

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 329 629 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.07.2003 Patentblatt 2003/30

(51) Int Cl.7: **F02M 57/02**, F02M 63/00,
F02M 59/46

(21) Anmeldenummer: **02027747.1**

(22) Anmeldetag: **11.12.2002**

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

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

(72) Erfinder: **Schempp, Stefan**
73249 Wernau (DE)

(30) Priorität: **16.01.2002 DE 10201470**

(54) **Doppelschaltendes Ventil für Kraftstoffeinspritzanlagen**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Pumpe-Düse-Einheit (1) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine. Die Pumpe-Düse-Einheit (1) (PDE) umfasst ein Pumpenteil (2) und einen Düsenteil (3) sowie einen Steller (5), dem ein hydraulischer Koppler (38, 39) nachgeschaltet ist. Über diesen ist eine Ventalnadel (24) innerhalb eines Düsenkörpers (23) betätigbar. Der Steller (5) umfaßt eine auf den hydraulischen Koppler (38, 39) einwirkende Piezokristall-Anordnung (7). Der hydraulische Koppler (38, 39) beaufschlagt die Stirnseite (40) der Ventalnadel (24) derart, daß diese in eine einen Druckaufbau (52) ermöglichende erste Position (41) stellbar ist, wobei eine das Öffnen der Düsennadel (29) ermöglichende weitere Position (43) der Ventalnadel (24) getrennt einstellbar ist.

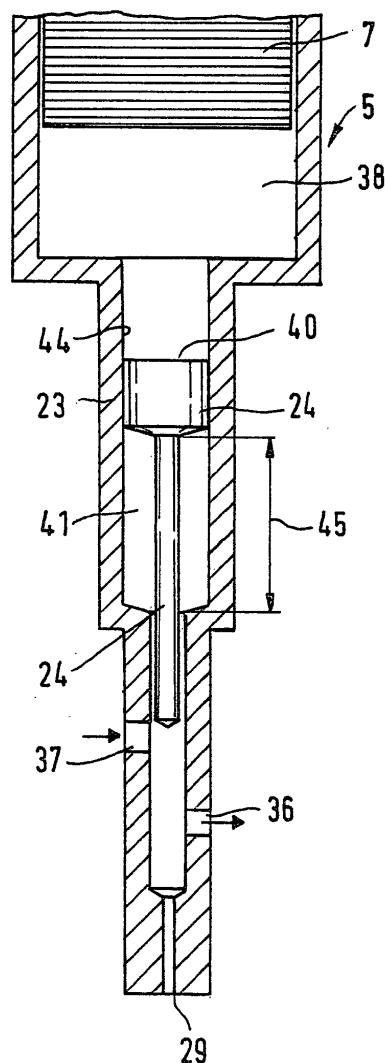


Fig. 2.1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Bei Einspritzsystemen nach dem UIS-System (Unit Injector System) wird durch einen Steller über einen hydraulischen Koppler der Hochdruckraum einer Kraftstoffeinspritzpumpe verschlossen. Bei den UI-Systemen wird der Druck durch einen Kolben aufgebaut. Der Druck öffnet bei Erreichen eines bestimmten Wertes das Einspritzventil.

Stand der Technik

[0002] Mit Pumpe-Düse-Systemen (UI-Unit Injector-Systemen) werden heute an selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen mechanisch-hydraulisch gesteuerte Einspritzphasen erzeugt, die einerseits zur Geräuschreduzierung und andererseits zur Schadstoffminimierung beitragen. Bei Pumpe-Düse-Systemen lassen sich vier Betriebszustände unterscheiden. Ein Pumpenkolben wird über eine Rückstellfeder nach oben bewegt. Der unter ständigem Überdruck stehende Kraftstoff fließt aus dem Niederdruckteil der Kraftstoffversorgung über die Motorblock-integrierten Zulaufbohrungen und dem Zulaufkanal in einen Ventilraum eines Magnetventils. Das Magnetventil ist geöffnet. Über eine Verbindungsbohrung gelangt der Kraftstoff in den Hochdruckraum.

[0003] Bei einer Drehung des Antriebsnockens bewegt sich der Pumpenkolben nach unten. Das Magnetventil verbleibt in seiner geöffneten Stellung und der Kraftstoff wird durch den Pumpenkolben über den Rücklaufkanal in den Niederdruckteil der Kraftstoffversorgung gedrückt.

[0004] In einer dritten Phase des Einspritzvorganges wird bei Verwendung eines Elektromagnetventils die Spule des Elektromagneten durch das Steuergerät zu einem bestimmten Zeitpunkt bestromt, so dass die Magnetventilnadel in einen Sitz gezogen und die Verbindung zwischen Hochdruckraum und Niederdruckteil verschlossen wird. Dieser Zeitpunkt wird auch als "elektrischer Spritzbeginn" bezeichnet. Der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum steigt durch die Bewegung des Pumpenkolbens kontinuierlich an, wodurch sich auch ein steigender Druck an der Einspritzdüse einstellt. Bei Erreichen eines Düsenöffnungsdruckes von etwa 300 bar erfolgt eine Anhebung der Düsennadel, wodurch Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt wird. Dieser Zeitpunkt wird auch als "tatsächlicher Spritzbeginn" oder auch als Förderbeginn bezeichnet. Durch die hohe Förderrate des Pumpenkolbens steigt der Druck während des gesamten Einspritzvorgangs weiter an. In einem abschließenden Betriebszustand wird die Spule des Elektromagneten wieder abgeschaltet, wonach das Magnetventil nach einer geringen Verzögerungszeit öffnet und die Verbindung zwischen Hochdruckraum und Niederdruckteil wieder freigegeben wird. In dieser Über-

gangsphase wird der Spitzendruck erreicht, der je nach Pumpentyp zwischen maximal 1800 und 2050 bar variiert. Danach bricht der Druck sehr rasch zusammen. Bei Unterschreiten des Düsenschließdruckes schließt die Einspritzdüse und beendet den Einspritzvorgang. Der restliche vom Pumpenelement bis zum Scheitelpunkt des Antriebsnockens geförderte Kraftstoff wird über den Rücklaufkanal in den Niederdruckteil des Kraftstoffsystems gedrückt.

[0005] Solche, beispielsweise bei LKW-Einspritzsystemen eingesetzten Pumpe-Düsen-Systeme umfassen in der Regel zwei als Elektromagneten ausgebildete Steller. Bei zwei Stellern benötigt das Pumpe-Düse-System (UIS) mehr Bauraum, der bei Anwendungen solcher Einspritzsysteme bei Nutzfahrzeugen zur Verfügung steht. Die als Magnetventile ausgebildeten Steller können daher an LKW-Dieselmotoren problemlos untergebracht werden. Bei Personenkraftwagen steht hingegen im Motorraum, insbesondere im oberen Bereich des Zylinderblockes, nur begrenzter Bauraum zur Verfügung, was die äußeren Abmessungen eines Pumpe-Düse-Systems mitbestimmt. Wird anstelle von zwei als Elektromagnetventile beschaffenen Stellern lediglich ein Elektromagnetventil eingesetzt, geht dies mit dem Nachteil einher, dass dieses nur sehr ungenau und mit hohem Regelaufwand in einer Zwischenposition gehalten werden kann.

Darstellung der Erfindung

[0006] Die Vorteile der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung sind vor allem darin zu erblicken, dass das Verschließen des Hochdruckraumes des Pumpe-Düse-Systems zum Druckaufbau und das Öffnen der Düsennadel getrennt gesteuert werden können. Damit ist der Einspritzdruck, d.h. der Druck, bei dem die Düsennadel öffnet, frei varierbar.

[0007] Wird ein Piezoaktor eingesetzt, lässt sich dessen Hubweg durch Veränderung der Spannung am Piezoaktor beliebig variieren. Dem als Piezoaktor ausgebildeten Steller der Pumpe-Düse-Einheit (PDE) kann zur Realisierung der erforderlichen Hubwege innerhalb des Gehäuses der Pumpe-Düse-Einheit ein hydraulischer Druckübersetzer nachgeschaltet werden. Ein als Piezoaktor ausgebildeter Steller lässt sich durch entsprechende Bestromung in unterschiedliche Schaltstellungen überführen. Im spannungsfreien, unbestromten Zustand des Piezoaktors nimmt die Düsennadel eine geöffnete Stellung ein, d.h. Kraftstoff wird mit niedrigem Druck durch die Kraftstoffförderpumpe durch die Pumpe-Düse-Einheit (PDE) gepumpt. In dieser Position der Düsennadel sind der niederdruckseitige Zulauf und der Zulauf zu einem hochdruckseitigen Pumpenraum im Kurzschluss miteinander verbunden, da die diesen entsprechenden Öffnungen innerhalb des Gehäuses der Pumpe-Düse-Einheit durch die Düsennadel freigegeben sind.

[0008] Bei maximaler Bestromung des Piezostellers

wird die Düsennadel abwärts bewegt, d.h. der niederdruckseitige Zulauf und der hochdruckseitige Zulauf zum Pumpenraum sind beide verschlossen. In dieser Phase beginnt der Druckaufbau, ohne dass die Düsennadel durch den stetig ansteigenden Druck geöffnet würde. Ist hingegen der gewünschte Einspritzdruck in der Pumpe-Düse-Einheit (PDE) aufgebaut, wird die Bestromung des Piezostellers zurückgenommen, wodurch die Düsennadel druckunterstützt öffnet.

[0009] Das Ende der Einspritzung wird durch Öffnen des Rücklaufes herbeigeführt, was das Schließen der Düsennadel zur Folge hat. Mit dieser Lösung kann mit einem als Piezoaktor ausgebildeten Steller an einer Pumpe-Düse-Einheit (PDE) der Druckaufbau und das Öffnen der Düsennadel getrennt voneinander gesteuert werden, was die Wahlfreiheit hinsichtlich des aufgebauten Einspritzdruckes erlaubt.

Zeichnung

[0010] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0011] Es zeigt:

- Figur 1 eine Pumpe-Düse-Einheit (PDE), welche mittels eines Magnetventils betätigbar ist,
- Figur 2.1 einen Piezoaktor mit hydraulischem Kopplungsraum in einer ersten Schaltstellung,
- Figur 2.2 den Piezosteller mit nachgeschaltetem hydraulischen Kopplungsraum mit vollständig geschlossener Düsennadel,
- Figur 2.3 den Piezosteller mit nachgeschaltetem hydraulischen Kopplungsraum in einer druckunterstützt angesteuerten Zwischenposition und
- Figur 3 das Spannungsprofil, mit dem der Piezoaktor ansteuerbar ist.

Ausführungsvarianten

[0012] Figur 1 zeigt eine Pumpe-Düse-Einheit (PDE), welche mit einem als Piezoaktor ausgebildeten Steller betätigbar ist.

[0013] Der Darstellung gemäß Figur 1 ist entnehmbar, dass die dort dargestellte Pumpe-Düse-Einheit 1 einen Pumpenteil 2 sowie einen Düsenteil 3 umfasst. Der Düsenteil 3 der Pumpe-Düse-Einheit 1 (PDE) ist in den Zylinderkopf 4 einer hier nicht näher dargestellten selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingelassen. Der Düsenteil 3 der Pumpe-Düse-Einheit 1 ist in eine Zylinderkopfböhrung 22 eingeschraubt und mittels einer Distanzscheibe 32 sowie mit Hilfe von O-Ringen 33 in der Zylinderkopfböhrung 22 dichtend aufgenommen.

[0014] Seitlich am Pumpenteil 2 der Pumpe-Düse-Einheit 1 ist ein Steller 5 aufgenommen, der als Piezosteller ausgebildet ist und eine Piezokristall-Anordnung in Stapelform umfasst. Die elektrische Ansteuerung des Piezokristall-Stapels 7 erfolgt über einen seitlich am Steller 5 aufgenommenen Steckeranschluss 6. Der Steller 5 ist seitlich am Pumpengehäuse 8 des Pumpenteils 2 der Pumpe-Düse-Einheit 1 aufgenommen und beaufschlagt einen hydraulischen Koppler 38, der über eine Koppler-Leitung 39 eine in einem Düsenkörper 23 des Düsenteils 3 verschiebbar angeordnete Ventilmadel 24 stirnseitig beaufschlagt. Im Pumpengehäuse 8 des Pumpenteils 2 der Pumpe-Düse-Einheit 1 ist ein Pumpenkolben 9 eingelassen, der über einen Kipphebel 17 nockenwellengesteuert betätigt wird. Die Stirnseite 11 des Pumpenkolbens 9 begrenzt einen Druckraum 10, der im Pumpengehäuse 8 des Pumpenteils 2 der Pumpe-Düse-Einheit 1 aufgenommen ist.

[0015] Der Pumpenkolben 9 wird im Pumpengehäuse 8 in axiale Richtung bewegt und ist durch ein hier als Spiralfeder ausgestaltetes Federelement 12 vorgespannt. Das als Spiralfeder 12 ausgebildete Federelement stützt sich einerseits an einem Bund 13 des Pumpengehäuses 8 und andererseits an einem Federteller 14 ab, der von einem Druckbolzen 15 durchsetzt ist. Der Druckbolzen 15 stützt sich seinerseits auf einem kugelformigen Element 16 ab und beaufschlagt die dem Pumpenraum 11 abgewandte Stirnseite des Pumpenkolbens 9. Der Druckbolzen 15, der mit seinem unteren Ende in einer Bolzenpfanne 16 aufgenommen ist, wird an seinem der Bolzenpfanne 16 gegenüberliegenden Ende von einem Kipphebel 17 umschlossen, der um eine Kipphebelachse 18 verdrehbar ist. An dem Druckbolzen 15 gegenüberliegenden Ende des Kipphebels 17 ist eine Kipphebelrolle 19 drehbar gelagert, die mit ihrer Außenumfangsfläche auf einem Exzenternocken 21 abläuft, der an einer Nockenwelle 20 ausgebildet ist. Durch die Außenumfangskontur der Exzenternocke 21 wird die über den Kipphebel 17 übertragene Axialbewegung des Pumpenkolbens 9 innerhalb des Pumpengehäuses 8 des Pumpenteils 2 der Pumpe-Düse-Einheit 1 erzeugt.

[0016] Der in die Zylinderkopfböhrung 22 eingelassene Düsenkörper 23 des Düsenteils 3 umfasst eine Ventilmadel 24, die innerhalb des Düsenkörpers 23 in axialer Richtung bewegt wird. Die obere Stirnseite 40 der Ventilmadel 24 steht über die Koppler-Leitung 39 mit dem hydraulischen Koppler 38 in Verbindung, der seinerseits durch die Piezokristall-Stapelanordnung 7 des Stellers 5 beaufschlagt wird. Darüber hinaus ist die Ventilmadel 24 des 2/2-Wege-Ventils im Düsenkörper 23 durch eine Rückstellfeder beaufschlagt. Die Rückstellfeder, die der der Stirnseite 40 abgewandten Stirnseite der Ventilmadel 24 zugeordnet ist, stützt sich ihrerseits an einem scheibenförmigen Element ab, welches durch eine Düsennadelfeder 35 beaufschlagt ist. Vom Pumpenraum 11 im Pumpengehäuse 8 des Pumpenteils 2 zweigt eine Hochdruckleitung ab, die über den Steuerraumzulauf 26

den Steuerraum 25 der Ventalnadel 24 beaufschlagt und gleichzeitig über den Düsenraumzulauf 27 den Düsenraum 28 im Düsenkörper 23 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt, der die im Düsenkörper 23 verschiebbar aufgenommene Düsennadel 29 aufnimmt. Vom Düsenraum 28 strömt der unter hohem Druck stehende Kraftstoff über einen Ringspalt 30 in Richtung auf die Düsenspitze, an der mindestens eine Einspritzöffnung 31 ausgebildet ist, die in einen in Figur 1 nicht dargestellten Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine hineinragt. Die Düsennadel 29 ist im brennraumseitigen Ende des Düsenkörpers 23 geführt und durch die Düsennadelfeder 35 vorgespannt. Die Axialposition des Düsenkörpers 23 im Zylinderkopf 4 wird durch die Dicke einer Distanzscheibe 32 bestimmt. Die Dichtfunktion zwischen Brennraum und Zylinderkopf 4 wird durch die Distanzscheibe 32 und eine Anzahl von O-Ringen 33 übernommen.

[0017] Seitlich dem Düsenkörper 23 innerhalb des Zylinderkopfes 4 zugeordnet befindet sich ein mit Bezugszeichen 36 gekennzeichnetener Kraftstoffrücklauf, der oberhalb eines mit Bezugszeichen 37 bezeichneten Kraftstoffzulaufs zum Düsenkörper 23 angeordnet ist. Der Düsenkörper 23 ist mit dem dem Brennraum der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine zuweisenden Teil über eine Düsenspannmutter 34 verbunden. Diese dichtet die beiden Teile des Düsenkörpers 23 gegeneinander ab und schafft eine kraftstoffdichte Verbindung zwischen dem Pumpenraum 11 des Pumpenteils 2 sowie den Hochdruckzuläufen 26, 27 zum Steuerraum 25 bzw. zum Düsenraum 28.

[0018] Figur 2.1 ist ein Piezosteller mit hydraulischem Kopplungsraum zu entnehmen, der in eine erste Schaltstellung gestellt ist.

[0019] In der in Figur 2.1 dargestellten ersten Position 41 der Ventalnadel 24 im Düsenkörper 23 ist die Piezokristall-Stapelanordnung 7 des Stellers 5 unbestromt. Demzufolge ist der hydraulische Koppler 38 nicht beaufschlagt. Die Ventalnadel 24 im Düsenteil 3 der Pumpe-Düse-Einheit 1 befindet sich um einen ersten Hubweg 45, bezogen auf ihren düsenkörperseitigen Sitz, aufgefahren. In dieser Schaltstellung sind der Zulauf 37, der oberhalb des Rücklaufes 36 im Düsenkörper 23 angeordnet ist und der Rücklauf 36 beide geöffnet. Im in Figur 2.1 dargestellten spannungsfreien Zustand des Stellers 5 ist die Ventalnadel 25 geöffnet, der Kraftstoff wird durch die Kraftstoffförderpumpe mit niedrigem Druck durch den Düsenteil 2 der Pumpe-Düse-Einheit 1 gefördert. In dieser ersten Position 41 der Ventalnadel 25 ist der Steller 5, d.h. dessen Piezokristall-Stapelanordnung 7 nicht bestromt, was dem Spannungsniveau gemäß Figur 3 vor der Anstiegsflanke 50 der Spannung entspricht.

[0020] In Figur 2.2 ist der Piezosteller mit nachgeschaltetem hydraulischem Koppler 38 mit Maximalspannung entsprechend dem in Figur 3 dargestellten ersten Spannungsniveau 54 bestromt. Dadurch fährt die Piezokristall-Stapelanordnung 7 des Stellers 5 derart in

den hydraulischen Koppler 38 ein, daß über die in Figur 1 dargestellte Koppler-Leitung 39 die Stirnseite 40 der Ventalnadel 24 mit hohem Druck beaufschlagt ist. Dadurch fährt die Düsennadel 24 des 2/2-Wege-Ventils vollständig innerhalb der Nadelführung 44 nach unten und verschließt den Zulauf 37 und gleichzeitig den Rücklauf 36. In der zweiten, in Figur 2.2 dargestellten Position 42 der Düsennadel 24 erfolgt der Druckaufbau im Hochdruckraum, d.h. im Pumpenraum 11 des Pumpenteils 2. Die zweite Position 42 der Ventalnadel 24 wird während der Druckaufbauphase 52 gehalten. Während der Druckaufbauphase 52 (vgl. Spannungsprofildarstellung gemäß Figur 3) erfolgt der Druckaufbau im Hochdruckraum, d.h. im Pumpenraum 11 innerhalb des Pumpengehäuses 8, bis ein gewünschtes Druckniveau erreicht ist.

[0021] Figur 2.3 zeigt den Piezosteller mit nachgeschaltetem hydraulischem Koppler in einer weiteren, der dritten Position 43.

[0022] Zum Erreichen eines der dritten Position der Ventalnadel 24 entsprechenden Schaltzustandes der Ventalnadel 24 wird die Bestromung der Piezokristall-Stapelanordnung 7 des Stellers 5 auf ein zweites Spannungsniveau 56 (vgl. Darstellung gemäß Figur 3) zurückgenommen. Die Spannung fällt entsprechend einer ersten fallenden Spannungsflanke 55 vom ersten Spannungsniveau 54, welches während der zweiten Position 42 der Ventalnadel 24 gehalten wird, auf ein zweites, niedrigeres Spannungsniveau 56 zurück (vgl. Darstellung gemäß Figur 3).

[0023] Dadurch bedingt nimmt der Druck im hydraulischen Koppler 38 und der Kopplerleitung 39 ab, so daß die Ventalnadel 24, deren Stirnseite 40 durch den Hochdruck beaufschlagt ist, um einen zweiten Hubweg 46 in vertikale Richtung in Bezug auf den Düsenkörper 23 nach oben auffährt. In der dritten Position 43 der Ventalnadel 24 ist der Rücklauf 36 geöffnet, während der Zulauf 37 durch die Ventalnadel 24 weiterhin, analog zur Darstellung gemäß Figur 2.2, verschlossen bleibt. Die Düsennadel 29 (vgl. Darstellung gemäß Figur 1) wird dadurch druckunterstützt geöffnet. Die Einspritzung endet durch Öffnen des Rücklaufes 36, da das Öffnen des Rücklaufes 36 einen sofortigen Druckabbau und das Schließen der Düsennadel 29 zur Folge hat.

[0024] Figur 3 zeigt das Spannungsprofil, mit dem der als Piezoaktor beschaffene, das 2/2-Wege-Ventil doppelt schaltende Piezosteller angesteuert wird.

[0025] Im unbestromten Zustand des Piezostellers 5 entspricht die Spannung dem Niveau, welches in Figur 3 vor der Anstiegsflanke 50 der Spannung anliegt. Die Druckaufbauphase 52 wird durch die Anstiegsflanke 50 der Spannung bis auf ein erstes Spannungsniveau 54 erzeugt. Der Förderbeginn ist mit Bezugszeichen 51 dargestellt. Die Druckaufbauphase 52 kann variabel gehalten werden und ist von der Ansteuerung der Düsennadel 29 durch Betätigung der Ventalnadel 24 unabhängig, d.h. getrennt. Während der Druckaufbauphase wird der Piezosteller 5 auf dem ersten Spannungsniveau 54

bestromt. Der Druckaufbau erfolgt, ohne daß die Düsennadel 29 durch den sich aufbauenden Druck im Pumpenraum 11 des Pumpenteils 2 der Pumpe-Düse-Einheit geöffnet wird. Sobald das gewünschte Spritzdruckniveau sowie der gewünschte Zeitpunkt für den Einspritzbeginn 53 erreicht ist, wird das erste Spannungsniveau 54 auf ein zweites Spannungsniveau 56 abgesenkt. Während des Anliegens des ersten Spannungsniveaus 54 befindet sich die Ventildadel 24 des 2/2-Wege-Ventils der Pumpe-Düse-Einheit 1 in der zweiten Position, die in der Darstellung gemäß Figur 2.2 mit Bezugszeichen 42 gekennzeichnet ist, d.h. der Zulauf 37 sowie der Rücklauf 36 zum Pumpenraum 11 sind geschlossen. Wird das erste Spannungsniveau 54 entlang der ersten fallenden Spannungsflanke 55 auf das zweite Spannungsniveau 56 abgesenkt, erfolgt eine Entlastung des hydraulischen Kopplers 38, da sich die Piezokristall-Anordnung 7 bei Anliegen eines niedrigen Spannungsniveaus entsprechend des zweiten Spannungsniveaus 56 kontrahiert. Demzufolge fährt die Ventildadel 24 um den zweiten Hubweg 46 gemäß der Darstellung in Figur 2.3 in ihre dritte Position. In der dritten Position ist der Zulauf 37 nach wie vor verschlossen, während der Rücklauf 36 zum Pumpenraum 11 geöffnet bleibt. Das zweite Spannungsniveau 56 liegt bis zum Förderende 57 der Kraftstoffpumpe an und fällt entsprechend einer weiteren, zweiten fallenden Spannungsflanke 58 auf das 0-Niveau ab. Im 0-Niveau der Spannung U nimmt die Ventildadel 24 wieder die in Figur 2.1 dargestellte erste Position 41 ein, bei der die Düsennadel einen ersten Hubweg 45 innerhalb des Düsenkörpers 23 zurücklegt und in der der Zulauf 37 und der Rücklauf 36 miteinander kurzgeschlossen sind. Durch die Ventildadel 24 des 2/2-Wege-Ventils innerhalb des Düsenkörpers 23 wird das Verschließen des Hochdruckraumes, d.h. des Pumpenraumes 11 des Pumpenteils 2 zum Druckaufbau und das Öffnen der Düsennadel 29 voneinander getrennt gesteuert. Entsprechend des Ansteuerzeitpunktes des Stellers 5, zu dem das erste Spannungsniveau 54 auf das zweite Spannungsniveau 56 abgesenkt wird, läßt sich der Einspritzdruck frei steuern, wobei die Druckaufbauphase davon unbeeinflusst ist.

Patentansprüche

1. Pumpe-Düse-Einheit (1) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine mit einem Pumpenteil (2) und einem Düsenteil (3) und einem Steller (5), dem ein hydraulischer Koppler (38, 39) nachgeschaltet ist, über den eine Ventildadel (24) eines 2/2-Wege-Ventils innerhalb eines Düsenkörpers (23) betätigbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steller (5) eine auf den hydraulischen Koppler (38, 39) einwirkende Piezokristall-Anordnung (7) umfaßt und eine Stirnseite (40) der Ventildadel (24) beauf-

schlägt, die in eine einen Druckaufbau ermöglichende erste Position (41) stellbar ist, wobei eine das Öffnen einer Düsennadel (29) ermöglichende weitere Position (43) der Ventildadel (24) unabhängig einstellbar ist.

2. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydraulische Koppler (38, 39) im Düsenkörper (23) in eine die Ventildadel (24) führende Nadelführung (44) übergeht.
3. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vom Pumpenraum (10) des Pumpenteils (2) ein Steuerraumzulauf (26) und ein Düsenraumzulauf (27) abzweigen, die einen Steuerraum (25) der Ventildadel (24) und einen die Düsennadel (29) umgebenden Düsenraum (28) gleichzeitig beaufschlagen.
4. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Längsrichtung der Düsennadel (29) gesehen im Düsenkörper (23) der Zulauf (37) oberhalb des Rücklaufes (36) angeordnet ist.
5. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Position (41) der Ventildadel (24) bei unbestromtem Steller (5) ein Zulauf (37) und der Rücklauf (36) im Düsenkörper (23) kurzgeschlossen sind.
6. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Bestromung des Stellers (5) auf ein erstes Spannungsniveau (54) der Zulauf (37) und der Rücklauf (36) durch die Ventildadel (24) verschlossen sind und ein Druckaufbau (52) im Pumpenraum (10) des Pumpenteils (2) erfolgt.
7. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Ablauf einer Druckaufbauphase (52) im Pumpenraum (10) des Pumpenteils (2) bei Einspritzbeginn (53) der Steller (5) mit einem zweiten Spannungsniveau (54) beaufschlägt ist und die Düsennadel (29) druckunterstützt öffnet.
8. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einspritzbeginn (53) und die Druckaufbauphase (52) durch Verschließen des Pumpenraumes (10) getrennt voneinander steuerbar sind.
9. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der ersten Position (41) der Ventildadel (24) ein erster Hubweg (55) der Ventildadel (24) einstellt, bei dem der Zulauf (37) und der Rücklauf (36) offenstehen.

10. Pumpe-Düse-Einheit gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in einer dritten Position (43) der Ventilnadel (24) ein zweiter Hubweg (46) der Ventilnadel (24) einstellt, bei dem Rücklauf (36) zum Pumpenraum (10) geöffnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

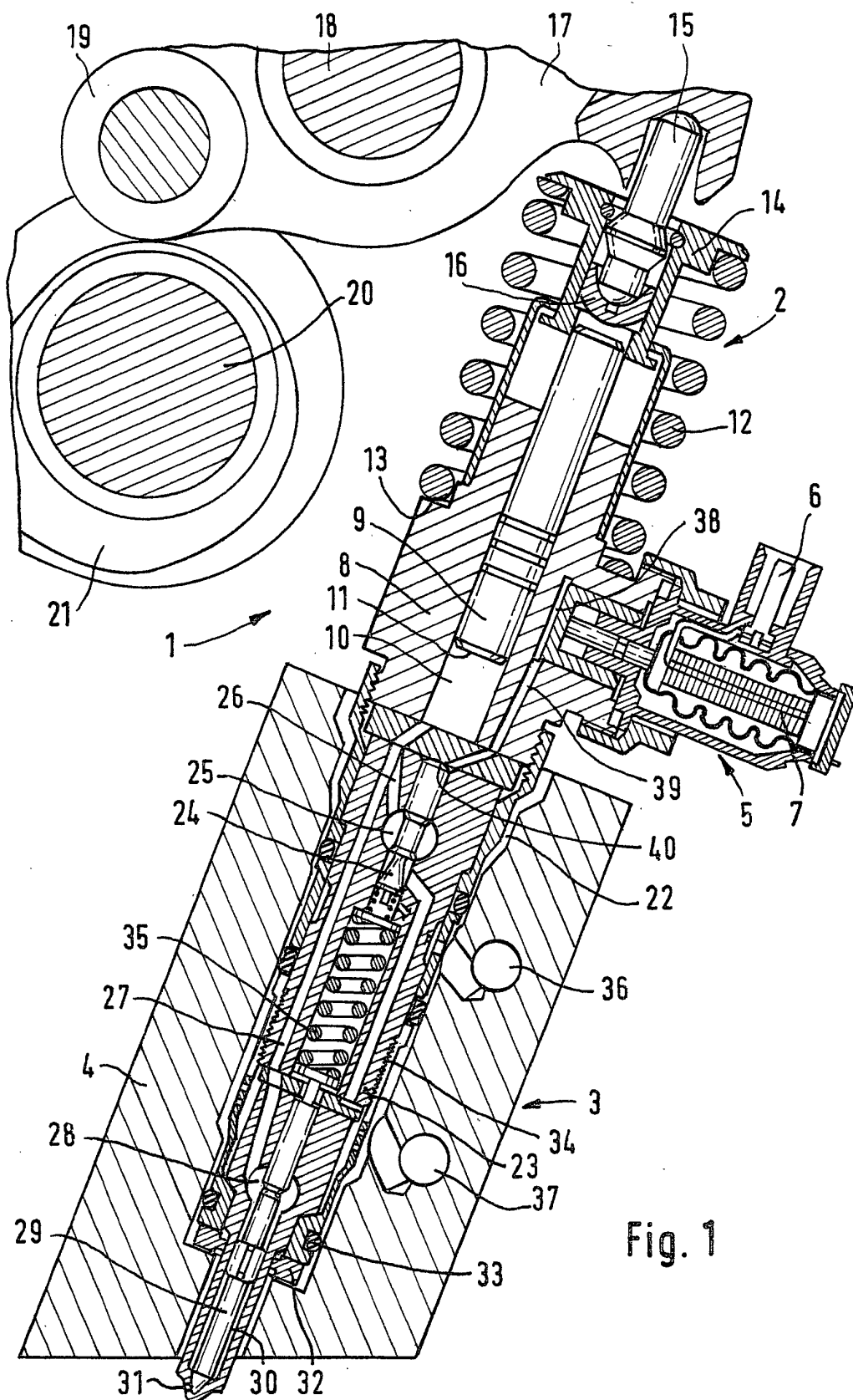


Fig. 1

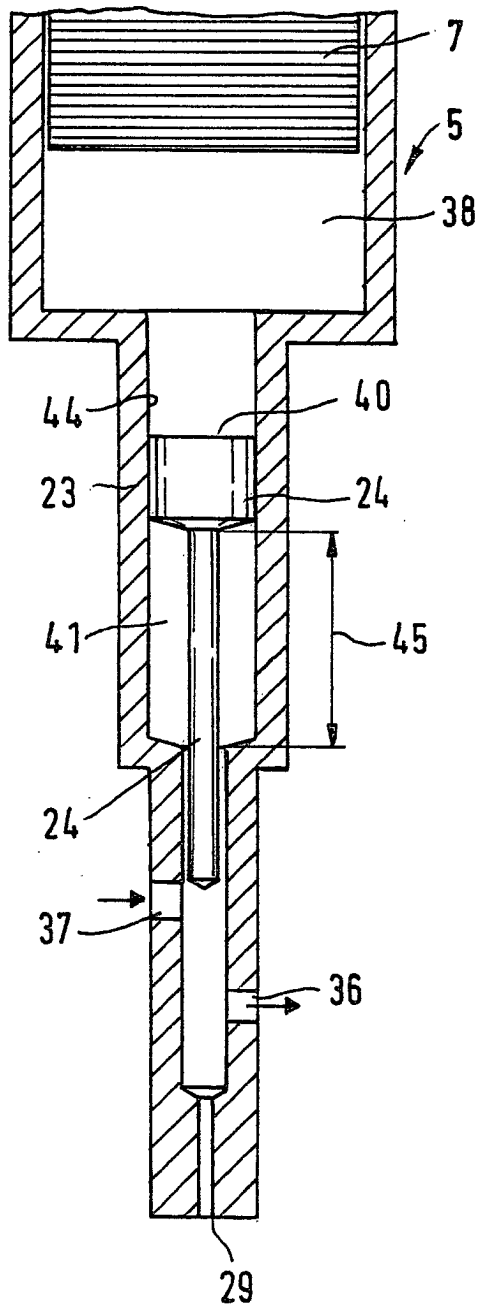


Fig. 2.1

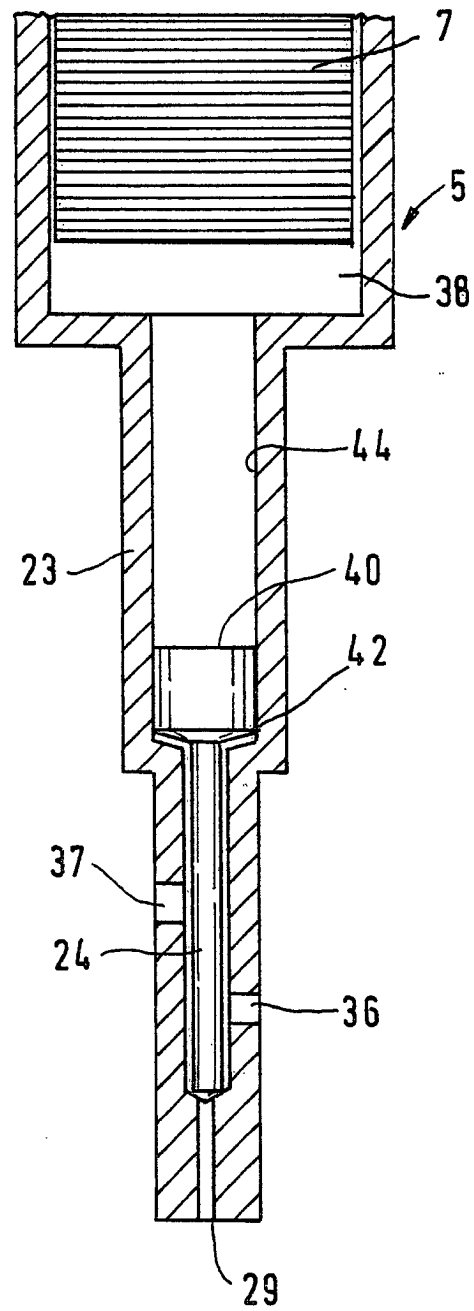


Fig. 2.2

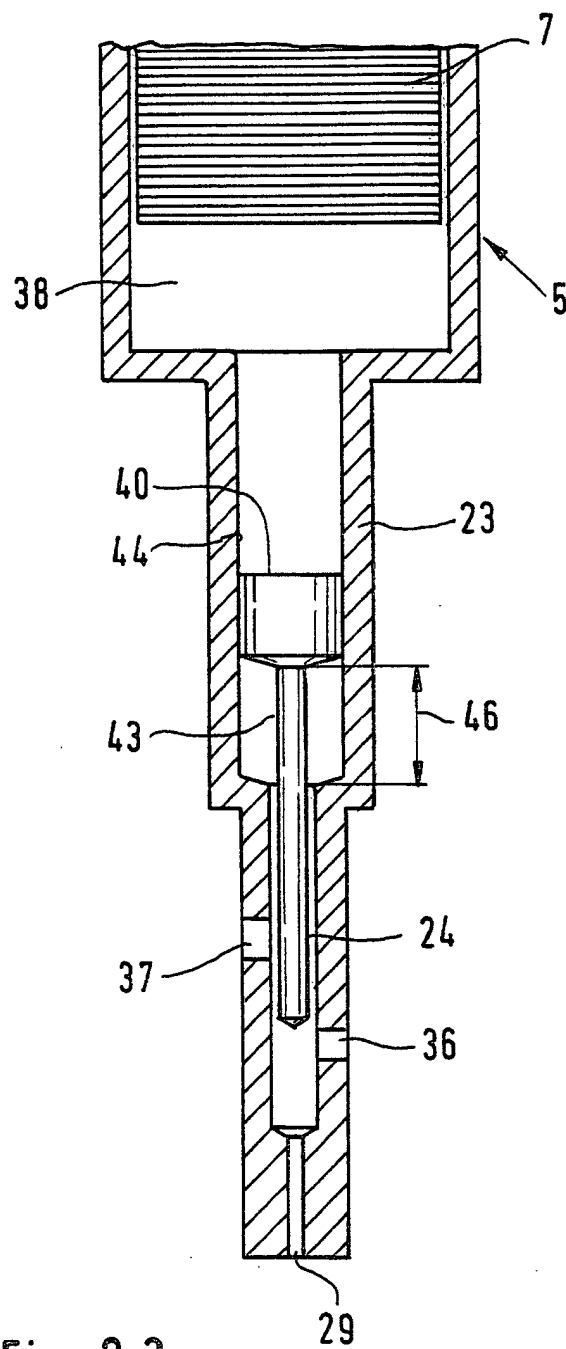


Fig. 2.3

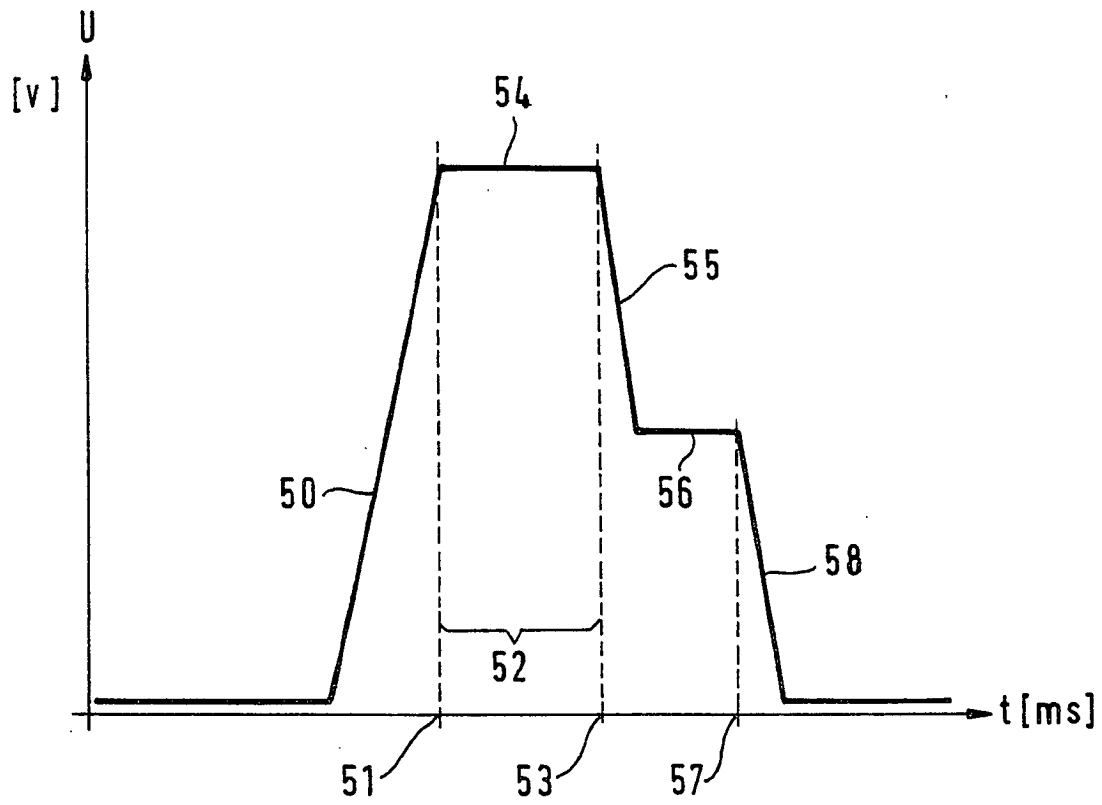


Fig. 3