



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.2008 Patentblatt 2008/22

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01) F02M 65/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07115363.9**

(22) Anmeldetag: **31.08.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

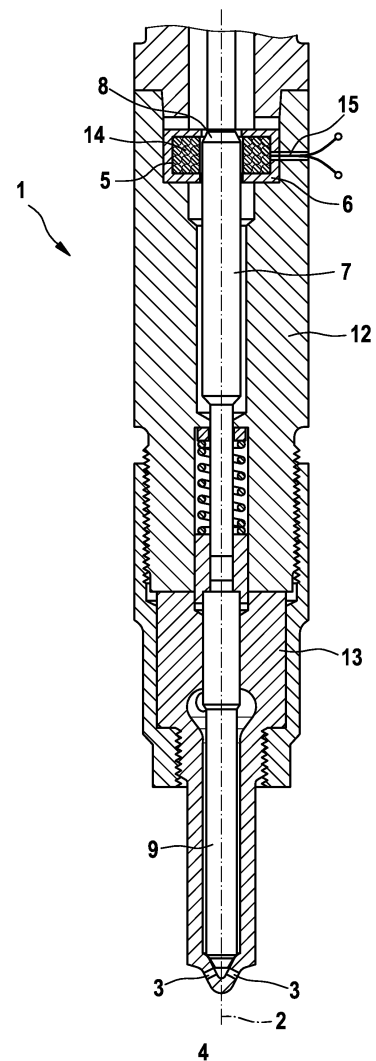
(72) Erfinder:
• **Mattes, Patrick**
70569, Stuttgart (DE)
• **Rapp, Holger**
71254, Ditzingen (DE)
• **Sutter, Kai**
70178, Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **30.10.2006 DE 102006051205**

(54) **Kraftstoffinjektor mit einer Messeinrichtung**

(57) Kraftstoffinjektor (1) für eine Brennkraftmaschine mit einer Bewegungseinrichtung, welche eine Öffnungs- und Schließbewegung in einer Bewegungsachse (2) zur Öffnung und Schließung wenigstens einer Kraftstoffeinspritzöffnung (3) zur Einspritzung von Kraftstoff in einen Brennraum (4) ausführt, wobei der Kraftstoffinjektor (1) eine Messeinrichtung (5) aufweist, wobei die Messeinrichtung (5) als ein Induktivsensor ausgebildet ist und einen Messkörper umfasst, der die Bewegungseinrichtung im Bereich einer in Bewegungsrichtung ausgebildeten Geometrieänderung wenigstens teilweise umschießt, um das Ende des Einspritzens des Kraftstoffes in den Brennraum und/oder den Endanschlag des Öffnungshubes zu erfassen. Damit wird ein Kraftstoffinjektor (1) für eine Brennkraftmaschine geschaffen, welcher eine Messeinrichtung (5) zur Messung einer Öffnungs- und Schließbewegung einer Bewegungseinrichtung während des Betriebs des Kraftstoffinjektors (1) umfasst.

Fig. 1



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Kraftstoffinjektor mit einer Messeinrichtung zur Messung einer Öffnungs- und Schließbewegung einer Bewegungseinrichtung in einer Bewegungsachse.

[0002] Kraftstoffinjektoren der hier interessierenden Art finden insbesondere Anwendung bei Brennkraftmaschinen, welche derartige Injektoren dafür nutzen, ein dosiertes Einspritzen des zu verbrennenden Kraftstoffs in eine Brennkraftmaschine zu ermöglichen.

[0003] Brennkraftmaschinen können mit verschiedenartig ausgebildeten Kraftstoffinjektoren ausgeführt sein, wobei Kraftstoffinjektoren in solche unterschieden werden können, welche als magnetisch betriebene Injektoren bezeichnet werden und solche, welche als piezoelektrisch betriebene Injektoren zu bezeichnen sind. Magnetisch betriebene Injektoren umfassen einen Elektromagneten, welcher einen Anker bewegen kann, und die über eine Druckstange eine Magnetventilanordnung betätigen. Die Öffnungs- und Schließbewegung der Bewegungseinrichtung betrifft dabei einen Ventilkolben, dessen Hubbewegung in einer Bewegungsachse auf eine Düsennadel übertragen wird. Die Düsennadel öffnet und schließt den Kraftstofffluss durch kleine Einspritzbohrungen, welche am Düsenkörper des Kraftstoffinjektors angebracht sind und den Kraftstoff in einen Brennraum einspritzen.

[0004] Piezoelektrisch betriebene Injektoren weisen hingegen einen Piezoaktor auf, um über eine nachgeschaltete Ventilanordnung die Öffnungs- und Schließbewegung der Düsennadel auszulösen. Die Bewegungseinrichtung bei piezoelektrisch betriebenen Injektoren kann sich daher auf die Öffnungs- und Schließbewegung der Düsennadel beschränken, wobei die Bewegungseinrichtung durch die dem Piezoaktor nachgeschaltete Ventilanordnung durch eine entsprechende Fluidbeaufschlagung eine Öffnungs- und Schließbewegung ausführt.

[0005] Aus der Offenlegungsschrift DE 199 37 559 A1 ist ein magnetisch betriebener Injektor bekannt, welcher für ein Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine mit einem Magnetventil ausgeführt ist, das den Abfluss von Kraftstoff durch einen Abflusskanal aus einem Ventilsteuerraum steuert, wobei das Magnetventil Mittel zum Verschließen des Abflusskanals, einen von einem Elektromagneten betätigbaren und mit den Mitteln zum Verschließen des Abflusskanals in Wirkverbindung stehenden Anker sowie eine erste Ventulfeder und eine zweite Ventulfeder und einen ersten Hubendanschlag aufweist. Die erste Ventulfeder beaufschlagt den Anker mit einer größeren Federkraft in Schließrichtung, wobei von der Schließstellung des Magnetventils zum Erreichen des ersten Hubendanschlags die zweite Ventulfeder den Anker

in Öffnungsrichtung mit einer kleineren Federkraft beaufschlagt. Dabei ist je eine Feder auf jeder Seite des Ankers angeordnet, um den Kraftstoffinjektor kompakt aufzubauen und ein verbessertes Betriebsverhalten bei verschiedenen Frequenzen zu erzielen. Jedoch bietet ein Kraftstoffinjektor der hierin offenbarten Art nicht die Möglichkeit, die Bewegung des Ankers zu messen, um mit den erfassten Messdaten eine mögliche Ansteuerung des Elektromagneten derart positiv zu beeinflussen, dass das Betriebsverhalten insbesondere hinsichtlich der eingespritzten Kraftstoffmenge und des genauen Zeitpunktes der Kraftstoffeinspritzung zu optimieren.

[0006] In der Offenlegungsschrift DE 10 2004 015 744 A1 ist ein Kraftstoffinjektor nach Art eines piezoelektrisch betriebenen Injektors offenbart. Der Kraftstoffinjektor betrifft insbesondere einen Common- Rail- Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine. Der Kraftstoffinjektor umfasst ein Injektorgehäuse, das einen Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird. Dabei erfolgt eine Hubbewegung einer Düsennadel, welche innerhalb einer Führungsbohrung in einem Düsenkörper geführt ist. Die Düsennadel erreicht im Öffnungszeitpunkt einen Hubendanschlag, und kann ggf. von diesem abprallen bzw. eine Schwingbewegung auslösen. Gleichermaßen kann die Düsennadel auch im Schließzeitpunkt, in dem diese in der Spitze die Spritzlöcher zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Brennraum verschließt, ein Schwingverhalten auslösen. Das Schwingverhalten wird immer genau dann eingeleitet, wenn die Düsennadel bzw. die Bewegungseinrichtung des Kraftstoffinjektors den Hubendanschlag bzw. den Schließsitz erreicht. Eine Kontrolle bzw. eine Rückkopplung des Öffnungs- und Schließverhaltens der Düsennadel zur Ansteuerung des Piezoaktors zur Auslösung der Öffnungs- und Schließbewegung der Düsennadel ist nicht möglich. Lediglich ein Ansteuern des Piezoaktors kann verändert werden, wobei eine Rückkopplung der Öffnungs- und Schließbewegung der Düsennadel nicht ausgewertet werden kann.

[0007] Lediglich zu Forschungs- und Entwicklungszwecken sind Messeinrichtungen zur Erfassung der Bewegung der Bewegungseinrichtungen innerhalb eines Kraftstoffinjektors bekannt, welche jedoch zur genauen Detektion des Zeitpunktes zur Erreichung des Hubendanschlags bzw. des Endanschlags im Schließsitz der Düsennadel bzw. der Bewegungseinrichtung ungeeignet sind. Diese Messeinrichtungen basieren auf einer kapazitiven Abstandsmessung, welche nicht geeignet ist, um größere Hubbewegungen einer Bewegungseinrichtung innerhalb eines Kraftstoffinjektors zu messen.

[0008] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kraftstoffinjektor für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, welcher eine Messeinrichtung zur

Messung einer Öffnungs- und Schließbewegung einer Bewegungseinrichtung während des Betriebs des Kraftstoffinjektors umfasst.

[0009] Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Kraftstoffinjektor für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass die Messeinrichtung als ein Induktivsensor ausgebildet ist und einen Messkörper umfasst, der die Bewegungseinrichtung im Bereich einer in Bewegungsrichtung ausgebildeten Geometrieänderung wenigstens teilweise umschließt, um das Ende des Einspritzens des Kraftstoffes in den Brennraum und/oder den Endanschlag des Öffnungshubes zu erfassen.

[0011] Die vorgeschlagene Ausführung eines Kraftstoffinjektors mit einer Messeinrichtung, welche nach dem Prinzip eines Induktivsensors arbeitet, bietet den Vorteil, dass die Bewegung der Bewegungseinrichtung in der Bewegungsachse über dem gesamten Hub der Bewegungseinrichtung erfasst werden kann, um sowohl das Ende des Einspritzens des Kraftstoffes in den Brennraum als auch den Endanschlag bzw. den Hubendanschlag im Öffnungshub zu erfassen. Die teilweise Umschließung der Bewegungseinrichtung durch den Messkörper erfolgt auf einem Teilstück der Länge der Bewegungseinrichtung in der Bewegungsachse. Ferner kann der Messkörper die Bewegungseinrichtung auf einem Vollkreis umschließen, wobei der Messkörper die Bewegungseinrichtung auch nur auf einem Teilkreis, d.h. auf einen Teilumfang der Bewegungseinrichtung umschließt. Die Messeinrichtung kann ein elektrisches Signal bereitstellen, aus dem das Ende des Einspritzens des Kraftstoffes in den Brennraum und/oder der Endanschlag des Öffnungshubes berechnet werden kann. Diese Informationen können beispielsweise dem Motorsteuergerät zugeführt werden, so dass der Kraftstoffinjektor über den Injektormagnet bzw. über den Injektor-Piezaktor mit optimierten Steuersignalen betrieben werden kann.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst der Messkörper ein Magnetjoch, und der Kraftstoffinjektor ist als magnetisch betriebener Injektor ausgebildet, so dass gemäß der Bauweise eines magnetisch betriebenen Injektors die Bewegungseinrichtung durch einen Ventilkolben gebildet ist. Der Ventilkolben führt eine Axialbewegung in Richtung der Bewegungsachse aus, wobei die Axialbewegung mittels einer Fluidbeaufschlagung in den Ventilkolben eingeleitet wird, und lediglich die Steuerung der Fluidbeaufschlagung durch eine Ankerplatte erzeugt wird, die durch den Elektromagneten bewegt wird. Somit führt der Ventilkolben die gleiche Hubbewegung aus, wie die Düsennadel des Kraftstoffinjektors selbst auch. Wird durch die Messeinrichtung die Hubbewegung des Ventilkolbens detektiert, entsprechen die jeweiligen Endlagen für

das Ende des Einspritzens des Kraftstoffes in den Brennraum bzw. den Endanschlag des Öffnungshubes des Ventilkolbens auch den Endlagen der Düsennadel. Damit ist der Ort der Anordnung der Messeinrichtung zwischen der Düsennadel und dem Steuerventil für die genaue Messung der Hubbewegung der Düsennadel letztlich nicht relevant.

[0013] Vorteilhafterweise umfasst der Ventilkolben jedoch einen Durchmesserabsatz, welcher die Geometrieänderung in Bewegungsrichtung der Bewegungseinrichtung bildet. Die Geometrieänderung ist für das Messprinzip der Messeinrichtung als Induktivsensor wichtig, da erst die Änderung der magnetischen Induktivität eine Änderung eines Messsignals hervorruft. Die Änderung der magnetischen Induktivität kann also beispielsweise dadurch hervorgerufen werden, dass das Magnetjoch einen zylinderförmigen Eisenkern umfasst, der durch den Ventilkolben gebildet ist. Erfolgt nun eine Änderung des Durchmessers des Ventilkolbens, und bewegt sich die Änderung auf der Höhe des Magnetjochs, so ändert sich die magnetische Induktivität, was eine sehr präzise Messung ermöglicht, da sich die induzierte Spannung mit der Änderung der geometrisch bedingten Induktivität gleichermaßen ändert. Das Magnetjoch kann im Querschnitt U-förmig ausgebildet sein, wobei die Öffnung der U-Form in Richtung des Ventilkolbens zeigt. Somit bilden sich zwei Pole des Magnetjochs aus, welche den Ventilkolben ringförmig umschließen. Liegt beispielsweise der Durchmessersprung im Ventilkolben auf der Höhe eines Pols, so verändert sich die Induktivität des Magnetkreises in Abhängigkeit vom Hub des Ventilkolbens und damit vom Hub der Düsennadel.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Kraftstoffinjektor als piezoelektrisch betriebener Injektor mit einer fluidisch angesteuerten Düsennadel ausgebildet, so dass die Bewegungseinrichtung durch die Düsennadel selbst gebildet ist. Folglich muss der Messkörper in Form des Magnetjochs in Höhe der Düsennadel angeordnet sein, wobei die Düsennadel in einem Düsenkörper längsbeweglich aufgenommen ist, so dass gemäß einer möglichen Ausführungsform die Messeinrichtung im Düsenkörper selbst eingebaut ist, und das Magnetjoch die Düsennadel oder mit der Düsennadel bewegte Teile umschließt. Piezoelektrisch betriebene Injektoren weisen keinen Ventilkolben auf, der sich durch den Injektor selbst in länglicher Richtung erstreckt. Jedoch ist eine genaue Messung des Hubes der Düsennadel an bzw. mit der Düsennadel selbst mit der Messeinrichtung möglich.

[0015] Vorteilhafterweise grenzt die Düsennadel an einen Düsennadelsteuerraum endseitig an, welcher mit einer Dichthülse abgedichtet ist, wobei die Messeinrichtung durch die Dichthülse und die in Bewegungsrichtung der Bewegungseinrichtung ausgebildete Geometrieänderung durch das an den Düsennadelsteuerraum angrenzende Ende der Düsennadel gebildet ist. Somit kann die Messeinrichtung und die Dichthülse zur Abdichtung des Düsennadelsteuerraums als einziges Konstruktions-

bauteil ausgeführt sein. Als quasi - Durchmessersprung dient die Stirnseite der Düsenadel selbst, d.h. es erfolgt ein "Durchmessersprung auf Null".

[0016] Um die Messeinrichtung ortsfest anzuordnen, wird diese entweder in dem Injektorkörper oder im Düsenkörper eingebaut. Der Injektorkörper und der Düsenkörper bilden jeweils den haltekörperfesten Teil des Injektors, wobei der Injektorkörper und der Düsenkörper selbst als magnetisches Material die Induktivität der Messeinrichtung beeinflussen. Zur Vermeidung von Wirbelströmen an den haltekörperfesten Teilen kann der das Feld führende haltekörperfeste Magnetkern radial geschlitzt sein, wobei der Haltekörper beispielsweise aus dem Injektorkörper oder dem Düsenkörper besteht. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass dieser aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand ausgeführt ist. Derartige Materialien können ein Pulververbundmaterial, ein Ferritmaterial oder dergleichen betreffen. Die Messeinrichtung selbst umfasst einen Spulenkörper, welcher im Magnetjoch eingebettet ist. Der Spulenkörper kann entweder eine voneinander getrennte Erreger- und Senserspule umfassen, wobei der Spulenkörper auch zugleich als Erreger- und Senserspule ausgebildet sein kann.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Spulenkörper elektrische Anschlussleitungen auf, welche aus dem Aufnahmebereich der Messeinrichtung, also aus dem Injektorkörper oder aus dem Düsenkörper, herausgeführt werden müssen. Die Versiegelung der Anschlussleitungen in dem Körper, aus dem diese herausgeführt werden, kann nach Art einer Glaseinschmelzung ausgebildet sein. Somit findet die Glaseinschmelzung der elektrischen Anschlussleitungen aus dem Magnetjoch und/oder aus dem Injektorkörper und/oder aus dem Düsenkörper statt, wobei zugleich eine entsprechende Richtung erzielbar ist. Besonders vorteilhaft ist die Wahl von Kontaktstiften, die den gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie das einschmelzende Glasmaterial hat, beispielsweise Molybdän.

[0018] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Erfassung des Endes des Einspritzens eines Kraftstoffs in einen Brennraum und/oder zur Erfassung des Endanschlags eines Öffnungshubes eines Ventilkolbens und/oder einer Düsenadel mit einer Messeinrichtung. Dabei wird die Messeinrichtung entweder mit einem konstanten elektrischen Strom oder mit einer konstanten elektrischen Spannung beschrieben. Wird die Spule der Messeinrichtung mit einem konstanten Strom beaufschlagt, so wird bei der Bewegung des Ventilkolbens bzw. der Düsenadel eine Spannung induziert, die in erster Näherung proportional zur Ventilkolbengeschwindigkeit ist. Wird hingegen die Spule mit einer konstanten Spannung betrieben, so ist im Wesentlichen eine Abweichung des Stroms von dessen Wert im Ruhezustand messbar, wobei die Abweichung näherungsweise proportional zur Kolbengeschwindigkeit ist. Eine sehr schnelle Änderung der Ventilkolben- oder Düsenadelgeschwindigkeit hat quasi eine Unstetigkeit des Messsi-

gnals zur Folge, anhand derer der Hubendanschlags- oder Schließzeitpunkt detektiert werden kann. Diese Zeitpunkte können dann von einem Regler durch eine Variation des entsprechenden Ansteuerbeginns und des Ansteuerendes des Kraftstoffinjektors auf ihre Sollwerte eingeregelt werden. Dieser Regler kann beispielsweise Bestandteil eines Motorsteuergerätes sein oder mit diesem zumindest in Verbindung gebracht werden.

[0019] Das vorliegende Verfahren erstreckt sich ferner darauf, dass sich aus einer Änderung der periodischen Ventilkolben- und/oder Düsenadelbewegung eine Änderung des mittels der Messeinrichtung ausgegebenen Messsignals in Form einer Unstetigkeit ergibt, und mittels der Unstetigkeit Hubendanschlags- oder Schließzeitpunkte periodisch aufeinander folgender Öffnungs- und Schließzyklen ermittelt werden.

[0020] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren näher dargestellt.

Ausführungsbeispiel

[0021] Es zeigt:

Figur 1 eine Ansicht eines Kraftstoffinjektors in einem Querschnitt, wobei der Kraftstoffinjektor als magnetisch betriebener Injektor ausgebildet ist, und die Messeinrichtung einen Ventilkolben innerhalb des Kraftstoffinjektors umschließt;

Figur 2 eine schematisierte Ansicht eines piezoelektrisch betriebenen Kraftstoffinjektors, wobei die Messeinrichtung einteilig mit der Dichthülse ausgeführt ist, welche einen endseitig an der Düsenadel angrenzenden Düsenadelsteuerraum abdichtet;

Figur 3 in einem Diagramm einen Verlauf einer Öffnungs- und Schließbewegung einer Düsenadel und ein zugehöriges Messsignal, welches durch die erfindungsgemäße Messeinrichtung ausgegeben wird.

[0022] Die Figur 1 zeigt einen Ausschnitt eines Kraftstoffinjektors 1 in einer quergeschnittenen Darstellung. Dieser erstreckt sich in länglicher Richtung um eine Bewegungsachse 2, so dass die hubbeweglichen Bewegungseinrichtungen in der Bewegungsachse 2 bewegbar aufgenommen sind. Die hubbeweglichen Bewegungseinrichtungen zur Erzeugung einer Öffnungs- und Schließbewegung umfassen zunächst einen Ventilkolben 7, welcher längsbeweglich innerhalb des Injektorkörpers 12 aufgenommen ist. Der Ventilkolben 7 steht in Wirkverbindung mit der ebenfalls in der Bewegungsachse 2 längsbeweglich aufgenommenen Düsenadel 9, welche längsbeweglich innerhalb eines Düsenkörpers

13 geführt ist. Der Düsenkörper 13 ist angrenzend an den Injektorkörper 12 angeordnet, wobei sämtliche die Bewegungseinrichtung bildenden Komponenten wie der Ventilkolben 7 und die Düsennadel 9 innerhalb der gleichen Bewegungsachse 2 längsbeweglich geführt sind. Bei einer Hubbewegung der Düsennadel 9 werden innerhalb des Düsenkörpers 13 eingebrachte Kraftstoffeinspritzöffnungen 3 bei einer Hubbewegung kurzzeitig geöffnet und wieder verschlossen. Diese Hubbewegung wird von allen die Bewegungseinrichtung bildenden Komponenten ausgeführt. So ist etwa die Hubbewegung im Ventilkolben 7 analog zur Hubbewegung der Düsennadel 9.

[0023] Konzentrisch um den Ventilkolben 7 erstreckt sich eine Messeinrichtung 5. Beispielhaft ist der Injektorkörper 12 geteilt dargestellt, um eine Montagemöglichkeit der Messeinrichtung 5 anzudeuten. Diese ist innerhalb des Injektorkörpers 12 aufgenommen, so dass die Messeinrichtung 5 keine Hubbewegung ausführt und gegenüber dem Ventilkolben 7 eine ruhende Position einnimmt. In der Höhe der Messeinrichtung 5 weist der Ventilkolben 7 einen Durchmesserabsatz 8 auf, so dass aufgrund der verschiedenen Durchmesser des Ventilkolbens 7 der Magnetkreis in Abhängigkeit von der Längsposition des Ventilkolbens 7 in Richtung der Bewegungsachse 2 seine Induktivität ändert. Die Messeinrichtung 5 besteht im Wesentlichen aus einem Magnetjoch 6, welches ringförmig ausgebildet ist und einen U-förmigen Querschnitt aufweist. Die Öffnung der U-Form weist dabei nach innen in Richtung des Ventilkolbens 7, wobei der Durchmesserabsatz 8 an zumindest einem Ende des Magnetjochs 6 angrenzt, um eine maximale Änderung der Induktivität hervorzurufen. Innerhalb des Magnetjochs 6 ist ein Spulenkörper 14 aufgenommen, welcher über eine Anschlussleitung 15 extern kontaktierbar ist. Führt nunmehr der Ventilkolben 7 eine Hubbewegung entlang der Bewegungsachse 2 aus, welche durch einen - nicht näher dargestellten - Elektromagneten eingeleitet wird, so öffnet die Düsennadel 9 die Kraftstoffeinspritzöffnungen 3, so dass Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden kann. Die Hubbewegung bewirkt gleichermaßen eine Ortsänderung des Durchmesserabsatzes 8 relativ zum Magnetjoch 6, so dass sich die Induktivität des Magnetkreises ändert. Diese Änderung wird über eine Auswerteeinheit analysiert und gibt eine direkte Information über die Hubbewegung der Bewegungseinrichtung.

[0024] In Figur 2 ist schematisch ein Kraftstoffinjektor 1 gezeigt, welcher nach Art eines piezoelektrisch betriebenen Injektors ausgeführt ist. Die Darstellung zeigt lediglich einen Teilschnitt des Kraftstoffinjektors 1 unterhalb des Zwischenstückes 16. Über die Verbindungskanäle 17, 18 und 19 findet eine entsprechende Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung eines Düsennadelsteuerraums 10 statt, so dass die Düsennadel 9 die erforderliche Hubbewegung zur Öffnung der Kraftstoffeinspritzöffnungen 3 zur Einspritzung des Kraftstoffs in den Brennraum 4 ausführt. Die Düsennadel 9 ist auch bei

einem Kraftstoffinjektor 1 mit einem piezoelektrischen Betrieb innerhalb eines Düsenkörpers 13 aufgenommen, wobei zur Abdichtung des Düsennadelsteuerraums 10 eine Dichthülse 11 vorgesehen ist. Gemäß der vorliegenden Erfindung bildet die Düsennadel 9 zugleich das Magnetjoch 6 der Messeinrichtung 5. Dargestellt ist die Dichthülse 11 in einer Ringform, welche außenseitig den Spulenkörper 14 aufnimmt. Die elektrische Kontaktierung erfolgt auch gemäß dieses Ausführungsbeispiels über Anschlussleitungen 15, welche aus dem Düsenkörper 13 herausgeführt sind. Die Änderung der Induktivität des Magnetkreises basiert auf der Endfläche der Düsennadel 9 angrenzend an den Düsennadelsteuerraum 10, so dass der Durchmesserabsatz 8 als ein Sprung auf "Durchmesser Null" betrachtet werden kann. Jedenfalls ändert sich die Induktivität bei einer Hubbewegung der Düsennadel 9, so dass die Messeinrichtung 5 den Öffnungsendschlag sowie den Schließanschlag der Düsennadel 9 in ein entsprechendes elektrisches Signal umwandeln kann.

[0025] Das elektrische Messsignal, welches durch die Messeinrichtung 5 ausgegeben wird, ist in Figur 3 dargestellt. Die jeweiligen Abszissen stellen die Zeit dar, wobei im oberen Diagramm die Ordinate den Hub des Ventilkolbens darstellt, und die Ordinate im unteren Diagramm das Messsignal ausgibt. Mit der analogen Bewegung des Ventilkolbens und der Düsennadel ist die Ordinate im oberen Diagramm mit VK gekennzeichnet, was den Ventilkolben beschreibt. Die Ordinate im unteren Diagramm ist mit einem m bezeichnet, welches das Messsignal andeutet. Öffnet der Kraftstoffinjektor durch eine Hubbewegung des Ventilkolbens, so verläuft die Kurve, welche im oberen Diagramm die Bewegung des Ventilkolbens darstellt, von der Position I zur Position II. Die Zeit, welche vergeht, in der sich der Ventilkolben von I bis II bewegt, stellt die Öffnungsphase dar. Der Zeitverlauf von II bis III zeigt die vollständig geöffnete Phase des Ventilkolbens und damit der Düsennadel, wonach von III bis IV die Schließphase folgt. Damit beschreibt I den Öffnungsbeginn, II das Öffnungsende, III den Schließbeginn und IV das Schließende. Zwischen dem Öffnungsbeginn I und dem Schließende IV verläuft die Einspritzzeit. Gemäß dem Verlauf der Öffnungs- und Schließbewegung des Ventilkolbens VK zeigt das Messsignal m zwischen dem Öffnungsbeginn I und dem Öffnungsende II einen Signalanstieg, wobei bei Erreichen des Öffnungsendes II das Signal schlagartig auf Null abfällt bzw. sich durch eine gedämpfte periodische Schwingbewegung auf ein Null-Signal einstellt. Damit ist der Zeitpunkt des Erreichens des Öffnungsendes II sehr exakt detektierbar. Analog zur Detektion des Öffnungsendes II kann auch das Schließende IV detektiert werden. Aus der Änderung der periodischen Ventilkolben- und/oder Düsennadelbewegung ist eine Änderung mittels des Messsignals m ableitbar, wobei sich die Änderung des mittels der Messeinrichtung ausgegebenen Messsignals m in Form einer Unstetigkeit ergibt, wobei mittels der Unstetigkeit die Hubendanschlags- oder

Schließzeitpunkte periodisch aufeinander folgender Öffnungs- und Schließzyklen ermittelt werden.

[0026] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Insbesondere sei angemerkt, dass die Position der Messeinrichtung 5 nicht auf die dargestellten Anordnungen begrenzt ist. Die Messeinrichtung 5 kann an einer beliebigen Stelle entlang der gesamten Bewegungseinrichtung angeordnet werden, wobei die Bewegungseinrichtung nicht lediglich auf den Ventilkolben 7 sowie die Düsenadel 9 begrenzt ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (1) für eine Brennkraftmaschine mit einer Bewegungseinrichtung, welche eine Öffnungs- und Schließbewegung in einer Bewegungsachse (2) zur Öffnung und Schließung wenigstens einer Kraftstoffeinspritzöffnung (3) zur Einspritzung von Kraftstoff in einen Brennraum (4) ausführt, wobei der Kraftstoffinjektor (1) eine Messeinrichtung (5) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (5) als ein Induktivsensor ausgebildet ist und einen Messkörper umfasst, der die Bewegungseinrichtung im Bereich einer in Bewegungsrichtung ausgebildeten Geometrieänderung wenigstens teilweise umschließt, um das Ende des Einspritzens in den Brennraum und/oder den Endanschlag des Öffnungshubes zu erfassen.
2. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Messkörper ein Magnetjoch (6) umfasst und der Kraftstoffinjektor (1) als magnetisch betriebener Injektor ausgebildet ist und die Bewegungseinrichtung durch einen Ventilkolben (7) gebildet ist.
3. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkolben (7) einen Durchmesserabsatz (8) umfasst, welcher die Geometrieänderung in Bewegungsrichtung der Bewegungseinrichtung bildet.
4. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor (1) als piezoelektrisch betriebener Injektor mit einer fluidisch angesteuerten Düsenadel (9) ausgebildet ist, und die Bewegungseinrichtung die Düsenadel (9) ist.
5. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenadel (9) an einen Düsenadelsteuerraum (10) endseitig

angrenzt, welcher mit einer Dichthülse (11) abgedichtet ist, wobei die Messeinrichtung (5) durch die Dichthülse (11) und die in Bewegungsrichtung der Bewegungseinrichtung ausgebildete Geometrieänderung durch das an den Düsenadelsteuerraum (10) angrenzende Ende der Düsenadel (9) gebildet ist.

6. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor (1) einen Injektorkörper (12) und einen an diesem angeordneten Düsenkörper (13) umfasst, und die Messeinrichtung (5) im Injektorkörper (12) und/oder im Düsenkörper (13) aufgenommen ist.
7. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (5) einen im Magnetjoch (6) eingebetteten Spulenkörper (14) umfasst, welcher als Erreger- und Senserspule ausgebildet ist, wobei das Magnetjoch (6) radial geschlitzt ist und/oder ein Material mit einem hohen spezifischen Widerstand, umfassen ein Pulververbundmaterial und/oder ein Ferritmaterial, aufweist.
8. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Spulenkörper (14) elektrische Anschlussleitungen (15) aufweist, welche nach Art einer Glaseinschmelzung aus dem Magnetjoch (6) und/oder aus dem Injektorkörper (12) und/oder aus dem Düsenkörper (13) herausgeführt und abgedichtet sind.
9. Verfahren zur Erfassung des Endes des Einspritzens eines Kraftstoffes in einen Brennraum und/oder zur Erfassung des Endanschlags eines Öffnungshubes eines Ventilkolbens (7) und/oder einer Düsenadel (9) mit einer Messeinrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (5) mit einem konstanten elektrischen Strom oder mit einer konstanten elektrischen Spannung betrieben wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass sich aus einer Änderung der periodischen Ventilkolben - und/oder Düsenadelbewegung eine Änderung des mittels der Messeinrichtung (5) ausgegebenen Messsignals in Form einer Unstetigkeit ergibt, und mittels der Unstetigkeit Hubendanschlags- oder Schließzeitpunkte periodisch aufeinander folgender Öffnungs- und Schließzyklen ermittelt werden.

Fig. 1

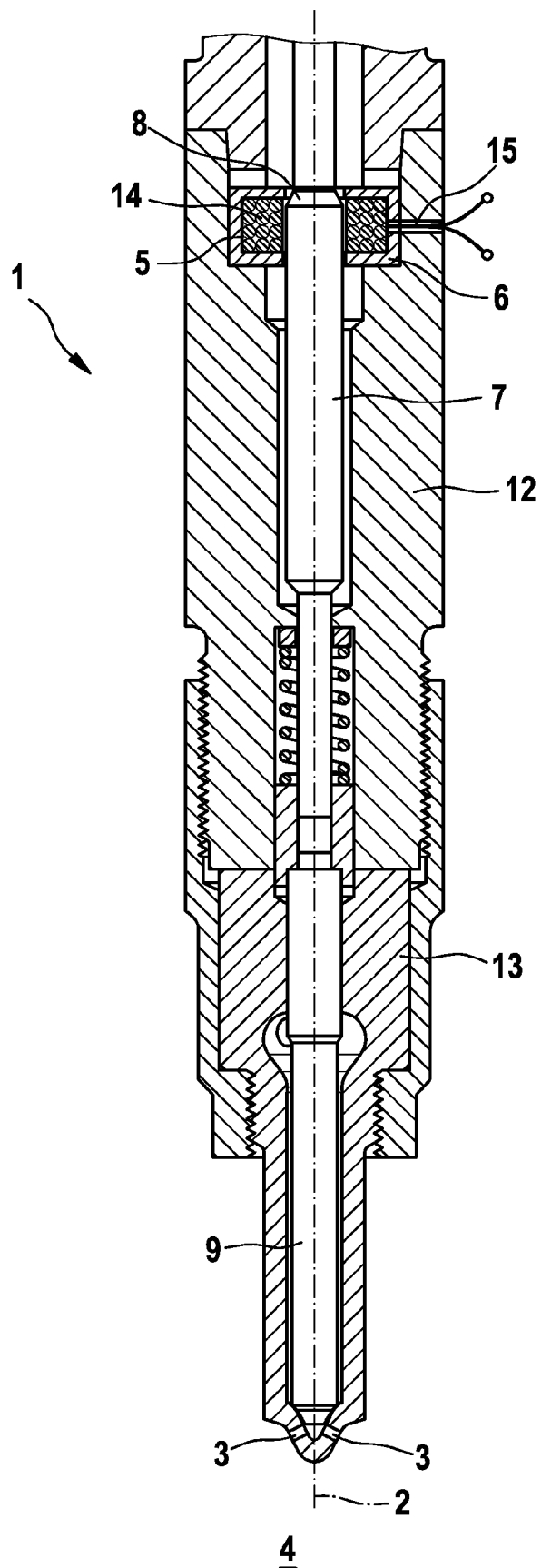


Fig. 2

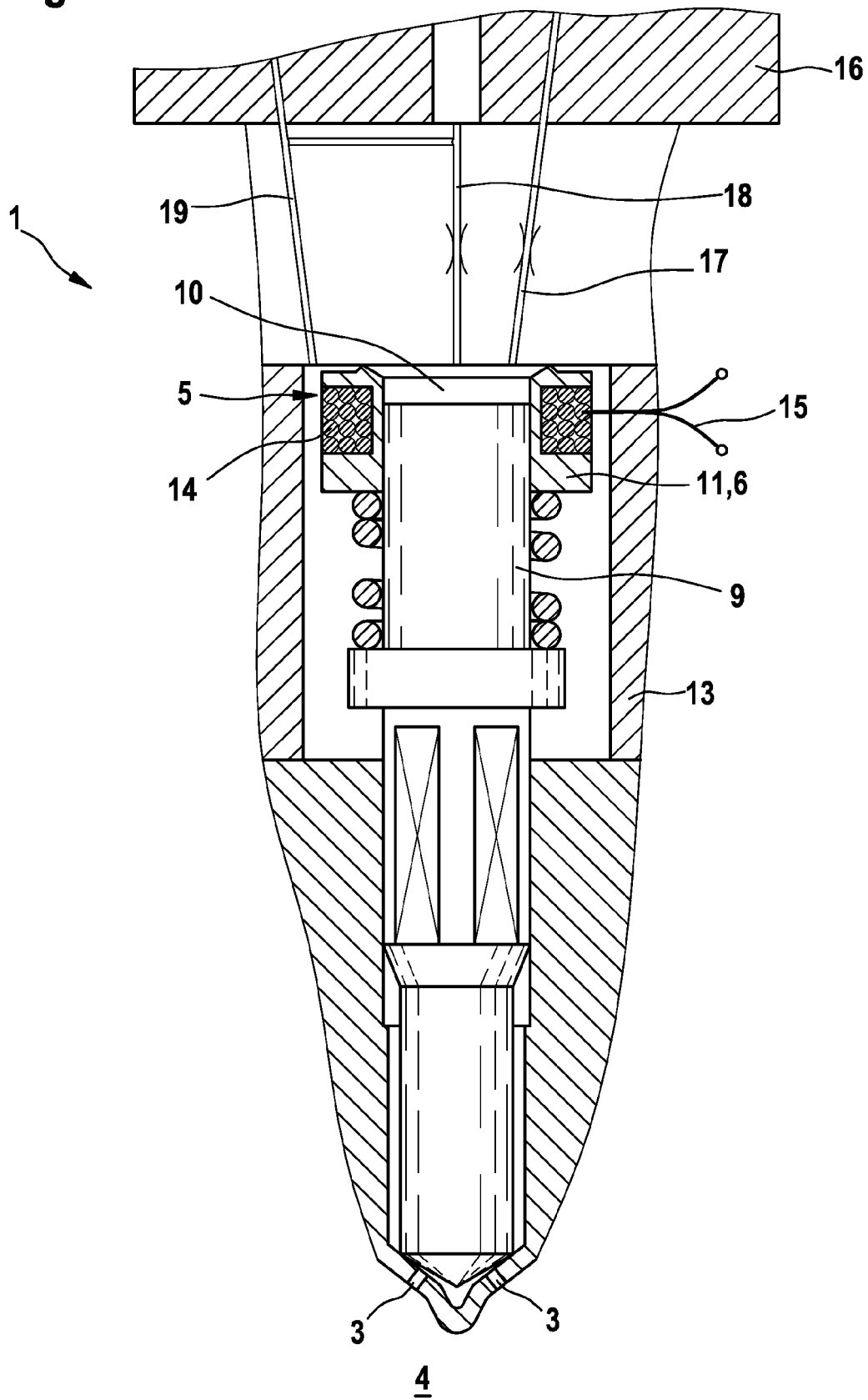
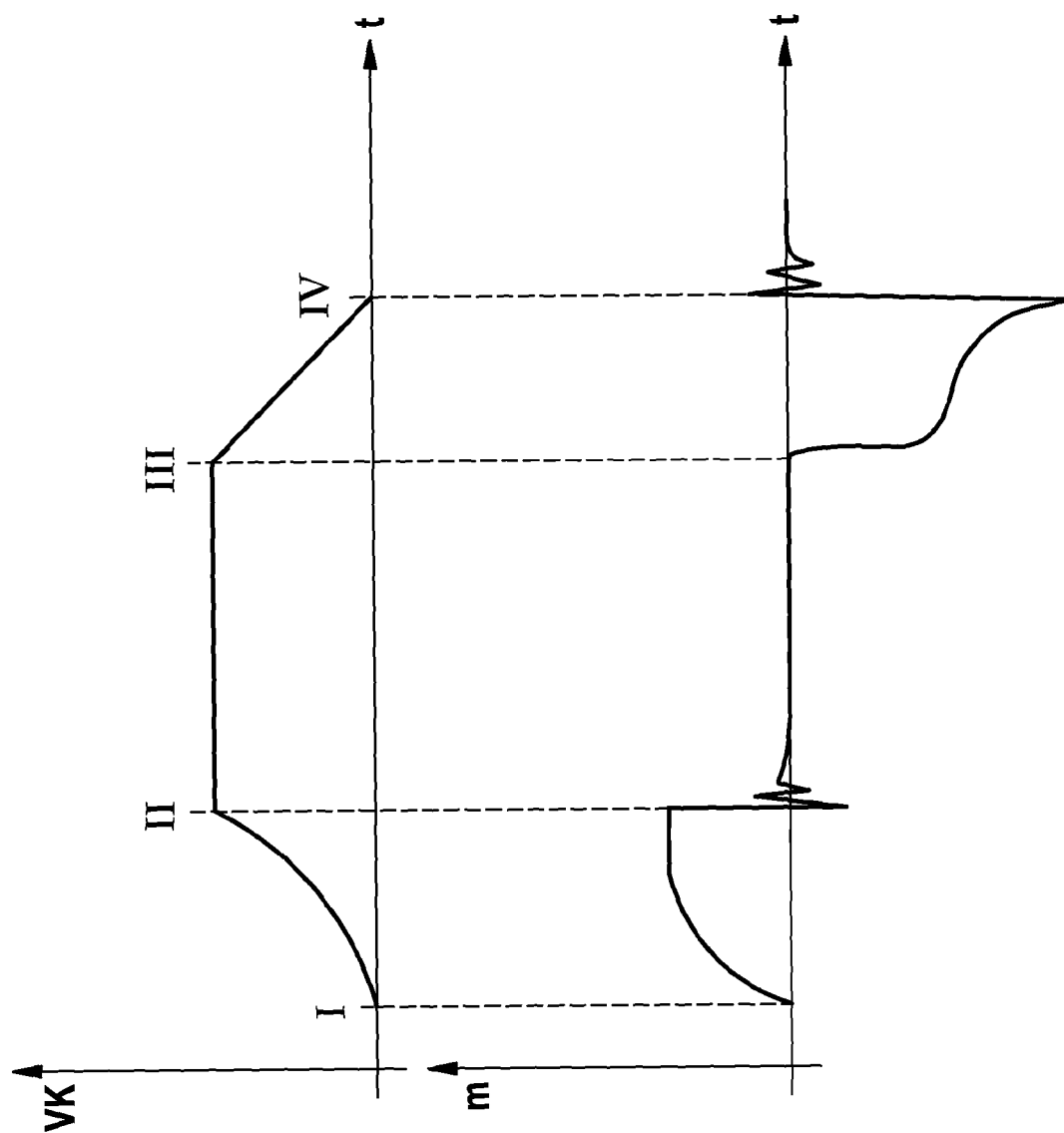


Fig. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 11 5363

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 31 37 761 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. März 1983 (1983-03-31) * Seite 8, Absatz 3 - Seite 9, Absatz 1; Abbildung 1 *	1,3,6,9,10	INV. F02M51/06 F02M65/00
X	GB 2 262 809 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. Juni 1993 (1993-06-30) * Seite 6, Absatz 3 - Seite 7, Absatz 1; Abbildung 1 *	1-3,9,10	
X	GB 2 340 610 A (LUCAS IND PLC [GB]) 23. Februar 2000 (2000-02-23) * Seite 5, Absatz 4 - Seite 6, Absatz 1; Abbildungen 1,2 *	1-3,6	
X	GB 2 280 712 A (DAIMLER BENZ AG [DE]) 8. Februar 1995 (1995-02-08) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,3,4,6	
X	EP 0 427 947 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Mai 1991 (1991-05-22) * Spalte 2, Zeilen 13-26; Abbildung 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. April 2008	Prüfer Etschmann, Georg
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 11 5363

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-04-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3137761	A1	31-03-1983	IT	1153742 B	14-01-1987
			JP	3009307 B	08-02-1991
			JP	58065969 A	19-04-1983
			US	4545530 A	08-10-1985

GB 2262809	A	30-06-1993	DE	4142996 A1	01-07-1993
			JP	5243041 A	21-09-1993
			US	5311903 A	17-05-1994

GB 2340610	A	23-02-2000	KEINE		

GB 2280712	A	08-02-1995	DE	4325904 A1	09-02-1995
			US	5479902 A	02-01-1996

EP 0427947	A	22-05-1991	DE	3937750 A1	16-05-1991
			JP	2921596 B2	19-07-1999
			JP	3168357 A	22-07-1991

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19937559 A1 [0005]
- DE 102004015744 A1 [0006]