner ist als die Durchflussrate in Richtung des Hochdruckbereiches (**123**).

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

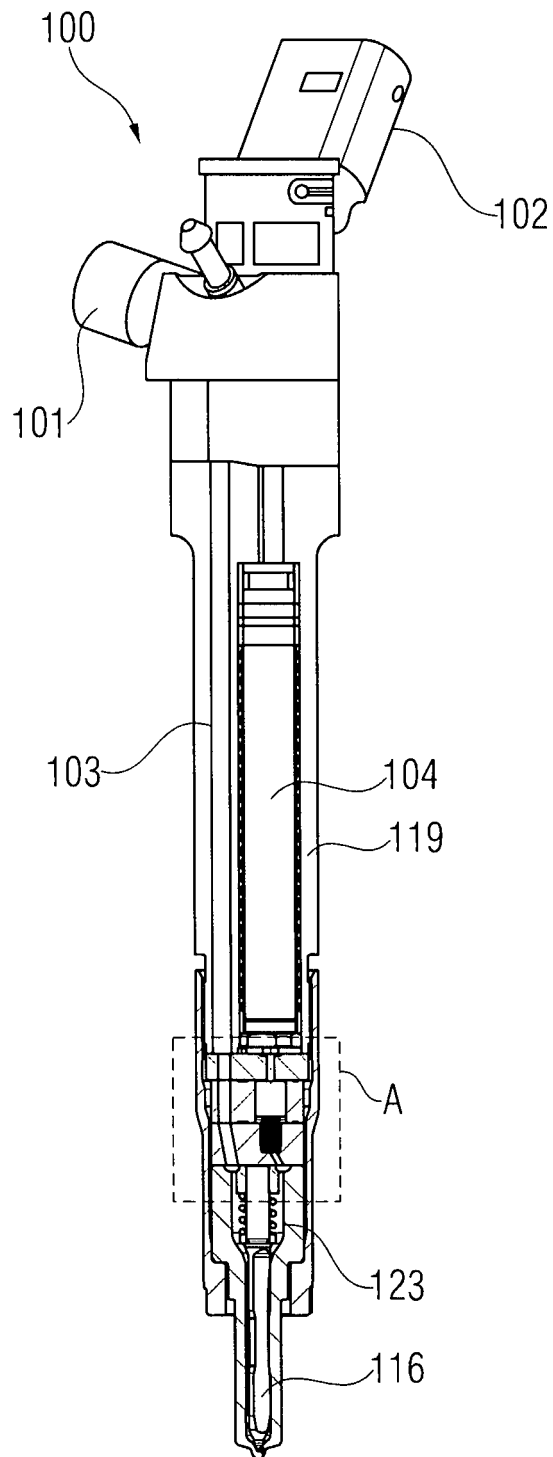


FIG 1

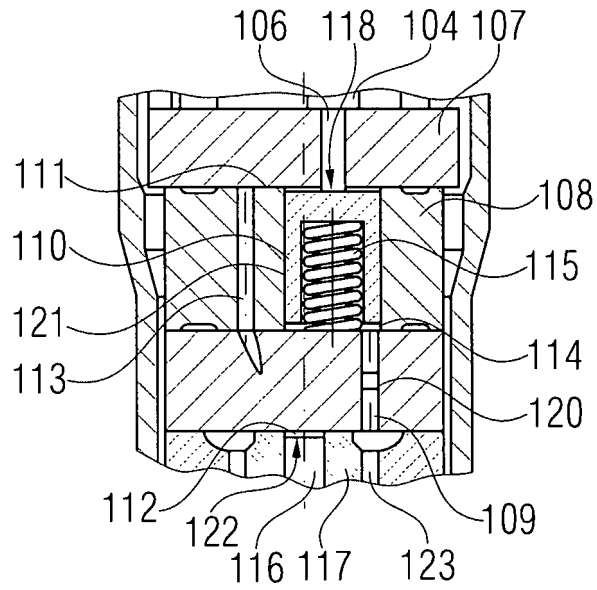


FIG 3

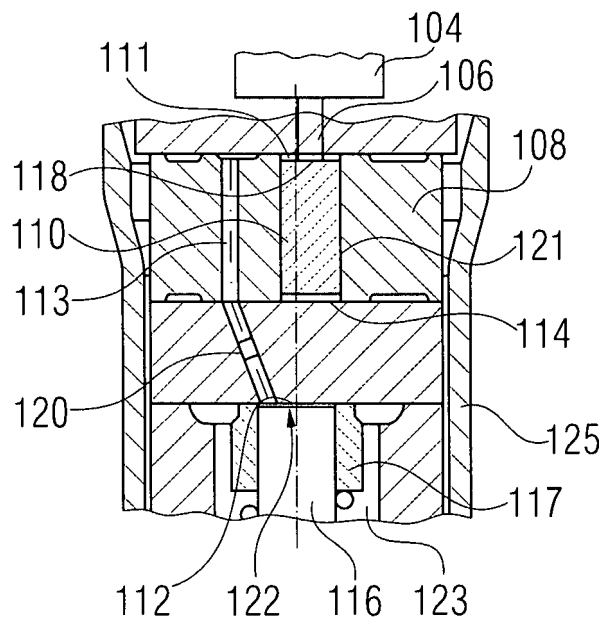


FIG 2

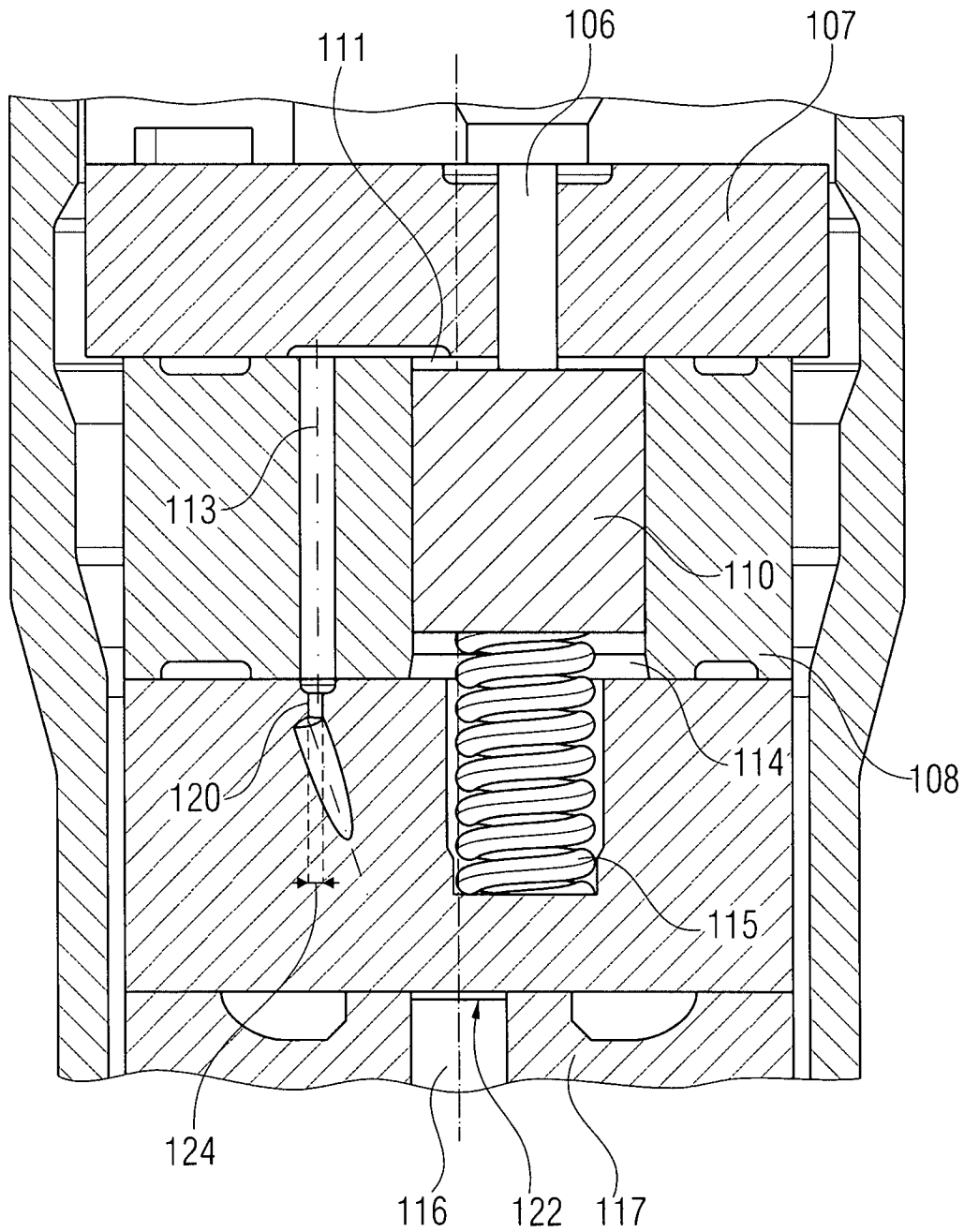


FIG 4