

Zusammenfassung

5 Die hydraulische Steuervorrichtung (32) des Brennstoffeinspritzventils weist einen ringförmigen Zwischenventilkörper (72) auf, der mit dem Steuerkörper (88) zusammenwirkt und der bei Anliegen an diesem die Brennstoffzufuhrdurchlässe (106) verschliesst. Zwischen dem Zwischenventilkörper und der ihn umgebenden Führungshülse (54) ist ein Spalt (76) vorhanden, der dauernd mit dem zweiten Steuerraum (94) verbunden ist, welcher umfangsseitig radial außen von der Führungshülse (54), radial innen vom Kolbenelement (68), unten von der ringförmigen Stirnfläche (66) und oben vom Zwischenventilkörper begrenzt ist. Das vom Steuerkolben (62) abstehende Kolbenelement (68) greift in den Zwischenventilkörper (72) ein und begrenzt den ersten Steuerraum (92). Bei Beendigung eines Einspritzvorganges wird der Zwischenventilkörper sehr rasch vom Steuerkörper (88) abgehoben, wodurch unter Hochdruck stehender Brennstoff in den ersten Steuerraum (92) und in den zweiten Steuerraum (94) hineinfließen kann. Dadurch wird ein schnelles Beenden des Einspritzvorgangs und infolge der sofortigen Auswirkung der Druckabsenkung im ersten Steuerraum, ein sehr schneller Beginn des Einspritzvorgangs erzielt.

20

Fig. 2

25

30

Brennstoffeinspritzventil

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffeinspritzventil gemäss Patentanspruch 1.

5 In der älteren PCT/CH2005/000098 ist ein Brennstoffeinspritzventil offenbart, dessen hydraulische Steuervorrichtung zum Steuern der Verstellbewegung eines Einspritzventilgliedes einen im Gehäuse des Brennstoffeinspritzventils gehaltenen Steuerkörper
10 aufweist. Dieser ist mit einem Steuerdurchlass versehen, der auf der einen, ersten Stirnseite des Steuerkörpers mit einem Steuerraum in Verbindung steht und auf der anderen, zweiten Stirnseite des Steuerkörpers verschlossen und mittels eines Pilotventils mit einem Niederdruckraum
15 verbindbar ist. Der Steuerdurchlass weist benachbart zur zweiten Stirnseite eine Drosselverengung auf. Die Verbindung zum Steuerraum ist durch einen weiteren Abschnitt des Steuerdurchlasses gebildet, welcher durch einen Zwischenventilkörper hindurchverläuft, der
20 seinerseits mit seiner der ersten Stirnseite abgewandten Frontseite den Steuerraum begrenzt. Benachbart zu dieser Frontseite weist der weitere Abschnitt des Steuerdurchlasses eine weitere Drosselverengung auf. Die erste Stirnseite des Steuerkörpers bildet einen Ventilsitz
25 für den Zwischenventilkörper, welcher bei Anlage am Steuerkörper Brennstoffzufuhrdurchlässe verschliesst.

Beim Oeffnen des Pilotventils, um einen Einspritzvorgang auszulösen, baut sich der Druck zuerst im von den beiden Drosselverengungen begrenzten Raum des Steuerdurchlasses

und weiteren Abschnittes des Steuerdurchlasses ab. Der Druck im Steuerraum wird dadurch bezüglich der Oeffnung des Pilotventils erst verzögert abgebaut, was eine Verzögerung des Beginns des Einspritzvorgangs mit sich
5 zieht. Dank des durch den Steuerkörper und den Zwischenventilkörper gebildeten Zwischenventils folgt die Beendigung eines Einspritzvorgangs sehr schnell nach dem Schliessen des Pilotventils, da sich der Zwischenventilkörper vom Steuerkörper abhebt und den
10 Zufluss von unter Hochdruck stehenden Brennstoff durch die Brennstoffzufuhrdurchlässe freigibt.

Aus der US 5,685,483 A sind Brennstoffeinspritzventile bekannt, deren mit dem Einspritzventilglied verbundene Kolben einen Fortsatz aufweisen. Der Fortsatz ist in enger
15 Gleitpassung in einer Steuerhülse geführt, die ihrerseits in enger Gleitpassung am Gehäuse des Brennstoffeinspritzventils gelagert ist. Ein im Gehäuse gehaltener Steuerkörper weist einen Steuerdurchlass auf, der auf der einen, ersten Stirnseite des Steuerkörpers
20 unmittelbar mit einem ersten Steuerraum in Verbindung steht und auf der anderen, zweiten Stirnseite des Steuerkörpers verschlossen und mittels eines Pilotventils mit einem Niederdruckraum verbindbar ist. Weiter ist der erste Steuerraum vom Kolbenfortsatz und umfangsseitig von
25 der Steuerhülse begrenzt, welche unter Federkraft an der ersten Stirnseite des Steuerkörpers anliegt. Mit ihrer dem Steuerkörper abgewandten Stirnseite begrenzt die Steuerhülse einen ringförmigen zweiten Steuerraum, der andererseits vom Steuerkolben und umfangsseitig vom
30 Gehäuse begrenzt ist. Dieser zweite Steuerraum ist in Folge der engen Gleitpassung zwischen der Steuerhülse und dem Kolbenfortsatz vom ersten Steuerraum hydraulisch getrennt und er ist direkt mit einem

Brennstoffhochdruckraum verbunden, dies entweder über eine Drosselwirkung entfaltende Verbindung und/oder über eine ein Rückschlagventil aufweisende Verbindung, oder über eine Verbindung ohne Drosselwirkung und ohne
5 Rückschlagventil.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Brennstoffeinspritzventil zu schaffen, welches im Stande ist, mit sehr geringer Zeitverzögerung sowohl eine Brennstoffeinspritzung zu beginnen als auch zu beenden.

10 Diese Aufgabe wird mit einem Brennstoffeinspritzventil gemäss Patentanspruch 1 gelöst.

Mit erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventilen können Mehrfacheinspritzungen mit äusserst geringem Zeitabstand zwischen dem Ende der einen Einspritzung und dem Beginn
15 der nachfolgenden Einspritzung erzielt werden. Die erste Einspritzung kann eine Voreinspritzung sein, die Zweite eine Haupteinspritzung. Es können auch eine Vor-, eine Haupt- und eine Nacheinspritzung mit äusserst kurzen Zeitabständen, oder Mehrfacheinspritzungen mit mehr als
20 drei getrennten Einspritzungen sein. Es können aber auch Einspritzungen sein, die sich überlappen und bei denen also keine eigentliche Trennung der Einspritzvorgänge vorhanden ist, wohl aber eine merkliche Beeinflussung des zeitlichen Verlaufs des Einspritzvorgangs.

25 Beim Oeffnen des Pilotventils wirkt sich die Druckabsenkung in einem ersten Steuerraum sofort auf ein Kolbenelement aus, was seinerseits sofort eine Oeffnungskraft auf das Einspritzventilglied bewirkt. Die Brennstoffverdrängung aus einem zweiten Steuerraum in den
30 ersten Steuerraum erfolgt über eine Drosselverbindung, ohne dass in den zweiten Steuerraum Brennstoff

nachfliessen kann, was Zeitverzögerungen praktisch vermeidet. Das Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum beginnt somit bezüglich des Öffnens des Pilotventils mit nur minimalstem Zeitverzug.

- 5 Beim Schliessen des Pilotventils steigt sofort der Druck im ersten Steuerraum an, was sehr rasch die Schliessbewegung des Einspritzventilgliedes in Gang setzt. Die durch diese Schliessbewegung erwirkte Vergrösserung des Volumens des zweiten Steuerraums erzeugt auf dem
- 10 Ventilkörper eine Sogkraft, welche das Abheben des Ventilkörpers ab dem Steuerkörper unterstützt. Dadurch kann sehr rasch nach dem Schliessen des Pilotventils unter Hochdruck stehender Brennstoff sowohl in den ersten Steuerraum, als auch durch einen Spalt um den
- 15 Zwischenventilkörper in den zweiten Steuerraum nachfliessen, was zu einem äusserst raschen Schliessen des Einspritzventils und somit zu einer Beendigung des Einspritzens von Brennstoff mit nur minimalstem Verzug bezüglich das Schliessen des Pilotventils führt.
- 20 Besonders bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Einspritzventils sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird anhand in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert.

25

Es zeigen rein schematisch:

Fig. 1 im Längsschnitt ein erfindungsgemässes Brennstoffeinspritzventil;

- Fig. 2 gegenüber Figur 1 vergrössert einen Ausschnitt des Brennstoffeinspritzventils mit einer ersten Ausführungsform einer hydraulischen Steuervorrichtung gemäss der Erfindung;
- 5 Fig. 3 in gleicher Darstellung wie Figur 2 eine zweite Ausführungsform der Steuervorrichtung;
- Fig. 4 in gleicher Darstellung wie Figur 2 eine dritte Ausführungsform der Steuervorrichtung;
- 10 Fig. 5 in gleicher Darstellung wie Figur 2 eine vierte Ausführungsform der Steuervorrichtung;
- Fig. 6 in gleicher Darstellung wie Figur 2 eine fünfte Ausführungsform der Steuervorrichtung;
- 15 Fig. 7 in Ansicht eine erste Ausführungsform einer ersten Stirnseite eines Steuerkörpers der Steuervorrichtung;
- Fig. 8 in gleicher Darstellung wie Figur 7 eine zweite Ausführungsform der ersten Stirnseite des Steuerkörpers;
- 20 Fig. 9 in gleicher Darstellung wie Figur 2 eine dritte Ausführungsform der ersten Stirnseite des Steuerkörpers;
- Fig. 10 in gleicher Darstellung wie Figur 7 eine sechste Ausführungsform der Steuervorrichtung;

Das in der Figur 1 schematisch im Längsschnitt
25 dargestellte Brennstoffeinspritzventil 10 weist ein

längliches Gehäuse 12 auf, das durch einen - bezüglich der Darstellung in Figur 1 - oberen Gehäuseteil 14 und ein Ventilsitzelement 16 gebildet ist. Das Ventilsitzelement 16 ist mittels eines als Spannmutter ausgebildeten Halteelements 18 mit dem oberen Gehäuseteil 14 dicht verbunden.

Das Ventilsitzelement 16 weist, auf seiner Innenseite, einen kegelmantelförmigen Einspritzventilsitz 20 sowie Einspritzöffnungen 22 auf. im Innern des Gehäuses 12 ist eine zentrale, zur Längsachse A des Gehäuses 12 koaxiale Bohrung 24 mit sich über ihre Länge änderndem Durchmesser ausgebildet, die einen Hochdruckraum 26 festlegt. Dieser Hochdruckraum 26 steht mit einem Brennstoffhochdruckeinlass 28 am oberen Gehäuseteil 14 in Verbindung und erstreckt sich bis zum Einspritzventilsitz 20 hin.

Im Inneren des Gehäuses 12, das heisst in der Bohrung 24, ist ein als Ventilnadel ausgebildetes, zur Längsachse A koaxiales Einspritzventilglied 30 angeordnet, welches in der in der Figur 1 gezeigten Schliessstellung mit seiner Spitze mit dem Einspritzventilsitz 20 zusammenwirkt, um die Einspritzöffnungen 22 zu verschliessen. Zum Freigeben der Einspritzöffnungen 22 wird das Einspritzventilglied 30 mittels einer hydraulischen Steuervorrichtung 32, deren Aufbau an Hand der Figur 2 näher erläutert wird, vom Einspritzventilsitz 20 abgehoben.

Das Einspritzventilglied 30 ist mit einem als Führung 34 ausgebildeten Teilstück mittels einer Gleitpassung von ca. 0,002 bis 0,03 mm im Ventilsitzelement 16 geführt. Zur Gewährleistung einer hydraulischen Verbindung ist das Einspritzventilglied 30 im Bereich dieser Führung 34 mit

Anschliffflächen versehen. Das Einspritzventilglied 30 wird mittels einer Schliessfeder 36 in Schliessrichtung nach unten gedrückt. Die Schliessfeder 36 stützt sich mit ihrem unteren Ende auf einem Stützring 38 ab, der auf einer Schulter 40 am Einspritzventilglied 30 aufliegt. Mit
5 ihrem anderen oberen Ende ist die Schliessfeder 36 an einer das Einspritzventilglied 30 umgebenden Distanzhülse 42 abgestützt.

Die verhältnismässig lange, hohlzylindrische Distanzhülse
10 42 überspannt den Bereich der Einmündung des Brennstoffhochdruckeinlasses 28 in die zentrale Bohrung 24 und ist an ihren Enden mittels Führungsflächen 44, 44' an der Wand der Bohrung 24 geführt. Dabei beträgt das Spiel zwischen den Führungsflächen 44, 44' und der Wand der
15 Bohrung 24 zwischen 1/100 und 1/10 mm. Zwischen ihren mit den Führungsflächen 44, 44' versehenen Enden hat die Distanzhülse 42 einen kleineren Aussendurchmesser, so dass sich zwischen der Wand der Bohrung 24 und dem Aussenumfang der Distanzhülse 42 ein Ringraum 46 bildet, der mit dem
20 Brennstoffhochdruckeinlass 28 in Verbindung steht. Die Distanzhülse 42 ist mit radialen Durchlassöffnungen 48 versehen, durch die Brennstoff aus dem Ringraum 46 ins Innere der Distanzhülse 42 treten kann.

Im Gehäuse 12 ist eine Anschlagshulter 50 ausgebildet,
25 die als Anschlag für die Distanzhülse 42 bei einer Verschiebung derselben nach oben dient und mit einer am unteren Ende der Distanzhülse 42 ausgebildeten Anschlagfläche 52 zusammenzuwirken bestimmt ist. An ihrem oberen Ende drückt die Distanzhülse 42 gegen eine zur
30 hydraulischen Steuervorrichtung 32 gehörenden hohlzylindrischen Führungshülse 54, die in ihrem oberen Endbereich mittels einer Führungsfläche 56 (siehe auch

Figur 2) in der zentralen Bohrung 24 geführt ist. Zwischen der Führungshülse 54 und der Wand der Bohrung 24 ist ein Ringraum 58 vorhanden, der über am oberen Ende der Distanzhülse 42 vorgesehenen Radialdurchlässen 60 mit dem Inneren der Distanzhülse 42 verbunden ist und zum Hochdruckraum 26 gehört.

Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf die Figur 2 weitere Elemente der hydraulischen Steuervorrichtung 32 beschrieben.

- 10 An seinem dem Einspritzventilsitz 20 abgewandten Endbereich weist das Einspritzventilglied 30 einen doppelt wirkenden Steuerkolben 62 auf, der in der Führungshülse 54 in einer engen Gleitpassung 64 von ca. 0,002 bis 0,008 mm geführt ist. Der Steuerkolben 62 weist auf seiner dem Einspritzventilsitz 20 abgewandten Seite eine ringförmige Stirnfläche 66 auf, welche radial innen von einem ein Kolbenelement 68 bildenden, einstückig am Einspritzventilglied 30 ausgebildeten Steuerkolbenfortsatz 70 begrenzt ist.
- 20 Das kreiszylinderförmige Kolbenelement 68 steht mit seinem freien Endbereich mit einem ringförmig ausgebildeten Zwischenventilkörper 72 in Eingriff, welcher in einer radialen Erweiterung 74 der Führungshülse 54 mit einem einen Spalt 76 bildenden definierten Spiel von typischerweise 0.03 - 0.15 mm aufgenommen ist. Zwischen dem Zwischenventilkörper 72 und dem Kolbenelement 68 ist eine Gleitpassung 78 von ca. 0.005 - 0.04 mm vorhanden. Der Zwischenventilkörper 72 ist in Richtung der Längsachse A verschiebbar, wobei ein schulterartiger Boden der Erweiterung 74 einen Anschlag 80 bildet, welcher mit vom Zwischenventilkörper 72 abstehenden Anschlagnasen 82

zusammenwirkt, um die Bewegung des Zwischenventilkörpers 72 in Richtung zum Einspritzventilsitz 20 hin auf ca. 0.03 - 0.15 mm zu begrenzen.

Eine Druckfeder 84, deren Federkraft wesentlich geringer
5 ist als jene der Schliessfeder 36, stützt sich einerseits
an der ringförmigen Stirnfläche 66 des Steuerkolbens 62
und andererseits am Zwischenventilkörper 72 ab. Diese
Druckfeder 84 drückt den Zwischenventilkörper 72 gegen
eine untere erste Stirnseite 86 eines im Gehäuse 12
10 gehaltenen, pillenartig ausgebildeten Steuerkörpers 88.
Die Führungshülse 54 ist durch die Kraft der Schliessfeder
36 in dichtender Anlage an der ersten Stirnseite 86
gehalten und drückt den Steuerkörper 88, mit dessen der
ersten Stirnseite 86 gegenüberliegenden zweiten Stirnseite
15 86' in dichtende Anlage an einen Haltekörper 90; siehe
Figur 1.

Ein erster Steuerraum 92 ist einerseits durch das
Kolbenelement 68, andererseits durch die erste Stirnseite
86 des Steuerkörpers 88 und umfangsseitig durch den
20 Zwischenventilkörper 72 begrenzt. Ein zweiter Steuerraum
94 ist einerseits durch die ringförmige Stirnfläche 66 des
Steuerkolbens 62, andererseits durch den
Zwischenventilkörper 72, radial innen durch das
Kolbenelement 68 und radial aussen durch die Führungshülse
25 54 begrenzt. Der zweite Steuerraum 94 ist mit dem Spalt 76
zwischen der Führungshülse 54 und dem Zwischenventilkörper
72 dauernd verbunden. Weiter stellt die Gleitpassung 78
zwischen dem Kolbenelement 68 und dem Zwischenventilkörper
72 eine Drosselverbindung 96 zwischen dem ersten
30 Steuerraum 92 und zweiten Steuerraum 94 dar. Bei an der
ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 anliegenden
Zwischenventilkörper 72 ist der zweite Steuerraum einzig

über die Drosselverbindung 96 mit dem ersten Steuerraum 68 verbunden, ansonsten geschlossen.

Zentrisch zur Längsachse A verläuft durch den Steuerkörper 88 von der ersten Stirnseite 86 zur zweiten Stirnseite 86' ein Steuerdurchlass 98, welcher benachbart zur zweiten Stirnseite 86' eine Verengung 100 aufweist. Der Steuerdurchlass 98 weist somit in einem von der ersten Stirnseite 86 ausgehenden Abschnitt einen wesentlich grösseren Querschnitt als in der Verengung 100 auf; dieser Abschnitt ist hydraulisch gesehen Teil des ersten Steuerraumes 92.

Weiter weist der Steuerkörper 88 eine von dessen Umfang her radial nach innen verlaufende sacklochartige Bohrung 102 auf, von deren Boden ein Brennstoffdrosseldurchlass 104 in den Abschnitt des Steuerdurchlasses 98 mit grösserem Querschnitt und somit in den ersten Steuerraum 92 mündet. Von der ersten Stirnseite 86 her weist der Steuerkörper 88 bis oberhalb der sacklochartigen Bohrung 102 einen reduzierten Aussendurchmesser 89 - oder, wie in den Figuren 7 bis 9 gezeigt, einen Anschliff 143 - auf, um die sacklockartige Bohrung 102 mit dem Ringraum 58 und somit dem Hochdruckraum 26 dauernd in Verbindung zu halten. Weiter ist aus Figur 2 deutlich ersichtlich, dass der Querschnitt des Brennstoffdrosseldurchlasses 104 kleiner ist als jener der Verengung 100 im Steuerdurchlass 98.

Von der sacklochartigen Bohrung 102 verläuft, parallel zur Längsachse A, ein Brennstoffzufuhrdurchlass 106 zur ersten Stirnseite 86. Der sacklochartigen Bohrung 102 radial gegenüber liegend ist eine weitere sacklockartige Bohrung 102' vorhanden, die an ihrem Boden verschlossen ist und

von welcher ein weiterer Brennstoffzufuhrdurchlass 106 zur ersten Stirnseite 86 hin verläuft.

Bei an der ersten Stirnseite 86 anliegenden Zwischenventilkörper 72 sind die beiden
5 Brennstoffzufuhrdurchlässe 106 verschlossen; dabei ist der erste Steuerraum 92 ausschliesslich über den Brennstoffdrosseldurchlass 104 mit dem Hochdruckraum 26 verbunden. Ist der Zwischenventilkörper 72 jedoch vom Steuerkörper 88 abgehoben, ist der erste Steuerraum 92
10 auch über den zwischen dem Zwischenventilkörper 72 und dem Steuerkörper 88 gebildeten Spalt mit den Brennstoffzufuhrdurchlässen 106 und somit mit dem Hochdruckraum 26 verbunden. Entsprechendes gilt für den zweiten Steuerraum 94, welcher dann über den Spalt 76
15 zwischen der Führungshülse 54 und dem Zwischenventilkörper 72 auch mit den Brennstoffzufuhrdurchlässen 106 verbunden ist.

Wie dies Figur 1 zeigt, liegt der Steuerkörper 88 mit seiner oberen zweiten Stirnseite 86' an der Unterseite des
20 Haltekörpers 90 an. Der Haltekörper 90 ist mittels eines Aussengewindes in eine Ausnehmung 108 im oberen Gehäuseteil 14 eingeschraubt. Er liegt dichtend am Boden der Ausnehmung 108 an und dichtet somit zusammen mit dem daran dichtend anliegenden Steuerkörper 88 den
25 Hochdruckraum 26 gegen die Umgebung hin ab.

Die zweite Stirnseite 86' bildet weiter einen mit einem Pilotventilglied 110 zusammenwirkenden Pilotventilsitz 112 eines Pilotventils 113. Das Pilotventilglied 110 ist in einem Führungsdurchlass des Haltekörpers 90 in Richtung
30 der Längsachse A verschiebbar gelagert und mittels einer Aktuatorfeder 115 eines elektromagnetischen Aktuators 116

in Anlage am Pilotventilsitz 112 gehalten, wodurch der Steuerdurchlass 98 und somit der erste Stellerraum 92 von einem Niederdruckauslass 118 abgetrennt sind. Ist jedoch durch Erregung des Aktuators 116 das Pilotventilglied 110, entgegen der Kraft der Aktuatorfeder 115 vom Pilotventilsitz 112 abgehoben, fließt aus dem ersten Stellerraum 92 durch den Steuerdurchlass 98 hindurch Brennstoff zum Niederdruckauslass 118, welcher von diesem in bekannter Art und Weise zu einem Brennstoffvorratsbehälter zurück geführt wird. Insbesondere was den Aufbau und die Funktionsweise der Abdichtung mittels des Haltekörpers 90 und den Steuerkörper 88 sowie den Aufbau und die Funktionsweise des elektromagnetischen Aktuators 116 und dessen Zusammenwirken mit dem Pilotventilglied 110 betrifft, wird ausdrücklich auf die PCT/CH2005/000098 verwiesen.

Bei der folgenden Beschreibung der weiteren Ausführungsformen werden für gleiche oder gleichwirkende Teile die selben Bezugszeichen verwendet, wie im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2. Weiter werden jeweils nur noch die Unterschiede im Vergleich mit einer bereits beschriebenen Ausführungsform dargelegt.

Der Unterschied zwischen der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform der Stellervorrichtung 32 gegenüber der in der Figur 2 gezeigten Ausführungsform besteht einzig darin, dass das Kolbenelement 68 in seinem in den Zwischenventilkörper 72 eingreifenden Endbereich eine umlaufende Nut 120 aufweist, so dass beidseitig dieser Nut 120 durch die Gleitpassung 78 je ein enger kurzer Spalt von ca. 0.005 - 0.04 mm zwischen dem Kolbenelement 68 und dem Zwischenventilkörper 72 vorhanden ist. Dadurch ist eine labyrinthartige Dichtung gebildet, welche bei

gleicher Gleitpassung 78, wie bei der Ausführungsform gemäss Figur 2, einen grösseren Druckabfall zwischen dem ersten Steuerraum 92 und zweiten Steuerraum 94 ermöglicht.

Bei der in der Figur 4 gezeigten Ausführungsform der
5 Steuervorrichtung 32 ist im Gegensatz zu den in den
Figuren 1 - 3 gezeigten Ausführungsformen die Gleitpassung
zwischen dem Zwischenventilkörper 72 und dem Kolbenelement
68 eine enge Gleitpassung 78' von etwa 0.002 - 0.005 mm.
Bei der in der Figur 4 links der Längsachse A gezeigten
10 Ausführungsform ist die Drosselverbindung 96 zwischen dem
ersten Steuerraum 92 und dem zweiten Steuerraum 94 durch
einen Anschliff 122 am Kolbenelement 68 gebildet. Der
Anschliff 122 verläuft vom freien Ende des Kolbenelements
68 bis unterhalb des Zwischenventilkörpers 72 in den
15 zweiten Steuerraum 94 hinein. Anstelle des Anschliffs 122
könnte eine entsprechende, in radialer Richtung gegen
ausser offene Längsnut am Kolbenelement 68 ausgebildet
sein.

Bei der in der Figur 4 rechts der Längsachse A gestrichelt
20 gezeigten Ausführungsform weist die Drosselverbindung 96
eine in radialer Richtung verlaufende, sacklochartige
Verbindungsausnehmung 124 auf, von welcher durch das
Kolbenelement 68 zum ersten Steuerraum 92 eine
Drosselbohrung 126 parallel zur Längsachse A verläuft. Die
25 Verbindungsausnehmung 124 ist in Richtung der Längsachse A
derart ausgebildet und angeordnet, dass sie unabhängig von
der gegenseitigen Lage des Zwischenventilkörpers 72 und
des Kolbenelements 68 dauernd mit dem zweiten Steuerraum
94 verbunden ist.

30 Alternativ kann die Position Unterkante des Anschliffs 122
oder der Verbindungsausnehmung 124 so ausgebildet sein,

- dass bei geschlossenem Einspritzventil, in einem Abstand B von der Unterkante der Gleitpassung 78' angeordnet ist, wobei der Abstand B kleiner ist als der maximal mögliche Oeffnungshub H des Einspritzventilgliedes 30, mit welchem es am Steuerkörper 88 anliegt. Damit wird der Drosseldurchlass 96 ab einem bestimmten Hub des Einspritzventilgliedes 30 geschlossen. Dies beschleunigt nochmals das Abheben des Zwischenventilkörpers 72 beim Schliessvorgang des Einspritzventilgliedes 30.
- 10 Bei der Ausführungsform gemäss Figur 5 ist der ringförmige Zwischenventilkörper 72 hülsenförmig ausgebildet und an seinem dem Steuerkörper 88 zugewandten Ende mit einer ringscheibenförmigen Auskragung 128 versehen. Die Wandstärke des Ventilkörpers 72 und der Auskragung 128 sind, verglichen mit dem Zwischenventilkörper 72 der vorgängig beschriebenen Ausführungsbeispiele, relativ dünn. Die Druckfeder 84 stützt sich mit ihrem einen Ende an der Auskragung 128 und mit ihrem anderen Ende an einer stufenartigen Erweiterung 130 der Führungshülse 54 ab. Sie umfasst somit den hülsenförmigen Zwischenventilkörper 72. In ihrem dem Steuerkörper 88 zugewandten Endbereich ist an der Führungshülse 54 der Anschlag 80 ausgebildet, mit welchem die Auskragung 128 als Anschlagorgan 82' zusammenwirkt, um den Hub zu begrenzen, mit welchem sich der Zwischenventilkörper 72 vom Steuerkörper 88 wegbewegen kann. Zwischen der Auskragung 128 und der Führungshülse 54 ist wiederum ein durch Spiel von ca. 0.03 - 0.15 mm gebildeter Spalt 76 vorhanden. Dieser Spalt 76 ist über nutartige Verbindungsausnehmungen 132 in der Auskragung 128 dauernd mit dem zweiten Steuerraum 94 verbunden.

Auch bei dieser Ausführungsform ist das kreiszylinderförmige Kolbenelement 68 als

Steuerkolbenfortsatz 70 am doppelt wirkenden Steuerkolben 62 angeformt. Er greift mit seinem freien Endbereich in enger Gleitpassung 78' von ca. 0.002 - 0.008 mm in den Zwischenventilkörper 72 ein. Die dauernde
5 Drosselverbindung 96 zwischen dem ersten Steuerraum 92 und dem zweiten Steuerraum 94 ist durch eine als radiale Sacklochbohrung ausgebildete Verbindungsausnehmung 124, an deren Boden eine Drosselbohrung 126 anschliesst, gebildet, die ihrerseits in eine zur Längsachse A coaxiale, vom
10 freien Ende des Kolbenelements 68 her verlaufende sacklochartige Verbindungsbohrung 134 mündet. Die Verbindungsausnehmung 124 befindet sich zwischen der Stirnfläche 66 des Steuerkolbens 62 und dem Zwischenventilkörper 72 und ist dadurch dauernd mit dem
15 zweiten Steuerraum 94 verbunden. Das Kolbenelement 68 weist weiter an seinem freien Ende einen zentralen Anschlagvorsprung 136 auf, welcher die Verbindungsausnehmung 132 umgibt und dazu dient, durch Anschlagen am Steuerkörper 88 den Oeffnungshub des
20 Einspritzventilgliedes 30 zu begrenzen. Bei dieser Ausführungsform ist das Volumen der Verbindungsbohrung 134 hydraulisch dem ersten Steuerraum 92 zuzurechnen.

Die Brennstoffzufuhrdurchlässe 106 sind, im Vergleich mit den früheren Ausführungsformen, in Richtung zur ersten
25 Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 hin mit einer trichterförmigen Zufuhrerweiterung 138 versehen. Diese hat zur Folge, dass der Durchlassquerschnitt bereits bei sehr kleinem Hub des Zwischenventilkörpers 72 vom Steuerkörper 88 weg relativ gross wird und somit sehr rasch nach dem
30 Abheben des Zwischenventilkörpers 72 eine ansehnliche Brennstoffmenge einerseits in den ersten Steuerraum 92 und andererseits in den Spalt 76 strömen kann.

Es sei jedoch auch zu dieser Ausführungsform erwähnt, dass die Gleitpassung 78 bzw. enge Gleitpassung 78' und die Drosselverbindung 96 gleich ausgebildet sein können, wie in den weiter oben gezeigten und beschriebenen Ausführungsbeispielen. Letztere können auch mit einer Zufuhrerweiterung 138 versehen sein.

Die in der Figur 6 gezeigte Steuervorrichtung 32 ist jener gemäss Figur 5 sehr ähnlich. Das vom Steuerkolben 62 als Steuerkolbenfortsatz 70 abstehende Kolbenelement 68 ist in enger Gleitpassung 78' am hülsenförmigen Zwischenventilkörper 72 mit Auskragung 128 gleitend geführt. Die Drosselverbindung 96 ist am Zwischenventilkörper 72 durch eine Drosselbohrung 126 ausgebildet, welche radial aussen, benachbart zur Auskragung 128 beginnend, schräg durch den hülsenförmigen Zwischenventilkörper 72 hindurch zur innen liegenden Mantelwand verläuft und mit kleinem Abstand beim dem Steuerkörper 88 zugewandten Ende in den ersten Steuerraum 92 mündet.

Als Anschlag zur Begrenzung des Oeffnungshubes des Einspritzventilgliedes 30 dient die dem Steuerkolben 62 zugewandte freie Stirnfläche 140 des Zwischenventilkörpers 72, an welche die ringförmige Stirnfläche 66 des Steuerkolbens 62 bei maximalem Oeffnungshub des Einspritzventilgliedes 30 zur Anlage gelangt. Im in der Figur 6 gezeigten Ausführungsbeispiel ist, bei am Einspritzventilsitz 20 anliegendem Einspritzventilglied 30 der Abstand zwischen der Stirnfläche 140 des Zwischenventilkörpers 42 und der Stirnfläche 66 des Steuerkolbens 62 grösser als der Abstand zwischen der den ersten Steuerraum 92 begrenzenden Stirnebene des Kolbenelements 68 und der Einmündung der Drosselbohrung

126 in den ersten Steuerraum 92. Dies hat zur Folge, dass das Kolbenelement 68, bei maximalem Oeffnungshub des Einspritzventilglieds 30, die Drosselbohrung 126 verschliesst. Dies hat seinerseits zur Folge, dass bei
5 einer Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 20 aus der maximalen Hubposition heraus der Zwischenventilkörper 72 sehr schnell von der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 abgehoben wird, was die sehr rasche Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 30 unterstützt.
10 Es ist jedoch auch bei dieser Ausführungsform eine derartige Ausgestaltung möglich, dass die Drosselbohrung 125 nie vom Kolbenelement 68 verschlossen wird.

In Figur 7 ist der Steuerkörper 88 in Ansicht von unten auf die erste Stirnseite 86 gezeigt. Konzentrisch zur
15 Längsachse A befindet sich der Steuerdurchlass 98 mit der Verengung 100. Bezüglich der Längsachse A einander diametral gegenüber liegend befinden sich die beiden Brennstoffzufuhrdurchlässe 106, welche die Zufuhrerweiterung 138 aufweisen können. Die
20 sacklochartigen Bohrungen 102, 102' beginnen bei radial aussen liegenden Anschliffen 142, welche die Verbindung zum Hochdruckraum 26 sicherstellen. Von der sacklochartigen Bohrung 102 verläuft der Brennstoffdrosseldurchlass 104 in den Steuerdurchlass 98.
25 Wie dies auch aus den Figuren 2 bis 6 ersichtlich ist, weist der Steuerkörper 88 bei seiner ersten Stirnseite 86 eine Vertiefung 144 auf, die radial innen durch einen um den Steuerdurchlass 98 herum verlaufenden Dichtungswulst 146 und radial aussen durch eine Vertiefungsseitenwand 148
30 begrenzt ist, welche, in radialer Richtung gesehen, möglichst weit aussen derart verläuft, dass der Steuerkörper 88 und der Zwischenventilkörper 72 eine schmale ringförmige Dichtungsfläche 150 entlang dem radial

äusseren Rand des Zwischenventilkörpers 72 bilden, welche einzig bei der Mündung der Brennstoffzufuhrdurchlässe 106, beziehungsweise deren Zufuhrerweiterungen 138 auf der radial innen liegenden Seite auch um diese herum verläuft.

5 Durch diese Massnahme wird bei geschlossenem Zwischenventil, welches durch den Zwischenventilkörper 72 und der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 gebildet ist, eine ausreichende Flächenpressung und somit eine gute Dichtwirkung erzielt. Andererseits ist eine grosse

10 Steuerfläche des Zwischenventilkörpers 72 mit Brennstoff beaufschlagt.

Figur 8 zeigt, in gleicher Darstellung wie Figur 7, eine zweite mögliche Ausbildungsform der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88. Die die Vertiefung 144 begrenzende

15 Vertiefungsseitenwand 148 verläuft kreiszylindermantelförmig zur Längsachse A in einem relativ geringen radialen Abstand zur radial aussen liegenden Mündung der Brennstoffzufuhrdurchlässe 106 und gegebenenfalls deren Zufuhrerweiterungen 138. Radial innen

20 ist die Vertiefung 144 wiederum durch einen Dichtungswulst 146 begrenzt, welcher um den Steuerdurchlass 98 herum verläuft.

In geringem Abstand zur Vertiefungsseitenwand 148 verläuft zwischen den beiden Brennstoffzufuhrdurchlässen 106

25 beziehungsweise Zufuhrerweiterung 138 beidseitig je eine nierenförmig ausgebildete Zusatzvertiefung 152, deren radial äusserer Rand ausserhalb der radial aussen liegenden Kante des Zwischenventilkörpers 72 beziehungsweise dessen Auskragung 128 angeordnet ist,

30 wodurch die Zusatzvertiefung 152 dauernd über den Spalt 76 mit dem zweiten Steuerraum 94 verbunden ist. Durch das Vorsehen und die Formgebung der Zusatzvertiefung 152 lässt

sich das Oeffnungs- und Schliessverhalten des Zwischenventils trimmen, was insbesondere bei Zwei- und Mehrfacheinspritzungen Vorteile bringt. Auch bei dieser Ausführungsform wirkt zwischen dem Steuerkörper 88 und
5 Zwischenventilkörper 72 eine schmale, bandartige, kreisförmige Dichtungsfläche 150, welche einzig um die Mündung der Brennstoffzufuhrdurchlässe 106 beziehungsweise deren Zufuhrerweiterungen 138 herum verbreitert ist. Dadurch sind wiederum gewünschte Flächenpressungen und ein
10 gutes Dichtungsverhalten erreichbar.

Figur 9 zeigt in gleicher Darstellung wie Figuren 7 und 8 eine dritte Ausführungsform der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88. Der Mündungsbereich 154 der Brennstoffzufuhrdurchlässe 106 beziehungsweise deren
15 Zufuhrerweiterungen 138 ist nierenförmig erweitert. Entsprechend verlaufen die nierenförmigen Zusatzvertiefungen 152, verglichen zur Ausführungsform gemäss Figur 8, je um einen reduzierten Winkelbereich, derart, dass zwischen der nierenförmigen Erweiterung des
20 Mündungsbereichs 154 und den Zusatzvertiefungen 152 ein schmales Dichtungsband frei bleibt. Beim Mündungsbereich 154 ist die Vertiefungsseitenwand 148 etwas radial nach innen versetzt gegenüber den Abschnitten bei den Zusatzvertiefungen 152. Bei am Steuerkörper 88 anliegendem
25 Zwischenventilkörper 72 sind durch diesen die Mündungsbereiche 154 verschlossen, während jedoch die Zusatzvertiefungen 152 wiederum über den Spalt 76 mit dem zweiten Steuerraum 94 dauernd in Verbindung stehen. Auch diese Ausführungsform bildet eine Möglichkeit, das
30 Verhaltens des Zwischenventils zu optimieren.

Figur 10 zeigt eine sechste Ausbildungsform der Steuervorrichtung 32 in gleicher Darstellung wie die

Figuren 2 bis 6. Der Zwischenventilkörper 72 ist wiederum gleich wie in den in den Figuren 2 bis 4 gezeigten Ausführungsformen ringförmig mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet. Zwischen seiner radial äusseren Mantelwand und der Führungshülse 54 ist wiederum der Spalt 76 vorhanden. In Schliessstellung des Zwischenventils liegt der Zwischenventilkörper 72 dichtend am Steuerkörper 88 an, welcher gleich ausgebildet ist, beziehungsweise ausgebildet sein kann, wie in allen weiter oben beschriebenen Ausführungsformen.

Das Kolbenelement 68 ist jedoch vom Steuerkolben 62 getrennt. Es ist wiederum kreiszylinderförmig ausgebildet und in enger Gleitpassung 78' von ca. 0.002 - 0.005 mm am Zwischenventilkörper 72 in Richtung der Achse A bewegbar geführt. Von der den ersten Steuerraum 92 begrenzenden Stirnseite her verläuft eine hydraulisch zum ersten Steuerraum 92 zählende sacklochartige Verbindungsbohrung 134, an welche ebenfalls zentrisch zur Längsachse A eine in den zweiten Steuerraum 94 mündende Drosselbohrung 126 anschliesst. An seinem dem zweiten Steuerraum 94 zugewandten Ende steht vom Kolbenelement 68 in der Art eines Flansches eine scheibenringförmige Blattfeder 156 ab, die einstückig am Kolbenelement 68 angeformt ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, eine derartige Blattfeder getrennt vom Kolbenelement 68 zu fertigen und an diesem zu befestigen.

Die Druckfeder 84 stützt sich mit ihrem einen, unteren Ende an der ringförmigen Stirnfläche 66 des Steuerkolbens 62 und mit ihrem anderen, oberen Ende an der Blattfeder 156 in radialer Richtung gesehen nahe beim Kolbenelement 68 ab. Im Gegensatz zu allen weiter oben beschriebenen Ausführungsformen begrenzt jedoch, bei der in der Figur 10

gezeigten Ausführungsform, die freie Stirnseite des in die Druckfeder 84 hineingreifenden Steuerkolbenfortsatzes 70 den zweiten Steuerraum 94 und nicht den ersten Steuerraum 92, welcher vom individuellen Kolbenelement 68 begrenzt ist.

Auf der dem Zwischenventilkörper 72 zugewandten Seite stützt sich die Blattfeder 156 radial aussen an den Anschlagnasen 82 des Zwischenventilkörpers 72 ab, welche dazu bestimmt sind, mit dem an der Führungshülse 54 ausgebildeten Anschlag 80 zusammenzuwirken, um den Oeffnungshub des Zwischenventilkörpers 72 zu begrenzen.

Die relativ enge Gleitpassung 78' beträgt vorzugsweise zwischen 0,002 und 0,005 mm. Weiter ist zwischen dem Kolbenelement 68 und der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 ein Abstand von etwa 0.02 - 0.15 mm vorhanden, wenn im Ruhezustand das Kolbenelement 68 mit der Blattfeder 56 an den Anschlagnasen 82 anliegt, der Zwischenventilkörper 72 seinerseits an der ersten Stirnseite 86 in Anlage ist und zwischen dem ersten Steuerraum 92 und zweiten Steuerraum 94 Druckausgleich herrscht.

Selbstverständlich ist es auch bei dieser Ausführungsform denkbar, die Drosselverbindung 96 zwischen dem ersten Steuerraum 92 und dem zweiten Steuerraum 94 unterschiedlich auszubilden, beispielsweise wie in den weiter oben beschriebenen Ausführungsformen offenbart.

Für die Beschreibung der Funktionsweise der in den Figuren 1 bis 6 gezeigten Ausführungsformen der Brennstoffeinspritzventile 10, beziehungsweise deren Steuervorrichtung 32, wird vom Ruhezustand ausgegangen, wie der in allen Figuren dargestellt ist. Das

Einspritzventilglied 30 liegt am Einspritzventilsitz 20 an. Der im ersten Steuerraum 92 und im zweiten Steuerraum 94 vorhandene Brennstoff ist unter demselben Druck, wie der Brennstoff im Hochdruckraum 26. Das Pilotventil 113
5 ist geschlossen und das Zwischenventil durch Anlage des Zwischenventilkörpers 72 an der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 ebenfalls.

Zum Auslösen eines Einspritzvorgangs wird das Pilotventil 113 geöffnet, indem das Pilotventilglied 110 durch
10 Ansteuerung des Aktuators 116 und die hydraulischen Druckverhältnisse vom Pilotventilsitz 112 abhebt. Aus dem ersten Steuerraum 92 fließt Brennstoff durch die Verengung 100 zum Niederdruckauslass 118, was zu einer sofortigen Druckreduzierung im ersten Steuerraum 92 führt,
15 da durch den Brennstoffdrosseldurchlass 104 nicht genügend Brennstoff nachströmen kann, um den ursprünglichen Druck aufrecht zu erhalten. Diese Druckreduzierung im ersten Steuerraum 92 wirkt sich unmittelbar auf das Kolbenelement 68 aus, wodurch der auf seiner unteren Seite ebenfalls mit
20 Hochdruck beaufschlagte, doppelt wirkende Steuerkolben 62 beginnt, sich entgegen der Kraft der Schliessfeder 36 in Richtung zum Steuerkörper 88 hin zu bewegen. Dadurch hebt sich das Einspritzventilglied 30, mit sehr geringer Zeitverzögerung bezüglich dem Öffnen des Pilotventils
25 113, vom Einspritzventilsitz 20 ab und das Einspritzen von Brennstoff unter äusserst hohem Druck beginnt. Durch die Drosselverbindung 96 fließt Brennstoff aus dem ansonsten geschlossenen zweiten Steuerraum 94 in den ersten Steuerraum 92, wodurch nun auch die Stirnfläche 66 des
30 Steuerkolbens 62 mit gegenüber dem Hochdruckraum 26 reduziertem Druck beaufschlagt ist.

Zur Beendigung des Einspritzvorgangs wird das Pilotventil 113 mittels des Aktuators 116 geschlossen. Durch das Einströmen von Brennstoff unter hohem Druck durch den Brennstoffdrosseldurchlass 104 in den ersten Steuerraum 92
5 beginnt dort der Druck anzusteigen, was sich sofort auf das Kolbenelement 68 auswirkt und die Bewegung des Einspritzventilglieds 30 auf den Einspritzventilsitz 20 zu, unterstützt durch die Kraft der Schliessfeder 36, veranlasst. Durch die damit verbundene Bewegung des
10 Steuerkolbens 62 sinkt der Druck im zweiten Steuerraum 94, was ein rasches Abheben des Zwischenventilkörpers 72 entgegen der Kraft der Druckfeder 84 von der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 unterstützt. Auf den Zwischenventilkörper 72 in abhebender Richtung ab dem
15 Steuerkörper 88 wirkt auch die hydraulische Kraft, welche durch den unter Hochdruck stehenden Brennstoff im Bereich der Mündung der Brennstoffzufuhrdurchlässe 106, beziehungsweise der Zuführerweiterungen 138, und gegebenenfalls dem Mündungsbereich 154 (vergleiche Figur
20 9) erzeugt wird. Das dadurch erzielte schnelle Oeffnen des Zwischenventils lässt sowohl im ersten Steuerraum 92, als auch über dem Spalt 76 im zweiten Steuerraum 94 den Druck sehr rasch ansteigen, was zu einer beschleunigten Schliessbewegung des Einspritzventilgliedes 30 und somit
25 einer sehr schnellen Beendigung des Einspritzvorgangs führt.

Auch für die Beschreibung der Funktionsweise des Brennstoffeinspritzventils 10 mit einer in der Figur 10 gezeigten Steuervorrichtung 32 wird vom dort gezeigten
30 Ruhezustand ausgegangen. Im ersten Steuerraum 92, dem zweiten Steuerraum 94 und Hochdruckraum 26 herrscht derselbe Druck von bis zu 1600 bar oder mehr. Das Pilotventil 113 ist geschlossen, das Einspritzventilglied

30 liegt am Einspritzventilsitz 20 an und ebenfalls das Zwischenventil ist durch Anlage des Zwischenventilkörpers 72 an der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 geschlossen.

5 Zum Auslösen eines Einspritzvorgangs wird wiederum das Pilotventil 113 geöffnet, wodurch der Druck im ersten Steuerraum 92 zu sinken beginnt. Diese Verkleinerung des Druckes wirkt sich unmittelbar auf das Kolbenelement 68 aus, welches sich entgegen der Kraft der Blattfeder 156
10 sofort beginnt in Richtung auf den Steuerkörper 88 zu bewegen. Diese Bewegung führt zu einer Vergrößerung des Volumens und folglich zu einer sofortigen Druckverminderung im zweiten Steuerraum 94, die sich auf der gesamten Querschnittsfläche des Steuerkolbens 62
15 auswirkt, was zur Folge hat, dass sich das Einspritzventilglied 30 mit äusserst kleiner Zeitverzögerung gegenüber dem Öffnen des Pilotventils 113 vom Einspritzventilsitz 20 abhebt. Ferner fliesst durch die Drosselverbindung 96 vom zweiten Steuerraum 94
20 Brennstoff in den ersten Steuerraum 92, was die weitergehende Öffnungsbewegung des Einspritzventilglieds 30 vom Einspritzventilsitz 20 weg massgeblich bestimmt.

Zur Beendigung des Einspritzvorgangs wird das Pilotventil 113 geschlossen. Der durch den Brennstoffdrosseldurchlass
25 104 einströmende Brennstoff erhöht sehr schnell den Druck im ersten Steuerraum 92, was sich unmittelbar auf das Kolbenelement 68 auswirkt. Dieses bewegt sich, unterstützt durch die Blattfeder 156, vom Steuerkörper 88 weg weiter in den zweiten Steuerraum 94 hinein. Diese Bewegung führt
30 zu einer Druckerhöhung im zweiten Steuerraum 94, wodurch das Einspritzventilglied 30 in Richtung auf den Einspritzventilsitz 20 zu bewegt wird. Da der Druck im

ersten Steuerraum 92, in Folge der Drosselwirkung der Drosselverbindung 96, schneller ansteigt als im zweiten Steuerraum 94, wird der Zwischenventilkörper 72 von der ersten Stirnseite 86 des Steuerkörpers 88 abgehoben, 5 wodurch dann sehr schnell unter Hochdruck stehender Brennstoff einerseits in den ersten Steuerraum 92 und andererseits durch den Spalt 76 in den zweiten Steuerraum 94 nachfliessen kann, was die rasche Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 30 und somit die schnelle Beendigung 10 des Einspritzvorgangs unterstützt.

Zu bemerken ist, dass bei der Ausführungsform gemäss Figur 10 sowohl für die Oeffnungsbewegung als auch die Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 30 die Druckänderung im zweiten Steuerraum 94 sich auf die 15 gesamte Querschnittsfläche des Steuerkolbens 62 auswirkt. Dies im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen gemäss den Figuren 1 bis 6, wo sich diese Druckänderungen nur auf einen Teil der Querschnittsfläche des Steuerkolbens 62 auswirkt.

20 Es sei auch vermerkt, dass bei der Ausführungsform gemäss Figur 10 die Drosselverbindung 96 auf unterschiedliche Art und Weise, beispielsweise wie in den weiter oben beschriebenen Ausführungsformen, ausgeführt werden kann.

Schlussendlich sei darauf hingewiesen, dass im 25 Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung unter "enger Gleitpassung" eine Gleitpassung verstanden wird, welche nur einen minimalen Leckstrom von Brennstoff zulässt, während eine "Gleitpassung" ein definiertes, kleines Spiel aufweist, um einen definierten Strom von Brennstoff 30 zuzulassen.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Einspritzung von Brennstoff in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, mit
- 5 einem länglichen Gehäuse (12) und einem Einspritzventilsitz (20),
- einem Hochdruckraum (26) im Gehäuse (12), der mit einem Brennstoffhochdruckeinlass (28) und dem Einspritzventilsitz (20) in Verbindung steht,
- 10 einem im Gehäuse (12) längs verstellbar geführten Einspritzventilglied (30), das einerseits zum Verschliessen und Freigeben von Einspritzöffnungen (22) mit dem Einspritzventilsitz (20) zusammenwirkt und andererseits einen doppelt wirkenden, im Gehäuse
- 15 (12) in enger Gleitpassung geführten Steuerkolben (62) aufweist, und
- einer hydraulischen Steuervorrichtung (32) zum Steuern der Verstellbewegung des Einspritzventilgliedes (30) mit
- 20 einem im Gehäuse (12) gehaltenen Steuerkörper (88) mit einem Steuerdurchlass (98), der auf der einen, ersten Stirnseite (86) des Steuerkörpers (88) mit einem ersten Steuerraum (92) in Verbindung steht und der mittels eines Pilotventils (113) von einem
- 25 Niederdruckraum (118) abtrennbar und mit diesem verbindbar ist, und einem Brennstoffzufuhrdurchlass (106), der mit dem Hochdruckraum (26) verbunden ist und zur ersten Stirnseite (86) verläuft,

einem Brennstoffdrosseldurchlass (104), welcher den Hochdruckraum (26) und den ersten Steuerraum (92) dauernd verbindet,

5 einem mit unter Bildung eines Spalts (76) im Gehäuse (12) längs verschiebbar angeordneten, ringförmigen Zwischenventilkörper (72), der den ersten Steuerraum (92) umfangsseitig begrenzt, in einer Schliessstellung, in welcher er an der ersten Stirnseite (86) des Steuerkörpers (88) anliegt, den
10 Brennstoffzufuhrdurchlass (106) verschliesst und in einer Offenstellung, in welcher er von der ersten Stirnseite (86) abgehoben ist, den Brennstoffzufuhrdurchlass (106) frei gibt, um diesen mit dem ersten Steuerraum (92) und dem Spalt (76) zu
15 verbinden,

einem Kolbenelement (68), das mit dem ringförmigen Zwischenventilkörper (72) in Eingriff steht, bezüglich diesem längs verschiebbar ist und den ersten Steuerraum (92) begrenzt, und

20 einem vom Steuerkolben (62) begrenzten und mittels des Kolbenelements (68) vom ersten Steuerraum (92) abgetrennten zweiten Steuerraum (94), der mit dem Spalt (76) und über eine Drosselverbindung (96) mit dem ersten Steuerraum (92) verbunden und ansonsten
25 geschlossen ist.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (62) eine den zweiten Steuerraum (94) begrenzende, vorzugsweise ringförmige Stirnfläche (66) aufweist und das
30 Kolbenelement (68) vom Steuerkolben (62) als Fortsatz (70) absteht.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenelement (68) am Zwischenventilkörper (72) in Gleitpassung (78) mit einem Spiel von vorzugsweise 0.05 - 0.04 mm geführt ist und diese Gleitpassung die Drosselverbindung (96) bildet.
5
4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenelement (68) in seinem in den Zwischenventilkörper (72) eingreifenden Endbereich wenigstens eine umlaufende Nut (120) aufweist und beidseitig der Nut die Gleitpassung (78) vorhanden ist.
10
5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenelement (68) am Zwischenventilkörper (72) in enger Gleitpassung (78') geführt ist und die Drosselverbindung (96) am Kolbenelement (68) ausgebildet ist.
15
6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenelement (68) am Zwischenventilkörper (72) in enger Gleitpassung (78) geführt ist und die Drosselverbindung (96) am Zwischenventilkörper (72) ausgebildet ist.
20
7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stützfeder (84) den Zwischenventilkörper (72) mit einer in Richtung gegen den Steuerkörper (88) wirkenden Federkraft beaufschlagt.
25
8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenventilkörper (72) hülsenförmig ausgebildet ist und an seinem dem
30

Steuerkörper (88) zugewandten Ende eine ringscheibenförmige Auskragung (128) aufweist, an welcher sich die Stützfeder (84) abstützt.

- 5 9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenelement (68) vom Einspritzventilglied (30) getrennt ist und im zweiten Steuerraum (94) eine Blattfeder (156) aufweist, mittels welcher er am Zwischenventilkörper (72) federnd abgestützt ist.
- 10 10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Blattfeder (156) durch eine einstückig am Kolbenelement (68) angeformte ringförmige Federscheibe gebildet ist.
- 15 11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenelement (68) am Zwischenventilkörper (72) in enger Gleitpassung (78') geführt ist und die Drosselverbindung (96) am Kolbenelement (68) ausgebildet ist.
- 20 12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stützfeder (84) das Kolbenelement (68) und über dieses den Zwischenventilkörper (72) mit einer in Richtung gegen den Steuerkörper (88) wirkenden Federkraft beaufschlagt.
- 25 13. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt (76) eine Breite von 0.03 - 0.15 mm aufweist.
14. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuse (12)

- eine dauernd dichtend am Steuerkörper (88) anliegende Führungshülse (54) angeordnet ist, an welcher der Steuerkolben (62) in enger Gleitpassung (64) geführt ist, welche den zweiten Steuerraum (94) sowie den Spalt (76) um den Zwischenventilkörper (72) umfangsseitig begrenzt und welche eine Anschlagschulter (80), zum Begrenzen der Bewegung des Zwischenventilkörpers (72) von der ersten Stirnfläche (86) weg, aufweist.
- 10 15. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoffzufuhrdurchlass (106) in Richtung zur ersten Stirnseite (86) des Steuerkörpers (88) hin erweitert ist.
- 15 16. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkörper (88) zum Zusammenwirken mit dem Zwischenventilkörper (72) bestimmte, an der ersten Stirnseite (86) eine wenigstens annähernd kreisringförmige Dichtungsfläche (150) aufweist, an welche radial aussen wenigstens eine, vorzugsweise nierenförmige Zusatzvertiefung (152) angrenzt.
- 20

Wien, am 24. Juli 2006

Anmelder(in)
vertreten durch:

Patentanwälte
Puchberger, Berger &
Partner
Reichstadtstraße 13,
1070 Wien

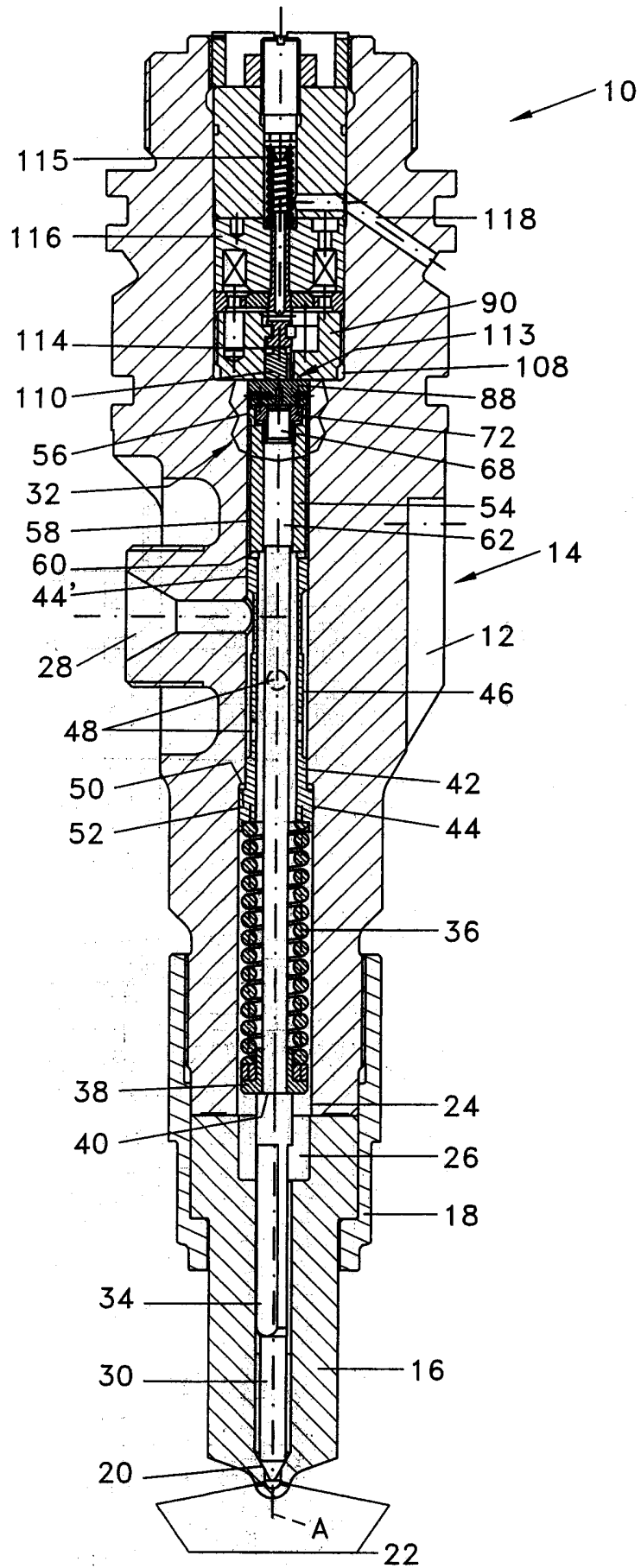


Fig. 1

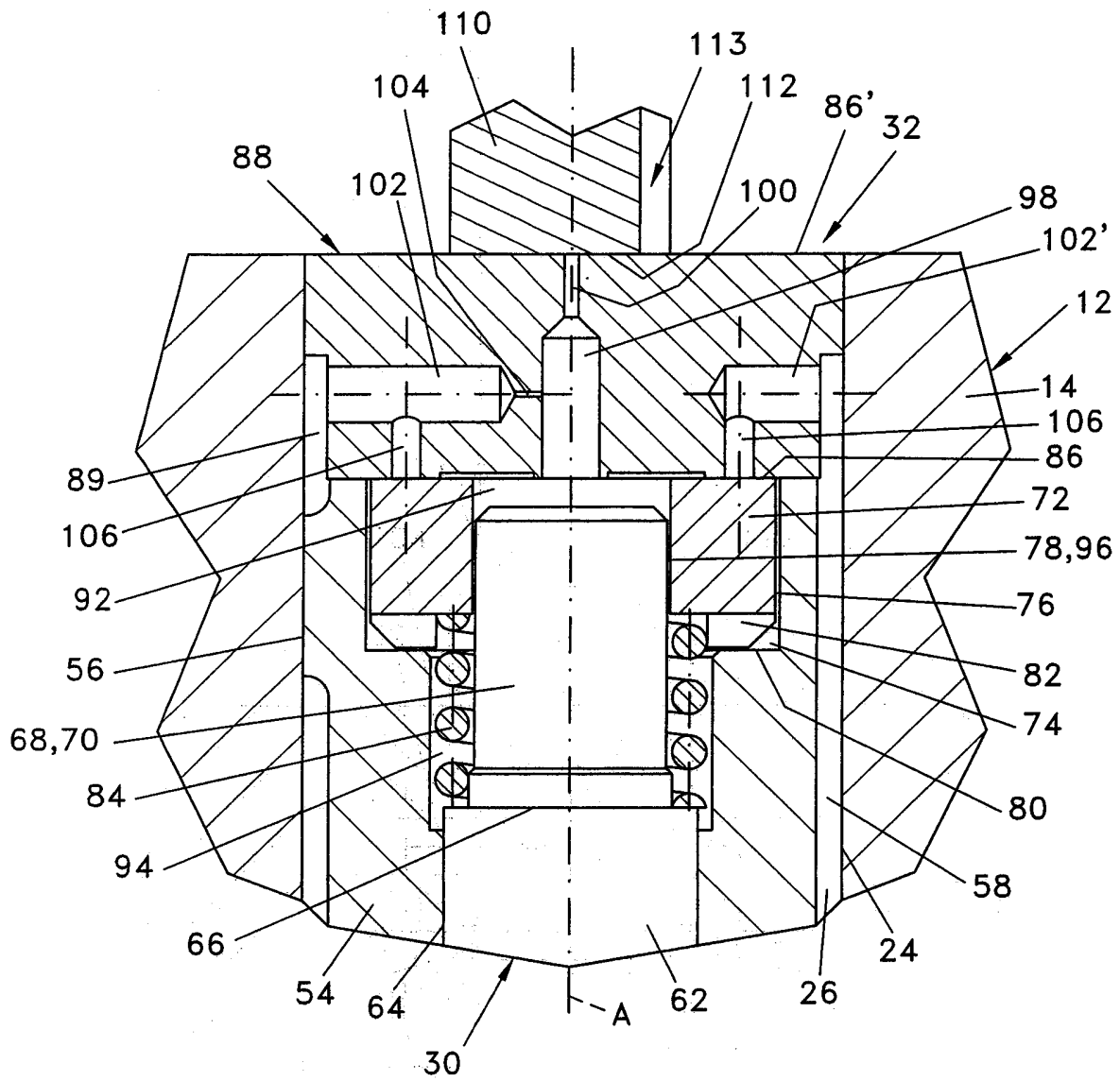


Fig.2

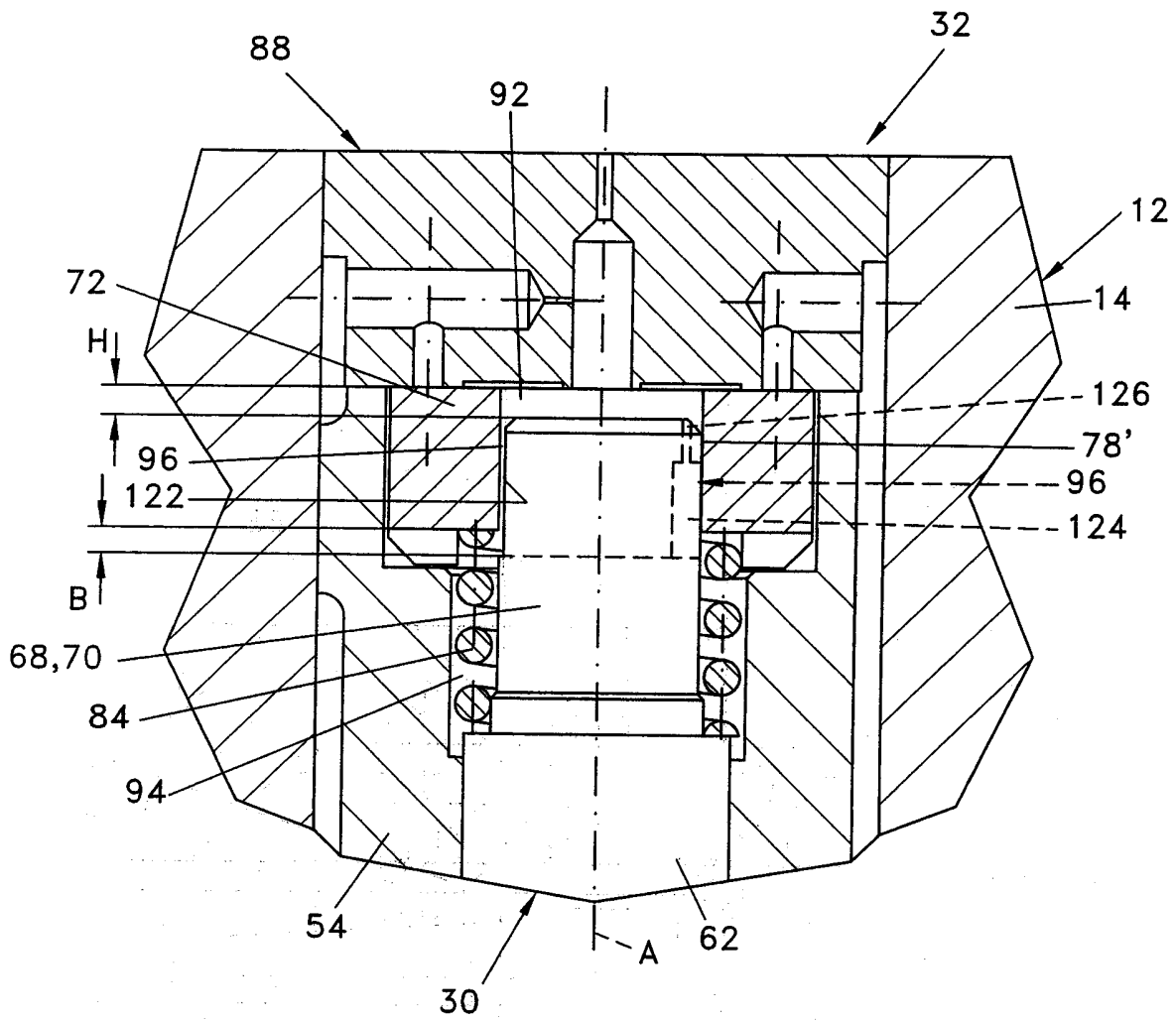


Fig.4

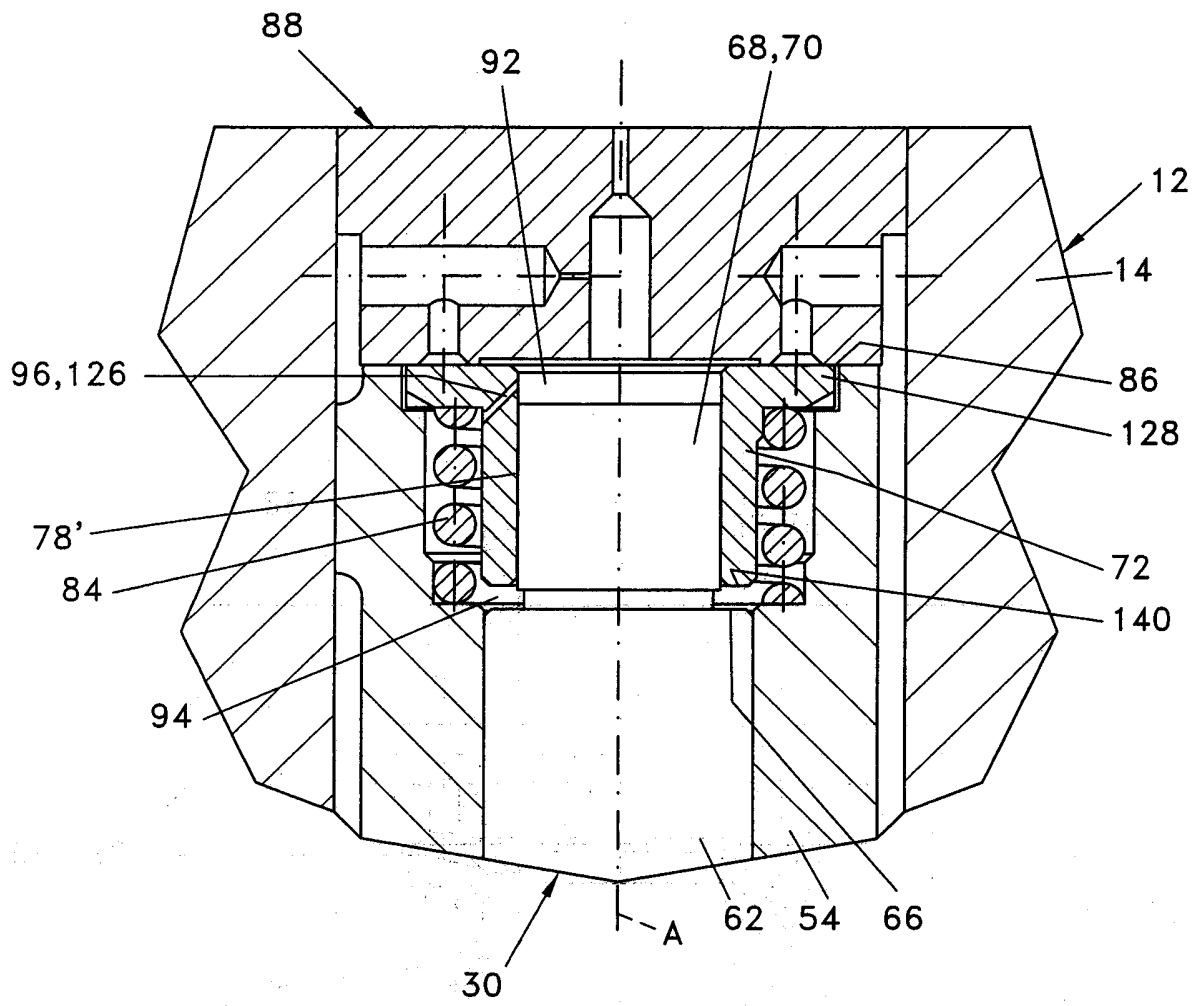


Fig. 6

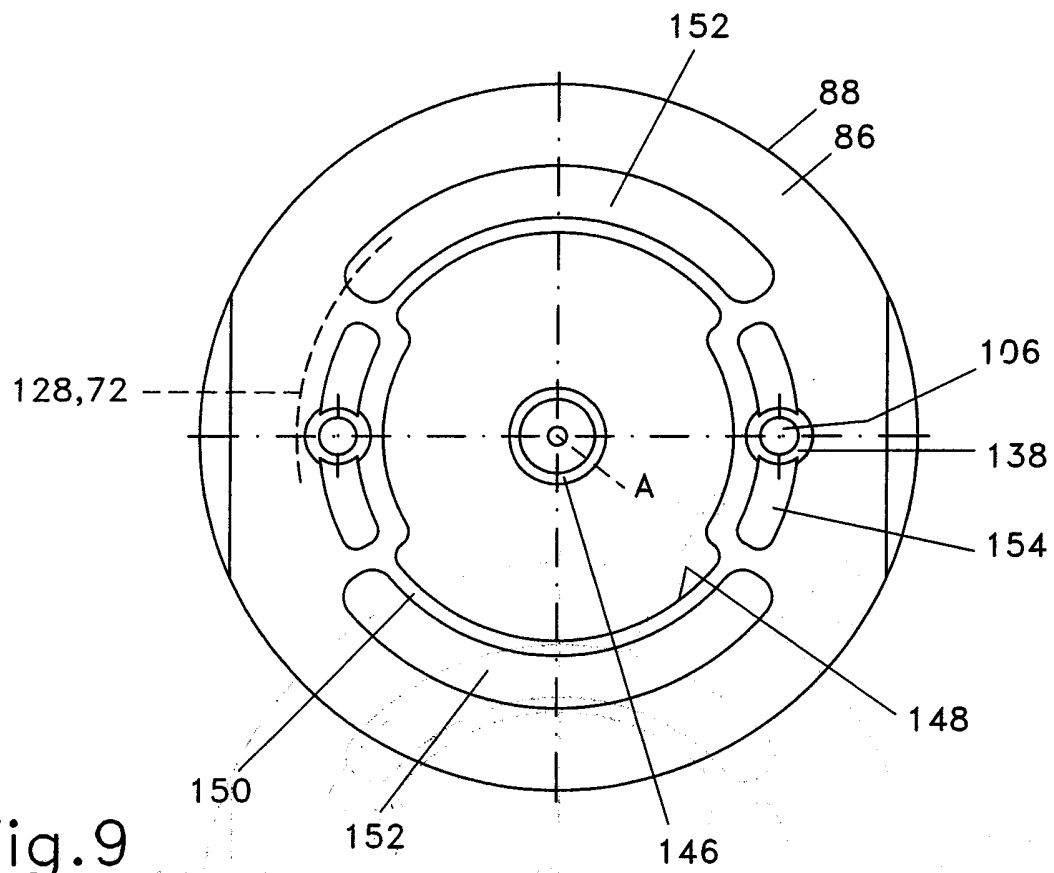


Fig.9

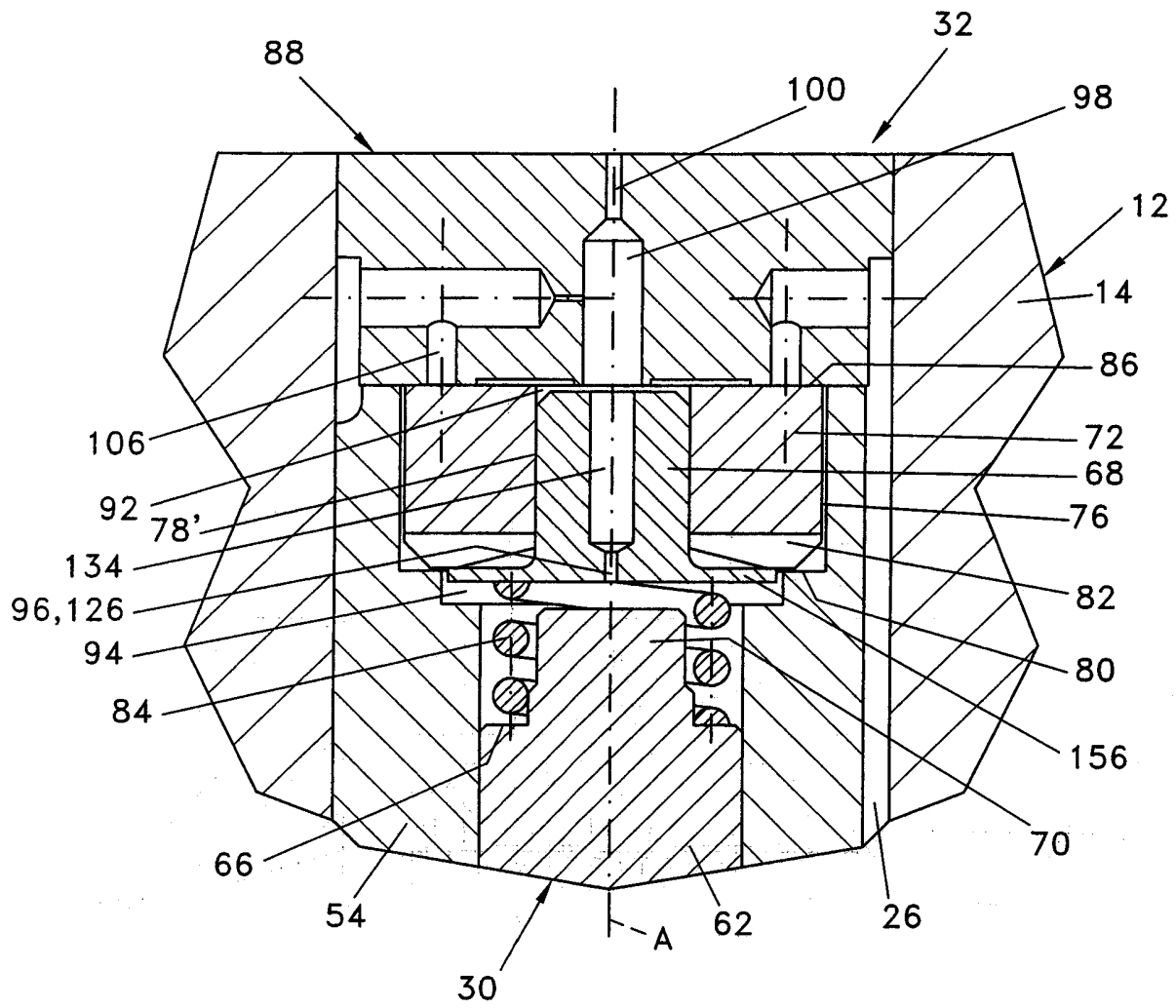


Fig.10