(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. November 2007 (15.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/128606 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 55/02 (2006.01) *F02M 63/02* (2006.01)
F02M 59/46 (2006.01) *F02M 69/54* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/052264

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. März 2007 (12.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102006020692.4 4. Mai 2006 (04.05.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GEYER, Gerhard** [DE/DE]; Farrenstr. 21, 70186 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

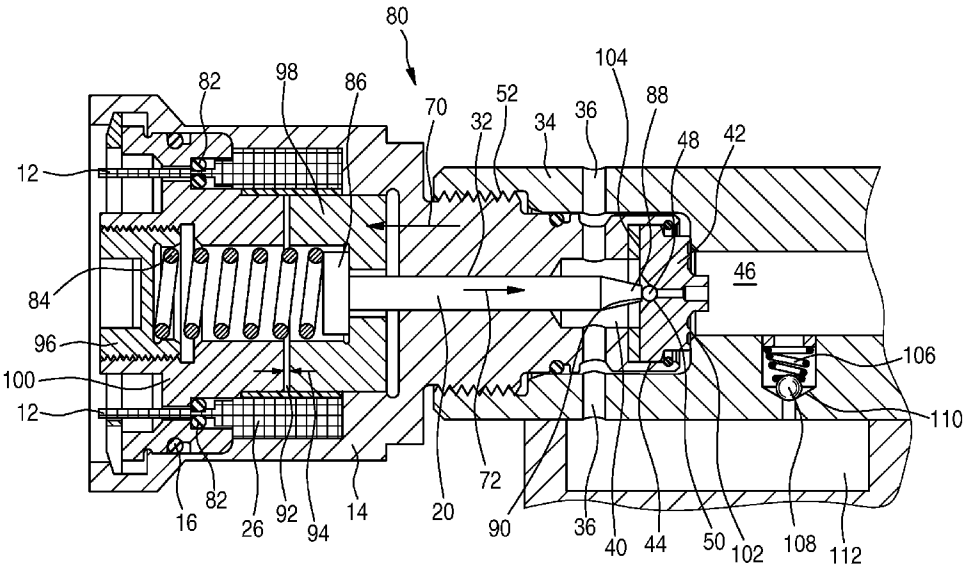
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** PRESSURE CONTROL VALVE WITH LIMP-HOME AND VENTILATION FUNCTION

(54) **Bezeichnung:** DRUCKREGELVENTIL MIT NOTFAHR- UND BELÜFTUNGSFUNKTION



(57) **Abstract:** The invention relates to a fuel injection system for internal combustion engines, comprising a high-pressure accumulator (34) which has a cavity (46) under system pressure. Assigned to the high-pressure accumulator (34) is a pressure control valve (80) that can be actuated electromagnetically. The cavity (46) can be connected by the latter to a low-pressure side (36, 38, 40, 112) of the high-pressure accumulator (34). Arranged between the cavity (46) and the low-pressure side (36, 38, 40, 112) of the high-pressure accumulator (34) is a valve (74) which enables the high-pressure accumulator (34) to be filled from the low-pressure side to the system pressure side.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/128606 A1

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Krafstoffeinspritzsystem für Verbrennungskraftmaschinen mit einem Hochdruckspeicher (34), der einen unter Systemdruck stehenden Hohlraum (46) aufweist. Dem Hochdruckspreicher (34) ist ein elektromagnetisch betätigbares Druckregelventil (80) zugeordnet. Mit diesem ist der Hohlraum (46) mit einer Niederdruckseite (36. 38, 40, 112) des Hochdruckspeichers (34) verbindbar. Zwischen dem Hohlraum (46) und der Niederdruckseite (36, 38, 40, 112) des Hochdruckspeichers (34) ist ein die Befüllung des Hochdruckspeichers (34) von der Niederdruckseite zur Systemdruckseite ermöglichendes Ventil (74) angeordnet.

Beschreibung

Druckregelventil mit Notfahr- und Belüftungsfunktion

Stand der Technik

Aus der Veröffentlichung „Dieselmotor-Management“, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Viehweg 1998, Braunschweig; Wiesbaden, ISBN 3-528-03873-X, S. 270 Abbildung 9 ist ein Druckregelventil bekannt. Das Druckregelventil wird an einer Hochdruckpumpe eingesetzt, vergleiche S. 267, Bild 7 derselben Veröffentlichung. Das Druckregelventil umfasst ein Kugelventil, welches einen kugelförmig ausgebildeten Schließkörper enthält. Innerhalb des Druckregelventils ist ein Anker aufgenommen, der einerseits von einer Druckfeder beaufschlagt ist und dem andererseits ein Elektromagnet gegenüberliegend angeordnet ist. Der Anker des Druckregelventils ist zur Schmierung und zur Kühlung von Kraftstoff umspült.

Ist das Druckregelventil nicht angesteuert, so steht der im Hochdruckspeicherraum oder am Ausgang der Hochdruckpumpe anliegende hohe Druck über den Hochdruckzulauf am Druckregelventil an. Da der stromlose Elektromagnet keine Kraft ausübt, überwiegt die Hochdruckkraft gegenüber der Federkraft einer Druckfeder, so dass das Druckregelventil öffnet und dieses je nach geförderter Kraftstoffmenge mehr oder weniger geöffnet bleibt.

Wird das Druckregelventil hingegen angesteuert, d. h. wird der Elektromagnet bestromt, wird der Druck im Hochdruckkreis erhöht. Dazu wird zusätzlich zur durch die Druckfeder ausgeübten Kraft eine magnetische Kraft erzeugt. Das Druckregelventil wird geschlossen, bis zwischen der Hochdruckkraft einerseits und der Federkraft sowie der Magnetkraft andererseits ein Kräftegleichgewicht vorliegt. Die magnetische Kraft des Elektromagneten ist proportional zum Ansteuerstrom I der Magnetspule innerhalb des Druckregelventils. Der Ansteuerstrom I kann durch Taktung (Pulsweitenmodulation) variiert werden.

Gemäß der oben genannten Veröffentlichung Seite 270, Bild 7 wird das Druckregelventil in die Hochdruckpumpe zum Beispiel eingeschraubt. Dabei tritt das Problem auf, dass die notwendige, exakte Kennlinie $p = f(I)$, wobei mit I der Ansteuerstrom des Elektromagneten bezeichnet ist für $\dot{q} = \text{const}$. Der Luftspalt L wird bei der Demontage des Druckregelventils

in einen Aufnahmekörper, hier zum Beispiel eine Hochdruckpumpe, eingestellt. Abhängig vom Luftspalt L stellt sich die Kennlinie des Druckregelventils p = f(I) ein. Die geforderte Toleranz der genannten Kennlinie p = f(I) des Druckregelventils wird in einem Prüfpunkt eingestellt, der durch einen ausgewählten Wert für den Ansteuerstrom I der Spule des Elektromagneten definiert ist. In diesem Prüfpunkt wird eine Drucktoleranz ±Δp des Druckregelventils ermittelt. Je kleiner diese Toleranz ausfällt, eine um so bessere Regelqualität hinsichtlich des Ansteuerverhaltens des Druckregelventils ist erzielbar und desto genauer spricht das Druckregelventil auf Druckschwankungen zwischen Hochdruckseite und Niederdruckseite an. Da der Luftspalt L abhängig von der Montagequalität ist und bei bisherigen Vorgehen nur mit größerem Aufwand eingestellt werden kann, hängt im Prüfpunkt sich einstellende Drucktoleranz ±Δp in erheblichem Maße von der Güte der Montage des Druckregelventils an einer Hochdruckpumpe oder einem anderen mit hohem Druck beaufschlagten Bauteil ab.

DE 102 14 084 A1 bezieht sich auf ein einstellbares Druckregelventil für Kraftstoffeinspritzsysteme. Das Kraftstoffeinspritzsystem umfasst einen Hochdruckspeicherraum, der über ein Hochdruckförderaggregat mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt ist und der Kraftstoffinjektoren mit Kraftstoff versorgt. Dem Hochdruckförderaggregat ist ein Druckregelventil zugeordnet, das zwischen einer Hochdruckseite und einer Niederdruckseite angeordnet ist und ein Ventilelement umfasst, welches über eine elektrische Stelle ansteuerbar ist. Das Druckregelventil umfasst eine Gehäusekomponente, die einen verformbaren Bereich enthält, über den bei Montage des Druckregelventils an einem Aufnahmekörper ein Spalt L zwischen Flächen einer elektrisch ansteuerbaren Stellenanordnung einstellbar ist.

Bei Hochdruckeinspritzsystemen wie, z.B. einem Common-Rail-System für Kraftfahrzeuge, wird im Zusammenhang mit dem Zweistellerkonzept ein Druckregelventil verwendet, welches die Aufgabe hat, den dynamischen Druckabbau bei leckfreien Injektoren, so zum Beispiel mittels eines Piezoaktors angesteuerten Kraftstoffinjektoren im unteren Drehzahl- und Lastbereich der Verbrennungskraftmaschine eine sehr gute Druckregelung bei niedrigen Drücken zu ermöglichen. Diese ist durch allein auf der Saugseite eines Hochdruckförderaggregates wirksame Regelungen nicht in der erforderlichen Güte realisierbar. Bei Nutzfahrzeugen sind bisher die genannten lekagenfreien Injektoren nicht im Einsatz, was bedeutet, dass der Druckabbau in diesem Anwendungsfall nur über die systemimmanente Leckage der Kraftstoffinjektoren erfolgt. Ein aus dem Stand der Technik bekanntes Druckregelventil (Figur 1) hat die Eigenschaft, im stromlosen Zustand vollständig geöffnet zu sein, um die Befüllung des Hochdruckspeichers auch nach Abstellen der Verbrennungskraftmaschine und damit einen schnellen Wiederstart der Verbrennungskraftmaschine sicherzustellen. Für

Nutzfahrzeuge ist eine solche Lösung von der Kundenseite her nicht akzeptabel, da zum Beispiel bei Auftreten eines elektrischen Fehlers wie zum Beispiel eines Kabelabfalls dieses Kraftstoffeinspritzsystem drucklos wird und damit ein sofortiges Abstellen der Verbrennungskraftmaschine zur Folge hat. Dies ist wegen der hohen geforderten Fahrzeugverfügbarkeit nicht zulässig.

Offenbarung der Erfindung

Angesichts des aufgezeigten technischen Problems und der aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Druckregelventil für den Einsatz in Hochdruckspeichereinspritzsystemen insbesondere für Nutzfahrzeuge bereitzustellen, welches eine Notfahrfunktion gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass am Druckregelventil oder am Hochdruckspeicherkörper (Common-Rail) ein Rückschlagventil eingesetzt wird, dessen Öffnungsrichtung von der Niederdruckseite zur Hochdruckseite gerichtet ist und welches eine Verbindung des niederdruckseitigen Kraftstoffrücklaufes mit dem Hochdruckbereich des Hochdruckspeichers ermöglicht, wenn der durch die Abkühlung im Hochdruckspeicher entstehende Unterdruck dieses Rückschlagventil öffnet und damit die Befüllung des Hochdruckspeichers sicherstellt. Damit ist immer die vollständige Befüllung des Hochdruckspeichers sichergestellt. Wird im Hochdruckspeicher durch das den Hochdruckspeicher beaufschlagende Hochdruckförderaggregat, wie zum Beispiel die Kraftstoffhochdruckpumpe, Hochdruck, d. h. Systemdruck aufgebaut, so schließt das Rückschlagventil den Hochdruckbereich gegen den niederdruckseitigen Rücklauf ab.

Das die Niederdruckseite von der Hochdruckseite des Hochdruckspeichers trennende Rückschlagventil kann in die Wand des Hochdruckspeicherraumes (Common-Rail) integriert sein oder lässt sich auch in einer Grundplatte des Druckregelventils unterbringen. Entscheidend für die Einbaustelle des Rückschlagventils ist der Umstand, dass durch das Rückschlagventil die Hochdruckseite und die Niederdruckseite des Hochdruckspeicherraums in eine Richtung, d. h. von der Niederdruckseite in Richtung auf die Hochdruckseite von Kraftstoff durchströmbar ist und somit eine ständige Befüllung des Hohlraumes des Kraftstoffhochdruckspeichers (Common-Rail) gewährleistet ist. Bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventil sind im Vergleich zu der aus dem Stand der Technik bekannten Lösung der Wirksinn des Elektromagneten und der Schließfeder vertauscht. Dies bedeutet, dass der Elektromagnet des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils eine Kraft in Öffnungsrichtung in Bezug auf ein den Hochdruckspeicherraum an einer Stirnseite verschließendes Schließelement aufbringt, während eine einen Ankerbolzen, der das Schließ-

element beaufschlagt, beaufschlagende Schließfeder in Bezug auf das Schließelement in Schließrichtung wirkt. Bei der Abkühlung des Hochdruckspeicherkörpers entsteht in diesem ein Unterdruck, wodurch das Ventil öffnet und ein Nachströmen von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich in den Hochdruckspeicherkörper nach sich zieht. Damit ist beim Systemwiederstart immer eine vollständige Füllung des Hochdruckspeicherkörpers sichergestellt und somit ein schnellerer Start möglich.

Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

Es zeigt:

Figur 1 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Druckregelventil, bei dem der Elektromagnet in Schließrichtung wirkt und ein Federelement in Öffnungsrichtung wirkt,

Figur 2 eine Prinzipskizze des in Figur 1 dargestellten Druckregelventils,

Figur 3 ein Druckregelventil mit vertauschter Wirkrichtung von durch die Elektromagnetspule erzeugter Magnetkraft und durch eine Schließfeder aufgebrachter Schließkraft,

Figur 4 eine Prinzipskizze des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils mit in Öffnungsrichtung wirkendem Elektromagneten und in Schließrichtung wirkender Schließfeder und einer schematisch dargestellten Einbauposition eines Rückschlagventils und

Figur 5 einen Schnitt durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil gemäß der Prinzipskizze in Figur 4 und

Figur 5.1 ein in einen Sitzring integriertes Ventil zur Befüllung des Hochdruckspeichers.

Ausführungsvarianten

Figur 1 ist ein aus dem Stand der Technik bekanntes Druckregelventil zu entnehmen, bei dem ein Elektromagnet in Schließrichtung in Bezug auf ein Schließelement wirkt und eine

den Anker des Druckregelventils beaufschlagende Druckfeder in Öffnungsrichtung in Bezug auf das Schließelement wirkt.

Figur 1 zeigt ein Druckregelventil 10, welches eine Magnetspule 26 aufweist, die über einen elektrischen Anschluss 12 mit Steckeranschluss bestrombar ist. Das Druckregelventil 10 gemäß der Darstellung in Figur 1 umfasst ein Gehäuse 14, welches über einen Dichtring 16 gegen den elektrischen Anschluss 12 abgedichtet ist. Im Gehäuse 14 des Druckregelventils 10 ist eine Druckfeder 18 aufgenommen, welche einen Ankerbolzen 20 umschließt und eine Ankerplatte 22 in Öffnungsrichtung beaufschlagt. Der Ankerplatte 22 gegenüberliegend befindet sich am Stecker 12 ein Anschlag 24. Im Gehäuse 14 des Druckregelventils 10 gemäß der Darstellung in Figur 1 ist die bereits erwähnte Magnetspule 26 aufgenommen. Eine Stirnseite 28 der Ankerplatte 22 und eine Stirnseite 30 des Gehäuses 14 weisen einander zu, wobei der Abstand zwischen diesen beiden Stirnseiten 28, 30 den Hubweg des Ankerbolzens 20 bei Bestromung der Magnetspule 26 definiert.

Der Ankerbolzen 20 ist in einer Ankerbohrung 32 des Gehäuses 14 des Druckregelventils 10 verschiebbar.

Das Gehäuse 14 des Druckregelventils 10 ist mittels eines Gewindes 52 mit einem Hochdruckspeicher 34 verschraubt. Im Gehäuse 14 des Druckregelventils 10 sind beidseits eines Hohlraums 40 Niederdruckbohrungen 36 ausgebildet, die in einen Rücklauf 38 münden, über den niederdruckseitig Kraftstoff in einen Tank eines Kraftfahrzeugs zurückströmt. Im Gehäuse 14 ist innerhalb einer Aufnahme 44 ein Sitzring 42 angeordnet. Im Sitzring 42 ist ein Sitz 50 für ein Schließelement 48 ausgebildet, welches in der Darstellung gemäß Figur 1 kugelförmig ausgebildet ist. Im Hochdruckspeicher 34 (Common-Rail) ist ein rohrförmig ausgebildeter Hohlraum 46 ausgebildet, in welchem unter Systemdruck stehender Kraftstoff bevorratet wird. Der Systemdruck des Kraftstoffs wird über ein den Hochdruckspeicher 34 beaufschlagendes Hochdruckförderaggregat wie zum Beispiel eine Hochdruckpumpe aufgebaut, die in der Darstellung gemäß Figur 1 nicht wiedergegeben ist, mit dem Hochdruckspeicher 34 jedoch verbunden ist.

Bei dem in Figur 1 dargestellten Druckregelventil 10 verliert im Falle eines Fehlers wie zum Beispiel eines Kabelabfalls am elektrischen Anschluss 12 der im Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 bevorratete Kraftstoff den für die Einspritzung erforderlichen Druck. Dies wird dadurch verursacht, dass im Falle eines Stromloswerdens der Magnetspule 26 die Ankerplatte 22 den Ankerbolzen 20 und damit das hier kugelförmig ausgebildete Schließelement 48 nicht in Schließrichtung beaufschlagt, sondern die Druckfeder 18 die Ankerplatte 22 gegen den Anschlag 24 am elektrischen Anschluss 12 stellt, so dass das Schließele-

ment 48 öffnet und der im Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 gespeicherte Druck in den niederdruckseitigen Hohlraum 40 abgebaut wird und von dort über die Niederdruckbohrungen 36 in den Rücklauf 38 zum Tank des Fahrzeugs abströmt. Mithin kann mit der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Druckregelventils 10 im Falle eines Fehlers wie zum Beispiel einem Kabelabfall das gesamte Kraftstoffeinspritzsystem drucklos werden, was zum sofortigen Abstellen der Verbrennungskraftmaschine führt, was aus Verfügbarkeitsgründen bei Nutzfahrzeuganwendungen nicht hinnehmbar ist.

Figur 2 zeigt in schematischer Weise die Wirkrichtungen des Elektromagneten und der Druckfeder im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1.

Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht hervor, dass die in Figur 1 dargestellte Magnetspule 26 den Ankerbolzen 20 in eine erste Wirkrichtung 62 beaufschlagt, wodurch das Schließelement 48 in den Sitzring 42 gestellt wird. Die im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 dargestellte Druckfeder 18 wirkt in einer ersten Wirkrichtung 60. Wird die Magnetspule 26 stromlos, wird die erste Wirkrichtung 62 der Magnetkraft aufgehoben und das Schließelement 48 öffnet aufgrund der in der ersten Wirkrichtung 60 wirkenden Federkraft der Ventilfeder der Druckfeder 18, so dass der Raum 46, in welchem unter Systemdruck stehender Kraftstoff bevorratet ist, über die Niederdruckbohrungen 36 drucklos wird, da das Schließelement 48 offensteht.

Der Darstellung gemäß Figur 3 ist ein Prinzipschaltbild eines Druckregelventils entnehmbar, bei dem die Wirkrichtungen des Elektromagneten und der Ventilfeder im Vergleich zur Darstellung gemäß Figur 2 umgekehrt sind.

Gemäß des in Figur 3 dargestellten schematischen Schaubildes wirkt die Magnetspule 26 gemäß der Darstellung in Figur 1 in eine zweite Wirkrichtung 72, d. h. in Bezug auf das Schließelement 48 in Öffnungsrichtung. Demgegenüber wirkt die Druckfeder 18 in Bezug auf das Schließelement 48 in Schließrichtung, so dass bei einem Stromloswerden der Magnetspule 26 (vgl. Darstellung gemäß Figur 1) unkontrolliertes Abströmen des im Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 bevorrateten Kraftstoffvolumens in die Niederdruckbohrungen 36 und damit in den Rücklauf 38 zum Tank des Fahrzeugs unterbunden ist. Eine Wiederbefüllung des Hohlraumes 46 gemäß der Darstellung in Figur 3 ist mit der dort dargestellten thematischen Prinzipstruktur jedoch nicht möglich.

Der Darstellung gemäß Figur 4 ist eine schematische Prinzipskizze des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils zu entnehmen.

Aus der Darstellung gemäß Figur 4 geht hervor, dass der in die Magnetspule 26 eines nachfolgend eingehender beschriebenen Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn einen Elektromagneten 26 aufweist, der in die zweite Wirkrichtung 72, d. h. in Bezug auf das Schließelement 48 in Öffnungsrichtung wirkt. Demgegenüber wird durch eine nachfolgend eingehender beschriebene Schließfeder eine Schließkraft aufgebracht, die in der Darstellung gemäß Figur 4 in die zweite Wirkrichtung 70 verläuft, d. h. das Schließelement 48 in Schließrichtung beaufschlagt und damit in den Sitz im Sitzring 42 stellt. Bei einem Stromloswerden der Magnetspule 26 ist somit sichergestellt, dass das im Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 bevorratete, unter Systemdruck stehende Kraftstoffvolumen nicht unkontrolliert in die Niederdruckbohrungen 36 und damit in den Rücklauf 38 zum Tank des Fahrzeugs zurückströmt. Zwischen dem Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 und der Niederdruckseite – hier angedeutet durch die Niederdruckbohrungen 36 – ist ein Rückschlagventil 74 integriert. Das Rückschlagventil hat eine Öffnungsrichtung, die vom Niederdruckbereich zum Hochdruckbereich, d. h. zum Hohlraum 46 im Hochdruckspeicher 34 gerichtet ist. Demnach wird das Rückschlagventil 74 bei Druckbeaufschlagung des Hohlraumes 46 des Hochdruckspeichers 34 in Richtung auf den Niederdruck verschlossen, wohingegen bei Abkühlung des Hochdruckspeichers 34 bzw. des in dem Hohlraum 46 bevorrateten Kraftstoffvolumens und der durch die damit verbundene Volumenabnahme des Kraftstoffes entstehende Unterdruck – bei Abstellen der Verbrennungskraftmaschine – ein Einströmen von Kraftstoff von der Niederdruckseite über das Rückschlagventil 74 in den Hohlraum 46 ermöglicht.

Der Darstellung gemäß Figur 5 ist ein Schnitt durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil mit vertauschtem Wirksinn von einer Schließfeder und eines Elektromagneten detaillierter zu entnehmen.

Ein in Figur 5 dargestelltes Druckregelventil 80 ist über das Gewinde 52 mit dem hier rohrförmig ausgebildeten Hochdruckspeicher 34 (Common-Rail) verschraubt. Im Gehäuse 14 des Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn ist die Magnetspule 26 aufgenommen, deren elektrische Anschlüsse 12 jeweils von Dichtringen 82 umschlossen sind. Im Gehäuse 14 des Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn befinden sich darüber hinaus ein eine Ankerbolzenplatte 86 umschließende Ankerbolzenaufnahme 98 sowie eine eine Schließfeder 84 umschließende Schließfederaufnahme 100. Die Ankerbolzenaufnahme 98 und die Schließfederaufnahme 100 sind durch einen Spalt 92 voneinander getrennt. Ein Spaltabstand 94 zwischen den einander zuweisenden Stirnseiten der Ankerbolzenaufnahme 98 und der Schließfederaufnahme 100 ist durch Bezugszeichen 94 gekennzeichnet. Im Gehäuse 14 ist in der Ankerbohrung 32 der Ankerbolzen 20 geführt, der einerseits mit der bereits erwähnten Ankerbolzenplatte 86 versehen und andererseits an seiner dem Sitzring 42

zuweisenden Seite eine Abflachung 90 aufweist. Die Abflachung 90 liegt dem in Figur 5 kugelförmig dargestellten Schließelement 48 gegenüber. Im Gehäuse 14 des Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn gemäß der Darstellung in Figur 5 ist darüber hinaus innerhalb der Aufnahme 44 der Sitzring 42 angeordnet, in dem der Sitz 50 durch das kugelförmig ausgebildete Schließelement 48 ausgebildet ist. Eine Hochdruckseite des Sitzringes 42 ist durch Bezugszeichnung 102 identifiziert, eine Niederdruckseite des Sitzringes 42, die den Hohlraum 40 im Gehäuse 14 zuweist, ist durch Bezugszeichen 104 identifiziert.

Die sowohl der Schließfederaufnahme 100 als auch teilweise von der Ankerbolzenaufnahme 98 umschlossene Schließfeder 84 wird über ein Vorspannelement 96 vorgespannt. Über dieses Vorspannelement 96, an welchem sich ein Ende der Schließfeder 84 abstützt, kann die auf die Ankerbolzenplatte 86 des Ankerbolzens 20 wirkende, in die zweite Wirkrichtung 70 wirkende Federkraft, die durch die Schließfeder 84 aufgebracht wird, eingestellt werden. Das andere Ende der Schließfeder 84 stützt sich auf der Ankerbolzenplatte 86 des Ankerbolzens 20 ab.

In der Darstellung gemäß Figur 5 befindet sich das Rückschlagventil 74 in der Wand des rohrförmig ausgebildeten Hochdruckspeichers 34 (Common-Rail). Das Rückschlagventil 74 weist ein hier kugelförmig ausgebildetes Schließelement 108 auf, welches über eine Feder 106 beaufschlagt ist. Die Feder 106 kann, wie in Figur 5 dargestellt, durch einen eingepressten Ring fixiert werden, so dass die Feder 106 nur kleine Federkräfte aufbringen muss. In Figur 5.1 ist eine Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung gezeigt, in der die Komponenten des Ventils 74, ausgeführt als Rückschlagventil, zwischen Hochdruckbereich und Niederdruckbereich, das kugelförmige Schließelement 108 und die durch einen Ring fixierte Feder 106 in dem Sitzring 42 integriert ausgebildet sind und ebenfalls eine Befüllmöglichkeit des Hohlraums 46 bereitstellen. Durch das Rückschlagventil 74 in der Wand des Hochdruckspeichers 34 (Common-Rail) wird die Kraftstoffströmung vom unter Systemdruck stehenden Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 in Richtung eines niederdruckseitigen Hohlraumes 112 unterbunden, da das in der Darstellung gemäß Figur 5 kugelförmig ausgebildete Schließelement 108 in seinen Sitz 110 in der Wand des Hochdruckspeichers 34 gedrückt wird. Andererseits wird mit dem Rückschlagventil 74 erreicht, dass bei abkühlendem Kraftstoff und abgestellter Verbrennungskraftmaschine über den niederdruckseitigen Hohlraum 112 eine Befüllung des in diesem Falle nicht mit Systemdruck beaufschlagten Hohlraums 46 über das Rückschlagventil 74 vom niederdruckseitigen Hohlraum 112 aus erfolgt. Das Rückschlagventil 74 wird durch den sich im Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 bei Abkühlung des darin enthaltenen Kraftstoffes einstellenden Unterdruck geöffnet, wodurch eine Befüllung des Hohlraumes 46 des Hochdruckspeichers 34 über den niederdruckseitigen Hohlraum 112 aus möglich ist. Wird bein Anlassen der

Verbrennungskraftmaschine im Hohlraum 46 durch die über die Verbrennungskraftmaschine beim Durchdrehen angetriebene Hochdruckpumpe Systemdruck aufgebaut, so wird über das Rückschlagventil 74 der Hohlraum 46 von dem niederdruckseitigen Hohlraum 112 dadurch getrennt, dass das hier kugelförmig ausgebildete Schließelement 108 des Rückschlagventils 74 in seinen Sitz 110 in der Wand des Hochdruckspeichers 34 (Common-Rail) gedrückt wird.

In der Darstellung gemäß Figur 5 ist das Rückschlagventil 74 in der Wand des Hochdruckspeichers 34 (Common-Rail) ausgebildet. Alternativ ist es auch möglich, das in Figur 5 dargestellte Rückschlagventil 74 auch in der Grundplatte 42 des Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn unterzubringen. Für den Einbauort des Rückschlagventils 74 ist allein maßgebend, dass durch dieses der Systemdruck führende Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 von der Niederdruckseite des Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn derart getrennt ist, dass sich eine Öffnungsrichtung des Rückschlagventils 74 von der Niederdruckseite zur Hochdruckseite ergibt.

Das in Figur 5 dargestellte Druckregelventil 80 mit umgekehrtem Wirksinn wird in vorteilhafter Weise bei Kraftfahrzeug- oder Nutzfahrzeuganwendungen eingesetzt, bei welchem leckagefreie Kraftstoffinjektoren, die beispielsweise mittels eines Piezoaktors angesteuert werden, eingesetzt werden. Wird die Magnetspule 26 des in Figur 5 dargestellten Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn stromlos, was zum Beispiel durch einen Kabelabfall auftreten kann, so wird über die Schließfeder 84, die in der zweiten Wirkrichtung 70 auf das kugelförmig ausgebildete Schließelement 48 wirkt, sichergestellt, dass er im Hohlraum 46 bevorratete Kraftstoff nicht über das geöffnete Schließelement 48 in den niederdruckseitigen Hohlraum 40 im Gehäuse 14 und von dort über die Niederdruckbohrungen 36 in den in Figur 1 dargestellten niederdruckseitigen Rücklauf 38 abströmt. Damit ist bei einem Kabelabfall sichergestellt, dass im Hohlraum 46 unter Systemdruck stehender Kraftstoff bevorratet bleibt, so dass eine Notfahrfunktion des mit einem Hochdruckspeichereinspritzsystem mit dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventil 80 ausgestattet, erhalten bleibt.

Durch die Schließfeder 84 wird zum einen der Ankerbolzen 20 in die zweite Wirkrichtung 70 beaufschlagt, so dass das Schließelement 48 in seinem Sitz 50 im Sitzring 42 verbleibt. Ferner wird durch das entweder in der Wand des Hochdruckspeichers 34 (Common-Rail) eingelassene Rückschlagventil 74 oder das in eine Grundplatte des Druckregelventils 80 mit umgekehrtem Wirksinn eingelassene Ventil 74 sichergestellt, dass im Falle des Stromloswerdens der Magnetspule 26 Kraftstoff in den Hohlraum 46 des Hochdruckspeichers 34 (Common-Rail) aus dem Niederdruckbereich 112 nachströmen kann, wenn sich das Kraft-

stoffvolumen z. B. durch Abkühlung verringert und damit im Hochdruckspeichervolumen ein Unterdruck entsteht.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für Verbrennungskraftmaschinen mit einem Hochdruckspeicher (34), der einen unter Systemdruck stehenden Hohlraum (46) aufweist und dem Druckspeicher (34) ein elektromagnetisch betätigbares Druckregelventil (80) zugeordnet ist, mit welchem der Hohlraum (46) mit einer Niederdruckseite (46, 38, 40, 112) des Hochdruckspeichers (34) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Hohlraum (46) und der Niederdruckseite (36, 38, 40, 112) des Hochdruckspeichers (34) ein die Befüllung des Hochdruckspeichers (34) von der Niederdruckseite zur Systemdruckseite ermöglichendes Ventil (74) angeordnet ist.

2. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Magnetspule (26) des Druckregelventils (80) eine in Öffnungsrichtung (72) bezogen auf ein Schließelement (48) wirkende Kraft erzeugt.

3. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schließfeder (84) des Druckregelventils (80) eine in Schließrichtung (70) bezogen auf das Schließelement (48) wirkende Kraft erzeugt.

4. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schließrichtung (70) wirkende Kraft von der Schließfeder (48) über ein im Gehäuse (14) verschraubtes Vorspannelement (96) eingestellt ist.

5. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (74) als Rückschlagventil beschaffen ist.

6. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (74) entweder in die Wand des Hochdruckspeichers (34) eingelassen oder in einer Grundplatte (42) des Druckregelventils (80) ausgebildet ist.

7. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schließfeder (84) von einer Ankerbolzenaufnahme (98) umschlossen ist, die um einen Spaltabstand (94) von einer Schließfederaufnahme (100) beabstandet ist.

8. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Spaltabstand (94) zwischen der Ankerbolzenaufnahme (98) und der Schließfederaufnahme (100) einen Hubweg eines Ankerbolzens (20) im Gehäuse (14) des Druckregelventils (80) definiert.

9. Kraftstoffeinspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (46) des Hochdruckspeichers (34) bei abgestellter Verbrennungskraftmaschine und sich aufbauendem Unterdruck im Hohlraum (46) aufgrund sich abkühlenden Kraftstoffes über das Ventil (74) von der Niederdruckseite (36, 38, 40, 112) ausgeglichen wird und der Hohlraum (46) immer befüllt ist.

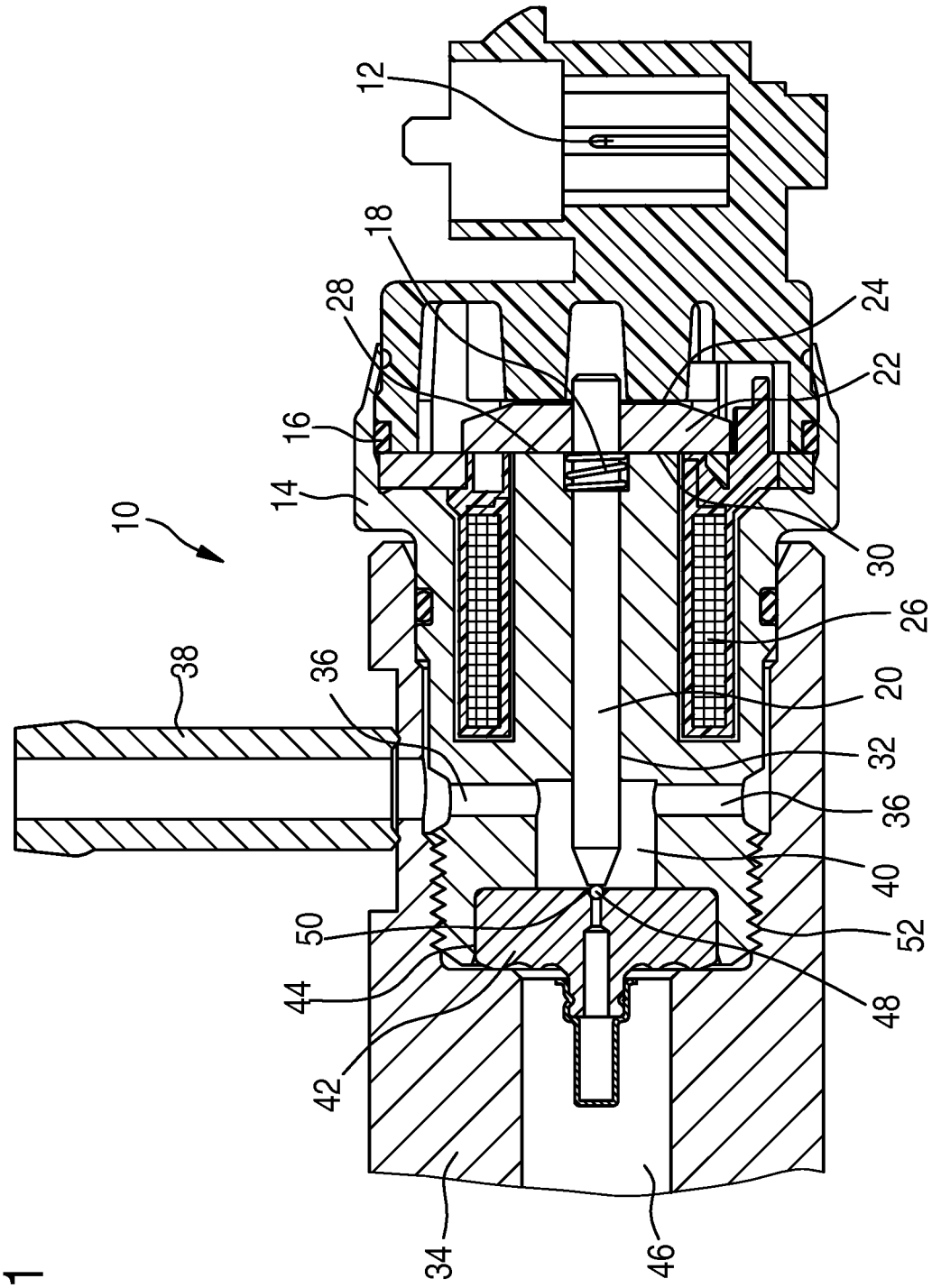


Fig. 1

Fig. 2

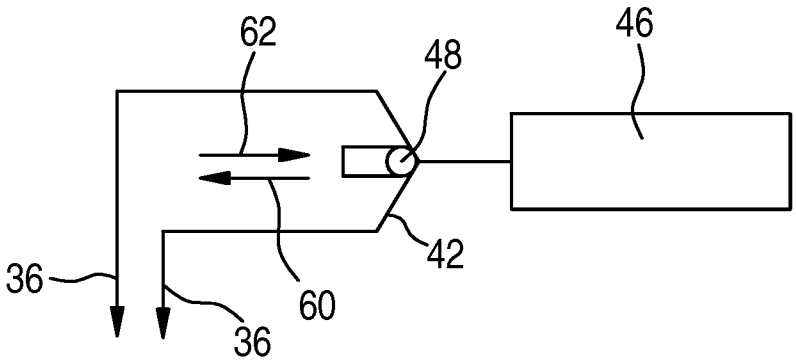


Fig. 3

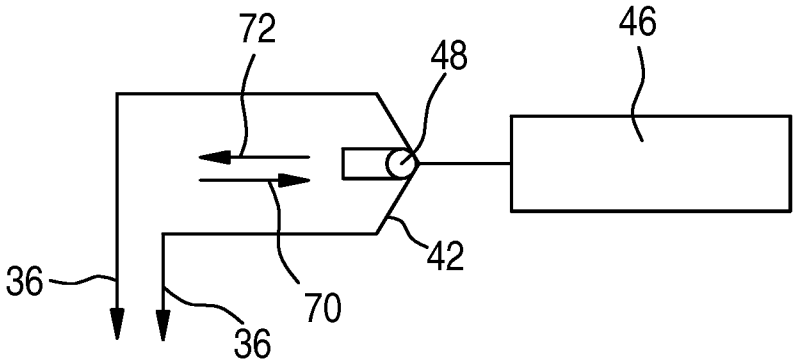
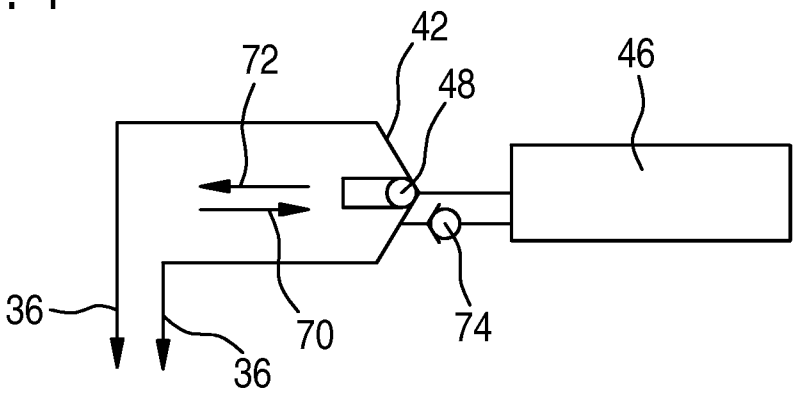


Fig. 4



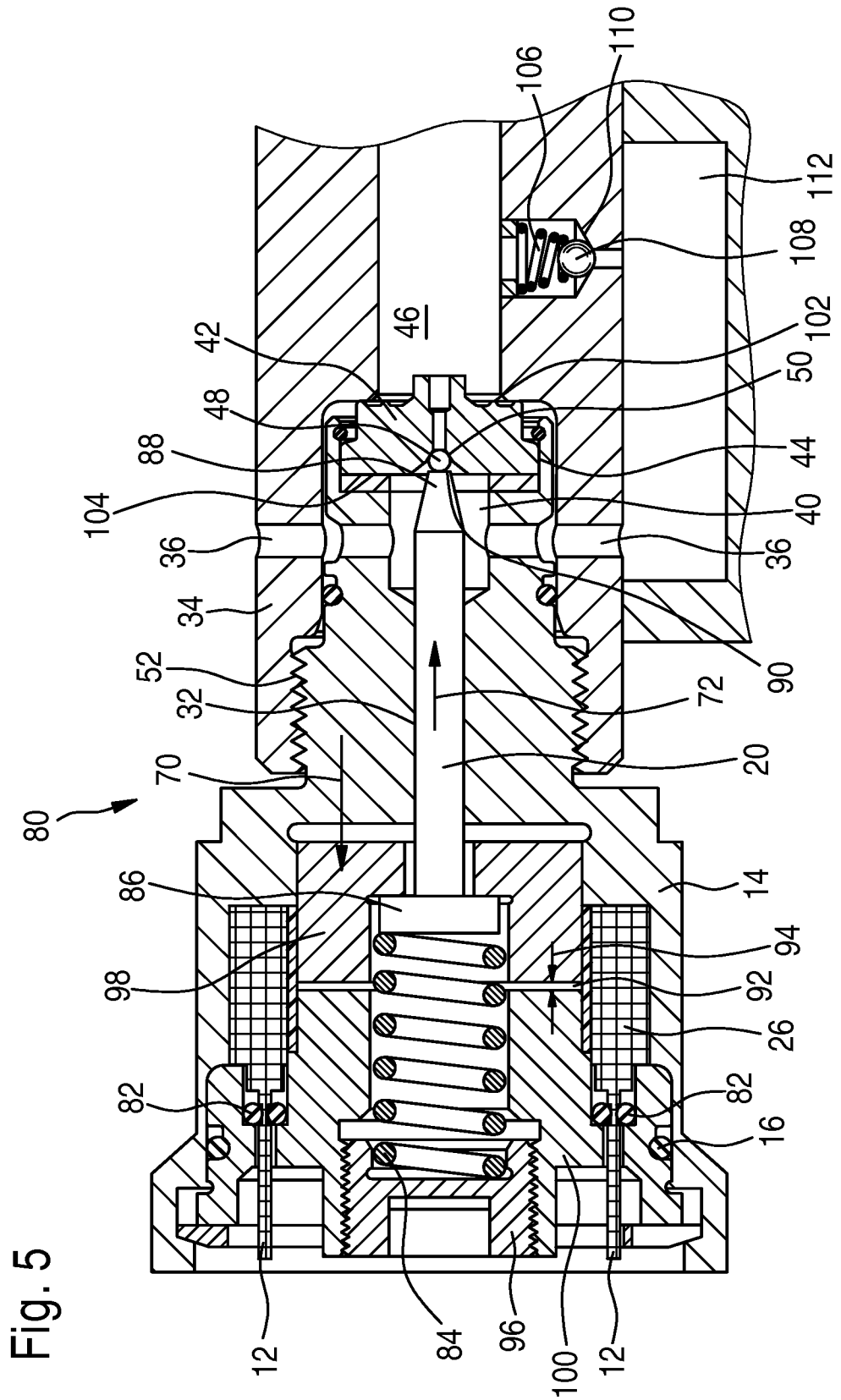

110
106
112
108
102
50
46
42
48
44
88
40
104
36
36
34
52
90
32
72
70
20
80
14
86
94
98
92
26
82
82
16
12
84
96
100
12

Fig. 5

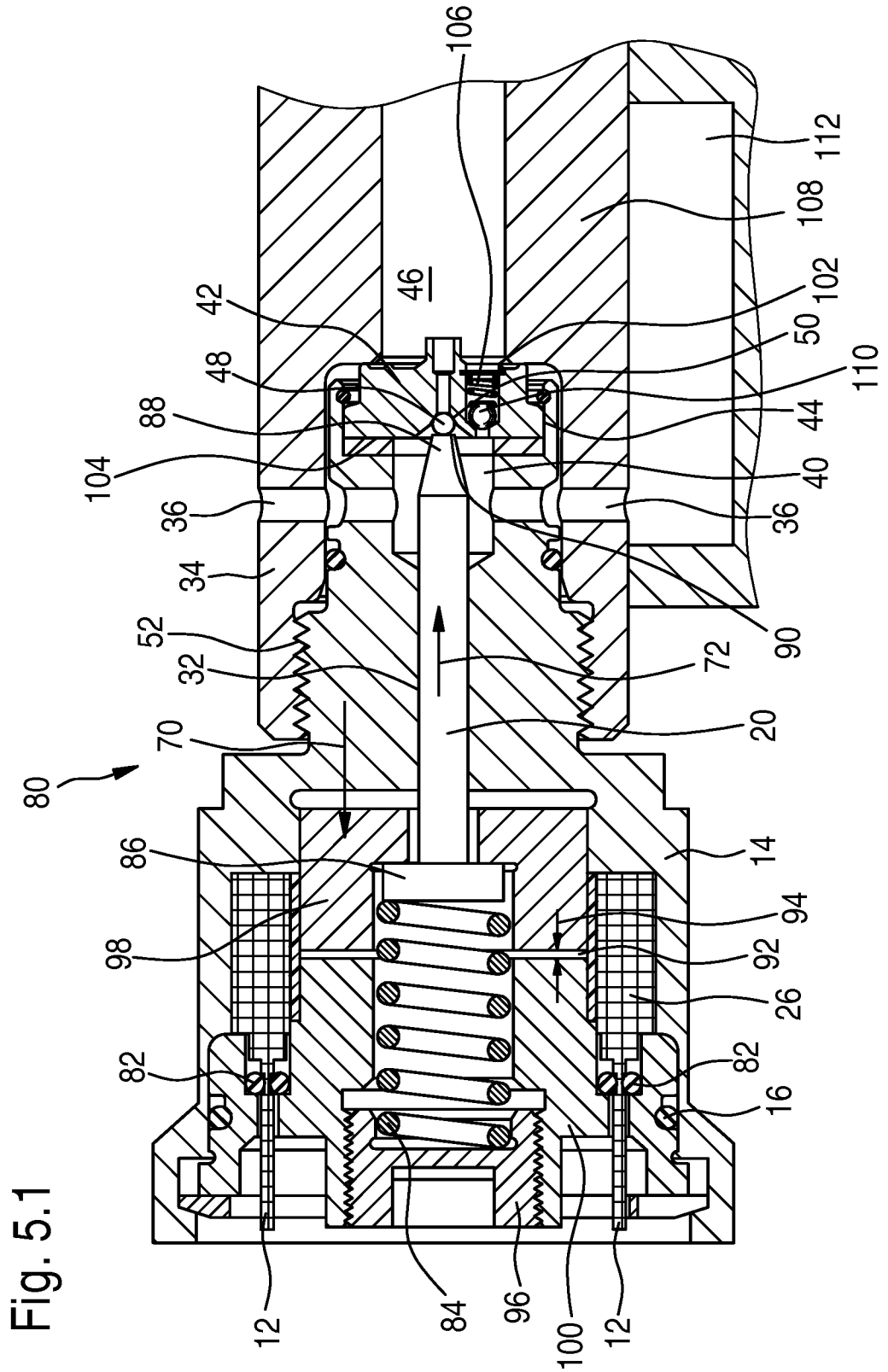

106
112
108
102
50
110
46
42
48
88
44
104
40
36
36
34
52
90
32
72
70
20
80
86
14
94
98
92
26
82
82
16
12
84
96
100
12

Fig. 5.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/052264

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M55/02 F02M59/46 F02M63/02 F02M69/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/083286 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRANK KURT [DE]; WAGNER WERNER [DE]; BRAEUER C) 9 October 2003 (2003-10-09) page 8, line 14 - page 9, line 18; figure 4	1-9
A	WO 03/100247 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRANK KURT [DE]; WAGNER WERNER [DE]) 4 December 2003 (2003-12-04) cited in the application page 5, line 27 - page 6, line 7; figure 2	1-9
A	DE 100 16 242 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4 October 2001 (2001-10-04) column 3, paragraph 22 - column 4, paragraph 28; figure 2	1-9

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 June 2007	14/06/2007

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Etschmann, Georg

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/052264

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 45 243 A1 (ORANGE GMBH [DE]) 14 May 1998 (1998-05-14) column 3, line 37 - column 4, line 36; figure 1	1-9
A	DE 102 46 594 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 April 2004 (2004-04-15) page 4, paragraph 28-34; figure 1	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2007/052264

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03083286 A	09-10-2003	DE 10214084 A1	30-10-2003
		EP 1492954 A1	05-01-2005
		JP 2005521830 T	21-07-2005
		US 2006042599 A1	02-03-2006
WO 03100247 A	04-12-2003	DE 10222895 A1	11-12-2003
		EP 1509694 A1	02-03-2005
		JP 2005526930 T	08-09-2005
		US 2006102150 A1	18-05-2006
DE 10016242 A1	04-10-2001	NONE	
DE 19645243 A1	14-05-1998	AT 414027 B	15-08-2006
		AT 182597 A	15-11-2005
		CH 692752 A5	15-10-2002
		GB 2330871 A	05-05-1999
DE 10246594 A1	15-04-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/052264

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02M55/02 F02M59/46 F02M63/02 F02M69/54

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 03/083286 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRANK KURT [DE]; WAGNER WERNER [DE]; BRAEUER C) 9. Oktober 2003 (2003-10-09) Seite 8, Zeile 14 - Seite 9, Zeile 18; Abbildung 4	1-9
A	WO 03/100247 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRANK KURT [DE]; WAGNER WERNER [DE]) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) in der Anmeldung erwähnt Seite 5, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 7; Abbildung 2	1-9
A	DE 100 16 242 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) Spalte 3, Absatz 22 - Spalte 4, Absatz 28; Abbildung 2	1-9

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Juni 2007	14/06/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Etschmann, Georg

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 45 243 A1 (ORANGE GMBH [DE]) 14. Mai 1998 (1998-05-14) Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 4, Zeile 36; Abbildung 1	1-9
A	DE 102 46 594 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. April 2004 (2004-04-15) Seite 4, Absatz 28-34; Abbildung 1	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/052264

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03083286 A	09-10-2003	DE 10214084 A1	30-10-2003
		EP 1492954 A1	05-01-2005
		JP 2005521830 T	21-07-2005
		US 2006042599 A1	02-03-2006
WO 03100247 A	04-12-2003	DE 10222895 A1	11-12-2003
		EP 1509694 A1	02-03-2005
		JP 2005526930 T	08-09-2005
		US 2006102150 A1	18-05-2006
DE 10016242 A1	04-10-2001	KEINE	
DE 19645243 A1	14-05-1998	AT 414027 B	15-08-2006
		AT 182597 A	15-11-2005
		CH 692752 A5	15-10-2002
		GB 2330871 A	05-05-1999
DE 10246594 A1	15-04-2004	KEINE	