

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
15. November 2012 (15.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/152485 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 51/06 (2006.01) *F02D 41/40* (2006.01)
F02M 65/00 (2006.01) *F02D 41/20* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/054775

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. März 2012 (19.03.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 075 750.3 12. Mai 2011 (12.05.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RUSSE, Peter
Matthias** [DE/DE]; Neuprüll 19k, 93051 Regensburg
(DE). **HOFFMANN, Robert** [DE/DE]; Fürstenzellerstr.
25, 94099 Ruhstorf/Rott (DE). **LEHNER, Steffen**
[DE/DE]; Gemmingenstraße 51, 85072 Eichstätt (DE).

WIEHOFF, Hans-Jörg [DE/DE]; Burgfriedenweg 18,
93051 Regensburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL
AUTOMOTIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506
München (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, DE, 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, QA, RO, RS, RU, RW,
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.

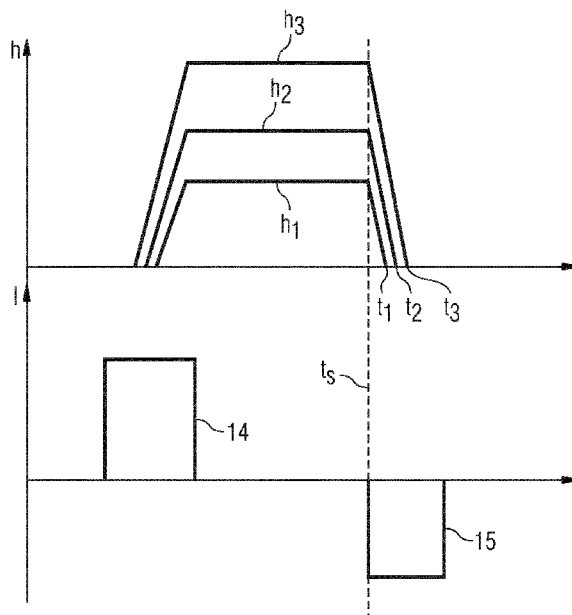
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A POSITION OF A LOCK ELEMENT OF AN INJECTION VALVE FOR AN
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINER POSITION EINES VERSCHLUSSELEMENTS EINES
EINSPRITZVENTILS FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for
determining a position of a lock element (4) of an injection
valve (3) for an internal combustion engine, in which, in
order to lock the injection valve, the lock element is moved
in the direction of a locked position in a closing movement,
and subsequently a closure time is measured at which the
lock element arrives in the locked position, wherein a time
difference between the closure time and a preceding starting
time of the closing movement is determined, and a position
which the lock element has assumed at the starting time of
the closing movement is determined using the time
difference. The invention also relates to an injection system
(1) which is configured for carrying out such a method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein
Verfahren zum Ermitteln einer Position eines
Verschlusselements (4) eines Einspritzventils (3) für eine
Brennkraftmaschine, bei dem zum Verschliessen des
Einspritzventils das Verschlusselement in eine
Schliessbewegung in Richtung einer Verschlussposition
versetzt wird und anschliessend ein Schliesszeitpunkt
gemessen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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,
RS, SE, SI, 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)

wird, in dem das Verschlusselement in der Verschlussposition eintrifft, wobei eine Zeitdifferenz zwischen dem Schliesszeitpunkt und einem vorangegangenen Startzeitpunkt der Schliessbewegung bestimmt wird und unter Verwendung der Zeitdifferenz eine Position ermittelt wird, die das Verschlusselement im Startzeitpunkt der Schliessbewegung eingenommen hat. Die Erfindung betrifft ausserdem ein Einspritzsystem (1), das zur Durchführung eines derartigen Verfahrens eingerichtet ist.

Beschreibung

Verfahren zum Ermitteln einer Position eines Verschlusselements eines Einspritzventils für eine Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer Position eines Verschlusselements eines Einspritzventils für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs. Die Erfindung betrifft außerdem ein Einspritzsystem zum Einspritzen
10 eines Kraftstoffs in eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Nebenanspruchs.

Einspritzsysteme, wie beispielsweise Common-Rail-Einspritzsysteme, dienen der Einspritzung von Kraftstoff in eine
15 Brennkraftmaschine, etwa in einen Dieselmotor oder in einen Otto-Motor eines Fahrzeugs. Zu diesem Zweck weist ein Einspritzsystem bekanntermaßen ein oder mehrere Einspritzventile auf, die zum Einspritzen des Kraftstoffs mittels einer Steuereinheit des Einspritzsystems angesteuert werden können. Ein
20 Einspritzventil, häufig auch als Injektor bezeichnet, weist zum Öffnen und Schließen des Einspritzventils ein Verschlusselement auf, das mittels eines Antriebs des Einspritzventils bewegt werden kann. Befindet sich das Verschlusselement in einer Verschlussposition, so ist der Injektor geschlossen und kein
25 Kraftstoff wird eingespritzt. Befindet sich das Verschlusselement nicht in der Verschlussposition, so ist der Injektor teilweise oder vollständig geöffnet und Kraftstoff wird eingespritzt. Üblicherweise weist der Injektor ein oder mehrere Einspritzöffnungen auf, durch die der Kraftstoff eingespritzt
30 wird und die zu diesem Zweck mittels des Verschlusselements teilweise oder vollständig oder freigegeben bzw. verschlossen werden können.

Zur Minimierung vom Abgas- und Lärmemissionen und für eine
35 möglichst hohe Energieeffizienz ist es entscheidend, dass Einspritzmengen des Kraftstoffes möglichst genau dosierbar und die Zeitpunkte der Einspritzungen möglichst genau steuerbar sind. Insbesondere ist es bekannt, dass eine Einspritzung eine

oder mehrere Einzeleinspritzungen umfassen kann, wie beispielsweise eine Haupteinspritzung und weitere Vor- und/oder Nacheinspritzungen. So lässt sich durch die Verwendung von mehreren Einzeleinspritzungen ein nicht-trivialer zeitlicher Einspritzratenverlauf einer Einspritzung erzielen. Unter einer Einspritzrate wird die pro Zeiteinheit eingespritzte Kraftstoffmenge verstanden.

Zu diesem Zweck ist häufig vorgesehen, das Einspritzventil nicht vollständig sondern nur teilweise zu öffnen, also einen reduzierten Öffnungsgrad des Einspritzventils einzustellen. Zum teilweisen Öffnen des Einspritzventils wird das Verschlusselement nicht bis zu einem mechanischen Anschlag von der Verschlussposition weg bewegt, sondern beispielsweise nur soweit, bis manche aber nicht alle einer Mehrzahl von Einspritzöffnungen freigegeben werden. Dies ist etwa dann möglich, wenn es sich bei dem Injektor um eine sogenannte „Variodüse“ handelt, deren Einspritzlöcher in unterschiedlichen Ebenen („Etagen“) angeordnet sind. Ein reduzierter Öffnungsgrad kann auch durch eine Drosselwirkung des Verschlusselements erzielt werden, welche umso größer ist, je näher sich das Verschlusselement an seiner Verschlussposition befindet. Weist das Verschlusselement des Einspritzventils eine Düsennadel zum Verschließen einer oder mehrerer Einspritzöffnungen auf, so kann ein reduzierter Öffnungsgrad des Einspritzventils also dadurch erzielt werden, dass die Düsennadel nicht vollständig und bis zu einem Anschlag der Düsennadel, d.h. bis zu einem maximalen Nadelhub der Düsennadel, von der Verschlussposition aus angehoben wird, sondern dass sie nur bis zu einem reduzierten Nadelhub angehoben wird.

Neben der beschriebenen Formung des zeitlichen Verlaufs von Einspritzraten ist die Kenntnis der Position des Verschlusselements auch für Fahrzeugdiagnosen („On Board Diagnostic“) mittels eines Motor-Steuergerätes bzw. einer „On-Board-Unit“ („OBU“) vorteilhaft. So können beispielsweise ausgefallene, immer geschlossene, sowie offen stehende Injektoren diagnostiziert werden, beispielsweise eines elektrischen Defektes eines

der Injektoren des Einspritzsystems. Außerdem kann mit Informationen über die Position des Verschlusselements auf die Einspritzrate und Einspritzmenge und damit auf verschiedene Eigenschaften der Brennkraftmaschine und gegebenenfalls auch
5 eines mit ihr angetriebenen Fahrzeugs geschlossen werden.

Prinzipiell lässt sich die Position des Verschlusselements und damit der Öffnungsgrad des Einspritzventils mittels eines zusätzlichen Sensors erfassen. So ist es beispielsweise bekannt,
10 einen speziellen Nadelhubsensor an der Düsennadel eines Injektors anzuordnen und den Nadelhub der Düsennadel mit diesem zusätzlichen Sensor direkt zu messen. Dies führt jedoch zu höheren Herstellungskosten des Einspritzventils. Ohne einen zusätzlichen Sensor ist im Stand der Technik lediglich die
15 Positionsmessung des Verschlusselementes zum Zeitpunkt seines Eintreffens in der Verschlussposition, also nur während des sogenannten Schließ- oder Verschlusszeitpunktes des Einspritzventils bekannt, wie es beispielsweise in den Druckschriften DE 10 2009 032 521 A1 und DE 10 2004 023 545 A1
20 beschrieben wird. Für einen Rückschluss auf den Öffnungsgrad des Ventils während des Einspritzens, also vor dem Schließzeitpunkt, ist diese Information alleine jedoch nicht ausreichend.

Es ist damit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren
25 vorzuschlagen, dass eine möglichst genaue Bestimmung der Position eines Verschlusselementes eines Einspritzventils während eines Einspritzvorgangs erlaubt. Dabei soll dieses Verfahren mit einem Einspritzventil durchführbar sein, das möglichst kostengünstig herstellbar ist. Außerdem soll ein möglichst kostengünstiges Einspritzsystem vorgeschlagen werden, dass zur
30 Durchführung eines solchen Verfahrens eingerichtet ist, mit dem sich also die Position eines Verschlusselementes eines Einspritzventils des Einspritzsystems auch während eines Einspritzvorgangs bestimmen lässt.

35

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß dem Hauptanspruch und durch ein Einspritzsystem gemäß dem

Nebenanspruch. Weiterentwicklungen und spezielle Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich mit den Unteransprüchen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Ermitteln einer Position
5 eines Verschlusselements eines Einspritzventils für eine
Brennkraftmaschine sieht also vor, dass zum Verschließen des
Einspritzventils das Verschlusselement in eine Schließbewegung
in Richtung einer Verschlussposition versetzt wird und an-
schließend ein Schließzeitpunkt gemessen wird, in dem das
10 Verschlusselement in der Verschlussposition eintrifft. Für die
Erfindung ist wesentlich, dass eine Zeitdifferenz zwischen dem
Schließzeitpunkt und einem vorangegangenen Startzeitpunkt der
Schließbewegung bestimmt wird und unter Verwendung der Zeit-
differenz eine Position ermittelt wird, die das Verschluss-
15 element im Startzeitpunkt der Schließbewegung eingenommen hat.

Der Erfindung liegt somit die Erkenntnis zugrunde, dass es einen
eindeutigen Zusammenhang zwischen der Position des Ver-
schlusselements zum Startzeitpunkt der Schließbewegung, also
20 während eines Einspritzvorgangs des Einspritzventils, und der
genannten Zeitdifferenz gibt. Je größer diese Zeitdifferenz ist,
umso länger muss der Weg gewesen sein, den das Verschlusselement
ab dem Startzeitpunkt bis zum Erreichen der Schließposition
zurückgelegt hat. Somit eignet sich diese Zeitdifferenz bereits
25 selbst als eindeutiges Maß für die Position des Verschluss-
elements zum Startzeitpunkt der Schließbewegung.

Mithin soll der Begriff Position also auch jede Messgröße
bezeichnen können, die sich als Maß für die mittels der Erfindung
30 bestimmten Position eignet, so z.B. die genannte Zeitdifferenz
selbst oder auch eine Hubhöhe (auch kurz als Hub bezeichnet), die
als Abstand zwischen der Position des Verschlusselements zum
Startzeitpunkt der Schließbewegung und der Verschlussposition
definiert ist.

35

Als Startzeitpunkt der Schließbewegung kann beispielsweise eine
entsprechende Ansteuerung des Antriebs zum Auslösen der
Schließbewegung verwendet werden.

Aus der genannten Zeitdifferenz kann die Hubhöhe beispielsweise mittels einer Bewegungsgleichung des Verschlusselements bestimmt werden, in die die genannte Zeitdifferenz eingesetzt wird. Bei dieser Bewegungsgleichung kann es sich beispielsweise um eine
5 (zeitintegrierte) Newtonsche Bewegungsgleichung handeln, in die eine Masse des Verschlusselements sowie weitere auf das Verschlusselement einwirkende Kräfte, wie etwa Antriebskräfte bzw. der Antriebsimpuls des Antriebs, Federkräfte, Druckkräfte und Reibungskräfte, aufgenommen sind. In die Bewegungsgleichung
10 können auch weitere Messgrößen, wie etwa ein Druck und/oder eine Viskosität des Kraftstoffs, eine Temperatur des Kraftstoff und/oder des Injektors eingehen.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Hubhöhe anhand der oben
15 definierten Zeitdifferenz aus einem entsprechenden Kennfeld des Einspritzventils ausgelesen wird, wobei entlang einer ersten Achse des Kennfeldes Werte von Zeitdifferenzen und entlang einer weiteren Achse zugehörige Werte der Hubhöhe aufgetragen sind. Entlang weiterer Achsen des Kennfeldes können beispielsweise ein
20 Druck und/oder eine Viskosität des Kraftstoffs, eine Temperatur des Kraftstoffs und/oder des Injektors sowie ein Antriebsimpuls aufgetragen sein, wobei der Antriebsimpuls mittels des Antriebs auf das Verschlusselement zum Auslösen einer Hub- oder einer Schließbewegung übertragen wird.

25 Mit dem Begriff des Antriebsimpulses sollen allgemein auch solche Größen bezeichnet werden, die ein Maß für eine Intensität bzw. Stärke darstellen, mit der das Verschlusselement in eine Hub- oder Schließbewegung versetzt wird. Weist der Antrieb beispielsweise als Aktor einen Piezoaktor, wie weiter unten
30 ausführlicher beschrieben ist, kann es sich bei dem Antriebsimpuls um einen elektrischen Impuls bzw. eine elektrische Ladeenergie, eine elektrische Entlade- oder Ladespannung, einen elektrischen Entlade- oder Ladestrom handeln, der bzw. die durch
35 das Piezoelement in Form eines mechanischen Impulses oder Kraftstoßes bzw. in Form von Bewegungsenergie auf das Verschlusselement übertragen wird.

Der Erfindung liegt außerdem die Einsicht zugrunde, dass es in den meisten Anwendungsfällen völlig ausreichend ist, die Position des Verschlusselements zum Startzeitpunkt der Schließbewegung, also die entsprechend definierte Hubhöhe, zu bestimmen, da das

5 Verschlusselement während einer bis zu diesem Startzeitpunkt andauernden Haltephase in der Regel in einer im Wesentlichen unveränderten Halteposition gehalten wird, um einen möglichst konstanten Öffnungsgrad des Einspritzventils während dieser Haltephase zu gewährleisten.

10

In einer Weiterentwicklung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Verschlusselement mittels eines Piezoelements in die Schließbewegung bzw. eine Hubbewegung versetzt wird. In diesem Fall umfasst der Antrieb also einen als Piezoelement ausgestalteten Aktor, der auch kurz als Piezoaktor bezeichnet wird.

15 Typischerweise weist der Piezoaktor einen Stapel von piezoelektrischen Kristallen auf. Prinzipiell ist es aber auch möglich, dass das Schließelement mittels eines elektromagnetischen Aktors, kurz Magnetaktor, des Antriebs bewegt wird.

20

Vorzugsweise wird das Verschlusselement des Injektors durch den Aktor des Antriebs, also beispielsweise den oben genannten Piezoaktor, direkt und im Wesentlichen verzögerungsfrei angetrieben, d.h. Kräfte zwischen Aktor und Verschlusselement werden direkt und im Wesentlichen verzögerungsfrei übertragen.

25 Durch den somit direkt und im Wesentlichen verzögerungsfrei auf das Verschlusselement einwirkenden Aktor ist eine besonders genaue Positionierung des Verschlusselements und Gestaltung des Einspritzratenverlaufes möglich. Dabei wird die Kraftübertragung zwischen dem Aktor und dem Verschlusselement ausschließlich über im Wesentlichen starre Bauteile übertragen. Insbesondere wird auf einen hydraulischen Abschnitt in der Kraftübertragung zwischen dem Antrieb und dem Verschlusselement verzichtet, insbesondere auf die Verwendung eines sogenannten

30 Servoventils zwischen dem Aktor und dem Verschlusselement. Einspritzventile mit direkt auf das Verschlusselement einwirkenden Aktoren werden häufig auch als „direkt angetriebene Injektoren“ bezeichnet und sind beispielsweise aus der

35

Druckschrift EP 1 760 305 A1 bekannt, deren Offenbarungsgehalt hiermit vollständig übernommen sei.

In einer besonders bevorzugten Weiterentwicklung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Eintreffen des Verschlusselements in der Verschlussposition mit dem Aktor des Antriebs detektiert wird. In diesem Fall wird der Aktor des Antriebs also auch als Sensor verwendet. Hierbei wird ausgenutzt, dass beim Eintreffen des Verschlusselements ein mechanischer Impuls bzw. Rückstoß von dem Verschlusselement zurück auf den Aktor übertragen wird, welcher auf den Aktor einwirkt. Zur Übertragung dieses Rückstoßes oder Impulses ist wiederum die oben beschriebene direkte Kraftübertragung zwischen dem Aktor und dem Verschlusselement besonders vorteilhaft, da durch sie der Rückstoß bzw. Impuls praktisch kaum abgeschwächt und nur wenig verzögert wird und somit durch den Aktor besonders sicher und genau erfasst werden kann.

Ist der Aktor beispielsweise durch einen Piezoaktor gegeben, dient der Piezoaktor in diesem Fall gleichzeitig als Piezosensor. Durch das Eintreffen des Verschlusselements in der Schließposition werden in dem Piezoaktor Signale ausgelöst, beispielsweise in der Form von elektrischen Spannungsänderungen oder Strömen am Piezoaktor, anhand derer der Schließzeitpunkt bestimmt werden kann.

Prinzipiell kann aber auch ein elektromagnetischer Aktor als Sensor verwendet werden, um das Eintreffen des Verschlusselements in der Schließposition zu messen, wie beispielsweise in der Druckschrift DE 10 2009 032 521 A1 beschrieben. Prinzipiell kann das Eintreffen des Verschlusselements in der Schließposition aber auch mittels eines zusätzlichen Sensors detektiert werden, wie eingangs erwähnt wurde. Dies führt im Allgemeinen aber zu höheren Kosten bei der Herstellung des Injektors.

35

In einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Verschlusselement eine Düsennadel aufweist. Typischerweise sitzt die Düsennadel in der Verschlussposition auf einem Na-

delsitz des Einspritzventils auf. Die Hubhöhe der Düsennadel wird häufig auch als Nadelhub bezeichnet.

5 In einer Weiterentwicklung des Verfahrens ist vorgesehen, dass zum teilweisen oder vollständigen Öffnen des Einspritzventils für eine Einzeleinspritzung das Verschlusselement mittels eines auf das Verschlusselement übertragenen Antriebsimpulses in eine Hubbewegung versetzt wird. Dabei kann für eine möglichst genaue Erzielung einer bestimmten Hubhöhe des Verschlusselements der
10 Antriebsimpuls unter Verwendung bzw. Berücksichtigung der Position ermittelt werden, die das Verschlusselement zum Startzeitpunkt der vorausgegangenen Schließbewegung während einer früheren Einzeleinspritzung eingenommen hat.

15 So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Öffnungsgrad eine zu diesem Öffnungsgrad gehörige Hubhöhe des Verschlusselements bestimmt wird. Diese Hubhöhe kann beispielsweise in Abhängigkeit von einem gewünschten Drosseleffekt durch das Verschlusselement bestimmt
20 werden. Die Hubhöhe kann auch im Fall einer eingangs beschriebenen Variodüse durch eine Ebene von Einspritzlöchern der Variodüse definiert sein. Anschließend wird der zu der gewünschten Hubhöhe gehörige Antriebsimpuls bestimmt. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass der Antriebsimpuls aus
25 einem Ansteuerkennfeld des Einspritzventils ausgelesen wird, in welchem Wertepaare von Antriebsimpulsen für Hubbewegungen und zugehörige erwartete Hubhöhen und/oder zugehörige Zeitdifferenzen enthalten sind, wobei diese so definiert sind wie oben beschrieben. Zusätzlich kann das Ansteuerkennfeld zusätzliche
30 Achsen mit weiteren Messgrößen aufweisen, wie die weiter oben beschriebenen Kennfelder. Die zusätzlichen Messgrößen, wie etwa der Druck und/oder die Temperatur des Kraftstoffs, können ebenfalls bei der Bestimmung des Antriebsimpulses berücksichtigt werden.

35

Es kann auch vorgesehen sein, dass bei Abweichungen zwischen der bestimmten Hubhöhe des Verschlusselements und einem vorgegebenen Sollwert der Hubhöhe, die einen vorgegebenen Schwellwert

überschreiten, ein entsprechendes Signal erzeugt wird und beispielsweise an eine On-Board-Unit zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet wird, etwa für eine On-Board-Diagnostic. Derartige Abweichungen können, wie eingangs beschrieben, beispielsweise bei einem elektrischen Defekt des Injektors auftreten.

Ein erfindungsgemäßes Einspritzsystem zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine umfasst eine Steuereinheit und mindestens ein Einspritzventil, welches ein Verschlusselement zum Verschließen des Einspritzventils, einen Antrieb für das Verschlusselement und einen Sensor aufweist. Der Sensor ist dazu eingerichtet, auf ein Eintreffen des Verschlusselements in einer Verschlussposition anzusprechen und ein entsprechendes Signal zu erzeugen. Die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, den Antrieb zum Auslösen einer Schließbewegung des Verschlusselements in Richtung der Verschlussposition anzusteuern und anhand des Signals des Sensors einen Schließzeitpunkt zu ermitteln, in dem das Verschlusselement des mindestens einen Einspritzventils in der Verschlussposition eintrifft.

Für das erfindungsgemäße Einspritzsystem ist es entscheidend, dass die Steuereinheit außerdem dazu eingerichtet ist, eine Zeitdifferenz zwischen dem Schließzeitpunkt und einem vorangegangenen Startzeitpunkt der Schließbewegung zu bestimmen und unter Verwendung dieser Zeitdifferenz eine Position zu ermitteln, die das Verschlusselement im Startzeitpunkt der Schließbewegung eingenommen hat. Das Einspritzsystem ist somit zur Durchführung des hier vorgeschlagenen Verfahrens eingerichtet. Damit übertragen sich alle der bezüglich des Verfahrens erläuterten Wirkungsweisen und Vorteile entsprechend auch auf das Einspritzsystem. Dies gilt ebenfalls für die im Folgenden beschriebenen Weiterentwicklungen und speziellen Ausführungsformen des Einspritzsystems, deren Wirkungsweisen und Vorteile denen der oben beschriebenen Ausführungsformen des Verfahrens entsprechen.

So ist in einer Weiterentwicklung des Einspritzsystems vorgesehen, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, die genannte Position anhand der Zeitdifferenz mittels einer Bewegungsgleichung des Verschlusselements zu bestimmen oder die
5 genannte Position anhand der Zeitdifferenz aus einem Kennfeld des Einspritzventils auszulesen, so wie es bereits oben im Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen Verfahren im Einzelnen beschrieben wurde.

10 In einer Ausführungsform des Systems weist der Antrieb der mindestens einen Einspritzdüse einen Aktor auf, der durch einen Piezoaktor gegeben sein kann. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass der Aktor durch einen Magnetaktor gegeben ist. Vorzugsweise besteht, wie bereits oben im Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen
15 Verfahren beschrieben worden ist, eine im Wesentlichen starre Verbindung zwischen dem Antrieb und dem Verschlusselement, um eine direkte Kraftübertragung zwischen dem Antrieb und dem Verschlusselement zu erzielen. Es handelt sich bei dem Injektor dann um einen sogenannten direkt angetriebenen Injektor.

20 In einer Weiterentwicklung ist vorgesehen, dass der Sensor durch den Aktor des Antriebs gegeben ist, dass also der Sensor auch als Aktor des Antriebs dient. Beispielsweise kann im Fall, dass der Aktor durch einen Piezoaktor gegeben ist, dieser Piezoaktor
25 gleichzeitig auch die Funktion des Sensors übernehmen und umgekehrt. Der Sensor, der in diesem Fall auch als Piezosensor bezeichnet wird, und der Piezoaktor sind dann also durch dasselbe Bauteil realisiert.

30 In einer Weiterentwicklung weist das Verschlusselement eine Düsennadel auf, die in der Verschlussposition vorzugsweise auf einem Nadelsitz des Einspritzventils aufsitzt. Es kann ferner vorgesehen sein, dass die mindestens eine Einspritzdüse als Variodüse ausgestaltet ist, dass sie also mehrere Einspritz-
35 löcher aufweist, die in unterschiedlichen Ebenen angeordnet sind. Befindet sich das Verschlusselement in einer bestimmten Hubhöhe, so sind die Einspritzlöcher in Ebenen unterhalb dieser Hubhöhe geöffnet und die Einspritzlöcher in Ebenen oberhalb

dieser Hubhöhe geschlossen. Somit besteht in diesem Fall eine eindeutige Korrespondenz zwischen der Hubhöhe und dem Öffnungsgrad des Einspritzventils.

- 5 In einer Weiterentwicklung ist vorgesehen, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den Antrieb zum Übertragen eines Antriebsimpulses auf das Verschlusselement anzusteuern zum Auslösen einer Hubbewegung des Verschlusselements und zum teilweisen oder vollständigen Öffnen des Einspritzventils für
10 eine Einzeleinspritzung. Dabei kann die Steuereinrichtung dazu eingerichtet sein, den Antriebsimpuls zur Erzielung einer bestimmten Hubhöhe des Verschlusselementes unter Verwendung der Position zu bestimmen, die das Verschlusselements zum Startzeitpunkt einer der vorausgegangenen Schließbewegungen während
15 einer früheren Einzeleinspritzung eingenommen hat.

Das Einspritzsystem kann als ein Common-Rail-Einspritzsystem ausgestaltet sein und einen Hochdruckspeicher, das sogenannte Common-Rail, für den Kraftstoff aufweisen. Zur Übertragung des
20 Kraftstoffs von dem Hochdruckspeicher in den mindestens einen Injektor sind der Hochdruckspeicher und der mindestens eine Injektor über eine oder mehrere Hochdruckleitungen hydraulisch miteinander verbunden.

- 25 Im Folgenden wird eine spezielle Ausführungsform der Erfindung anhand von Figuren 1 und 2 näher erläutert. Es zeigt:

- Figur 1 ein Einspritzsystem hier vorgeschlagener Art und
30 Figur 2 den zeitlichen Verlauf einer Hub- und einer Schließbewegung eines Schließelements des in Figur 1 gezeigten Injektors.

In Figur 1 ist ein Einspritzsystem 1 hier vorgeschlagener Art schematisch dargestellt. Das Einspritzsystem 1 umfasst eine
35 Steuereinheit 2 und mehrere Einspritzventile, von denen der Übersichtlichkeit halber nur ein einziges Einspritzventil 3 dargestellt ist. Das Einspritzventil 3 weist ein Verschluss-

element 4 mit einer Düsennadel 4' zum Verschließen von Einspritzlöchern 10, 10', 10'' des Einspritzventils 3 auf. Das Einspritzventil 3 umfasst ferner einen Antrieb 5 für das Verschlusselement 4 und einen Piezosensor 6. In einer

5 Schließposition sitzt die Düsennadel 4' auf einem Nadelsitz 11 auf und verschließt die Einspritzlöcher 10, 10' und 10'', die in drei entlang einer Längsachse des Einspritzventils 3 versetzten Ebenen angeordnet sind. Das Einspritzventil ist also als Variodüse ausgestaltet. Je nach momentanem Nadelhub ist somit

10 eine bestimmte Anzahl von Einspritzlöchern geöffnet bzw. durch die Düsennadel 4' geschlossen. Es besteht somit ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Nadelhub und einem Öffnungsgrad des Einspritzventils 3.

15 Der Piezosensor 6 übernimmt auch die Funktion eines Piezoaktors des Antriebs 5. Der Piezosensor 6 und der Piezoaktor des Antriebs 5 sind also durch dasselbe Bauteil gegeben, so dass im Folgenden der Piezoaktor und der Piezosensor 6 auch als Piezoelement 6 bezeichnet werden. Es besteht zwischen dem Piezoelement 6 und dem

20 Verschlusselement 4 eine im Wesentlichen starre Verbindung, die über starre Zwischenelemente hergestellt ist. Es handelt sich bei der Einspritzdüse also um eine direkt angetriebene Einspritzdüse 3, bei der eine direkte und im Wesentlichen verzögerungsfreie Kraftübertragung zwischen dem Antrieb 5 und dem Verschluss-

25 element 4 besteht. Die genannten starren Zwischenelemente, die die genannte Kraftübertragung gewährleisten, sind gegeben durch einen Zwischenstift 7, eine Glocke 8 und eine Hebelanordnung 9. Dehnt sich das Piezoelement 6 aus, wird über die Zwischenelemente eine Kraft in Richtung des Piezoelements 6 auf das Ver-

30 schlusselement 4 ausgeübt. Zieht sich das Piezoelement 6 zusammen, wird über die Zwischenelemente eine Kraft in die entgegengesetzte Richtung auf das Verschlusselement 6 ausgeübt, also in Richtung des Nadelsitzes 11.

35 Das Einspritzventil 3 weist außerdem einen Düsenraum 12 auf, der mit einem hier nicht dargestellten Hochdruckspeicher (Common-Rail) des Einspritzsystems 1 hydraulisch verbunden ist. Außerdem weist das Einspritzventil 3 eine Schließfeder 13 auf,

die dazu eingerichtet ist, eine auf das Verschlusselement 4 ausgeübte Druckkraft des im Düsenraum 12 enthaltenen Kraftstoffs zu kompensieren, so dass zum Bewegen des Verschlusselementes 4 durch das Piezoelement 6 nur noch eine relativ geringe Kraft ausgeübt werden muss.

Das Piezoelement 6 ist dazu eingerichtet, auf ein Eintreffen des Verschlusselements 4 in einer Verschlussposition, also auf ein Auftreffen der Düsennadel 4' auf dem Nadelsitz 11, anzusprechen und ein entsprechendes Signal zu erzeugen. Beim Auftreffen der Düsennadel 4' auf dem Nadelsitz 11 wird mittels aufgrund der beschriebenen direkten Kraftübertragung zwischen dem Verschlusselement 4 und dem Piezoelement 6 ein Rückstoß auf das Piezoelement 6 übertragen, der sich über den piezoelektrischen Effekt in einen elektrischen Spannungsimpuls umwandelt. Dieser Impuls wird als das genannte Signal auf die Steuereinheit 2 übertragen und von dieser detektiert und weiterverarbeitet. Insbesondere wird anhand des Signals ein Schließzeitpunkt des Einspritzventils bestimmt, in dem die Düsennadel 4' auf dem Nadelsitz 11 auftrifft.

Die Steuereinheit 2 ist außerdem dazu eingerichtet, den Antrieb 5 zum Auslösen einer Schließbewegung des Verschlusselements in Richtung der Verschlussposition anzusteuern, indem das Piezoelement 6 durch einen elektrischen Entladestrom elektrisch entladen wird. Dieser elektrische Entladestrom stellt somit einen Antriebsimpuls dar, der mittels des Piezoelements piezoelektrisch in mechanischen Energie umgewandelt wird und auf das Verschlusselement 4 (mittels der Zwischenelemente 7, 8, 9) übertragen wird, so dass dieses in die Schließbewegung versetzt wird. Der Zeitpunkt des Ansteuerns wird in der Steuereinheit 2 als Startzeitpunkt der Schließbewegung gespeichert.

Die Steuereinheit 2 ist außerdem dazu eingerichtet, eine Zeitdifferenz zwischen dem Schließzeitpunkt und einem vorangegangenen Startzeitpunkt der Schließbewegung zu bestimmen und unter Verwendung dieser Zeitdifferenz eine Position, d.h. einen Nadelhub der Düsennadel 4', zu ermitteln, die das Ver-

schlusselement 4 im Startzeitpunkt der Schließbewegung eingenommen hat. Dazu wird die Hubhöhe mittels der Steuereinheit 2 anhand dieser Zeitdifferenz aus einem in der Steuereinheit 2 gespeicherten Kennfeld des Einspritzventils 2 ausgelesen.

5 Entlang einer ersten Achse des Kennfeldes sind Werte von Zeitdifferenzen und entlang einer zweiten Achse zugehörige Werte der Hubhöhe (des Nadelhubs) aufgetragen. Entlang weiterer Achsen des Kennfeldes sind ein Druck, eine Temperatur und eine Viskosität des Kraftstoffs, eine Temperatur des Injektors auf-
10 getragen. Es ist vorgesehen, dass diese Größen ebenfalls beim Bestimmen der Hubhöhe aus der gemessenen Zeitdifferenz durch die Steuereinheit 2 berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck ist die Steuereinheit mit entsprechenden Sensoren (hier nicht dargestellt) verbunden.

15 Die Steuereinheit 2 könnte außerdem dazu eingerichtet sein, die Hubhöhe mittels einer zeitintegrierten Newtonsche Bewegungsgleichung zu berechnen, in die die Zeitdifferenz eingesetzt wird und in die eine Masse des Verschlusselements sowie auf das
20 Verschlusselement einwirkende Kräfte aufgenommen sind, nämlich der Antriebsimpuls des Antriebs, die Federkraft der Feder 13, die Druckkraft des Kraftstoffs und Reibungskräfte aufgenommen sind. In die Bewegungsgleichung sind außerdem weitere Messgrößen, nämlich eine Viskosität des Kraftstoffs sowie eine Temperatur des
25 Kraftstoff und des Injektors 3.

Die Steuereinheit ist außerdem dazu eingerichtet, das Antriebsselement 6 für ein teilweises oder vollständiges Öffnen des Einspritzventils 3 bis zu einer vorgegebenen Hubhöhe der Dü-
30 sennadel 4' anzusteuern. Hierzu wird durch die Steuereinheit 2 auf das Piezoelement 6 ein Antriebsimpuls in Form eines elektrischen Ladestroms übertragen, welche durch das Piezoelement piezoelektrisch auf das Verschlusselement 4 in Form einer mechanischen Bewegungsenergie übertragen wird, so dass das
35 Verschlusselement 4 in eine Hubbewegung versetzt wird. Die Steuereinheit 2 ist dazu eingerichtet, dass vor der Übertragung des Antriebsimpulses auf den Antrieb 6 zunächst in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Öffnungsgrad eine zu diesem Öffnungsgrad

gehörige Hubhöhe des Verschlusselements bestimmt wird, wobei diese Hubhöhe durch eine zu dem gewünschten Öffnungsgrad gehörige Ebene von Einspritzlöchern der Variodüse definiert ist. Anschließend wird der zu der gewünschten Hubhöhe gehörige Antriebsimpuls aus einem in der Steuereinheit 2 gespeicherten Ansteuerkennfeld des Einspritzventils 3 ausgelesen, in welchem Wertepaare von Antriebsimpulsen für Hubbewegungen und zugehörige erwartete Hubhöhen enthalten sind. Außerdem enthält das Ansteuerkennfeld zusätzliche Achsen, entlang denen der Druck und die Temperatur des Kraftstoffs aufgetragen sind, die ebenfalls bei der Bestimmung des Antriebsimpulses durch die Steuereinheit 2 berücksichtigt werden.

Die Steuereinheit 2 ist schließlich dazu eingerichtet, im Fall, dass eine Abweichung zwischen der bestimmten Hubhöhe des Verschlusselements 4 und einem vorgegebenen Sollwert der Hubhöhe einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, ein entsprechendes Signal zu erzeugen und an eine On-Board-Unit für eine On-Board-Diagnostic weiterzuleiten.

In Figur 2 sind zeitliche Verläufe der Hubhöhen dreier verschiedener Injektoren 3 des in Figur 1 gezeigten Einspritzsystems 1 schematisch dargestellt sowie zeitliche Verläufe von zugehörigen Antriebsimpulsen, mit denen die Antriebe 5 der Injektoren 3 zur Erzielung dieser Verläufe der Hubhöhen angesteuert wurden. Die Beschriftungen der Achsen haben die folgenden Bedeutungen: t ist die Zeit, I steht für eine Stromstärke und h für die Hubhöhe.

Zu erkennen ist ein erster Antriebsimpuls 14 in Form eines elektrischen Ladestroms mit positiver Stromstärke, mit dem jeweils die Piezoelemente 6 der drei genannten Injektoren 3 aufgeladen werden, um Hubbewegungen der Verschlusselemente 4 der Injektoren 3 auszulösen. Beginnend im Startzeitpunkt t_s ist ein Antriebsimpuls 15 in Form eines Entladestroms mit negativer Stromstärke erzeugt, mit dem die Piezoelemente 6 der Injektoren 3 entladen werden, wodurch die Verschlusselemente 4 der Injektoren jeweils in eine Schließbewegung versetzt werden. Die drei Injektoren weisen identische Ansteuerkennlinien auf. Zur

Erzielung eines vorgegebenen Öffnungsgrades der Injektoren wurde aus diesen Ansteuerkennlinien also jeweils der gleiche Antriebsimpuls 14 herausgelesen. Zu erkennen ist nun, dass, obwohl die Piezoelemente 3 jeweils mit den gleichen Antriebimpulsen, d.h. Ladeströmen 14, aufgeladen werden, unterschiedliche Hubhöhen h_1 , h_2 und h_3 erzielt werden. Diese Unterschiede können beispielsweise durch Fertigungsabweichungen oder durch Verschleiß der Injektoren 3 verursacht sein.

- 10 Nach dem Startzeitpunkt t_s treffen die Verschlusselemente 4 in den jeweiligen Schließpositionen, das heißt auf den jeweiligen Nadelsitzen 11, zu den jeweiligen Schließzeitpunkten t_1 , t_2 und t_3 auf. Zu erkennen ist, dass, obwohl die Schließbewegungen jeweils zur gleichen Startzeit t_s und mit dem gleichen Antriebsimpuls 15 ausgelöst wurden, das Verschlusselement 4 mit der höchsten Hubhöhe h_3 zum spätesten Schließzeitpunkt t_3 auftrifft und das Verschlusselement 4 mit der geringsten Hubhöhe h_1 zum frühesten Schließzeitpunkt t_1 auftrifft. Allgemein gilt, dass mit steigender erzielter Hubhöhe h die Zeitdifferenz zwischen
- 15 Startzeitpunkt und Schließzeitpunkt zunimmt. Somit ist diese Zeitdifferenz ein eindeutiges Maß zur Bestimmung wie auch zur Angabe der Hubhöhe des Verschlusselements 4.
- 20

Im gezeigten Beispiel entspricht die Hubhöhe h_2 dem gewünschten Öffnungsgrad.

25

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Position eines Verschlusselements eines Einspritzventils für eine Brennkraftmaschine, bei dem zum Verschließen des Einspritzventils das Verschlusselement in eine Schließbewegung in Richtung einer Verschlussposition versetzt wird und anschließend ein Schließzeitpunkt gemessen wird, in dem das Verschlusselement in der Verschlussposition eintrifft,
5 dadurch gekennzeichnet,
10 dass eine Zeitdifferenz zwischen dem Schließzeitpunkt und einem vorangegangenen Startzeitpunkt der Schließbewegung bestimmt wird und unter Verwendung der Zeitdifferenz eine Position ermittelt wird, die das Verschlusselement im Startzeitpunkt der
15 Schließbewegung eingenommen hat.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Position anhand der Zeitdifferenz mittels einer Bewegungsgleichung des Verschlusselements bestimmt wird oder dass
20 die genannte Position anhand der Zeitdifferenz aus einem Kennfeld des Einspritzventils ausgelesen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement mittels eines Piezoelements in die
25 Schließbewegung versetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement durch das Piezoelement direkt angetrieben wird.
30
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Eintreffen des Verschlusselements in der Verschlussposition mit demselben Piezoelement detektiert wird.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement eine Düsennadel aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum teilweisen oder vollständigen Öffnen des Einspritzventils für eine Einzeleinspritzung das Verschlusselement mittels eines auf das Verschlusselement übertragenen Antriebsimpulses in eine Hubbewegung versetzt wird, wobei zur Erzielung einer bestimmten Hubhöhe des Verschlusselements der Antriebsimpuls unter Verwendung der Position, die das Verschlusselement zum Startzeitpunkt der vorausgegangenen Schließbewegung während einer früheren Einzeleinspritzung eingenommen hat, ermittelt wird.

8. Einspritzsystem zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinheit und mindestens einem Einspritzventil, das ein Verschlusselement zum Verschließen des Einspritzventils, einen Antrieb für das Verschlusselement und einen Sensor aufweist, wobei der Sensor dazu eingerichtet ist, auf ein Eintreffen des Verschlusselements in einer Verschlussposition anzusprechen und ein entsprechendes Signal zu erzeugen, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den Antrieb zum Auslösen einer Schließbewegung des Verschlusselements in Richtung der Verschlussposition anzusteuern und anhand des Signals des Sensors einen Schließzeitpunkt zu ermitteln, in dem das Verschlusselement des mindestens einen Einspritzventils in der Verschlussposition eintrifft, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, eine Zeitdifferenz zwischen dem Schließzeitpunkt und einem vorangegangenen Startzeitpunkt der Schließbewegung zu bestimmen und unter Verwendung der Zeitdifferenz eine Position zu ermitteln, die das Verschlusselement im Startzeitpunkt der Schließbewegung eingenommen hat.

9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, die genannte Position anhand der Zeitdifferenz mittels einer Bewegungsgleichung des Verschlusselements zu bestimmen oder die genannte Position anhand der Zeitdifferenz aus einem Kennfeld des Einspritzventils auszulesen.

10. System nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb einen Piezoaktor aufweist.

11. System nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Wesentlichen starre Verbindung
5 zwischen dem Antrieb und dem Verschlusselement besteht für eine direkte Kraftübertragung zwischen dem Antrieb und dem Verschlusselement.

12. System nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor durch den Piezoaktor des Antriebs
10 gegeben ist.

13. System nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement eine Düsennadel
15 aufweist.

14. System nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den
20 Antrieb zum Übertragen eines Antriebsimpulses auf das Verschlusselement anzusteuern zum Auslösen einer Hubbewegung des Verschlusselements und zum teilweisen oder vollständigen Öffnen des Einspritzventils für eine Einzeleinspritzung, wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, zur Erzielung einer
25 bestimmten Hubhöhe des Verschlusselementes den Antriebsimpuls unter Verwendung der Position zu bestimmen, die das Verschlusselements zum Startzeitpunkt einer der vorausgegangenen Schließbewegungen während einer früheren Einzeleinspritzung eingenommen hat.

30

1/2

FIG 1

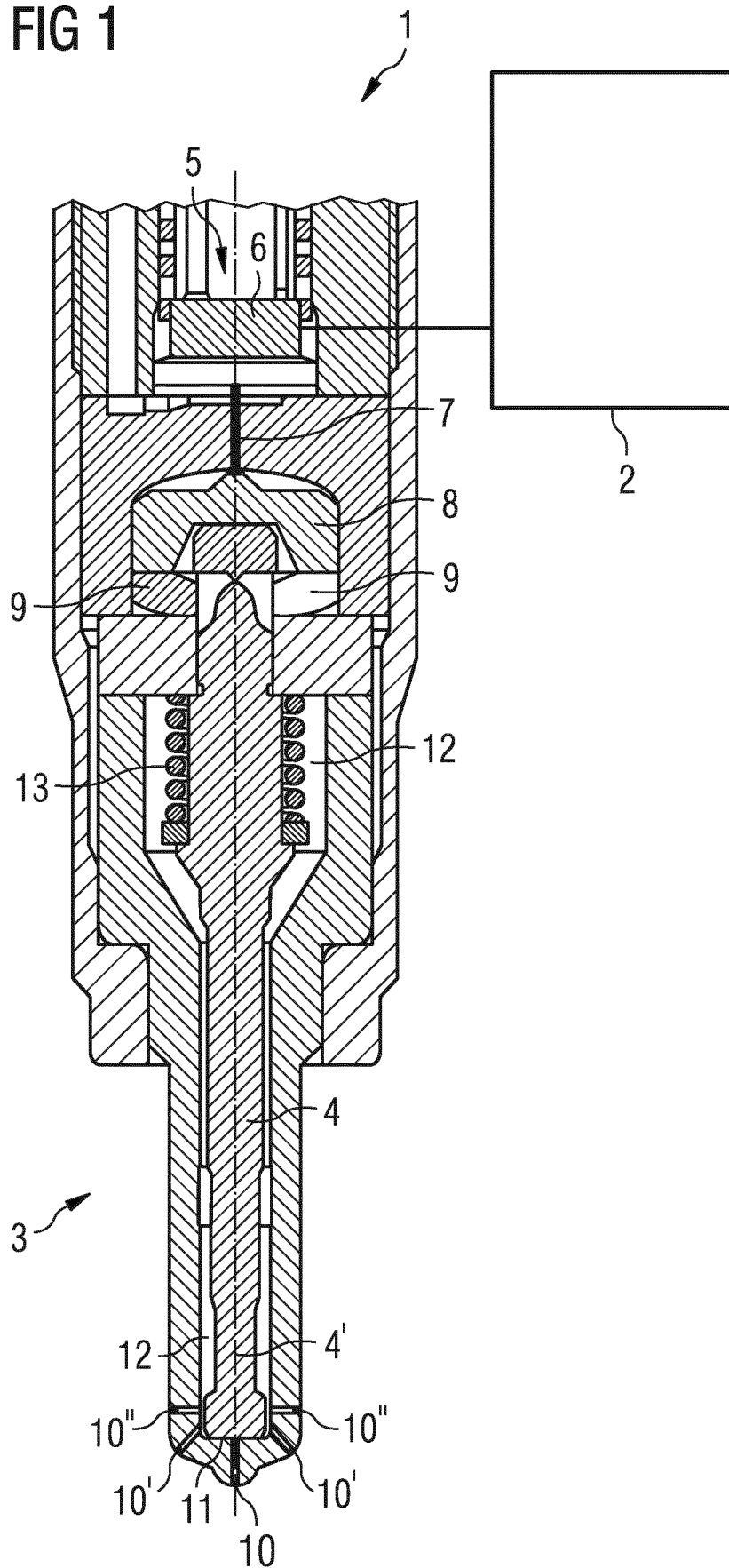
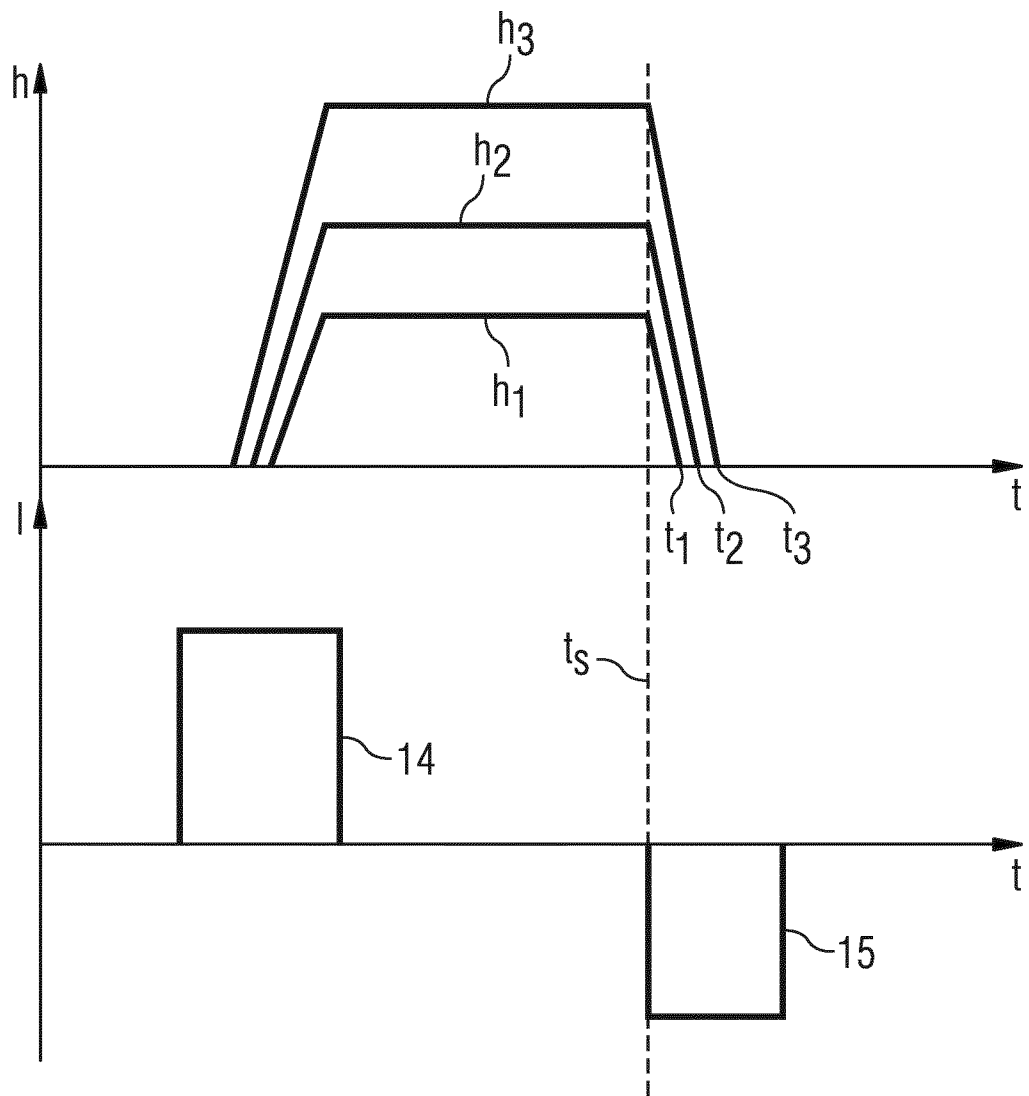


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/054775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M51/06 F02M65/00 F02D41/40 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)
F02M 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/076992 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; STOECKLEIN WOLFGANG [DE]; RAPP HOLGER [DE]; SC) 27 July 2006 (2006-07-27) page 10, line 23 - page 12, line 31; figures 2-4	1-6,8-13
A	----- DE 10 2004 023545 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8 December 2005 (2005-12-08) cited in the application paragraphs [0008], [0011], [0024]; figures 1-3	1-6,8-13
A	----- US 6 253 736 B1 (CROFTS JOHN D [US] ET AL) 3 July 2001 (2001-07-03) column 5, line 59 - column 6, line 32; figure 3 column 8, line 9 - column 9, line 16; figure 5 -----	1-5,8-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

25 April 2012

Date of mailing of the international search report

07/05/2012

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

Kolland, Ulrich

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/054775

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006076992 A1	27-07-2006	AT 406512 T	15-09-2008
		CN 101103193 A	09-01-2008
		DE 102005002242 A1	20-07-2006
		EP 1841963 A1	10-10-2007
		US 2008125952 A1	29-05-2008
		WO 2006076992 A1	27-07-2006

DE 102004023545 A1	08-12-2005	DE 102004023545 A1	08-12-2005
		JP 2005325838 A	24-11-2005
		US 2006082252 A1	20-04-2006

US 6253736 B1	03-07-2001	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02M51/06 F02M65/00 F02D41/40 F02D41/20
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02M 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2006/076992 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; STOECKLEIN WOLFGANG [DE]; RAPP HOLGER [DE]; SC) 27. Juli 2006 (2006-07-27) Seite 10, Zeile 23 - Seite 12, Zeile 31; Abbildungen 2-4	1-6,8-13
A	DE 10 2004 023545 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8. Dezember 2005 (2005-12-08) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0008], [0011], [0024]; Abbildungen 1-3	1-6,8-13
A	US 6 253 736 B1 (CROFTS JOHN D [US] ET AL) 3. Juli 2001 (2001-07-03) Spalte 5, Zeile 59 - Spalte 6, Zeile 32; Abbildung 3 Spalte 8, Zeile 9 - Spalte 9, Zeile 16; Abbildung 5	1-5,8-12



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 er-
scheinen 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

25. April 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/05/2012

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

Kolland, Ulrich

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/054775

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006076992 A1	27-07-2006	AT 406512 T	15-09-2008
		CN 101103193 A	09-01-2008
		DE 102005002242 A1	20-07-2006
		EP 1841963 A1	10-10-2007
		US 2008125952 A1	29-05-2008
		WO 2006076992 A1	27-07-2006

DE 102004023545 A1	08-12-2005	DE 102004023545 A1	08-12-2005
		JP 2005325838 A	24-11-2005
		US 2006082252 A1	20-04-2006

US 6253736 B1	03-07-2001	KEINE	
