

(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
25. November 2010 (25.11.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/133416 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/055356

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. April 2010 (22.04.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 003 209.6 19. Mai 2009 (19.05.2009) 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): **JOOS, Klaus** [DE/DE]; In der Eichhaelde 3, 74399 Walheim (DE). **SCHLUETER, Ruben** [DE/DE]; Heubergstr. 58, 70188 Stuttgart (DE). **NEUBERG, Jens** [DE/DE]; Walter-Heller-Strasse 45, 70563 Stuttgart (DE). **KEMMER, Heler-son** [DE/DE]; Enzhaldenweg 13, 71665 Vaihingen (DE). **LEHR, Hans-Peter** [DE/DE]; Werner-Haas-Weg 11, 70469 Stuttgart (DE). **RAPP, Holger** [DE/DE]; Birkenweg 22, 71254 Ditzingen (DE). **HAMEDOVIC, Haris**

[DE/DE]; Haydnstr. 1, 71696 Moeglingen (DE). **KOE-NIG, Joerg** [DE/DE]; Vogelsangstr. 93a, 70197 Stuttgart (DE). **HOANG, Anh-Tuan** [VN/US]; Juarez Plant, El Paso, 79982 (US). **WICHERT, Bernd** [DE/DE]; Apfelbluetenweg 27, 71394 Kernen (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING INJECTORS IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG VON INJEKTOREN IN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

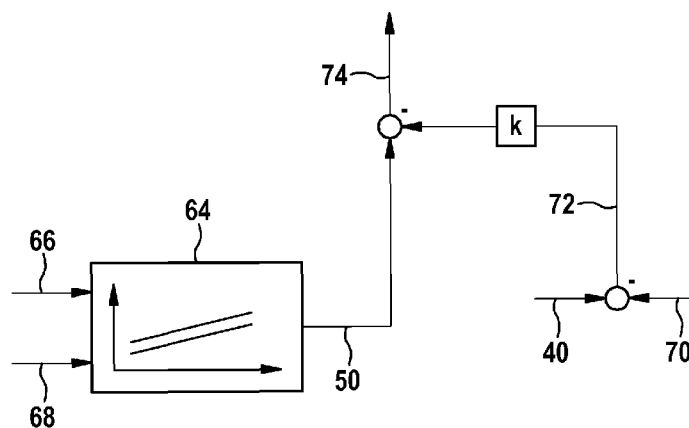


Fig. 5

(57) Abstract: In order to improve the quality of combustion and especially increase the accuracy of the metered amount of fuel in an internal combustion engine comprising a fuel injection system with a plurality of injectors, an individual control period (74) is determined for at least one injector in accordance with a delay (48) with which said injector is lifted. Said injector is controlled in accordance with the determined individual control period (74). Injectors are thus individually controlled such that differences in the amount of fuel metered by different injectors can be reduced even when the injectors are operated in a partial lift mode.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/133416 A1



SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Um in einer Brennkraftmaschine, die eine Kraftstoffeinspritzanlage eine Mehrzahl von Injektoren umfasst, die Verbrennungsqualität zu verbessern und insbesondere die Genauigkeit der zugemessenen Kraftstoffmenge zu erhöhen, wird vorgeschlagen, für mindestens einen Injektor eine individuelle Ansteuerdauer (74) in Abhängigkeit von einer Abhebeverzögerung (48) dieses Injektors zu ermitteln. Die Ansteuerung für diesen Injektor erfolgt in Abhängigkeit von der ermittelten individuellen Ansteuerdauer (74). Es wird also eine injektorindividuelle Ansteuerung bereitgestellt, die es ermöglicht, Unterschiede in der Kraftstoffmenge, die von verschiedenen Injektoren zugemessen wird, zu reduzieren, auch wenn die Injektoren im Teilhub betrieben werden.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zur Ansteuerung von Injektoren in einer Brennkraftmaschine

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung eines Injektors in einer Kraftstoffeinspritzanlage in einer Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffeinspritzanlage eine Mehrzahl von Injektoren umfasst und wobei eine
15 mittels eines Injektors eingespritzte Kraftstoffmenge von der Ansteuerdauer des Injektors abhängt.

Die Erfindung betrifft ferner ein Steuergerät zur Steuerung/Regelung einer Kraftstoffeinspritzung in einer Brennkraftmaschine, wobei die
20 Brennkraftmaschine eine Kraftstoffeinspritzanlage und die Kraftstoffeinspritzanlage eine Mehrzahl von Injektoren umfasst und wobei eine mittels eines Injektors eingespritzte Kraftstoffmenge von der Ansteuerdauer des Injektors abhängt.

25 Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm, das auf einem Recheng Gerät, insbesondere auf einem Steuergerät zur Steuerung/Regelung der Kraftstoffeinspritzung in einer Brennkraftmaschine ablauffähig ist.

Kraftstoffeinspritzanlagen ermöglichen die Zumessung des für eine Verbrennung
30 in einer Brennkraftmaschine benötigten Kraftstoffs mittels einer oder mehrerer Injektoren. Bei der Benzin-Direkteinspritzung und der Common-Rail-Einspritzung wird der Kraftstoff direkt in den Brennraum eingespritzt. Für die Verbrennungsqualität und damit den Verbrauch sowie das Abgasverhalten der Brennkraftmaschine ist die zugemessene Kraftstoffmenge von entscheidender
35 Bedeutung.

Die zugemessene Kraftstoffmenge wird jedoch durch Eigenschaften des Injektors selbst beeinflusst. Aufgrund von Exemplarstreuungen, die bei den innerhalb einer Brennkraftmaschine verwendeten Injektoren auftreten, ist die von diesen Injektoren zugemessene Kraftstoffmenge meist unterschiedlich, was eine
5 verminderte Verbrennungsqualität mit sich bringen. Insbesondere im sogenannten Kleinmengenbereich wirkt sich eine relative Exemplarstreuung der Injektoren besonders aus, da der Injektor im Teilhub, d. h. ohne Erreichen des oberen Anschlags betrieben wird.

10 Bisherige Maßnahmen, die eine Kompensation der durch die Exemplarstreuung beeinflussten Kraftstoffmenge zum Ziel haben, basieren auf dem Vorsteuerungsprinzip, das auf alle in der Brennkraftmaschine vorhandenen Injektoren einheitlich angewendet wird. Hierzu wird die Ansteuerdauer aus der vom Motormanagement angeforderten Kraftstoffmenge berechnet und - unter
15 Berücksichtigung der Vorsteuerung - innerhalb der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von der zuzumessenden Kraftstoffmenge angesteuert.

Offenbarung der Erfindung

20 Aufgabe der Erfindung ist es, die Verbrennungsqualität in einer Brennkraftmaschine zu verbessern und insbesondere die Genauigkeit der zugemessenen Kraftstoffmenge zu erhöhen.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1, 7
25 und 9 gelöst. Weitere Vorteile sind in den abhängigen Patentansprüchen genannt.

Erfindungsgemäß wird für mindestens einen Injektor eine individuelle Ansteuerdauer in Abhängigkeit von einer Abhebeverzögerung dieses Injektors
30 ermittelt. Die Ansteuerung für diesen Injektor erfolgt in Abhängigkeit von der ermittelten individuellen Ansteuerdauer. Es wird also eine injektorindividuelle Ansteuerung bereitgestellt, die es ermöglicht, Unterschiede in der Kraftstoffmenge, die von verschiedenen Injektoren zugemessen wird, zu reduzieren, auch wenn die Injektoren im Teilhub betrieben werden. Damit wird
35 erreicht, dass der Einfluss von Exemplarstreuungen der Injektoren reduziert wird.

Erfindungsgemäß werden sowohl injektorindividuell langfristige Driften der Kraftstoffeinspritzmenge kompensiert als toleranzbedingte Unterschiede.

5 Der Erfindung liegt die Beobachtung zugrunde, dass die Nadelhubverläufe und somit die eingespritzten Kraftstoffmengen im Teilhubbetrieb in einem Zusammenhang mit der sogenannten Abhebeverzögerung der Injektoren stehen. Eine Betrachtung der sogenannten Durchfluss-Ansteuerdauer-Kennlinie einzelner Injektoren, insbesondere im Teilhubbereich, zeigt, dass die so ermittelten Kennlinien quasi-parallel zueinander verschoben sind. Grund für
10 diese Verschiebung sind unterschiedliche Kräftebilanzen innerhalb der einzelnen Injektoren, die beispielsweise von unterschiedlicher Schließfederkraft, Reibung, hydraulischer Schließkräfte oder Magnetkräfte herrühren. Es wurde beobachtet, dass die Verschiebung der Kennlinien proportional zu der sogenannten Abhebeverzögerung der einzelnen Injektoren ist.

15 Erfindungsgemäß wird folglich die Ansteuerdauer in Abhängigkeit von der Abhebeverzögerung individuell für jeden Injektor ermittelt, wobei die Abhebeverzögerung bevorzugt während des Betriebs der Brennkraftmaschine ermittelt wird. Damit ist eine besonders rasche und kontinuierliche Anpassung
20 möglich. Die Abhebeverzögerung kann hierbei mittels unterschiedlicher Verfahren ermittelt werden.

Vorzugsweise wird zunächst eine mittlere Ansteuerdauer aus einem Kennfeld in einem Steuergerät, das für die Steuerung und/oder Regelung der
25 Kraftstoffeinspritzanlage vorgesehen ist, in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Kraftstoffmenge und gegebenenfalls von einem in einem so genannten Rail herrschenden Druck bestimmt. Die so ermittelte mittlere Ansteuerdauer wird um einen injektorindividuellen Betrag korrigiert, wobei der injektorindividuelle Betrag aus der Differenz der injektorindividuellen Abhebeverzögerung und einem in dem Steuergerät hinterlegten Mittelwert der Abhebeverzögerung gebildet wird. Der
30 Mittelwert selbst wird von den Abhebeverzögerungen einer statistisch relevanten Anzahl von Injektoren gebildet. Diese können beispielsweise die in der Brennkraftmaschine vorhandenen Injektoren sein. Der Einfluss der Abhebeverzögerung auf die Ansteuerdauer wird dann mittels eines
35 Verstärkungsfaktors berücksichtigt. Der Einsatz des Verstärkungsfaktors ist

vorteilhaft, da die Zumessung der Kraftstoffmenge durch den Injektor nicht konstant bezüglich der Ansteuerzeit ist.

5 Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung der Erfindung in Form eines Computerprogramms, das auf einem Rechengert, insbesondere auf einem Steuergerat zur Steuerung und/oder Regelung der Kraftstoffeinspritzung in einer Brennkraftmaschine, ablauffahig ist, wobei das Computerprogramm zur Durchfuhrung des erfindungsgemaBen Verfahrens programmiert ist. Das Computerprogramm ist vorzugsweise auf einem elektronischen oder optischen Speichermedium abgespeichert.

10 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen verschiedene Ausfuhrungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind. Dabei konnen die in den Anspruchen und die in der Beschreibung genannten Merkmale einzeln fUr sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Es zeigen:

- 20 Figur 1 eine stark schematisierte Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffeinspritzanlage und einer Mehrzahl erfindungsgemaB betriebener Injektoren,
- 25 Figur 2a eine schematische Detailansicht einer beispielhaften Ausfuhrungsform eines Injektors in einem geschlossenen Betriebszustand,
- 30 Figur 2b eine schematische Detailansicht einer beispielhaften Ausfuhrungsform eines Injektors in einem geoffneten Betriebszustand,
- Figur 3 eine schematisierte Darstellung des Takt- und Nadelhubverlaufs eines Injektors im Teilhubbetrieb,
- 35 Figur 4 ein Beispiel fUr Ansteuerkennlinien unterschiedlicher Injektoren im Teilhubbereich,

Figur 5 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und

5 Figur 6 ein schematisiertes Flussdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

10 In Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 10 dargestellt, die einen Kraftstoffvorratsbehälter 12 umfasst, aus dem mittels eines Fördersystems 14 Kraftstoff in eine Kraftstoffhochdruckleitung 16 gefördert wird. Die Hochdruckleitung 16 ist beispielsweise als Common-Rail ausgebildet. Die Hochdruckleitung 16 ist mit Injektoren 18 verbunden, die es ermöglichen, Kraftstoff direkt in den Injektoren 18 jeweils zugeordneten Brennräumen 20 einzuspritzen. Der Betrieb der Brennkraftmaschine 10 und insbesondere der Kraftstoffeinspritzanlage, die beispielsweise durch das Fördersystem 14, die Hochdruckleitung 16 und die Injektoren 18 gebildet ist, wird von einer Steuer- und Regeleinrichtung, beispielsweise einem Steuergerät 22, gesteuert bzw. geregelt. Das Steuergerät 22 ermöglicht die Erfassung von Eingabewerten und die Bereitstellung von Ausgabewerten bzw. die Ansteuerung von Aktoren, insbesondere die Ansteuerung der Injektoren 18.

25 In Figur 2 ist schematisch ein in Figur 1 gezeigter Injektor 18 vergrößert dargestellt. Der Injektor 18 weist einen elektromagnetischen Aktor auf, der eine Magnetspule 26 und einen mit der Magnetspule 26 zusammenwirkenden Magnetanker 30 besitzt. Der Magnetanker 30 ist so mit einer Ventalnadel 28 verbunden, dass er bezogen auf eine in Figur 2 vertikale Bewegungsrichtung der Ventalnadel 28 bewegbar ist. Eine Ventalfeder 36 übt eine Federkraft auf die Ventalnadel 28 aus, so dass diese in einem Ventilsitz 38 gehalten wird.

30 Eine Ansteuerung des Injektors 18 durch das Steuergerät 22 bewirkt eine Bestromung der Magnetspule 26, wodurch sich der Magnetanker 30 nach oben bewegt, so dass er unter Eingreifen in einen Anschlag 32 die Ventalnadel 28 gegen die Federkraft aus ihrem Ventilsitz 38 herausbewegt. Diese Situation ist in Figur 2b gezeigt. Dort kann nun Kraftstoff 42 von dem Injektor 18 in den Brennraum 20 eingespritzt werden.

35

In Figur 3 ist beispielhaft ein vereinfachter Takt- und Nadelhubverlauf 44 eines Injektors 18 im Teilhubbetrieb dargestellt. In einem Zeitpunkt T0 erfolgt eine Ansteuerung des Injektors 18 mittels eines sogenannten Taktsignals 46 durch das Steuergerät 22. Mit einer als Abhebeverzögerung 48 bezeichneten zeitlichen Verzögerung erfolgt erst in dem Zeitpunkt T1 das Öffnen des Injektors 18. In einem Zeitpunkt T2 wird die Ansteuerung des Injektors 18 mittels des Taktsignals 46 beendet und in einem Zeitpunkt T3 ist der Injektor 18 wieder geschlossen. Der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten T0 und T2 wird als Ansteuerdauer 50 und der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten T2 und T3 als Schließdauer 52 bezeichnet.

In Figur 4 sind beispielhaft drei Durchfluss-Ansteuer-Kennlinien 60, 61 und 62 unterschiedlicher Injektoren 18 im Teilhubbereich dargestellt. Die Kennlinien 60, 61 und 62 sind quasi-parallel zueinander verschoben. Diese Abweichung hat ihre Ursache in unterschiedlichen Kräftebilanzen innerhalb der einzelnen Injektoren 18. Diese Unterschiede oder Exemplarstreuungen beruhen beispielsweise auf unterschiedlichen Federkräften, unterschiedlichen Reibungen, unterschiedlichen hydraulischen Schließkräften oder unterschiedlichen Magnetkräften.

In Figur 4 ist erkennbar, dass die zeitliche Verschiebung der Kennlinien 60, 61 und 62 proportional zur jeweiligen Abhebeverzögerung 48-1, 48-2 und 48-3 ist. Die horizontale Achse zeigt eine beispielhafte Ansteuerdauer in Millisekunden. Die Abhebeverzögerung 48, bzw. die Abhebeverzögerungen 48-1, 48-2 und 48-3, können anhand der Kennlinien 60, 61 und 62 bestimmt werden. Vorzugsweise wird eine relative Abhebeverzögerung 48 bezüglich eines Mittelwerts bestimmt, der aus den Abhebeverzögerungen 48 einer Mehrzahl von Injektoren 18 gebildet ist. Die Injektoren 18 können beispielsweise die in der Brennkraftmaschine 10 vorhandenen Injektoren 18 sein. Es ist auch möglich, einen Mittelwert aus einer bestimmten Charge von Injektoren 18 zu ermitteln und die Abhebeverzögerungen 48 bezüglich dieses Mittelwerts anzugeben. Auch andere Bezugsgrößen sind vorstellbar. Relevant ist vorliegend zunächst, dass für jeden Injektor 18 eine Größe ermittelt wird, die eine Aussage über dessen individuelle Abhebeverzögerung 48 zulässt.

Figur 4 zeigt, dass der Injektor 18 mit der Kennlinie 60 früh abhebt, so dass dessen Kennlinie nach links verschoben ist, wohingegen der Injektor 18, dessen

Kennlinie als Kennlinie 62 in Figur 4 dargestellt ist, besonders spät anhebt, weshalb dessen Kennlinie nach rechts verschoben ist. Aus der Differenz der Abhebeverzögerungen 48-1, 48-2 und 48-3 von einem wie oben beschriebenen Mittelwert kann auf die Verschiebung der Nennlinien 60, 61 und 62 geschlossen werden. Dies erfolgt vorzugsweise mittels einer Berechnung in dem Steuergerät 22. Diese Information wird erfindungsgemäß wie folgt ausgewertet: Ist die Abhebeverzögerung 48 eines Injektors 18 bzw. deren Abweichung von dem Mittelwert einer statistisch relevanten Anzahl von Injektoren 18 bekannt, so kann daraus die Menge bzw. Mengenabweichung des durch diesen Injektor 18 zugemessenen Kraftstoffs 42 vom Mittelwert des Kraftstoffs 42 bestimmt werden, der als Mittelwert über die statistisch relevante Anzahl von Injektoren 18 bestimmt ist. Durch eine Anpassung der Ansteuerdauer 50 kann die Kraftstoffmenge, die mit diesem Injektor 18 zugemessen werden soll, auf den gemeinsamen Mittelwert eingestellt werden. Dies bedeutet, dass die Kraftstoffmengenabweichung dieses Injektors 18 auf Null geregelt werden kann. Die Abweichung der Abhebeverzögerung 48 einzelner Injektoren 18 wirkt somit als injektorindividuelles Offset in der Durchfluss-Ansteuer-Kennlinie im Teilhubbereich.

In dem in Figur 5 dargestellten Blockschaltbild ist ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Regelungsverfahrens dargestellt, das es ermöglicht, die Kraftstoffeinspritzmengenabweichung der Injektoren 18 zu reduzieren. Hierbei wird die Ansteuerdauer 50 in bekannter Weise aus einem Kennfeld 64 in Abhängigkeit von einer Kraftstoffmengenvorgabe 66 und einem Druck in der Hochdruckleitung 16, dem sogenannten Raildruck 68, bestimmt. Die injektorindividuelle Abhebeverzögerung 74 wird durch eine geeignete Methode in bekannter Weise ermittelt. Es wird dann die Differenz aus der Abhebeverzögerung 48 und einem Mittelwert 70 bestimmt, wobei der Mittelwert 70 einen Mittelwert der Abhebeverzögerungen einer statistisch relevanten Anzahl von Injektoren 18 beschreibt. Diese injektorindividuelle Differenz 72 wird mit einem Verstärkungsfaktor k beaufschlagt und ermöglicht so die Ermittlung eines Korrekturwerts 74, beispielsweise durch Bildung der Differenz aus der Ansteuerdauer 50 und der mittels des Verstärkungsfaktors k korrigierten injektorindividuellen Differenz 72 der Abhebeverzögerung 48. Somit wird eine injektorindividuelle Ansteuerdauer 74 bestimmt, mittels der eine injektorindividuelle Ansteuerung möglich ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtungen wird erreicht, dass die Streuung bezüglich der Kraftstoffmenge, die durch verschiedene Injektoren 18 in die Brennräume 20 eingespritzt werden, deutlich reduziert wird, was wiederum eine signifikante Verbesserung der Verbrennungsqualität ermöglicht.

In Figur 6 ist ein stark schematisiertes Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Die einzelnen Schritte des Verfahrens orientieren sich beispielsweise an dem in Figur 5 dargestellten Blockschaltbild. In einem Schritt 100 wird aus dem Kennfeld 64 in Abhängigkeit von einer Mengenvorgabe 66 und einem Raildruck 68 die Ansteuerdauer 50 ermittelt.

In einem Schritt 110 wird aus einer bereitgestellten injektorindividuellen Abhebeverzögerung und einem beispielsweise in einem Speicherbereich des Steuergeräts 22 abgelegten Mittelwert 70 einer statistisch relevanten Anzahl von Injektoren eine Differenz gebildet und diese Differenz wird mittels des Verstärkungsfaktors k multipliziert.

In einem Schritt 120 erfolgt die Bestimmung der injektorindividuellen Ansteuerdauer 74, dadurch dass die in dem Schritt 110 ermittelte Ansteuerdauer 50 mit dem Differenzwert 72 nach Berücksichtigung des Verstärkungsfaktors k beispielsweise durch Bildung einer Differenz verknüpft wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise fortlaufend während des Betriebs der Brennkraftmaschine durchgeführt. Dadurch ist eine besonders sensible Korrektur der Ansteuerzeit bzw. Ermittlung der injektorindividuellen Ansteuerzeiten möglich, wodurch auch Alterungseffekte der Injektoren 18 berücksichtigt werden können.

5 Ansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines Injektors (18) in einer Kraftstoffeinspritzanlage in einer Brennkraftmaschine (10), wobei die Kraftstoffeinspritzanlage eine Mehrzahl von Injektoren (18) umfasst und wobei eine mittels eines Injektors (18) eingespritzte Kraftstoffmenge von der Ansteuerdauer (50) des Injektors (18) abhängt, dadurch gekennzeichnet, dass für mindestens einen Injektor (18) eine individuelle Ansteuerdauer (74) in Abhängigkeit von einer individuellen Abhebeverzögerung (48) dieses Injektors (18) ermittelt wird und die Ansteuerung für diesen Injektor (18) in Abhängigkeit von der ermittelten individuellen Ansteuerdauer (74) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhebeverzögerung (48) während des Betriebs der Brennkraftmaschine (10) ermittelt wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die individuelle Ansteuerdauer (74) derart bestimmt wird, dass die der individuellen Ansteuerdauer (74) entsprechende Kraftstoffmenge einem für den in der Brennkraftmaschine (10) vorhandenen Injektoren (18) gemeinsamen Mittelwert entspricht.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kraftstoffmengenabweichung in Abhängigkeit von der Abhebeverzögerung (48) ermittelt wird und die injektorindividuelle Ansteuerdauer (74) in Abhängigkeit von der Kraftstoffmengenabweichung ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhebeverzögerung (48) als Abweichung von einem Mittelwert (70) bestimmt wird, wobei der Mittelwert (70) aus den Abhebeverzögerungen einer statistisch relevanten Anzahl von Injektoren

(18) oder aus den Abhebeverzögerungen der in der Brennkraftmaschine (10) vorhandenen Injektoren (18) gebildet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- 5
- eine Ansteuerdauer (50) aus einem Kennfeld (64) in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Kraftstoffmenge (66) und von einem in einem Rail (16) herrschenden Druck (68) bestimmt wird,
 - die Ansteuerdauer (50) um einen injektorindividuellen Differenzbetrag (72) korrigiert wird, wobei der injektorindividuelle Differenzbetrag (72) aus der Differenz der injektorindividuellen Abhebeverzögerung (48) und dem in einem Steuergerät (22) hinterlegten Mittelwert (70) der Abhebeverzögerung der statistisch relevanten Anzahl von Injektoren (18) gebildet wird und wobei mittels eines Verstärkungsfaktors (k) der Einfluss des injektorindividuellen Differenzbetrags (72) auf die mittlere Ansteuerdauer (50) berücksichtigt wird.
- 10
- 15

7. Steuergerät (22) zur Steuerung/Regelung der Kraftstoffeinspritzung in einer Brennkraftmaschine (10), wobei die Brennkraftmaschine (10) eine Kraftstoffeinspritzanlage und die Kraftstoffeinspritzanlage eine Mehrzahl von Injektoren (18) umfasst und wobei eine mittels eines Injektors (18) eingespritzte Kraftstoffmenge von der Ansteuerdauer (50) des Injektors (18) abhängt, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) Mittel zur Bestimmung einer individuellen Ansteuerdauer (74) für mindestens einen Injektor (18) in der Brennkraftmaschine (10) in Abhängigkeit von einer Abhebeverzögerung (48) dieses Injektors (18) und Mittel zur Ansteuerung dieses Injektors (18) in Abhängigkeit von der ermittelten individuellen (74) Ansteuerdauer umfasst.

20

25

8. Steuergerät (22) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) Mittel zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 aufweist.

30

9. Computerprogramm, das auf einem Recheng Gerät, insbesondere auf einem Steuergerät (22) zur Steuerung/Regelung der Kraftstoffeinspritzung in einer Brennkraftmaschine (10), ablauffähig ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der

35

Ansprüche 1 bis 6 programmiert ist, wenn das Computerprogramm auf dem Rechengert ausgefuhrt wird.

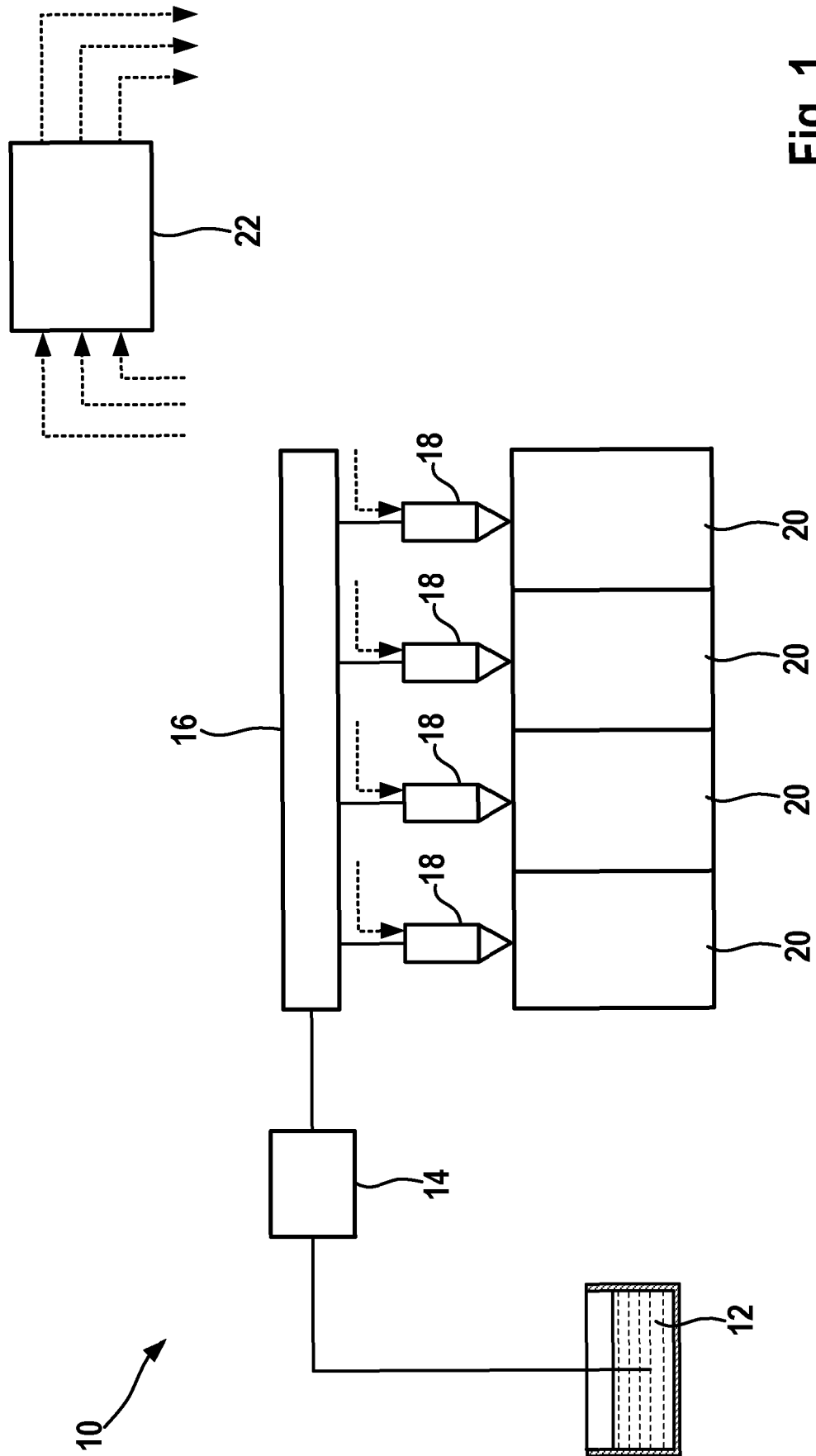


Fig. 1

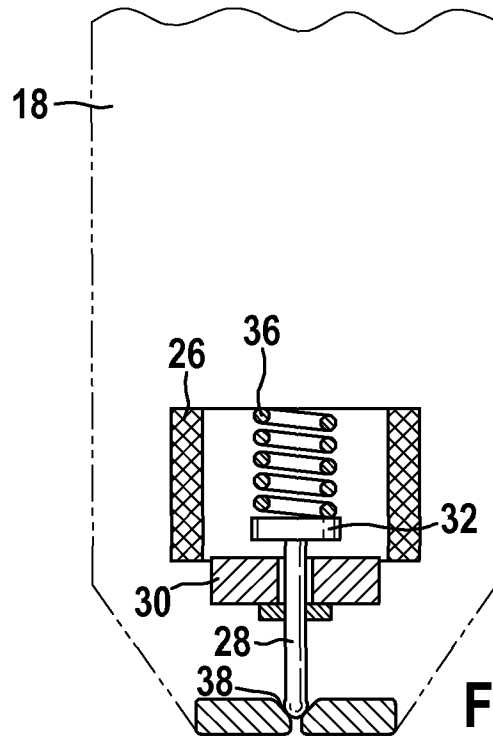


Fig. 2A

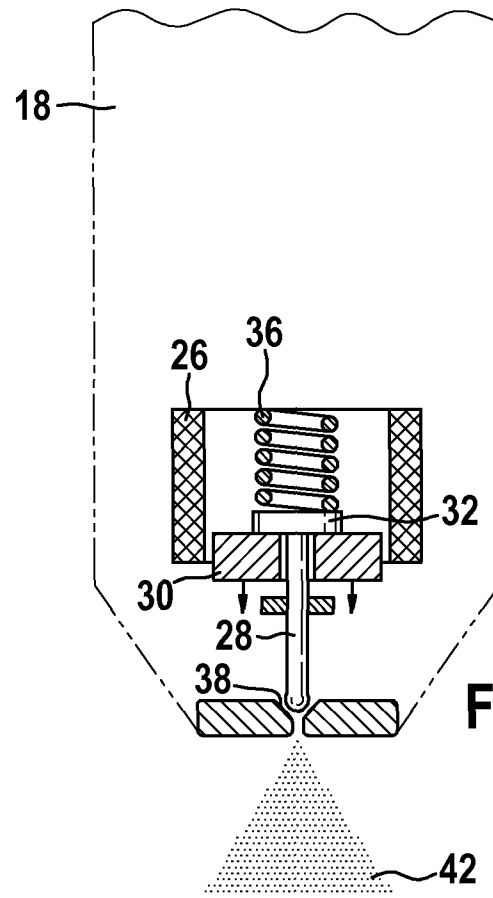


Fig. 2B

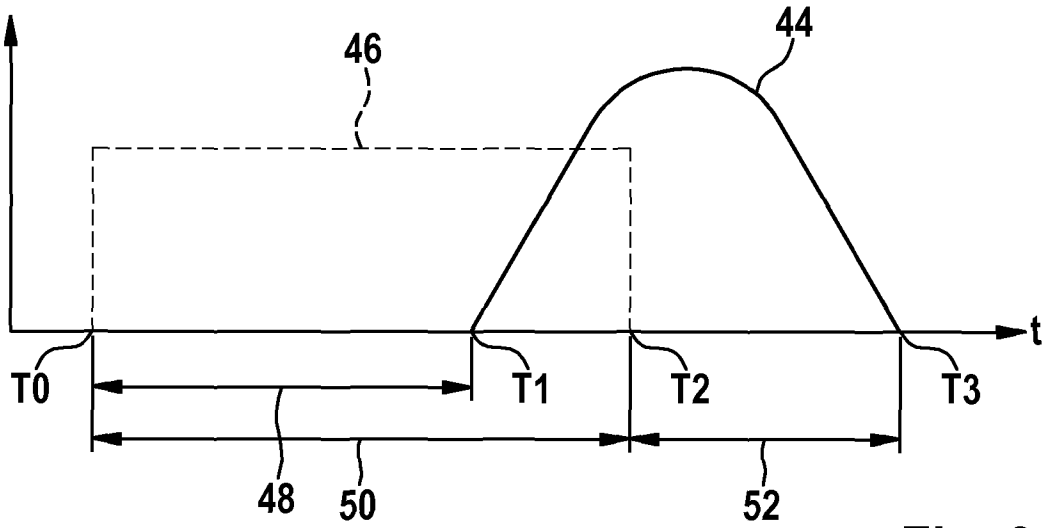


Fig. 3

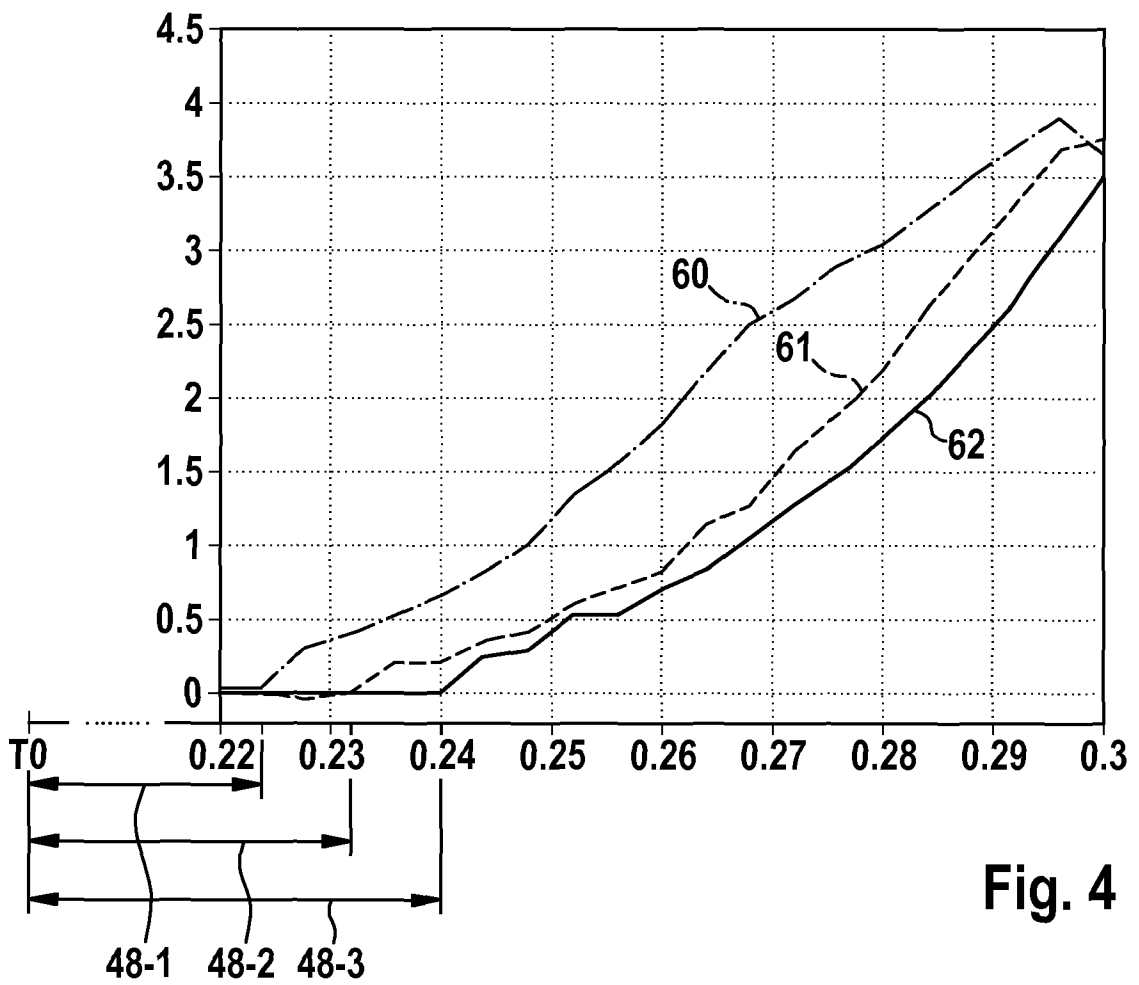


Fig. 4

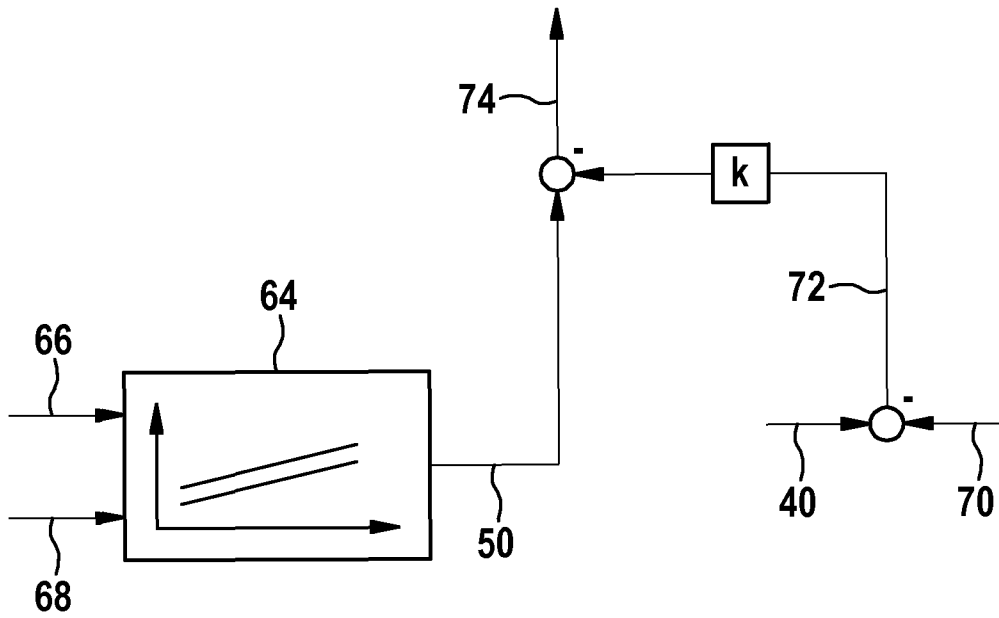


Fig. 5

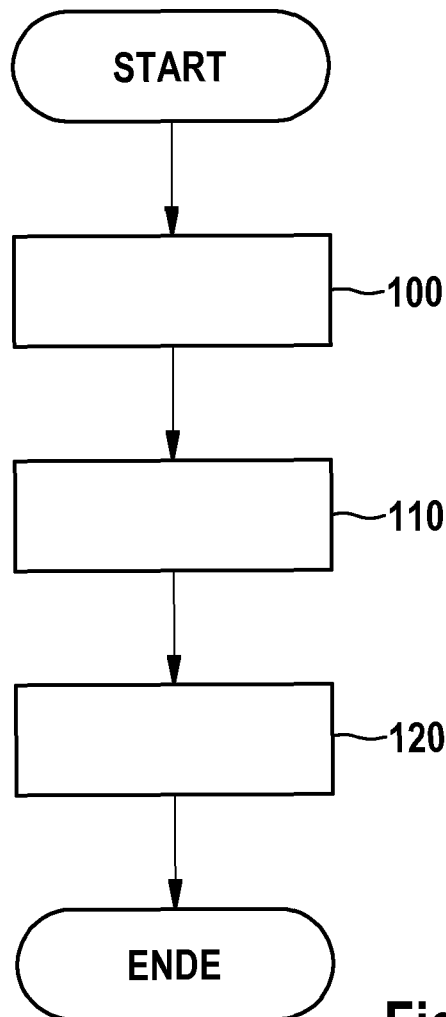


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/055356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02D41/20 ADD.		
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) F02D		
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	EP 0 905 359 A2 (ISUZU MOTORS LTD [JP]) 31 March 1999 (1999-03-31) paragraphs [0013] - [0015], [0034]	1-4,7-9
X	DE 10 2007 019099 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 30 October 2008 (2008-10-30) paragraphs [0013], [0050] - [0058]	1-9
X	US 2001/032619 A1 (NISHIYAMA YASUHIRO [JP]) 25 October 2001 (2001-10-25) paragraphs [0008], [0021], [0073] - [0082]	1-4,7-9
X	EP 0 971 115 A2 (ISUZU MOTORS LTD [JP]) 12 January 2000 (2000-01-12) paragraphs [0014] - [0017], [0023], [0025]	1,2,7-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.- <input checked="" type="checkbox"/> 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 <h2 style="text-align: center;">15 June 2010</h2>	Date of mailing of the international search report <h2 style="text-align: center;">02/07/2010</h2>	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <h2 style="text-align: center;">Pileri, Pierluigi</h2>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2010/055356
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0905359	A2	31-03-1999	DE 69829142 D1 07-04-2005
			DE 69829142 T2 06-04-2006
			JP 11101149 A 13-04-1999
			US 6102009 A 15-08-2000
DE 102007019099	A1	30-10-2008	CN 101663478 A 03-03-2010
			WO 2008129008 A2 30-10-2008
			US 2010116911 A1 13-05-2010
US 2001032619	A1	25-10-2001	NONE
EP 0971115	A2	12-01-2000	DE 69935826 T2 27-12-2007
			JP 3855473 B2 13-12-2006
			JP 2000027689 A 25-01-2000
			US 6276337 B1 21-08-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/055356

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/20
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D
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	EP 0 905 359 A2 (ISUZU MOTORS LTD [JP]) 31. März 1999 (1999-03-31) Absätze [0013] - [0015], [0034]	1-4, 7-9
X	DE 10 2007 019099 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Absätze [0013], [0050] - [0058]	1-9
X	US 2001/032619 A1 (NISHIYAMA YASUHIRO [JP]) 25. Oktober 2001 (2001-10-25) Absätze [0008], [0021], [0073] - [0082]	1-4, 7-9
X	EP 0 971 115 A2 (ISUZU MOTORS LTD [JP]) 12. Januar 2000 (2000-01-12) Absätze [0014] - [0017], [0023], [0025]	1, 2, 7-9

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
- * & * Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 15. Juni 2010	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 02/07/2010
---	---

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Pileri, Pierluigi
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/055356

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0905359 A2	31-03-1999	DE 69829142 D1	07-04-2005
		DE 69829142 T2	06-04-2006
		JP 11101149 A	13-04-1999
		US 6102009 A	15-08-2000

DE 102007019099 A1	30-10-2008	CN 101663478 A	03-03-2010
		WO 2008129008 A2	30-10-2008
		US 2010116911 A1	13-05-2010

US 2001032619 A1	25-10-2001	KEINE	

EP 0971115 A2	12-01-2000	DE 69935826 T2	27-12-2007
		JP 3855473 B2	13-12-2006
		JP 2000027689 A	25-01-2000
		US 6276337 B1	21-08-2001
