(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
13. Dezember 2007 (13.12.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/141094 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 61/16 (2006.01) *F02M 63/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/054063

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. April 2007 (25.04.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 026 877.6 9. Juni 2006 (09.06.2006) 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)*: **BREDOW, Falko** [DE/DE]; Danneckerweg 38/1, 71686 Remseck (DE). **KATZ, Martin** [DE/DE]; Werner-Haas-Weg 5, 70469 Stuttgart (DE).

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

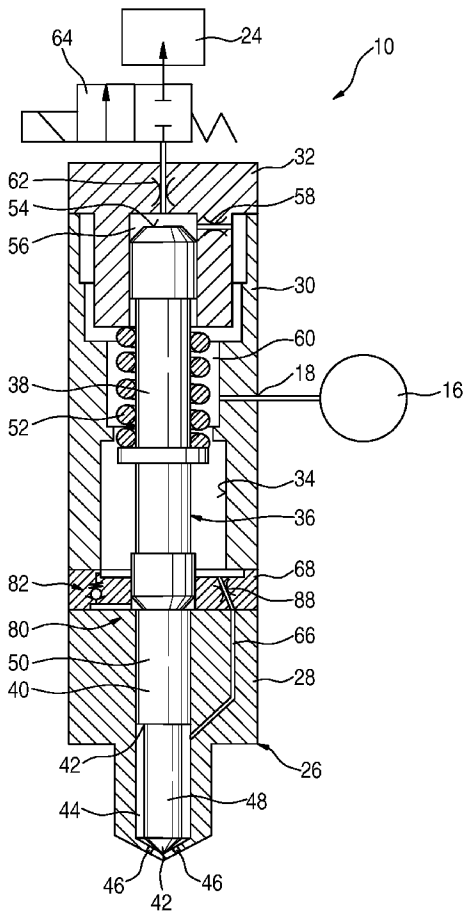
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFF-EINSPRITZVORRICHTUNG FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) **Abstract:** A fuel injection device (20) for an internal combustion engine comprises a housing (26) and a valve element (36) arranged in said housing (26). Said valve element (36) interacts with a valve seat lying in the region of a fuel outlet opening (46). It is proposed that at least one control piston (38) and a nozzle needle (40) of the valve element (36) be coupled to one another via a hydraulic coupler (80) which comprises a coupling space (78) and a non-return valve (82) which is connected to said coupling space (78) and opens away from the latter.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) für eine Brennkraftmaschine umfasst ein Gehäuse (26) und ein in diesem angeordnetes Ventilelement (36). Letzteres arbeitet mit einem im Bereich einer Kraftstoff-Austrittsöffnung (46) liegenden Ventilsitz zusammen. Es wird vorgeschlagen, dass mindestens ein Steuerkolben (38) und eine Düsennadel (40) des Ventilelements (36) über einen hydraulischen Koppler (80) miteinander gekoppelt sind, welcher einen Koppelraum (78) und ein mit diesem verbundenes Rückschlagventil (82) umfasst, welches vom Koppelraum (78) weg öffnet.

WO 2007/141094 A1

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, 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.

Beschreibung

Titel

Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Vom Markt her bekannt ist eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, mit der der Kraftstoff direkt in einen ihr zugeordneten Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann. Hierzu ist in einem Gehäuse ein Ventilelement angeordnet, welches im Bereich einer Kraftstoff-Austrittsöffnung eine insgesamt in Öffnungsrichtung des Ventilelements wirkende Druckfläche aufweist. Am entgegengesetzten Ende des Ventilelements ist eine in Schließrichtung wirkende Steuerfläche vorhanden, welche eine Steuerraum begrenzt. Die in Schließrichtung wirkende Steuerfläche ist insgesamt größer als die bei geöffnetem Ventilelement in Öffnungsrichtung wirkende Druckfläche.

Bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzvorrichtung liegt an einem Bereich der in Öffnungsrichtung wirkenden Druckfläche und an der in Schließrichtung wirkenden Steuerfläche ein hoher Kraftstoffdruck an, wie er beispielsweise von einer Kraftstoff-Sammelleitung (Rail) bereitgestellt wird. Zum Öffnen des Ventilelements wird der an der Steuerfläche anliegende Druck abgesenkt, bis die in Öffnungsrichtung wirkende hydraulische Kraftresultierende an der Druckfläche die in Schließrichtung wirkende Kraft übersteigt. Hierdurch wird ein Öffnen des Ventilelements bewirkt.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sie möglichst einfach und preiswert baut und zuverlässig arbeitet.

Technische Lösung

Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen genannt. Wichtige Merkmale der Erfindung finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in der Zeichnung. Dabei sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Merkmale auch in ganz unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wesentlich sein können, ohne dass hierauf explizit hingewiesen wird.

Vorteilhafte Wirkungen

Bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung wird durch die hydraulische Kopplung von Steuerstange und Düsennadel die Freiheit bei der Auslegung der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung erheblich erhöht, denn es können die jeweiligen Teile des Ventilelements jeweils an den Ort innerhalb der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung optimal angepasst werden. Beispielsweise können die elastischen Eigenschaften des Ventilelements durch eine entsprechende Wahl des verwendeten Materials und der Dimensionen optimal an den vorgesehenen Einsatzbereich angepasst werden. Darüber hinaus wird die Herstellung des Ventilelements insgesamt wesentlich vereinfacht, da auch Teile mit konstantem Durchmesser verwendet werden können. Dies gestattet einen Aufbau der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung mit einfachen Teilen, was zum einen die Fertigung erleichtert und zum anderen eine kleine Bauweise ermöglicht. Zur Realisierung der vorliegenden Erfindung können darüber hinaus zahlreiche Komponenten bisheriger Vorrichtungen weiter verwendet werden.

Ein weiterer Vorteil des hydraulischen Kopplers ist der Ausgleich von Toleranzen, was die Fertigung und die Montage vereinfacht. Die Kopplung der Steuerstange und der Düsennadel des Ventilelements mittels eines hydraulischen Kopplers gestattet darüber hinaus die Realisierung

einer gewissen Bewegungsdämpfung.

Durch das erfindungsgemäß vorgesehene Rückschlagventil kann der Koppelraum nach einem Schließvorgang des Ventilelements entlastet werden. Dem liegt folgende Überlegung zugrunde: Bei geöffnetem Ventilelement und der damit einhergehenden Druckabsenkung im Koppelraum kommt es aufgrund unvermeidbarer Leckagen zu einem Zufluss von Hydraulikfluid in den Koppelraum. Dies bedeutet, dass sich beim Schließen des Ventilelements im Koppelraum mehr Fluid befindet als vor dem Öffnen. Das erfindungsgemäß vorgesehene Rückschlagventil verhindert nun, dass der Steuerkolben dann, wenn die Düsennadel am Ventilsitz in Anlage kommt, auf einem "Fluidpolster" aufsitzt, welches vor dem Öffnen des Ventilelements noch nicht vorhanden war. Im ungünstigsten Fall würde sich dieses Fluidpolster bei jedem Öffnungs- und Schließvorgang des Ventilelements vergrößern, bis ein Öffnen des Ventilelements überhaupt nicht mehr möglich wäre. Durch das Rückschlagventil wird also die Zuverlässigkeit im Betrieb der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, vor allem die Reproduzierbarkeit von Ausgangs- und Endzustand, deutlich verbessert.

In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung wird vorgeschlagen, das ein Ventilelement des Rückschlagventils von einer Feder in seine Schließposition beaufschlagt wird. Zum einen wird durch eine solche Feder das Ventilelement auch im drucklosen Ruhezustand der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung sicher gehalten. Zum anderen gestattet eine solche Feder die Einstellung einer bestimmten Öffnungs-Druckdifferenz, wodurch ein sicheres Schließen der Düsennadel gewährleistet wird.

In die gleiche Richtung zielt jene Weiterbildung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, bei welcher das Rückschlagventil zu einem Hochdruckbereich hin öffnet. Darüber hinaus ist eine solche Kraftstoff-Einspritzvorrichtung einfach zu fertigen, da ein solcher Hochdruckbereich üblicherweise unmittelbar benachbart zum hydraulischen Koppler vorhanden ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Ventilelement des Rückschlagventils einen solchen maximalen Hub aufweist, dass ein vorgegebener maximaler zeitlicher Abstand zwischen einem Schließen und einem nachfolgenden Öffnen des Ventilelements eingehalten werden kann. Vor allem für Mehrfacheinspritzungen innerhalb eines Arbeitsspiels sind sehr kurze zeitliche

Abstände zwischen einem Schließen und einem Öffnen des Ventilelements erforderlich. Durch eine Begrenzung des maximalen Hubs des Rückschlagventilelements wird gewährleistet, dass das Rückschlagventil schnell schließen kann, wenn der Druck im hydraulischen Koppelraum zu Beginn eines Öffnungsvorgangs abzusinken beginnt.

Ein Spalt zwischen dem Steuerkolben und einem den Koppelraum zu einem Hochdruckraum begrenzenden Gehäuseabschnitt kann so ausgelegt sein, dass ein Öffnen der Düsennadel verzögert erfolgt. Hierdurch wird die Kleinstmengenfähigkeit der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung verbessert: Bei einer Öffnungsbewegung des Steuerkolbens gelangt nämlich durch den Spalt Fluid in den Koppelraum, der zu einer verzögerten Reaktion der Düsennadel führt. Dies ist anders beim Schließen, wo spätestens dann, wenn der Steuerkolben an der Düsennadel in Anlage kommt, ein sofortiges Schließen der Düsennadel erzwungen wird.

Die Präzision bei der Kraftstoff-Einspritzung und die Reproduzierbarkeit werden nochmals verbessert, wenn die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung einen Verbindungskanal umfasst, welcher von einem Hochdruckraum zu dem im Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnung liegenden Ventilsitz führt, und wenn die Mündung des Verbindungskanals zum Hochdruckraum hin so ausgebildet ist, dass Druckwellen reduziert werden. Hierdurch wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Druckwellen im Hochdruckraum aufgrund von dessen vergleichsweise großem Volumen dort eine eher geringe Rolle spielen, was für den ein vergleichsweise kleines Volumen aufweisenden Verbindungskanal und den Druckraum unmittelbar stromaufwärts vom Ventilsitz nicht gilt. Durch eine entsprechende Ausgestaltung der Mündung können die im Hochdruckraum auftretenden Druckwellen zumindest in Richtung des Verbindungskanals reduziert beziehungsweise gedämpft werden. Eine einfache Möglichkeit hierzu besteht darin, die Mündung trichterförmig auszubilden. Hierdurch wird erreicht, dass auf die Mündung auftreffende Druckwellen "totlaufen".

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend wird ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung;

Figur 2 eine schematisierte und teilweise geschnittene Darstellung der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Figur 1; und

Figur 3 eine detailliertere Darstellung eines Bereichs der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Figur 1.

Ausführungsformen der Erfindung

In Figur 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie dient vorliegend zum Antrieb eines nicht gezeigten Kraftfahrzeugs. Eine Hochdruckfördereinrichtung 12 fördert Kraftstoff aus einem Kraftstoff-Vorratsbehälter 14 in einen Kraftstoff-Druckspeicher 16 ("Rail"). In diesem ist der Kraftstoff, beispielsweise Diesel oder Benzin, unter sehr hohem Druck gespeichert. An das Rail 16 sind mittels eines Hochdruckanschlusses 18 mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen zugeordnete Brennräume 22 einspritzen. Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 weisen jeweils auch einen Niederdruckanschluss 24 auf, über den sie mit einem Niederdruckbereich, vorliegend mit dem Kraftstoff-Vorratsbehälter 14 verbunden sind.

Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, umfasst die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 ein Gehäuse 26 mit einem Düsenkörper 28, einem Hauptkörper 30 und einem Endkörper 32. Im Gehäuse 26 ist in dessen Längsrichtung eine stufenförmige Ausnehmung 34 vorhanden, in der ein nadelartiges Ventilelement 36 aufgenommen ist. Dieses ist zweiteilig: Es besteht aus einem Steuerkolben 38 und einer Düsennadel 40.

Die Düsennadel 40 weist Druckflächen 42 auf, die einen Druckraum 44 begrenzen und deren hydraulische Kraftresultierende in Öffnungsrichtung der Düsennadel 40 zeigt. An ihrem in Figur 2 unteren Ende arbeitet die Düsennadel 40 auf in Figur 2 nicht näher dargestellte Art und Weise mit einem gehäuseseitigen Ventilsitz (ohne Bezugszeichen) zusammen. Auf diese Weise können Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 vom Druckraum 44 getrennt oder mit diesem verbunden werden. Die Düsennadel 40 weist einen Abschnitt 48 mit kleinerem und einen Abschnitt 50 mit größerem

Durchmesser auf. Mit dem Abschnitt 50 ist die Düsennadel 40 im Düsenkörper 28 längsverschieblich geführt.

Der Steuerkolben 38 ist im Hauptkörper 30 aufgenommen. Ein in Figur 2 oberer Endbereich des Steuerkolbens 38 ist als Führung ausgearbeitet, der im Endkörper 32 aufgenommen und geführt ist. Eine Feder 52 stützt sich an einer durch einen Ringbund (ohne Bezugszeichen) gebildeten Schulter am Steuerkolben 38 ab und beaufschlagt diesen in Schließrichtung. Die in Figur 2 obere axiale Endfläche des Steuerkolbens 38 bildet eine in Schließrichtung des Ventilelements 36 wirkende hydraulische Steuerfläche 54. Sie begrenzt zusammen mit dem Endkörper 32 einen hydraulischen Steuerraum 56.

Der Steuerraum 56 ist über eine Zulaufdrossel 58 im Endkörper 32 mit einem Hochdruckraum 60 verbunden, der aufgrund seines großen Volumens auch als Speicherraum bezeichnet werden kann und der mit dem Hochdruckanschluss 18 verbunden ist. Der Steuerraum 56 ist darüber hinaus durch eine Ablaufdrossel 62, die in den Endkörper 32 eingearbeitet ist, mit einem elektromagnetisch betätigten 2/2-Wege-Schaltventil 64 verbunden. Je nach Schaltstellung verbindet oder sperrt dieses die Ablaufdrossel 62 zu dem Niederdruckanschluss 24 hin. Der Hochdruckraum 60 ist ferner, in noch darzustellender Art und Weise, über einen Verbindungskanal 66 mit dem Druckraum 44 verbunden.

Zwischen dem Düsenkörper 28 und dem Hauptkörper 30 ist ein scheibenförmiges Führungselement 68 verklemmt. Dessen genauer Aufbau geht aus Figur 3 hervor: Danach umfasst das Führungselement 68 eine stufenförmige Durchgangsbohrung (ohne Bezugszeichen), deren in Figur 3 oberer Bereich einen Führungsabschnitt 70 bildet. In diesem ist ein in den Figuren 2 und 3 unterer Endbereich 72 des Steuerkolbens 38 im Gleitsitz geführt. Der Durchmesser des Endbereichs 72 ist etwas größer als der Durchmesser des Abschnitts 50 der Düsennadel 40, jedoch kleiner als der Durchmesser des Steuerkolbens 38 in jenem Bereich, der im Endkörper 32 geführt ist. Diese Durchmesserverhältnisse sind für die Funktion der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 10 wichtig. Aus Figur 3 ist ersichtlich, dass der Steuerkolben 38 unterhalb vom Endbereich 72 noch einen Endzapfen 74 aufweist, dessen Durchmesser kleiner ist als jener des Endbereichs 72 und auch kleiner als der zum Steuerkolben 38 benachbarte Bereich der Düsennadel 40. Etwa auf axialer Höhe dieses Endzapfens 74 erstreckt sich von der Durchgangsbohrung im Führungselement 68 nach radial einwärts ein umlaufender Ringbund 76,

der einen Anschlag für die Düsennadel 40 bildet, da seine lichte Weite kleiner ist als der Außendurchmesser des zu ihm benachbarten Endbereichs der Düsennadel 40. Der Anschlag 76 ist jedoch nicht unbedingt erforderlich.

Der zwischen dem Endzapfen 74, dem Endbereich 72, der Düsennadel 40 und dem Führungselement 68 gebildete Ringraum wird als Koppelraum 78 bezeichnet. Er ist, wie weiter unten noch näher erläutert werden wird, Teil eines hydraulischen Kopplers 80, durch den die Bewegungen des Steuerkolbens 38 und der Düsennadel 40 miteinander gekoppelt sind. Der hydraulische Koppler 80 umfasst auch ein Rückschlagventil 82 mit einem als Kugel ausgebildeten Ventilelement 84, welches von einer Ventilfeder 86 in eine Schließstellung beaufschlagt wird. In geöffnetem Zustand verbindet das Rückschlagventil 82 den hydraulischen Koppelraum 78 mit dem Hochdruckraum 60. Das Rückschlagventil 82 ist so ausgerichtet, dass es vom Koppelraum 78 weg zum Hochdruckraum 60 hin öffnet.

Ein im Führungselement 68 liegender Abschnitt des Verbindungskanals 66 umfasst eine Strömungsdrossel 88. Ein Mündungsbereich 90 des Verbindungskanals 66 zum Hochdruckraum 60 hin ist trichterförmig ausgebildet.

Die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 funktioniert folgendermaßen: Im Ausgangszustand, bei stromlosem Schaltventil 64, ist der hydraulische Steuerraum 56 vom Niederdruckanschluss 24 getrennt und über die Zulaufdrossel 58 mit dem Hochdruckanschluss 18 und somit mit dem Rail 16 verbunden. Im hydraulischen Steuerraum 56 liegt somit der gleiche Druck an wie im Hochdruckraum 60. Dieser herrscht im stationären Ausgangszustand über den Verbindungskanal 66 auch im Druckraum 44. Aufgrund einer gewissen Leckage zwischen dem Führungsabschnitt 70 des Führungselements 68 und dem Endbereich 72 des Steuerkolbens 38 sowie Leckage zwischen der Düsennadel 40 und dem Düsenkörper 28 im Abschnitt 50 liegt dieser Druck auch im Koppelraum 78 an. Insgesamt ergibt sich in dieser Konstellation eine in Schließrichtung des Ventilelements 36 wirkende Kraft, welche dieses gegen den Ventilsitz im Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 drückt.

Wird nun das Schaltventil 64 bestromt, wird die Ablaufdrossel 62 mit dem Niederdruckanschluss 24 verbunden. Hierdurch sinkt der Druck im hydraulischen Steuerraum 56 ab. Im Koppelraum 78 herrscht dagegen zunächst noch der hohe Ausgangsdruck. Daher ergibt sich in der Summe nun

eine in Öffnungsrichtung auf den Steuerkolben 38 einwirkende Kraft. Dieser beginnt somit, sich entgegen der Kraft der Feder 52 in den Figuren 2 und 3 nach oben zu bewegen. Damit sinkt durch die Volumenvergrößerung der Druck im Koppelraum 78, wohingegen im Druckraum 44 immer noch der hohe Ausgangsdruck herrscht. In der Summe wirkt daher nun auch auf die Düsennadel 40 eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft, aufgrund der sich die Düsennadel 40 in den Figuren 2 und 3 nach oben zu bewegen beginnt, sie hebt also von ihrem Ventilsitz im Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 ab. Somit kann Kraftstoff vom Rail 16 über den Hochdruckanschluss 18, den Hochdruckraum 60, den Verbindungskanal 66, den Druckraum 44 und über die Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 in den Brennraum 22 eingespritzt werden. Aufgrund der Strömungsdrossel 88 im Verbindungskanal 76 ergibt sich dabei im Druckraum 44 ein geringerer Druck als im Hochdruckraum 60.

Da auch im Koppelraum 78 zumindest zeitweise ein geringerer Druck herrscht als im Hochdruckraum 60, gelangt eine gewisse Kraftstoffmenge durch den Führungsspalt zwischen Führungsabschnitt 70 und Endbereich 72 vom Hochdruckraum 60 und zwischen Düsennadel 40 und Düsenkörper 28 im Abschnitt 50 vom Druckraum 44 in den Koppelraum 78. Durch eine bewusste Dimensionierung des besagten Führungsspaltes kann die vom Hochdruckraum 60 in den Koppelraum 78 überströmende Kraftstoffmenge eingestellt werden, was wiederum eine bewusste Einstellung des Öffnungsverhaltens des Ventilelements 36 ermöglicht. Je größer der Führungsspalt ist, desto "gedämpfter" sinkt der Druck im Koppelraum 78, und umso verzögerter reagiert die Düsennadel 40. Dies ist vor allem dann hilfreich, wenn von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 gefordert wird, dass sie auch Kleinstmengen einzuspritzen in der Lage sein soll.

Zur Beendigung einer Einspritzung wird das Schaltventil 64 wieder in seine geschlossene Stellung gebracht, in welcher die Verbindung des hydraulischen Steuerraums 56 mit dem Niederdruckanschluss 24 gesperrt ist. Über die Zulaufdrossel 58 steigt der Druck im hydraulischen Steuerraum 56 an. Hierdurch wird der Steuerkolben 38 wieder in Schließrichtung bewegt, da der Druck im Koppelraum 78 zunächst noch geringer ist als im hydraulischen Steuerraum 56. In der Folge steigt der Druck im Koppelraum 78 wegen der Volumenverkleinerung wieder an, was letztlich zu einer insgesamt in Schließrichtung der Düsennadel 40 auf diese einwirkenden Kraft führt. Die Bewegung der Düsennadel 40 ist zu Ende, wenn diese mit ihrem in Figur 2 unteren Ende wieder am gehäuseseitigen Ventilsitz anliegt und

somit kein Kraftstoff mehr durch die Kraftstoff-Austrittsöffnungen 46 austreten kann. Da, wie oben bereits erwähnt wurde, zwischenzeitlich Kraftstoff vom Hochdruckraum 60 und vom Druckraum 44 in den Koppelraum 78 gelangt ist, stößt der Steuerkolben 38 am Ende seiner Schließbewegung auf ein "Kraftstoffpolster", was zu einer dynamischen Druckerhöhung im Koppelraum 78 auf einen Druck führt, der größer ist als der Druck im Hochdruckraum 60. In der Folge öffnet das Rückschlagventil 82, so dass der in den Koppelraum 78 eingedrungene Kraftstoff in den Hochdruckraum 60 entweichen kann. Am Ende seiner Schließbewegung gelangt daher der Steuerkolben 38 wieder in Anlage an die Düsennadel 40.

Soll von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 Kraftstoff durch mehrere kurz hintereinander liegende Einspritzungen eingespritzt werden, muss das Ventilelement 36 wieder öffnen können, unmittelbar nachdem es in seiner Schließstellung angelangt war. Voraussetzung hierfür ist, dass der Koppelraum 78, nachdem im Koppelraum 78 vorhandener "überschüssiger" Kraftstoff über das Rückschlagventil 82 in den Hochdruckraum 60 abgeführt wurde, möglichst schnell wieder ein abgeschlossenes Volumen bildet, welches die Düsennadel 40 an die Öffnungsbewegung des Steuerkolbens 38 koppelt. Dies wird erreicht, indem der Hub des Ventilelements 84 des Rückschlagventils 82 auf einen sehr geringen maximalen Hub begrenzt wird. Fällt der Druck im Koppelraum 78 also aufgrund einer Öffnungsbewegung des Steuerkolbens 38 wieder ab, muss das Ventilelement 84 nur einen geringen Hub zurücklegen, bis es wieder in seiner geschlossen Stellung ist und somit der Koppelraum 78 ein abgeschlossenes Volumen bilden kann.

Die Ausgestaltung des Mündungsbereichs 90 des Verbindungskanals 66 in Form eines sich zum Hochdruckraum 60 hin erweiternden Trichters hat folgende Wirkung: Aufgrund des Öffnens und Schließens des Ventilelements 36 kommt es im Hochdruckraum 60 zu Druckschwingungen, welche jedoch aufgrund der Größe des Hochdruckraums 60 dort kaum spürbar sind. Der Verbindungskanal 66 und der Druckraum 44 haben jedoch ein deutlich kleineres Volumen als der Hochdruckraum 60, so dass sich Druckschwankungen dort verstärkt auswirken und somit die Einspritzgenauigkeit reduzieren würden. Hier greift der trichterförmig ausgestaltete Mündungsbereich 90 an: Durch diesen werden auf den Mündungsbereich 90 auftreffende Druckwellen "zerstreut" beziehungsweise reduziert, so dass die Druckschwankungen nur vermindert in den Verbindungskanal 66 hinein übertragen werden. Daher kann der Kraftstoff mit der hier vorgestellten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 mit besonders hoher Genauigkeit zugemessen werden.

Ansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) für eine Brennkraftmaschine (10), mit einem Gehäuse (26) und einem in dem Gehäuse (26) angeordneten Ventilelement (36), welches mit einem im Bereich mindestens einer Kraftstoff-Austrittsöffnung (46) liegenden Ventilsitz zusammenarbeitet, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Steuerkolben (38) und eine Düsennadel (40) des Ventilelements (36) über einen hydraulischen Koppler (80) miteinander gekoppelt sind, welcher einen Koppelraum (78) und ein mit diesem verbundenes Rückschlagventil (82) umfasst, welches vom Koppelraum (78) weg öffnet.

2. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventilelement (84) des Rückschlagventils (82) von einer Feder (86) in seine Schließposition beaufschlagt wird.

3. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlagventil (82) zu einem Hochdruckraum (60) hin öffnet.

4. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventilelement (84) des Rückschlagventils (82) einen solchen maximalen Hub aufweist, dass ein vorgegebener zeitlicher Abstand zwischen einem Schließen und einem nachfolgenden Öffnen des Ventilelements (36) der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) eingehalten werden kann.

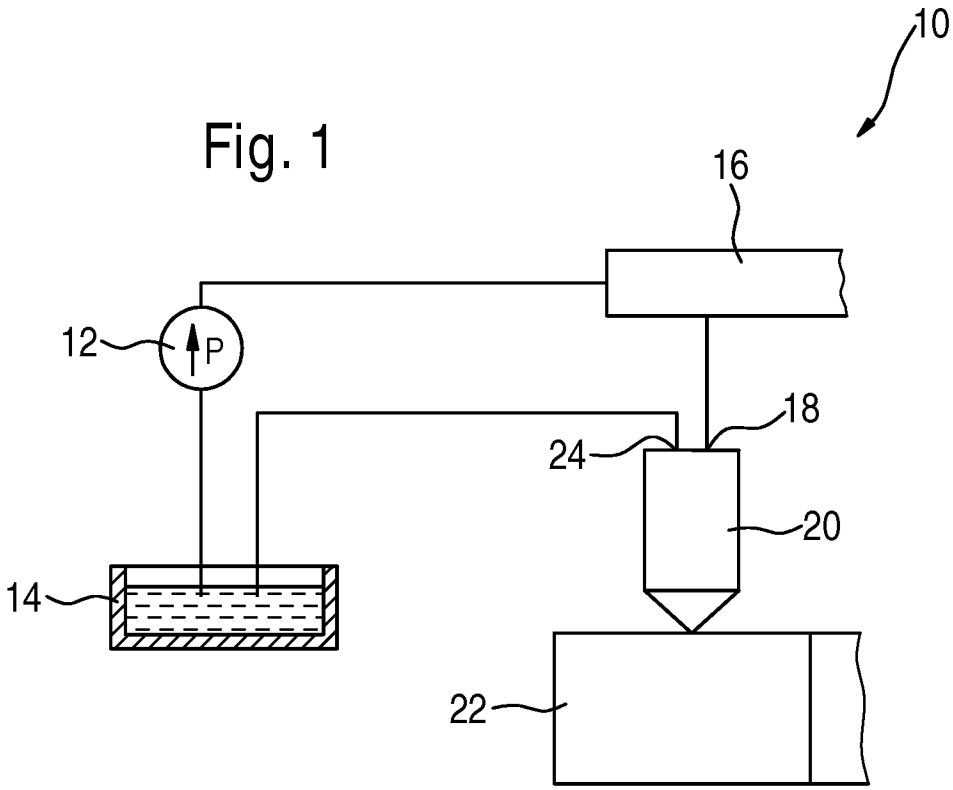
5. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spalt zwischen dem Steuerkolben (38) und einem den Koppelraum (78) zu einem Hochdruckraum (60) begrenzenden Gehäuseabschnitt (70) so ausgelegt ist, dass ein Öffnen der Düsennadel (40) verzögert erfolgt.

6. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Verbindungskanal (66) umfasst, welcher von einem

Hochdruckraum (60) zu dem im Bereich der Kraftstoff-Austrittsöffnung (42) liegenden Ventilsitz führt, und dass ein Mündungsbereich (90) des Verbindungskanals (66) zum Hochdruckraum (60) hin so ausgebildet ist, dass Druckwellen reduziert werden.

7. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Mündungsbereich (90) trichterförmig ist.

Fig. 1



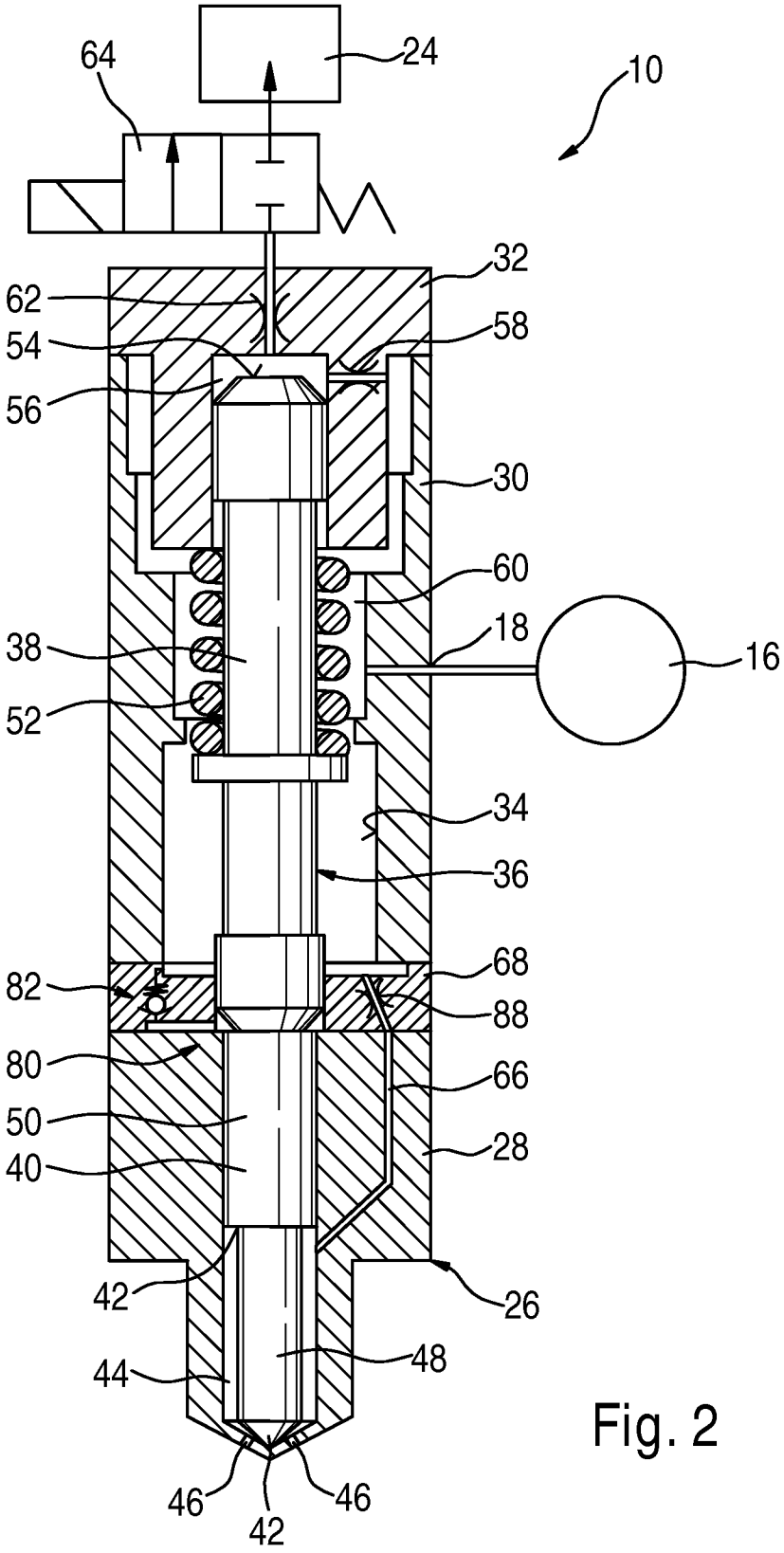
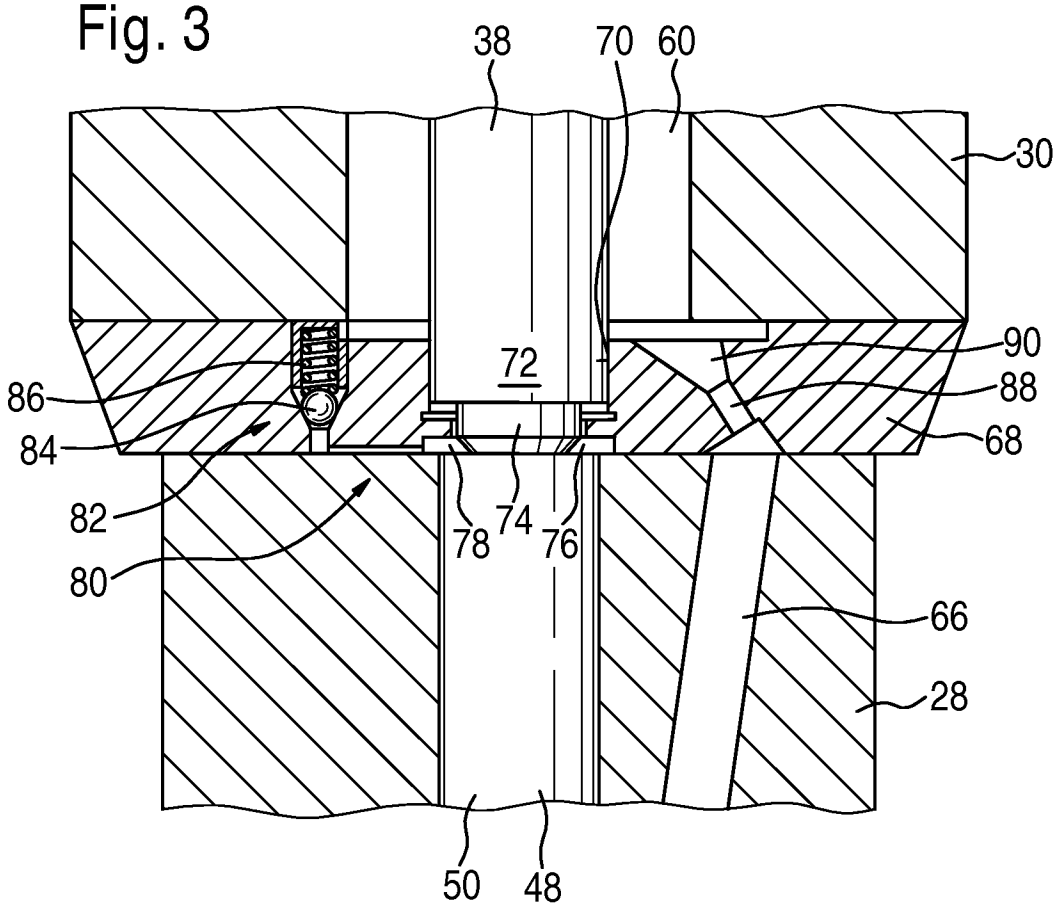

64
24
10
32
62
58
54
56
30
60
18
16
38
52
34
36
68
82
88
80
66
50
28
40
42
26
48
44
46
46
42

Fig. 2

Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/054063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M61/16 F02M63/00

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.
X	US 2003/116640 A1 (MATTES PATRICK [DE]) 26 June 2003 (2003-06-26) column 2, paragraph 25; figure 1	1,2
X	DE 101 60 191 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 June 2003 (2003-06-26) column 4, paragraph 23-26; figure 2	1-3
A	DE 199 54 802 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17 May 2001 (2001-05-17) abstract; figure 2	1-7
A	EP 0 907 017 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7 April 1999 (1999-04-07) column 3, paragraph 7-9; figure 2	1-7

-/--

[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 September 2007	14/09/2007

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/EP2007/054063

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/25096 A (SIEMENS AG [DE]; SCHUERZ WILLIBALD [DE]; BLOCHING WOLFGANG [DE]) 28 March 2002 (2002-03-28) page 5, lines 17-33; figure 1	1-7
A	EP 1 519 035 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30 March 2005 (2005-03-30) abstract	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2007/054063

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003116640 A1	26-06-2003	DE 10157419 A1	12-06-2003
		FR 2832764 A1	30-05-2003
		JP 2003184693 A	03-07-2003
DE 10160191 A1	26-06-2003	NONE	
DE 19954802 A1	17-05-2001	BR 0007525 A	16-10-2001
		CN 1327505 A	19-12-2001
		CZ 20012524 A3	13-11-2002
		WO 0136807 A1	25-05-2001
		EP 1144844 A1	17-10-2001
		JP 2003515031 T	22-04-2003
		US 6681999 B1	27-01-2004
EP 0907017 A	07-04-1999	DE 19743640 A1	08-04-1999
		JP 11166653 A	22-06-1999
		US 6155532 A	05-12-2000
WO 0225096 A	28-03-2002	DE 10046323 A1	18-04-2002
		EP 1319126 A1	18-06-2003
EP 1519035 A1	30-03-2005	DE 10343017 A1	14-04-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/054063

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02M61/16 F02M63/00

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.
X	US 2003/116640 A1 (MATTES PATRICK [DE]) 26. Juni 2003 (2003-06-26) Spalte 2, Absatz 25; Abbildung 1	1,2
X	DE 101 60 191 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. Juni 2003 (2003-06-26) Spalte 4, Absatz 23-26; Abbildung 2	1-3
A	DE 199 54 802 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. Mai 2001 (2001-05-17) Zusammenfassung; Abbildung 2	1-7
A	EP 0 907 017 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. April 1999 (1999-04-07) Spalte 3, Absatz 7-9; Abbildung 2	1-7

-/--

[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. September 2007	14/09/2007

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/054063

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02/25096 A (SIEMENS AG [DE]; SCHUERZ WILLIBALD [DE]; BLOCHING WOLFGANG [DE]) 28. März 2002 (2002-03-28) Seite 5, Zeilen 17-33; Abbildung 1	1-7
A	EP 1 519 035 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. März 2005 (2005-03-30) Zusammenfassung	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/054063

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003116640	A1	26-06-2003	DE	10157419 A1	12-06-2003
			FR	2832764 A1	30-05-2003
			JP	2003184693 A	03-07-2003
DE 10160191	A1	26-06-2003	KEINE		
DE 19954802	A1	17-05-2001	BR	0007525 A	16-10-2001
			CN	1327505 A	19-12-2001
			CZ	20012524 A3	13-11-2002
			WO	0136807 A1	25-05-2001
			EP	1144844 A1	17-10-2001
			JP	2003515031 T	22-04-2003
			US	6681999 B1	27-01-2004
EP 0907017	A	07-04-1999	DE	19743640 A1	08-04-1999
			JP	11166653 A	22-06-1999
			US	6155532 A	05-12-2000
WO 0225096	A	28-03-2002	DE	10046323 A1	18-04-2002
			EP	1319126 A1	18-06-2003
EP 1519035	A1	30-03-2005	DE	10343017 A1	14-04-2005