

(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
24. März 2005 (24.03.2005)

PCT

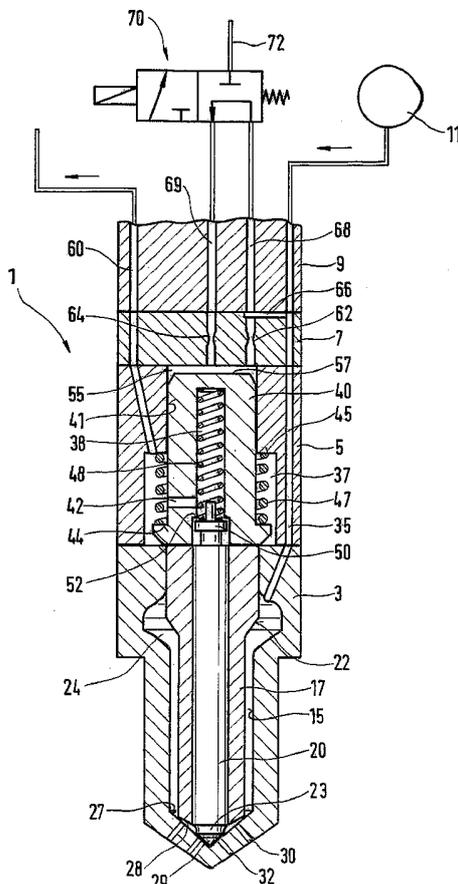
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/026525 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M 45/08, 47/02, 61/20, 59/46
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001331
- (22) Internationales Anmeldedatum: 24. Juni 2004 (24.06.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 103 38 768.4 25. August 2003 (25.08.2003) 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): BOLTZ, Joachim [DE/DE]; Heerstrasse 29, 40563 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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 VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a fuel-injection valve comprising a hollow needle (17), which co-operates by longitudinal displacement with a valve seat (27) in such a way that it controls the opening of at least one external injection orifice (30). The hollow needle (17) is provided with a pressurised shoulder (22), which is impinged by the fuel pressure in a pressure chamber (24), thus exerting an opening force that is directed away from the valve seat (27) on the hollow needle (17). A control sleeve (40) that lies at least indirectly against the hollow needle can likewise be longitudinally displaced, the end face (45) of said control sleeve (40) that faces away from the hollow needle (17) delimiting a control chamber (55), in which the pressure can be adjusted. A valve needle (20) is positioned in the hollow needle (17) so that it can be longitudinally displaced, said valve needle co-operating with the valve seat (27) to control the opening of at least one internal injection orifice (32). An internal closing spring (48) exerts a closing force on the valve needle (20), said internal closing spring (48) being supported on the control sleeve (40).

(57) Zusammenfassung: Das Kraftstoffeinspritzventil umfasst eine Hohl-nadel (17), die durch ihre Längsverschiebung mit einem Ventilsitz (27) so zusammenwirkt, dass sie die Öffnung wenigstens einer äusseren Einspritzöffnung (30) steuert. An der Hohl-nadel (17) ist eine Druckschulter (22) ausgebildet, die vom Kraftstoffdruck in einem Druckraum (24) beaufschlagt wird und dadurch eine vom Ventilsitz (27) weggerichtete Öffnungskraft auf die Hohl-nadel (17) ausübt. Eine zumindest mittelbar an der Hohl-nadel anliegende Steuerhülse (40) ist ebenfalls längsverschiebbar, wobei die Steuerhülse (40) mit ihrer der Hohl-nadel (17) abgewandten Stirnfläche (45) einen Steuerraum (55) begrenzt, wobei der Druck im Steuerraum (55) einstellbar ist. In der Hohl-nadel (17) ist längsverschiebbar eine Ventilnadel (20) angeordnet, die durch Zusammenwirken mit dem Ventilsitz (27) die Öffnung wenigstens einer inneren Einspritzöffnung (32) steuert. Die Ventilnadel (20) wird von einer inneren Schliessfeder (48) mit einer Schliesskraft beaufschlagt, wobei sich die innere Schliessfeder (48) an der Steuerhülse (40) abstützt.

WO 2005/026525 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, IT, LU, MC, 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).

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.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

5

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

10

15

20

25

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen aus, wie es aus der Schrift DE 102 05 970 A1 bekannt ist. Ein solches Kraftstoffeinspritzventil weist eine Hohlneedle auf, die mit ihrem brennraumseitigen Ende mit einem Ventilsitz zusammenwirkt, von dem wenigstens eine Einspritzöffnung abgeht. Durch die Längsbewegung der Hohlneedle wird die Einspritzöffnung geschlossen oder geöffnet, wobei die Längsbewegung der Hohlneedle durch das Zusammenspiel einer Schließkraft und einer Öffnungskraft erfolgt. Die Öffnungskraft wird hydraulisch durch Druckbeaufschlagung einer in einem Druckraum angeordneten Druckfläche erzeugt. Die Schließkraft wird vorzugsweise ebenfalls hydraulisch erzeugt, indem in einem Steuerraum ein entsprechender Druck auf die ventilsitzabgewandte Stirnseite der Hohlneedle wirkt. Die hydraulische Schließkraft kann hierbei auch mittelbar auf die Hohlneedle wirken, indem eine Steuerhülse den Steuerraum begrenzt, die ihrerseits auf der Hohlneedle aufliegt. Um den Druck im Steuerraum einzustellen und damit die Öffnung der Hohlneedle zu steuern ist ein Steuerventil vorgesehen, durch welches Kraftstoff dem Steuerraum zugeleitet oder aus dem Steuerraum abgeleitet werden kann.

30

In der Hohlneedle ist eine Ventilneedle ebenfalls längsverschiebbar angeordnet, die mit ihrem ventilsitzzugewandten Ende mit dem Ventilsitz zusammenwirkt und dabei die Öffnung wenigstens einer weiteren Einspritzöffnung steuert. Die Öffnungskraft auf die Ventilneedle wird ebenfalls hydraulisch durch den Druck im Druckraum erzeugt, während die Schließkraft durch den Druck in einem zweiten Steuerraum ausgeübt wird. Dieser zweite Steuerraum ist entweder in der Hohlneedle oder in der mit der Hohlneedle zusammenwirkenden Steuerhülse ausgebildet.

35

Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei jedoch den Nachteil auf, dass die Schließkraft auf die Ventilmadel und damit der Druck im zweiten Steuerraum aufwendig gesteuert werden muss. Entweder ist der zweite Steuerraum ebenfalls mit dem Steuerventil so verbunden, dass dessen Druck mit Hilfe des Steuerventils eingestellt werden kann, oder es ist ein zweites Steuerventil vorzusehen, was zusätzliche Kosten verursacht und weiteren Bauraum beansprucht. Solche Konstruktionen sind kostenintensiv und müssen an vielen Stellen abgedichtet werden.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass eine Steuerung von zwei coaxial geführten Ventilmadeln in einfacher Weise und unter Ausnutzung von bekannten und bewährten Steuerungsmitteln möglich ist. Hierfür wird die Ventilmadel, die in der Hohladel geführt ist, mittels einer Schließfeder mit einer Schließkraft beaufschlagt, wobei sich die Schließfeder an der Steuerhülse abstützt. Die Schließkraft wird also ausschließlich durch eine Schließfeder erzeugt, so dass die Ventilmadel in der bekannten Weise durch eine entsprechende Druckbeaufschlagung einer Druckfläche bewegt werden kann.

Durch die weiteren Ansprüche sind vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung möglich.

In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung ist die Schließfeder in einem in der Steuerhülse ausgebildeten inneren Federraum angeordnet, der zur Ventilmadel hin offen ist. Besonders vorteilhaft ist diese Ausgestaltung, wenn dieser innere Federraum über eine Öffnung in der Steuerhülse mit einem äußeren Federraum verbunden ist, in dem eine äußere Schließfeder angeordnet ist und der mit einer Leckageleitung verbunden ist. Auf diese Weise bleibt in beiden Federräumen stets ein niedriger Kraftstoffdruck erhalten, der keine zusätzlichen, störenden Kräfte auf die Ventilmadeln ausübt.

In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen ist im Kraftstoffeinspritzventil ein Steuerventil vorgesehen, mit dessen Hilfe der Kraftstoffdruck im Steuerraum eingestellt werden kann. Hierzu ist das Steuerventil entweder als 3/2- oder 2/2-

Wegeventil ausgebildet, wobei das 3/2-Wegeventil den zusätzlichen Vorteil aufweist, dass der Druckaufbau nach Beendigung der Einspritzung deutlich beschleunigt wird und die Ventilnadel entsprechend schnell schließt. Dagegen ist ein 2/2-Wegeventil im allgemeinen einfacher ausgebildet und entsprechend kostengünstiger.

Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt mit schematisch dargestellten peripheren Komponenten und
Figur 2 zeigt den zeitlichen Verlauf von Nadelhub, Einspritzrate und der Kraft auf die Ventilnadel bei verschiedenen Einspritzdrücken.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils im Längsschnitt dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Ventilkörper 3, einen Steuerkörper 5, eine Drosselscheibe 7 und einen Haltkörper 9 umfasst, die in dieser Reihenfolge aneinander anliegen und durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Vorrichtung aufeinander gepresst werden. Im Ventilkörper 3 ist eine Bohrung 15 ausgebildet, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz 27 begrenzt wird. Vom Ventilsitz 27 gehen äußere Einspritzöffnungen 30 und innere Einspritzöffnungen 32 ab, die in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in der Brennkraftmaschine in den Brennraum derselben münden. In der Bohrung 15 ist eine Hohl-nadel 17 längsverschiebbar angeordnet, die in einem ventilsitzabgewandten Abschnitt der Bohrung 15 dichtend geführt ist. Zwischen der Hohl-nadel 17 und der Wand der Bohrung 15 ist ein Druckraum 24 ausgebildet, der bis zum Ventilsitz 27 reicht und der über einen im Gehäuse 1 verlaufenden Zulaufkanal 35 mit einem Hochdruckraum 11 verbunden ist. Im Hochdruckraum 11, der Teil einer Kraftstoffpumpe oder ein Hochdrucksammelraum sein kann, wird stets ein vorgegebener Kraftstoffdruck aufrecht erhalten, so dass dieser Druck auch im Druckraum 24 herrscht und der damit auch dem nötigen Einspritzdruck entspricht.

Ausgehend vom geführten Abschnitt der Hohnadel 17 verjüngt sich diese dem Ventilsitz 27 zu unter Bildung einer Druckschulter 22, auf deren Höhe der Zulaufkanal 35 in den Druckraum 24 mündet. An ihrem ventilsitzseitigen Ende geht die Hohnadel 17 in eine Ventildichtfläche 18 über, mit der sie mit dem Ventilsitz 27 so zusammenwirkt, dass bei Anlage der Hohnadel 17 der Druckraum 24 gegen die äußeren Einspritzöffnungen 30 verschlossen wird und nach Abheben vom Ventilsitz 27 Kraftstoff aus dem Druckraum 24 zwischen der Ventildichtfläche 28 und dem Ventilsitz 27 hindurch den Einspritzöffnungen 30 zufließt und durch diese in den Brennraum eingespritzt wird.

Im Steuerkörper 5 ist eine Durchgangsbohrung 41 ausgebildet, in der eine Steuerhülse 40 längsverschiebbar angeordnet ist. Die Steuerhülse 40 liegt mit ihrem ventilsitzseitigen Ende an der Hohnadel 17 auf, so dass sie sich synchron mit dieser in der Durchgangsbohrung 41 bewegt. An den Ventilkörper 3 angrenzend ist die Durchgangsbohrung 41 zu einem äußeren Federraum 37 erweitert, in der eine äußere Schließfeder 47 in Form einer Schraubendruckfeder unter Vorspannung angeordnet ist. Die äußere Schließfeder 47 stützt sich mit ihrem einen Ende an einer ortsfesten Stützfläche 45 ab und an mit ihrem anderen Ende an einem an der Steuerhülse 40 ausgebildeten Absatz 44. Durch die Vorspannung der äußeren Schließfeder 47 ergibt sich eine Kraft auf die Hohnadel 17 in Richtung des Ventilsitzes 27, so dass diese beim Fehlen weiterer Kräfte in ihrer Schließstellung gehalten wird, das heißt in Anlage am Ventilsitz 27.

In der Hohnadel 17 ist längsverschiebbar eine kolbenförmige Ventilnadel 20 angeordnet, die an ihrem ventilsitzseitigen Ende eine Ventildichtfläche 29 aufweist, mit der die Ventilnadel 20 mit dem Ventilsitz 27 zusammenwirkt. Die Ventilnadel 20 weist nahe der Ventildichtfläche 29 eine Druckfläche 23, die bei geöffneter Hohnadel 17 vom Kraftstoffdruck des Druckraums 24 beaufschlagt wird und dadurch eine Öffnungskraft auf die Ventilnadel 20 erfährt. Durch das Abheben der Ventilnadel 20 vom Ventilsitz 27 werden die inneren Einspritzöffnungen 32 freigegeben, so dass, falls auch die Hohnadel 17 vom Ventilsitz 27 abgehoben ist, Kraftstoff durch die inneren Einspritzöffnungen 32 und gleichzeitig auch durch die äußeren Einspritzöffnungen 30 in den Brennraum eingespritzt wird.

Die Ventalnadel 20 geht an ihrem ventilsitzabgewandten Ende in einen Federteller 50 über, der innerhalb eines in der Steuerhülse 40 ausgebildeten inneren Feder-
raums 38 angeordnet ist. Der Federteller 50 kann hierbei als separates Teil oder
einstückig mit der Ventalnadel 20 ausgeführt sein. Im inneren Federraum 38 ist
5 eine innere Schließfeder 48 unter Druckvorspannung angeordnet, die sich mit ei-
nem Ende am Federteller 50 und mit ihrem anderen Ende an der Steuerhülse 40
abstützt. Dadurch wird eine auf den Ventilsitz 27 gerichtete Schließkraft auf die
Ventalnadel 20 ausgeübt, die diese in ihrer Schließstellung hält. Der innere Feder-
raum 38 ist über eine Verbindungsbohrung 42 mit dem äußeren Federraum 37
10 verbunden, welcher über eine Leckageleitung 60 mit einem in der Zeichnung
nicht dargestellten Leckölraum verbunden ist. Dadurch bleibt der Druck im inne-
ren Federraum 37 und im äußeren Federraum 38 stets niedrig, vorzugsweise auf
Umgebungsdruck. Im inneren Federraum 38 ist eine Mitnahmeschulter 52 ausge-
bildet, die bei Schließstellung der Ventalnadel 20 und der Hohnadel 17 einen ge-
15 ringen axialen Abstand zum Federteller 50 aufweist. Befinden sich jedoch die
Ventalnadel 20 und die Hohnadel 17 in Öffnungsstellung, so wird die Ventalnadel
20 bei der Schließbewegung der Hohnadel 17 und damit der Steuerhülse 40 durch
das Anliegen der Mitnahmeschulter 52 am Federteller 50 mitgenommen und in ih-
re Schließstellung gedrückt.

Die der Hohnadel 17 abgewandte Stirnfläche 57 der Steuerhülse 40, die Durch-
gangsbohrung 41 und die Drosselscheibe 7 begrenzen einen Steuerraum 55, durch
dessen Druck eine hydraulische Kraft auf die Steuerhülse 40 in Richtung der
Hohnadel 17 ausgeübt wird. Der Steuerraum 55 ist über eine Zulaufdrossel 62
25 und eine in der Drosselscheibe 7 ausgebildete Verbindungsnut 66 mit dem Zu-
laufkanal 35 verbunden, so dass über die Zulaufdrossel 62 stets Kraftstoff in den
Steuerraum 55 nachfließt, solange dort ein niedrigerer Druck herrscht als im
Hochdruckraum 11 und damit im Zulaufkanal 35. Der Steuerraum 55 ist darüber
hinaus über eine Ablaufdrossel 64 und eine Steuerleitung 69 mit einem Steuer-
30 ventil 70 verbunden, das über eine weitere Steuerleitung 68 auch mit der Zulauf-
drossel 62 verbunden ist. Weiterhin ist das Steuerventil 70 mit einer Leckagelei-
tung 72 verbunden, die in einen in der Zeichnung nicht dargestellten Leckölraum
mündet, in dem stets ein niedriger Druck herrscht, vorzugsweise Umgebungs-
druck. Das Steuerventil 70 ist als 3/2-Wegeventil ausgebildet, das folglich zwei
35 Schaltstellungen aufweist: in der dargestellten, ersten Schaltstellung werden die

Steuerleitung 68 und die Steuerleitung 69 miteinander verbunden, während die Leckageleitung 72 verschlossen wird. In der zweiten Schaltstellung wird die Leckageleitung mit der Steuerleitung 69 und damit mit der Ablaufdrossel 64 verbunden, während die Steuerleitung 68 verschlossen wird.

5

Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt:

Je nach Leistungserfordernis an die Brennkraftmaschine wird ein mehr oder weniger hoher Druck im Hochdruckraum 11 eingestellt. Für eine geringe Leistungsanforderung genügt ein relativ geringer Druck, der beispielsweise in der Größenordnung von 30 bis 40 MPa liegt. Die Einspritzung beginnt, indem das Steuer-

10 ventil 70 in seine zweite Schaltposition gefahren wird, so dass der Steuerraum 55 mit der Leckageleitung 72 verbunden wird. Dadurch wird der Druck im Steuerraum 55 unter den Druck der Zulaufleitung 35 abgesenkt, da die Zulaufdrossel 62 und die Ablaufdrossel 64 so aufeinander abgestimmt sind, dass mehr Kraftstoff

15 aus dem Steuerraum 55 abfließt als über die Zulaufdrossel 62 nachfließen kann. Durch den hydraulischen Druck auf die Druckschulter 22 der Hohl-nadel 17 wird diese vom Ventilsitz 27 abgehoben und die äußeren Einspritzöffnungen 30 freigegeben. Bei diesem niedrigen Druck im Druckraum 24 reicht die hydraulische

20 Kraft auf die Druckfläche 23 nicht aus, die Ventilm-nadel 20 gegen die Kraft der inneren Schließfeder 48 zu öffnen, so dass diese in ihrer Schließstellung, also in Anlage am Ventilsitz 27 bleibt. Zur Beendigung der Einspritzung wird das Steuer-

25 ventil 70 zurück in seine erste Schaltstellung gebracht, bei der es die beiden Steuerleitungen 68, 69 miteinander verbindet. Dadurch wird einerseits die Leckageleitung 72 verschlossen und andererseits fließt Kraftstoff, sowohl über die Zulaufdrossel 62 als auch über die Ablaufdrossel 64, in den Steuerraum 55, so dass dort sehr rasch wieder ein hoher Kraftstoffdruck aufgebaut wird, der die Hohl-nadel 17 in ihre Schließstellung drückt.

30 In Figur 2 ist der Verlauf des Nadelhubs h , der Einspritzrate R und der Kraft F auf die Ventilm-nadel 20 gegen die Zeit aufgetragen, wobei die mit A bezeichnete Spalte den niedrigen Einspritzdruck bezeichnet, B einen mittleren und C einen hohen Einspritzdruck. Die oben beschriebene Funktion bei niedrigem Einspritzdruck entspricht den Diagrammen in der A-Spalte: Der Nadelhub h_a der Hohl-nadel 17

35 steigt bis zu einem Maximum und fällt nach Betätigung des Steuerventils 70 wie-

der ab, bis die Hohl­nadel 17 geschlossen ist. Die Einspritzrate R steigt rasch auf ein Plateau, da diese nicht nur vom Hub der Hohl­nadel 17, sondern auch vom Durchmesser der äußeren Einspritzöffnungen 30 limitiert wird. Die Schließkraft F_S auf die Vent­il­nadel 20 wird durch die sich bewegende Steuerhülse 40 kleiner, da die innere Schließfeder 48 verlängert wird. Die Öffnungskraft F_{Oe} erreicht diese Schließkraft dennoch nicht, so dass die Vent­il­nadel 20 geschlossen bleibt. Die Hohl­nadel 17 durchfährt nicht ihren größtmöglichen Hub: Durch das rasche Betätigen des Steuerventils 70 bleibt die Hohl­nadel 17 in einem ballistischen Zustand und wird durch den wieder ansteigenden Druck im Steuerraum 55 abgebremst, ehe sie an der Drosselscheibe 7 anlegen kann.

Bei einem mittleren Einspritzdruck im Hochdruckraum 11 bzw. im Druckraum 24 wird die Hohl­nadel 17 nach Betätigung des Steuerventils 70 in der oben beschriebenen Weise geöffnet. In der Figur 2 ist der Verlauf des Nadelhubs h_a der Hohl­nadel 17 ähnlich dem im Beispiel A, jedoch ist der Anstieg aufgrund des höheren Drucks im Druckraum 24 steiler. Durch die größere hydraulische Kraft auf die Druckfläche 23 der Vent­il­nadel 20 öffnet nun auch diese gegen die Schließkraft der inneren Schließfeder 48. Der Hub der Vent­il­nadel 20 ist in Figur 2 mit h_i bezeichnet. In dem Kraftdiagramm des Beispiels B der Figur 2 ist das Öffnen der Vent­il­nadel 20 dadurch zu erkennen, dass die Öffnungskraft F_{Oe} die Schließkraft F_S erreicht, welche abfällt, solange sich die Hohl­nadel 17 bewegt. Die Einspritzrate R steigt nach dem Öffnen der Vent­il­nadel 20 sprunghaft an. Das Beenden der Einspritzung erfolgt wie beim niedrigen Einspritzdruck, jedoch wird die Vent­il­nadel 20 nicht nur durch den sinkenden Druck auf die Druckfläche 23 und die innere Schließfeder 48 bewegt, sondern auch durch die Anlage der Mitnahmeschulter 52 am Federteller 50.

Bei einem hohen Einspritzdruck, der in Figur 2 dem Beispiel C entspricht, öffnen die Hohl­nadel 17 und die Vent­il­nadel 20 praktisch gleichzeitig, da gleich nach dem Abheben der Hohl­nadel 17 vom Ventilsitz 27 an der Druckfläche 23 ein sehr hoher Druck anliegt und damit eine große Kraft auf die Vent­il­nadel 20 wirkt. Die Einspritzrate R zeigt zu Beginn noch eine leichte Stufe, die durch das Öffnen der Hohl­nadel 17 zustande kommt, erreicht jedoch sehr rasch ihren Maximalwert, der aufgrund des hohen Drucks höher liegt als die maximale Einspritzrate des Beispiels B.

- 5 Statt der Ausführung des Steuerventils 70 als 3/2-Wegeventil kann es auch vorgesehen sein, dieses statt dessen als 2/2-Wegeventil auszubilden, das die Verbindung der Steuerleitung 69 zur Leckageleitung 72 öffnet oder schließt. Die Steuerleitung 68 kann in diesem Ausführungsbeispiel entfallen. Die Öffnungsfunktion bleibt gleich, jedoch erfolgt das Schließen der Ventalnadel 20 langsamer, da der Druckaufbau im Steuerraum 55 jetzt nur noch über die Zulaufdrossel 62 erfolgt und damit etwas mehr Zeit in Anspruch nimmt.
- 10 Vorzugsweise wird das Steuerventil mit Hilfe eines Piezoaktors angetrieben, was eine sehr kurze Schaltzeit erlaubt. Es ist jedoch auch möglich, ein elektromagnetisches Steuerventil 70 einzusetzen.

5

Ansprüche

- 10
15
20
1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einer Hohl-
nadel (17), die durch ihre Längsverschiebung mit einem Ventilsitz (27) so zusammen-
wirkt, dass sie die Öffnung wenigstens einer äußeren Einspritzöffnung (30)
steuert, und mit einer an der Hohl-
nadel (17) ausgebildeten Druckschulter
(22), die vom Kraftstoffdruck in einem Druckraum (24) beaufschlagt wird
und dadurch eine vom Ventilsitz (27) weggerichtete Öffnungskraft auf die
Hohl-
nadel (17) ausübt, und mit einer Steuerhülse (40), die ebenfalls längsver-
schiebbar ist und zumindest mittelbar an der Hohl-
nadel (17) anliegt, wobei
die Steuerhülse (40) mit ihrer der Hohl-
nadel (17) abgewandten Stirnfläche
(45) einen Steuerraum (55) begrenzt und der Druck im Steuerraum (55) ein-
stellbar ist, und mit einer in der Hohl-
nadel (17) längsverschiebbar angeord-
neten Ventilmadel (20), die durch Zusammenwirken mit dem Ventilsitz (27)
die Öffnung wenigstens einer inneren Einspritzöffnung (32) steuert, **dadurch
gekennzeichnet**, dass die Ventilmadel (20) von einer inneren Schließfeder
(48) mit einer Schließkraft beaufschlagt wird, wobei sich die innere Schließ-
feder (48) an der Steuerhülse (40) abstützt.
 - 25
30
 2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
innere Schließfeder (48) in einem in der Steuerhülse (40) ausgebildeten inne-
ren Federraum (38) angeordnet ist, wobei der innere Federraum (38) zur
Ventilmadel (20) hin offen ist.
 3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine
äußere Schließfeder (47) vorgesehen ist, die sich an einem Ende ortsfest ab-
stützt und die mit ihrem anderen Ende so auf der Steuerhülse (40) aufliegt,
dass dadurch eine Schließkraft auf die Hohl-
nadel (17) ausgeübt wird.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Schließfeder (47) in einem äußeren Federraum (37) angeordnet ist, der mit einer Leckageleitung (60) verbunden ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Schließfeder (48) in einem in der Steuerhülse (40) ausgebildeten inneren Federraum (38) angeordnet ist, wobei der innere Federraum (38) mit dem äußeren Federraum (37) hydraulisch verbunden ist.
10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (55) über eine Zulaufdrossel (62) mit einer Hochdruckraum (11) verbindbar ist und über eine Ablaufdrossel mit einer Leckageleitung.
15. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerventil (70) vorgesehen ist, das als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist und das so mit einer Leckageleitung (72) verbunden ist, dass es in der ersten Schaltstellung die Leckageleitung (72) mit der Ablaufdrossel (64) verbindet und in der zweiten Schaltstellung den Hochdruckraum (11) mit der Ablaufdrossel (64) verbindet und gleichzeitig die Leckageleitung (72) verschließt, wobei die Zulaufdrossel (62) stets mit dem Hochdruckraum (11) verbunden bleibt.
20. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerventil (70) vorgesehen ist, das als 2/2-Wegeventil ausgebildet ist und das so mit einer Leckageleitung (72) verbunden ist, dass das Steuerventil (70) in einer ersten Schaltstellung die Ablaufdrossel (64) mit der Leckageleitung (72) verbindet, während diese Verbindung in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils (70) unterbrochen wird.
25. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (70) über einen Piezoaktor betätigt wird.
10. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerhülse (40) und die Hohlneedle (17) einteilig ausgeführt sind.

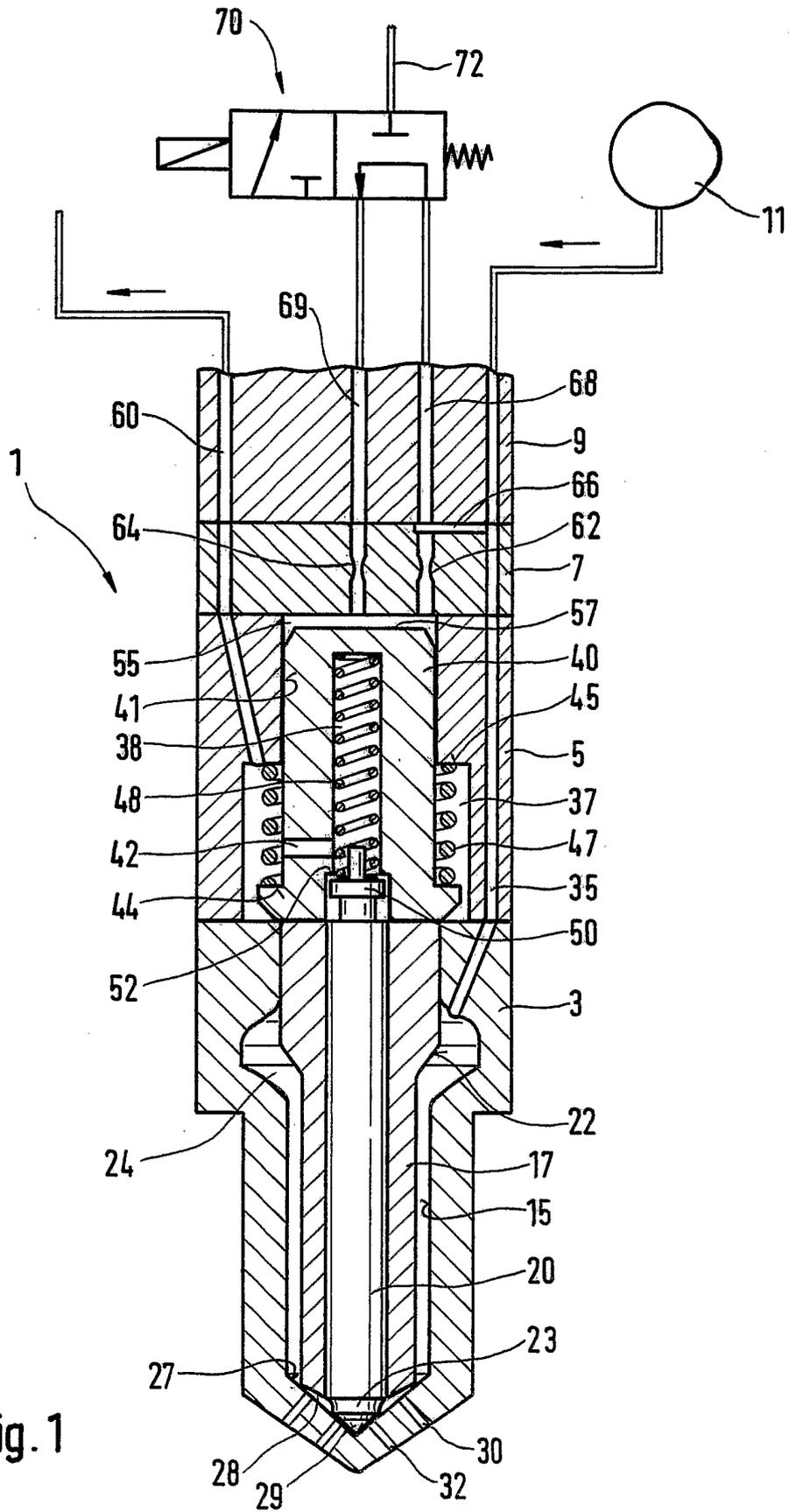


Fig. 1

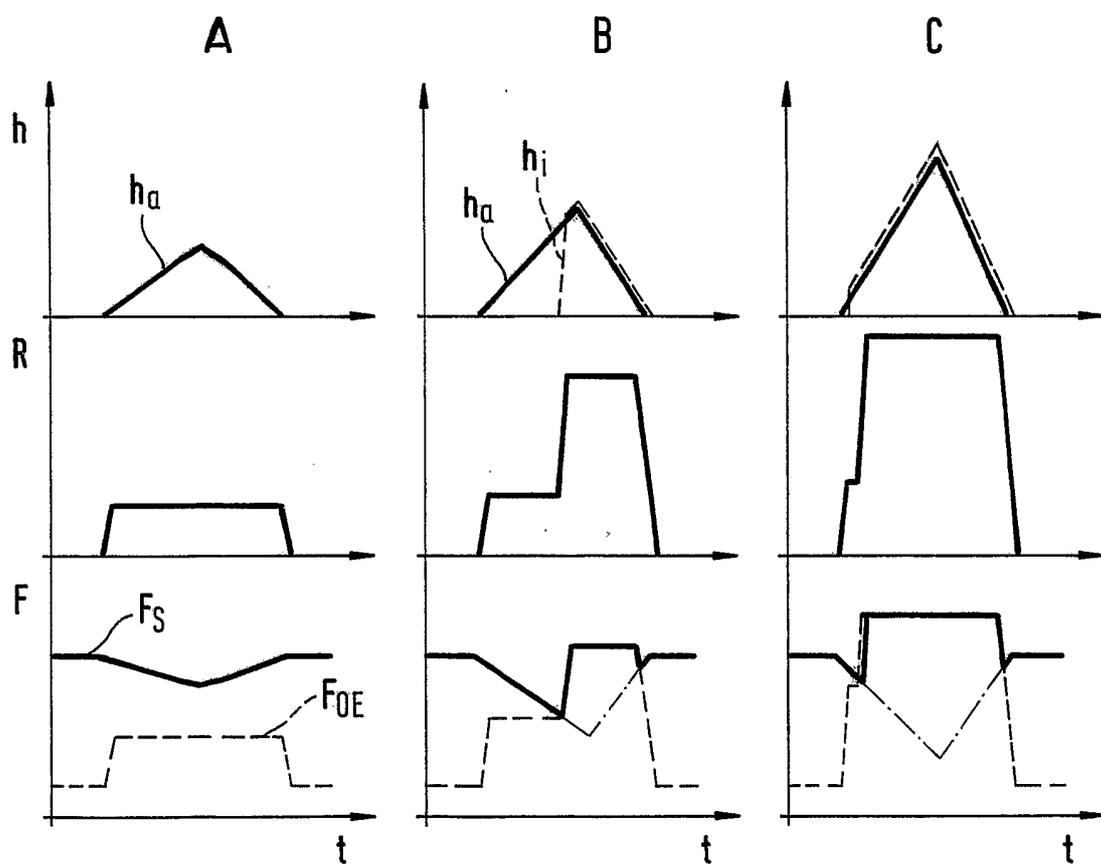


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001331

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M45/08 F02M47/02 F02M61/20 F02M59/46

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)

IPC 7 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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 978 649 A (SIEMENS AG) 9 February 2000 (2000-02-09)	1-6, 8-10
Y	paragraph '0013! - paragraph '0016! paragraph '0023! - paragraph '0038! figures 1-3	7
Y	WO 03/069151 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 21 August 2003 (2003-08-21) the whole document	7
X	DE 42 10 563 A (VOLKSWAGENWERK AG) 22 October 1992 (1992-10-22) column 3, line 7 - column 4, line 1 figure 2	1, 3, 4, 6

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 October 2004

Date of mailing of the international search report

18/11/2004

Name and mailing address of the ISA

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

Authorized officer

Louchet, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001331

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P	EP 1 363 015 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19 November 2003 (2003-11-19) paragraph '0007! - paragraph '0023! figures 1-4	1-3,6,8, 9
A	DE 41 15 457 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21 November 1991 (1991-11-21) column 3, line 18 - column 4, line 31 figure 2	1
A	DE 41 15 477 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21 November 1991 (1991-11-21) column 4, line 41 - column 5, line 44 figure 2	7
A	DE 199 13 286 A (MAN B & W DIESEL AG) 12 October 2000 (2000-10-12) column 1, line 30 - column 2, line 32 figure 1	1
A	DE 196 34 105 A (DAIMLER BENZ AG) 15 January 1998 (1998-01-15) column 2, line 35 - column 3, line 59 figure 1	1
A	US 4 382 554 A (HOFMANN KARL) 10 May 1983 (1983-05-10) column 2, line 66 - column 5, line 3 figures 1,2	1
A	DE 12 70 883 B (BOSCH GMBH ROBERT) 20 June 1968 (1968-06-20) column 2, line 39 - column 4, line 60 figures 1-4	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE2004/001331

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0978649	A	09-02-2000	DE 59909449 D1 EP 0978649 A2	17-06-2004 09-02-2000
WO 03069151	A1	21-08-2003	DE 10205970 A1 US 2004129804 A1	04-09-2003 08-07-2004
DE 4210563	A	22-10-1992	DE 4210563 A1 GB 2254886 A , B	22-10-1992 21-10-1992
EP 1363015	A	19-11-2003	DE 10221384 A1 EP 1363015 A1 JP 2003328898 A US 2004011882 A1	27-11-2003 19-11-2003 19-11-2003 22-01-2004
DE 4115457	A	21-11-1991	DE 4115457 A1	21-11-1991
DE 4115477	A	21-11-1991	DE 4115477 A1	21-11-1991
DE 19913286	A	12-10-2000	DE 19913286 A1 FI 20000561 A GB 2348247 A , B JP 2000283005 A	12-10-2000 24-09-2000 27-09-2000 10-10-2000
DE 19634105	A	15-01-1998	DE 19634105 A1 FR 2750172 A1 GB 2316447 A , B IT RM970511 A1	15-01-1998 26-12-1997 25-02-1998 18-02-1999
US 4382554	A	10-05-1983	DE 3036583 A1 GB 2084248 A , B JP 57086558 A	13-05-1982 07-04-1982 29-05-1982
DE 1270883	B	20-06-1968	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F02M45/08 F02M47/02 F02M61/20 F02M59/46

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 978 649 A (SIEMENS AG) 9. Februar 2000 (2000-02-09)	1-6,8-10
Y	Absatz '0013! - Absatz '0016! Absatz '0023! - Absatz '0038! Abbildungen 1-3	7
Y	WO 03/069151 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 21. August 2003 (2003-08-21) das ganze Dokument	7
X	DE 42 10 563 A (VOLKSWAGENWERK AG) 22. Oktober 1992 (1992-10-22) Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 4, Zeile 1 Abbildung 2	1,3,4,6
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Oktober 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Louchet, N

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P	EP 1 363 015 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19. November 2003 (2003-11-19) Absatz '0007! - Absatz '0023! Abbildungen 1-4	1-3,6,8, 9
A	DE 41 15 457 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21. November 1991 (1991-11-21) Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 4, Zeile 31 Abbildung 2	1
A	DE 41 15 477 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21. November 1991 (1991-11-21) Spalte 4, Zeile 41 - Spalte 5, Zeile 44 Abbildung 2	7
A	DE 199 13 286 A (MAN B & W DIESEL AG) 12. Oktober 2000 (2000-10-12) Spalte 1, Zeile 30 - Spalte 2, Zeile 32 Abbildung 1	1
A	DE 196 34 105 A (DAIMLER BENZ AG) 15. Januar 1998 (1998-01-15) Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 59 Abbildung 1	1
A	US 4 382 554 A (HOFMANN KARL) 10. Mai 1983 (1983-05-10) Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 3 Abbildungen 1,2	1
A	DE 12 70 883 B (BOSCH GMBH ROBERT) 20. Juni 1968 (1968-06-20) Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 60 Abbildungen 1-4	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001331

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0978649	A	09-02-2000	DE 59909449 D1 EP 0978649 A2	17-06-2004 09-02-2000
WO 03069151	A1	21-08-2003	DE 10205970 A1 US 2004129804 A1	04-09-2003 08-07-2004
DE 4210563	A	22-10-1992	DE 4210563 A1 GB 2254886 A , B	22-10-1992 21-10-1992
EP 1363015	A	19-11-2003	DE 10221384 A1 EP 1363015 A1 JP 2003328898 A US 2004011882 A1	27-11-2003 19-11-2003 19-11-2003 22-01-2004
DE 4115457	A	21-11-1991	DE 4115457 A1	21-11-1991
DE 4115477	A	21-11-1991	DE 4115477 A1	21-11-1991
DE 19913286	A	12-10-2000	DE 19913286 A1 FI 20000561 A GB 2348247 A , B JP 2000283005 A	12-10-2000 24-09-2000 27-09-2000 10-10-2000
DE 19634105	A	15-01-1998	DE 19634105 A1 FR 2750172 A1 GB 2316447 A , B IT RM970511 A1	15-01-1998 26-12-1997 25-02-1998 18-02-1999
US 4382554	A	10-05-1983	DE 3036583 A1 GB 2084248 A , B JP 57086558 A	13-05-1982 07-04-1982 29-05-1982
DE 1270883	B	20-06-1968	KEINE	