



(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: **07116546.8**

(22) Anmeldetag: **17.09.2007**

(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)

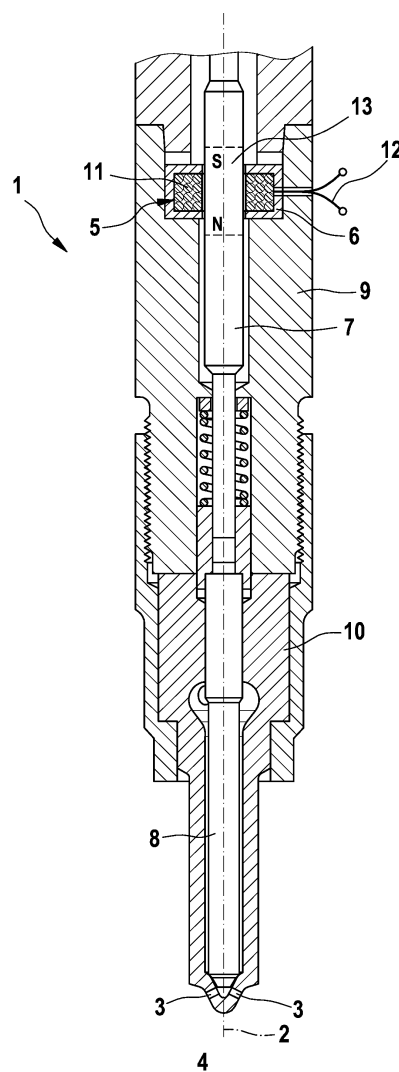
(72) Erfinder:
• **Mattes, Patrick**
70569, Stuttgart (DE)
• **Sutter, Kai**
70178, Stuttgart (DE)
• **Rapp, Holger**
71254, Ditzingen (DE)

(30) Priorität: **30.10.2006 DE 102006051206**

(54) **Kraftstoffinjektor mit einer Messeinrichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen 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) zum Erfassen des Endes des Einspritzens des Kraftstoffes in den Brennraum und/oder zum Erfassen des Anschlages des Öffnungshubes aufweist, wobei die Messeinrichtung (5) als ein Wirbelstromsensor mit einem die Bewegungseinrichtung wenigstens teilweise umschließenden Messkörper ausgebildet ist, wobei die Bewegungseinrichtung wenigstens im Bereich der Umschließung durch den Messkörper eine Magnetisierung aufweist. Somit wird ein Kraftstoffinjektor (1) für eine Brennkraftmaschine geschaffen, welcher über eine integrierte Messeinrichtung (5) eine Information über den Schließzeitpunkt bzw. den Öffnungszeitpunkt der Düsen-nadel (8) bereitstellt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Messeinrichtung zur Erfassung der Bewegungen einer Bewegungseinrichtung innerhalb des Kraftstoffinjektors.

Stand der Technik

[0002] Kraftstoffinjektoren der hier interessierenden Art finden insbesondere Anwendung bei Brennkraftmaschinen, welche derartige Injektoren dafür nutzen, das dosierte Einspritzen des zu verbrennenden Kraftstoffs zu ermöglichen. Kraftstoffinjektoren der hier interessierenden Art können unterteilt werden in magnetisch betriebene Injektoren sowie piezoelektrisch betriebene Injektoren. Unabhängig von der Art der Ausführung des Kraftstoffinjektors umfasst dieser eine Düsenadel, welche innerhalb eines Düsenkörpers aufgenommen ist. Durch eine Hubbewegung der Düsenadel innerhalb des Düsenkörpers werden Kraftstoffeinspritzöffnungen freigegeben, um unter Druck stehenden Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen.

[0003] Aus der Offenlegungsschrift DE 199 37 559 A1 ist ein Kraftstoffinjektor für eine Brennkraftmaschine offenbart, welcher als magnetisch betriebener Injektor ausgeführt ist. Der Injektor umfasst ein zweistufiges Magnetventil, wobei das Magnetventil einen Ventilkolben in einer vertikalen Bewegungsachse bewegt. Der Ventilkolben steht in Wirkverbindung mit einer Düsenadel, welche endseitig gegen einen Düsenadelsitz anstößt und wenigstens eine Kraftstoffeinspritzöffnung durch eine Hubbewegung zur Einspritzung des Kraftstoffs in den Brennraum freigeben und auch wieder verschließen kann. Problematisch sind bei derart ausgeführten Kraftstoffinjektoren Schwingbewegungen in den Endlagen der Düsenadel, wobei diese bei Anstoß in den Düsenadelsitz bzw. bei Erreichen des Hubanschlags entstehen können, sodass eine genaue Dosierung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge behindert wird.

[0004] Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2004 015 744 A1 ist ein Kraftstoffinjektor nach Art eines piezoelektrisch betriebenen Injektors offenbart. Die Düsenadel ist in der Ausführungsform des piezoelektrisch betriebenen Kraftstoffinjektors fluidisch beaufschlagt, und wird über einen Düsenadelsteuerraum, eine Düsenfeder sowie einen die Düsenadel umgebenden Druckraum in der Hubbewegung gesteuert. Insbesondere bei Common-Rail-Systemen (CRS) wird die Einspritzmenge lediglich durch Einstellen eines Raildrucks und einer aus Sollmenge und Raildruck bestimmten Ansteuerdauer gesteuert und eingestellt. Neben dem Raildruck und der Ansteuerdauer gibt es weitere Parameter, welche die Einspritzmenge des Kraftstoffs in den Brennraum beeinflussen, wie zum Beispiel der Öffnungsdruck der Düse, der Anker- oder Aktorhub, auftretende Druckwellen und

fluidische Schwingungen, die von vorhergehenden Einspritzungen hervorgerufen werden.

[0005] Derartige Einflüsse werden derzeit entweder gar nicht oder durch gesteuerte Kompensation der Ansteuerdauer in Abhängigkeit vom IMA-Code (Information über Mengenabweichungen) eines Injektors von deren Sollwert im Neuzustand bestimmt. Die dabei angenommenen Störeingriffe stimmen häufig nicht mit den tatsächlichen Störeingriffen überein und es kommt zur Fehlkompensation und damit zu Abweichungen der tatsächlich eingespritzten Menge von der Sollmenge des Kraftstoffs, welche vom Steuergerät des Motors vorgegeben wird. Im Zuge der sich immer weiter verschärfenden Abgasgesetzgebungen kommt aber gerade der Genauigkeit der Einspritzmenge eine immer größere Bedeutung zu.

[0006] Bei CRS-Systemen mit vollballistischem Düsenadelhub öffnet die Düsenadel während der Ansteuerdauer im Wesentlichen mit konstanter vom Raildruck abhängiger Geschwindigkeit und schließt nach Ende der Ansteuerung im Wesentlichen auch mit einer konstanten vom Raildruck abhängigen Schließgeschwindigkeit. Folglich ist die Schließverzugsdauer, also das Zeitintervall zwischen dem Ansteuerende und dem Spritzenende, ein Maß für die Spritzdauer und damit für die tatsächlich eingespritzte Menge des Kraftstoffs in den Brennraum. Bei nicht ballistisch betriebenen Düsenadeln ist die Verzugszeit zwischen dem Ansteuerbeginn und dem Anschlag der Düsenadel an ihrem Hubanschlag ein Maß für den Spritzbeginn, so dass über die Zeitintervalle, die zwischen dem Ansteuerbeginn und dem Anschlag der Düsenadel am Hubanschlag bzw. zwischen dem Ansteuerende und dem Spritzbeginn liegen, die tatsächlich eingespritzte Menge bestimmt werden kann.

[0007] Zur Messung des Hubes der Bewegungseinrichtungen innerhalb des Kraftstoffinjektors sind Messeinrichtungen bekannt, welche jedoch hauptsächlich zu Entwicklungszwecken verwendet werden. Dabei dienen die Messeinrichtungen zur Auslegung und konstruktiven Gestaltung der Bewegungseinrichtungen innerhalb eines Kraftstoffinjektors, und sind für einen dauerhaften Betrieb innerhalb des Kraftstoffinjektors nicht geeignet. Insbesondere eignen sich bekannte Messeinrichtungen in Kraftstoffinjektoren nicht zur Ansteuerung eines Motorsteuergeräts, um eine tatsächlich eingespritzte bzw. einzuspritzende Kraftstoffmenge in einen Brennraum über einen Regelkreis zu steuern. Zwar bieten bekannte Messeinrichtungen die Möglichkeit, die Hubbewegung hinsichtlich der Richtung und der Geschwindigkeit der Bewegungseinrichtungen zu sensieren, eine genaue Detektion des Anschlags der Düsenadel in den Düsenadelsteuersitz sowie das Erreichen des Öffnungsmaximums im Hub der Düsenadel können mit den bekannten Messeinrichtungen nicht detektiert werden.

[0008] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kraftstoffinjektor für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, welcher über eine integrierte Mes-

seinrichtung eine Information über den Schließzeitpunkt bzw. den Öffnungszeitpunkt der Düsennadel bereitstellt. Insbesondere ist es die Aufgabe der Erfindung, einen Kraftstoffinjektor mit einer Messeinrichtung zu schaffen, welche eine genaue Information über das Anschlagsverhalten der Düsennadel im Düsennadelsitz sowie das Verhalten der Düsennadel im Anschlag des Öffnungshubes bereitstellt.

Offenbarung der Erfindung

[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 Wirbelstromsensor mit einem die Bewegungseinrichtung wenigstens teilweise umschließenden Messkörper ausgebildet ist, wobei die Bewegungseinrichtung wenigstens im Bereich der Umschließung durch den Messkörper eine Magnetisierung aufweist.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Bewegungseinrichtung in dem Bereich, der durch den Messkörper umschlossen wird, ein Magnetfeld eingeprägt. Die Aufmagnetisierung kann entweder durch einen Remanenzmagnetismus erfolgen oder durch ein Bestromen einer innerhalb der Bewegungseinrichtung angeordneten Erregerspule, was als eine Fremderregung bezeichnet werden kann. Zusätzlich kann das Magnetfeld seitens der unbewegten Komponente des Kraftstoffinjektors in einem Magnetkern geführt sein.

[0012] Bewegt sich nun die Bewegungseinrichtung in axialer Richtung, d.h. in Richtung der Bewegungsachse, so wird ein Signal durch die Messeinrichtung bereitgestellt, welches proportional zur Bewegungsgeschwindigkeit der Bewegungseinrichtung ist. Bei Permanenterregung in Folge von Remanenzmagnetismus wird durch die axiale Bewegung der Bewegungseinrichtung eine Spannung in der im Messkörper enthaltenen Sensorspule induziert. Bei Fremderregung durch eine im Messkörper enthaltene Erregerspule werden durch die axiale Bewegung der Bewegungseinrichtung in dieser Wirbelströme erzeugt. Folglich wird auch in diesem Fall eine der Bewegungsgeschwindigkeit näherungsweise proportionale Spannung in der im Messkörper enthaltenen Sensorspule induziert. Ist die Abklingzeitkonstante der Wirbelströme größer als die Einspritzdauer, so kann das Abklingen der Wirbelströme vernachlässigt werden. Im Falle der Fremderregung können die Funktionen von Erreger- und Sensorspule in vorteilhafter Weise in einer Spule zusammengefasst werden.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass der Messkörper ein Magnetjoch umfasst und der Kraftstoffinjektor als magnetisch betriebener Injektor ausgebildet ist

und die Bewegungseinrichtung durch einen Ventilkolben gebildet ist. Nach der konstruktiven Gestaltung eines magnetisch betriebenen Kraftstoffinjektors bewegt sich der Ventilkolben proportional zur Bewegung der Düsennadel. Daher kann das Magnetjoch den Ventilkolben umschließen, und die Aufmagnetisierung wird im Ventilkolben selbst vorgenommen. Der Ventilkolben ist in einem Injektorkörper geführt, so dass die Messeinrichtung innerhalb des Injektorkörpers fest angeordnet werden kann. Alternativ kann der Kraftstoffinjektor als piezoelektrisch betriebener Injektor mit einer fluidisch angesteuerten Düsennadel ausgebildet sein, und die Bewegungseinrichtung wird durch die Düsennadel selbst gebildet. Auch hier kann eine Aufmagnetisierung des Materials der Düsennadel auf zumindest einem Abschnitt der Längserstreckung erfolgen, so dass der Messkörper der Messeinrichtung in Form des Magnetjochs den aufmagnetisierten Bereich der Düsennadel umschließt. Dabei wird die Messeinrichtung in den Düsenkörper ortsfest eingebaut. Vorzugsweise wird die Messeinrichtung auf der Niederdruckseite des Düsenkörpers angeordnet, um die Messeinrichtung nicht der Hochdruckbeaufschlagung durch den Kraftstoff auszusetzen, wobei jedoch eine Anordnung auf der Hochdruckseite ebenfalls möglich ist.

[0014] Gemäß der Funktionsweise der Messeinrichtung umfasst diese neben dem Magnetjoch einen Spulenkörper. Der Spulenkörper kann entweder als Erreger- spule, als Sensorspule oder als kombinierte Erreger- und Sensorspule ausgebildet sein. Seitens der Erregerspule wird durch eine Bestromung ein Magnetfeld innerhalb der Bewegungseinrichtung erzeugt. Das Magnetjoch ist ringförmig ausgebildet und weist einen U-förmigen Querschnitt auf, wobei die Öffnung der U-Form in Richtung der Bewegungseinrichtung zeigt. Bei Verwendung einer getrennten Sensorspule kann die induzierte Spannung aus dieser direkt abgenommen werden. Sind Erreger- und Sensorspule identisch und wird diese mit einem Gleichstrom versorgt, so bewirkt die induzierte Spannung eine Abweichung der Spulenspannung von ihrem Wert im Ruhezustand. Wird an die Spule dagegen eine konstante Gleichspannung angelegt, so bewirkt die Längsbewegung der Bewegungseinrichtung entlang der Bewegungsachse eine Abweichung des Spulenstroms von ihrem Wert im Ruhezustand. Das Anschlagen der Düsennadel bzw. des Ventilkolbens an ihrem Hubanschlag im Öffnungspunkt sowie das Schließen der Düsennadel gehen mit äußerst schnellen Änderungen der Kolbengeschwindigkeit einher, so dass das Messsignal zu diesen Zeitpunkten jeweils quasi eine Unstetigkeit aufweist. Der Zeitpunkt, zu dem diese Unstetigkeit auftritt, wird als Hubanschlags- bzw. Schließzeitpunkt detektiert und kann dann einem übergeordneten Regler, der beispielsweise als Motorsteuergerät oder einem Teil davon ausgeführt ist, für diesen Zeitpunkt bzw. für die Spritzdauer oder die Einspritzmenge des Kraftstoffs in den Brennraum zugeführt werden.

[0015] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform

rungsform der Erfindung ist das Magnetjoch radial geschlitzt ausgeführt oder weist ein Material mit einem hohen spezifischen Widerstand auf, beispielsweise ein Pulververbundmaterial und/oder ein Ferritmaterial.

[0016] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Erfassung des Endes des Einspritzens eines Kraftstoffs in einen Brennraum und/oder zur Erfassung des Anschlags eines Öffnungshubes eines Ventilkolbens und/oder einer Düsenadel mit einer Messeinrichtung, wobei die Messeinrichtung mit einem konstanten Gleichstrom oder einer konstanten Gleichspannung betrieben wird, wobei die Abweichung von der konstanten Gleichspannung oder vom konstanten Gleichstrom als Messsignal dient. Insbesondere ergibt sich aus der Änderung der periodischen Ventilkolben- und/oder Düsenadelbewegung eine Änderung des mittels der Messeinrichtung ausgegebenen Messsignals in Form der Unstetigkeit. Mittels dieser Unstetigkeit werden gemäß des vorliegenden Verfahrens die Hubanschlags- oder Schließzeitpunkte periodisch aufeinander folgender Öffnungs- und Schließzyklen ermittelt.

[0017] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehen gemeinsam mit der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

Ausführungsbeispiel:

[0018] Es zeigt:

- Figur 1 einen Querschnitt eines brennraumseitigen Abschnitts eines Kraftstoffinjektors, welcher als magnetisch betriebener Kraftstoffinjektor ausgeführt ist, und eine Messeinrichtung einen innerhalb des Kraftstoffinjektors geführten Ventilkolben umschließt;
- Figur 2 einen Kraftstoffinjektor gemäß Figur 1, wobei die Messeinrichtung im Düsenkörper integriert ist und die Düsenadel umschließt;
- Figur 3 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Anordnung der Messeinrichtung innerhalb des Kraftstoffinjektors gemäß der Figuren 1 und 2;
- Figur 4 den Kurvenverlauf der Verwendung einer induzierten Spannung als Messsignal;
- Figur 5 den Kurvenverlauf des Betriebes der Erreger- und Sensorspulen, welche mit einem Gleichstrom betrieben werden; und
- Figur 6 den Kurvenverlauf des Betriebes der Erreger- und Sensorspule, welche mit einer Gleichspannung betrieben werden.

[0019] Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Kraftstoffinjektor ist nach Art eines magnetisch betriebenen

Injektors ausgebildet und mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Das Gehäuse des Kraftstoffinjektors 1 ist durch einen Injektorkörper 9 sowie einen Düsenkörper 10 gebildet.

[0020] Innerhalb des Injektorkörpers 9 sowie des Düsenkörpers 10 ist entlang einer Bewegungsachse 2 eine Bewegungseinrichtung längsbeweglich geführt, welche zumindest aus einem Ventilkolben 7 sowie einer Düsenadel 8 gebildet ist. Durch eine Hubbewegung der Düsenadel 8 werden in dem Düsenkörper 10 eingebrachte Kraftstoffeinspritzöffnungen 3 freigegeben, damit der Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden kann. Die Hubbewegung wird durch ein - in der Darstellung nicht gezeigtes - Magnetventil in der Bewegungseinrichtung gesteuert.

[0021] In der Figur 1 ist eine Messeinrichtung 5 gezeigt, welche auf der Höhe des Ventilkolbens 7 angeordnet ist. Die Messeinrichtung 5 umfasst ein Magnetjoch 6, in welchem ein Spulenkörper 11 aufgenommen ist. Der Spulenkörper 11 ist über eine Anschlussleitung 12 extern kontaktierbar. Gemäß der Darstellung ist erkennbar, dass die Messeinrichtung 5 ortsfest innerhalb des Injektorkörpers 9 eingebracht ist, und sich mit der Hubbewegung der Bewegungseinrichtung entlang der Bewegungsachse 2 nicht mitbewegt. Die Bewegungseinrichtung ist gemäß der Darstellung in Figur 1 und die für die Messeinrichtung 5 relevante Komponente durch den Ventilkolben 7 gebildet. Die Messeinrichtung 5 umschließt den Ventilkolben 7 mit dem U-förmig ausgebildeten Magnetjoch 6. In den Ventilkolben 7 ist in einem Magnetisierungsbereich 13 eine Magnetisierung aufgeprägt worden, welche eine Nord-Süd-Orientierung entlang der Bewegungsachse 2 aufweist. Bewegt sich nunmehr der Ventilkolben 7 mit der Öffnungs- und Schließbewegung der Düsenadel 8 entlang der Bewegungsachse 2, so ändert sich das Magnetfeld im Magnetjoch 6, so dass im Spulenkörper 11 eine Spannung induziert wird, welche über die Anschlussleitungen 12 abgegriffen werden kann. Ebenso ist es möglich, dass der Spulenkörper 11 sowohl eine Erreger- als auch eine Sensorspule umfasst, wobei durch eine Bestromung der Erregerspule das Magnetfeld innerhalb des Ventilkolbens 7 erzeugbar ist. Mittels der Sensorspule wird eine Spannung induziert, welche als Messgröße dient. Öffnet nun der Kraftstoffinjektor 1 die Kraftstoffeinspritzöffnungen 3 durch eine vertikale Hubbewegung der Düsenadel 8, welche mit der Hubbewegung des Ventilkolbens 7 in Wechselwirkung steht, so ändert sich der Magnetfluss im Magnetjoch 6.

[0022] In der Figur 2 ist die Messeinrichtung 5 auf der Höhe der Düsenadel 8 angeordnet. Daher ist der Magnetisierungsbereich 13 in die Düsenadel 8 eingebracht, um auf gleiche Weise wie auch im Ventilkolben 7 eine Änderung des Magnetfeldes bei einer Vertikalbewegung der Düsenadel 8 entlang der Bewegungsachse 2 zu erzeugen. Der Aufbau der Messeinrichtung 5 gemäß der Darstellung in Figur 2 bei einer Anordnung um die Düsenadel 8 gleicht dem Aufbau in Figur 1, so dass die

Messeinrichtung 5 ebenso aus einem Magnetjoch 6 gebildet ist, welcher einen Spulenkörper 11 aufnimmt. Der Spulenkörper 11 wird über die Anschlussleitung 12 extern kontaktiert. Gemäß der Darstellung ist die Messeinrichtung 5 ortsfest mit dem Düsenkörper 10 in Verbindung gebracht, so dass sich die Messeinrichtung 5 nicht mit der Hubbewegung der Düsenadel 8 mitbewegt.

[0023] Zur Erhöhung der Abklingzeitkonstante der Wirbelströme innerhalb des Ventilkolbens bzw. innerhalb der Düsenadel sind im Bereich der Messeinrichtung 5 in vier in der Oberfläche umlaufenden Nuten eingebrachte Ringelemente 14 vorgesehen. Diese bestehen aus einem Material mit einem sehr geringen spezifischen Widerstand, wie beispielsweise Aluminium. Die Ringelemente 14 sind in Nuten eingebracht, so dass der Ventilkolben 7 im Bereich der Ringelemente 14 keine Durchmessersprünge aufweist. Gemäß der Darstellung der Messeinrichtung 5 umfasst diese einen Magnetjoch 6, welcher aufgrund der U-förmigen Ausbildung zwei Teilabschnitte umfasst, welche direkt an den Ventilkolben 7 angrenzen. Zwischen den beiden Teilabschnitten ist der Spulenkörper 11 aufgenommen. Die Ringelemente 14 sind im Ruhezustand des Ventilkolbens 7 auf der Höhe des jeweiligen Teilabschnitts des Magnetjoches 6, welcher an den Ventilkolben 7 angrenzen, angeordnet. Somit sind insgesamt vier Ringelemente 14 innerhalb des Ventilkolbens 7 angeordnet, welche an den jeweiligen Randbereichen bzw. den Körperkanten des U-förmigen Magnetjoches 6 angrenzen.

[0024] Die Figuren 4-6 zeigen den Zusammenhang zwischen dem Hub des Ventilkolbens (h_{VK}) und den ausgegebenen Signalen durch die Messeinrichtung. Die Abszisse ist mit T gekennzeichnet und bildet den Zeitverlauf. Auf der Ordinate ist in den oberen Graphen der Hub des Ventilkolbens dargestellt und mit h_{VK} gekennzeichnet. In den Figuren 4 und 5 bildet der untere Graph die induzierte Spannung, welche in der Sensorspule induziert und durch die Messeinrichtung ausgegeben wird. In Figur 6 stellt der untere Graph den Stromverlauf dar, welcher den Spulenkörper durchfließt.

[0025] Der Verlauf der induzierten Spannung gemäß der Darstellung in Figur 4 beginnt zunächst mit dem Öffnungsbeginn I, wobei die Öffnungsperiode durch das Öffnungsende II gekennzeichnet ist. Aufgrund des ballistischen Verhaltens der Bewegung des Ventilkolbens bzw. der Düsenadel fallen das Öffnungsende II und der Schließbeginn III zeitlich fast zusammen. Der Schließvorgang erstreckt sich vom Schließbeginn III bis zum Schließende IV. Der untere Graph zeigt die induzierte Spannung, welche durch die Messeinrichtung ausgegeben wird. Bei Erreichen des Schließendes wird ein steiler Gradient mit anschließender Schwingbewegung erzeugt, welche durch eine Dämpfung auf Null abklingt. Diese Schwingung in der induzierten Spannung wird durch das dynamische Verhalten der Düsenadel erzeugt, welche im Düsensitz anschlägt. Der steile Gradient im Messsignal kann durch eine Auswerteeinrichtung des Messsignals detektiert werden, so dass eine genaue

Bestimmung des Schließendes 4 durch das induzierte Spannungssignal möglich ist. Dabei kann ggf. auch die gedämpfte Schwingung zusätzlich mit ausgewertet werden.

[0026] In Figur 5 ist der Betrieb der Erreger- und Sensorspule mit einem eingepprägten Gleichstrom dargestellt. Der Verlauf zeigt die induzierte Spannung als Abweichung vom Wert gemäß $U = I_0 \cdot R$. Die jeweilige Schwingbewegung tritt sowohl bei Erreichen des Öffnungsendes, also zum Zeitpunkt des Hubanschlags der Düsenadel im Öffnungszustand, sowie bei Schließende, d.h. das Anschlagen der Düsenadel im Düsensitz auf. Die Abweichung der jeweiligen Spulenspannung von deren Wert im Ruhezustand dient als Messsignal. Der Ruhezustand ist dabei durch eine strickpunktlierte Mittelinie dargestellt.

[0027] Figur 6 zeigt den Verlauf des Spulenstroms bei einer konstanten Gleichspannung, welche an der Erreger- und Sensorspule anliegt. Die Abweichung des Spulenstroms von dessen Wert im Ruhezustand dient hierbei als Messsignal. Der Verlauf zeigt daher im Ruhezustand den konstanten Wert U_0 / R . Die Hubanschlagszeitpunkte im Öffnungsende II sowie im Schließzeitpunkt bei Schließende IV erzeugen im Stromverlauf steile Gradienten, auf die wiederum gedämpfte Schwingungen folgen. Die Gradienten können - ggf. gemeinsam mit der gedämpften Schwingung - von einer Auswerteeinrichtung detektiert werden. Damit besteht die Möglichkeit, eine exakte Bestimmung des Hubanschlags bzw. des Schließendes zu schaffen, so dass die gewonnen Informationen durch ein Motorsteuergerät ausgewertet werden können.

[0028] 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.

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) zum Erfassen des Endes des Einspritzens des Kraftstoffes in den Brennraum und/oder zum Erfassen des Anschlages des Öffnungshubes aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messeinrichtung (5) als ein Wirbelstromsensor mit einem die Bewegungseinrichtung wenigstens teilweise umschließenden Messkörper ausgebildet ist, wobei die Bewegungseinrichtung wenigstens im Bereich der Umschließung durch den Messkörper eine Magnetisie-

rung aufweist.

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. 5
3. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor (1) als piezoelektrisch betriebener Injektor mit einer fluidisch angesteuerten Düsenadel (8) ausgebildet ist, und die Bewegungseinrichtung die Düsenadel (8) ist. 10 15
4. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffinjektor (1) einen Injektorkörper (9) und einen an diesem angeordneten Düsenkörper (10) umfasst, und die Messeinrichtung (5) im Injektorkörper (9) und/oder im Düsenkörper (10) aufgenommen ist. 20
5. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenkörper (10) eine Niederdruckseite umfasst, und die Messeinrichtung (5) in der Niederdruckseite angeordnet ist. 25 30
6. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (5) einen im Magnetjoch (6) eingebetteten Spulenkörper (11) umfasst, wobei der Spulenkörper (11) eine Sensorspule und/oder eine Erregerspule umfasst. 35
7. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungseinrichtung im Bereich der Messeinrichtung (5) in wenigstens einer in der Oberfläche umlaufenden Nut eingebrachte Ringelemente (14) umfasst, welche aus einem Material mit einem geringen spezifischen Widerstand ausgebildet sind. 40 45
8. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetjoch (6) radial geschlitzt ausgeführt ist und/oder ein Material mit einem hohen spezifischen Widerstand, umfassend ein Pulververbundmaterial und/oder ein Ferritmaterial, aufweist. 50 55
9. Verfahren zur Erfassung des Endes des Einspritzens eines Kraftstoffes in einen Brennraum und/oder zur Erfassung des Anschlags 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 Gleichstrom oder mit einer konstanten Gleichspannung betrieben wird, wobei die Abweichung von der Gleichspannung bzw. vom Gleichstrom als Messsignal dient.

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 Hubanschlags- oder Schließzeitpunkte periodisch aufeinander folgender Öffnungs- und Schließzyklen ermittelt werden.

Fig. 1

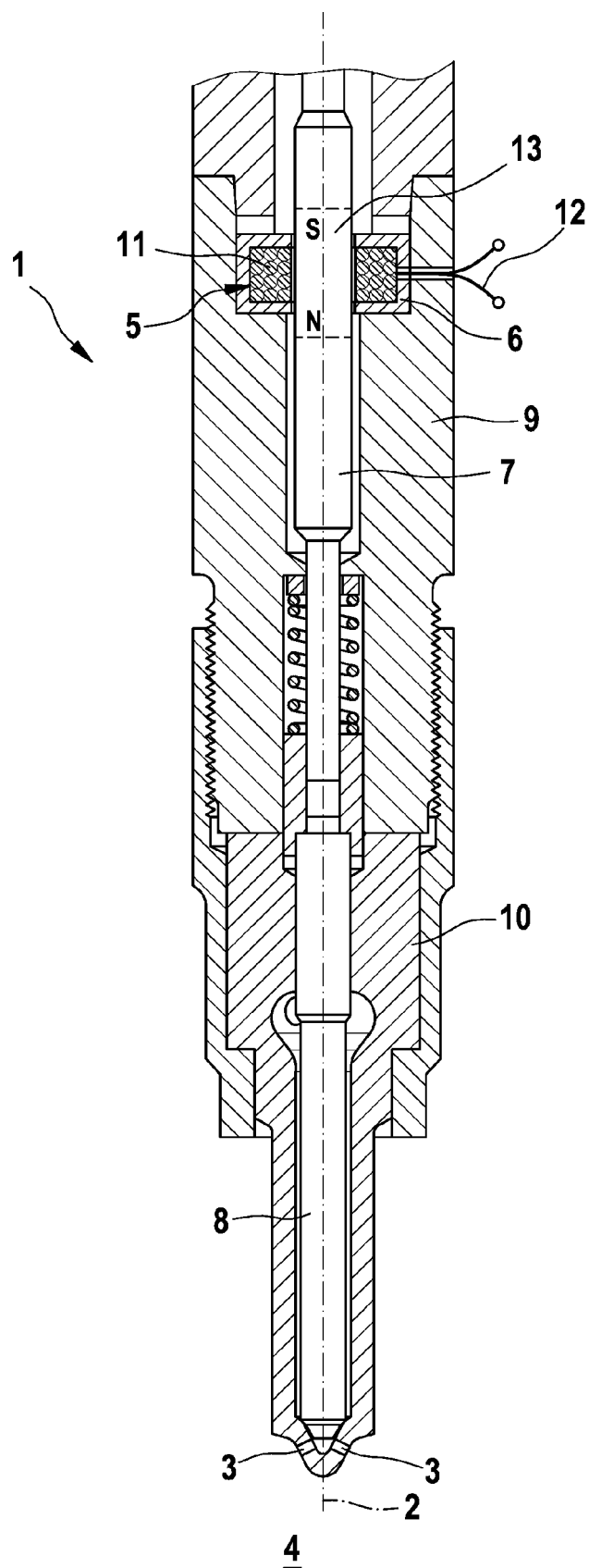


Fig. 2

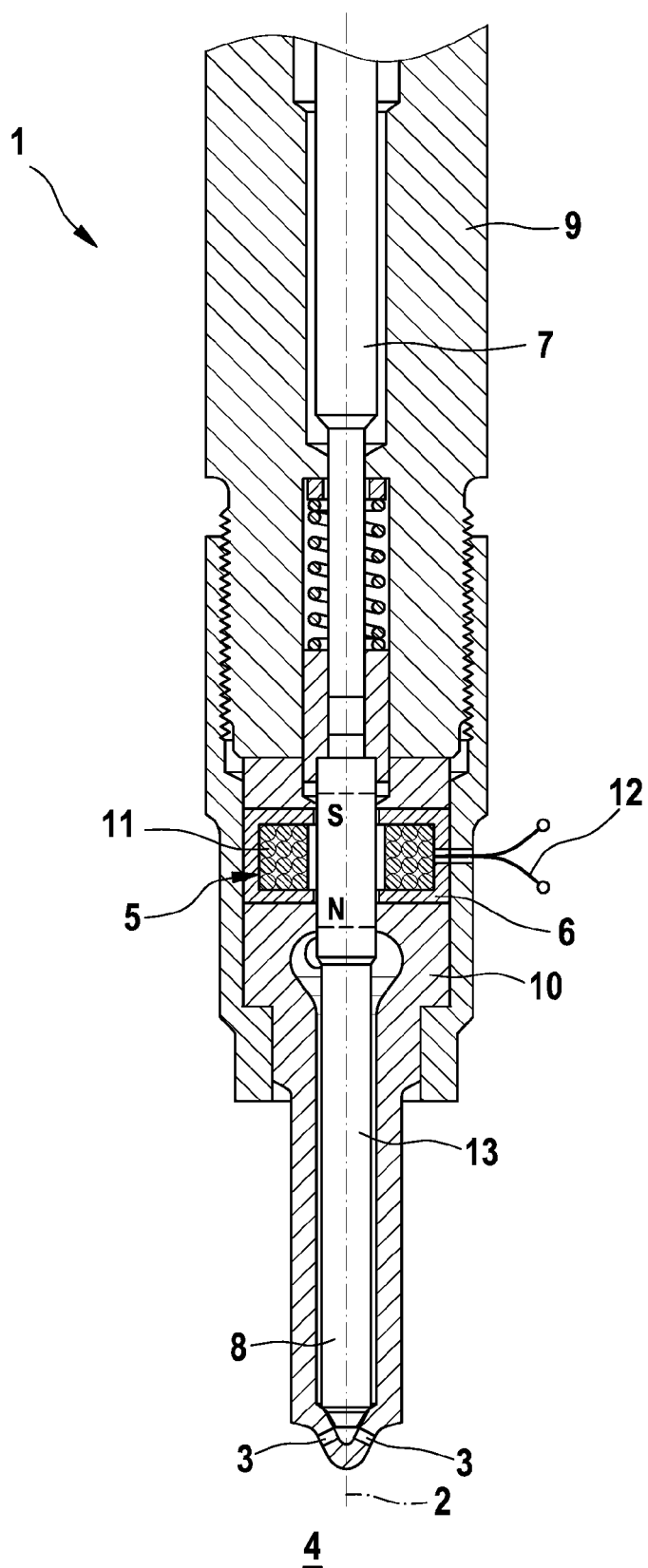


Fig. 3

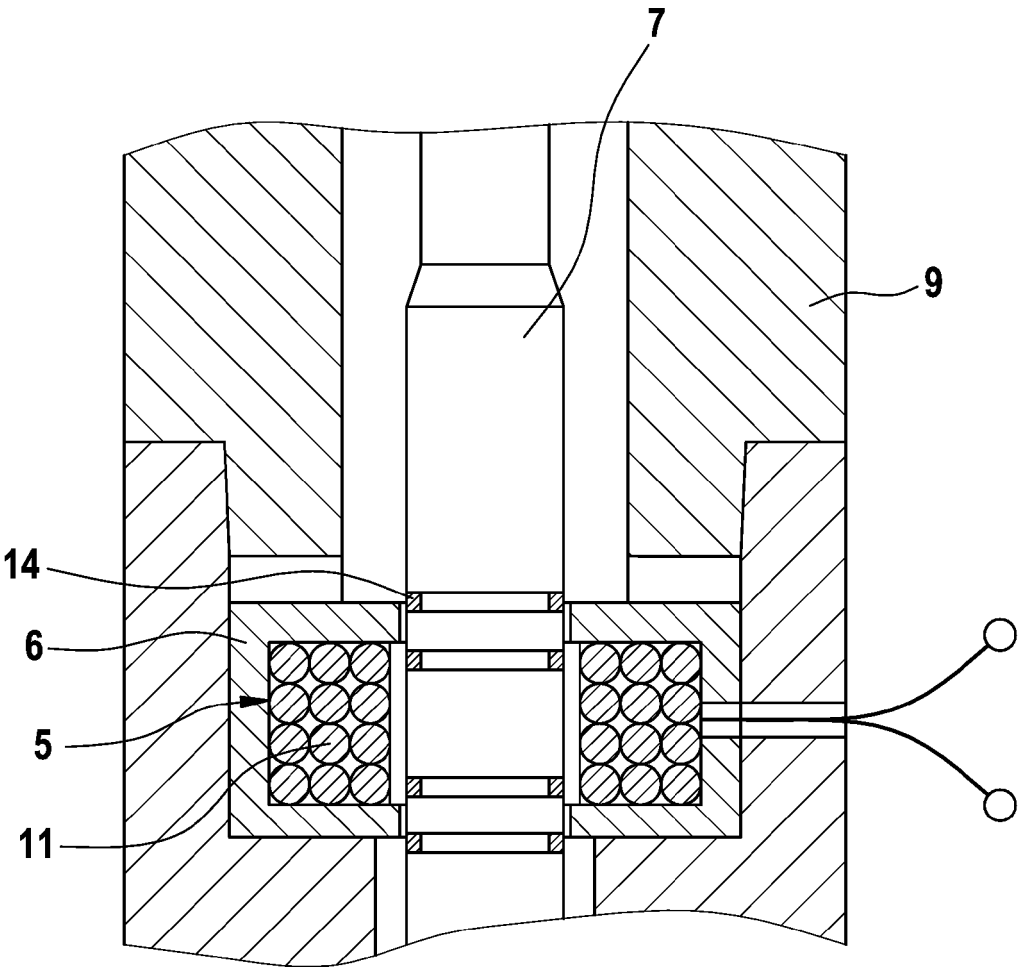


Fig. 4

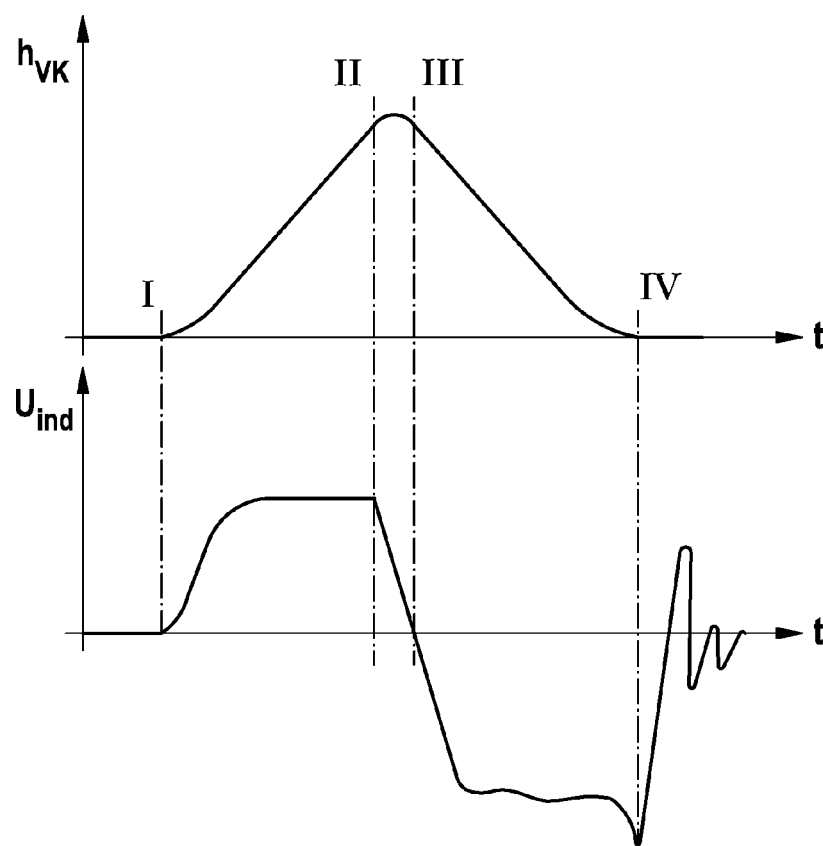


Fig. 5

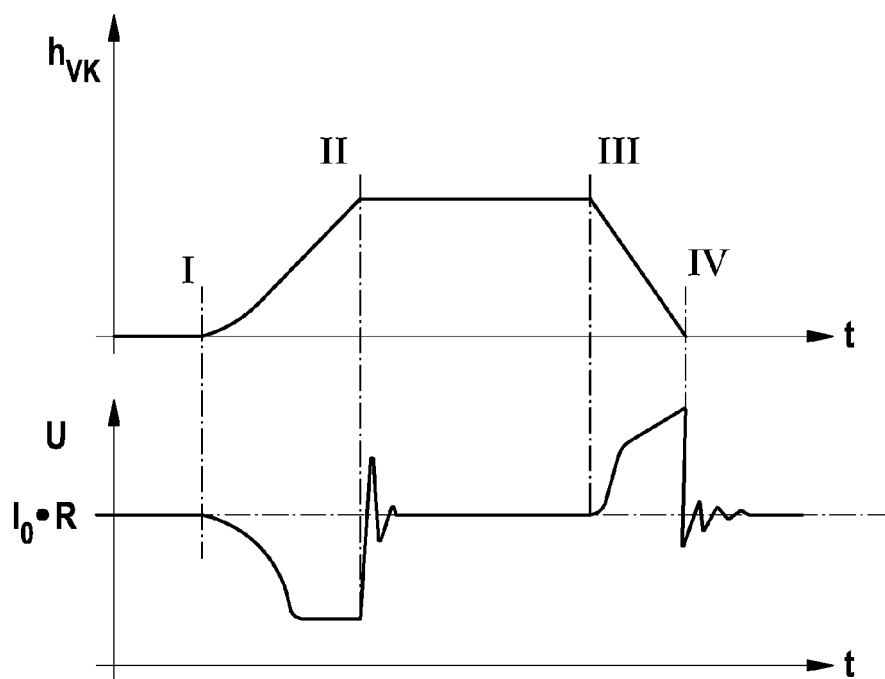
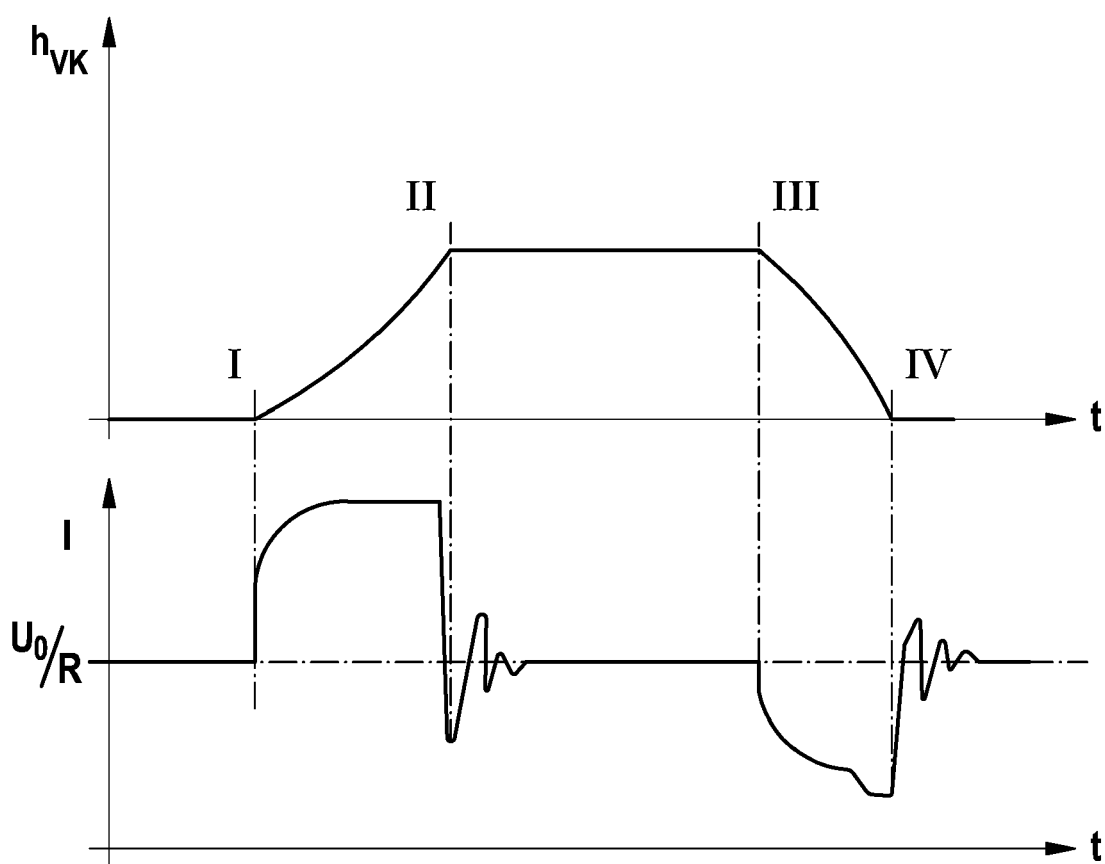


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 11 6546

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 2004/109087 A (WESTPORT GERMANY GMBH [DE]; BARTUNEK BERND [DE]; TOUCHETTE ALAIN [DE]) 16. Dezember 2004 (2004-12-16) * Seite 4, Zeilen 23,24 * * Seite 8, Zeile 33 - Seite 9, Zeile 4; Abbildung 1 *	1-10	INV. F02M51/06 F02M65/00
Y	WO 2005/042969 A (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]; GUERICH GUNTER [DE]; LAUMEN HERMANN-JOSEF []) 12. Mai 2005 (2005-05-12) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-10	
A	US 4 366 706 A (WOLFF GEORGE [US]) 4. Januar 1983 (1983-01-04) * Spalte 6, Zeile 59 - Spalte 7, Zeile 10 *	1-10	
A	US 2004/261735 A1 (BOIE CHRISTIAN [DE] ET AL BOIE CHRISTIAN [DE] ET AL) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) * Seite 1, Absatz 3 *	1-10	
			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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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 6546

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
WO 2004109087 A	16-12-2004	CN 1833101 A	13-09-2006
		DE 10326707 B3	27-01-2005
		EP 1642018 A1	05-04-2006
		JP 2006527346 T	30-11-2006
		US 2005199746 A1	15-09-2005

WO 2005042969 A	12-05-2005	AU 2003276007 A1	19-05-2005
		EP 1668242 A1	14-06-2006
		JP 2007515618 T	14-06-2007
		US 2007152659 A1	05-07-2007

US 4366706 A	04-01-1983	KEINE	

US 2004261735 A1	30-12-2004	AT 299231 T	15-07-2005
		AU 2002356696 A1	10-06-2003
		WO 03044334 A1	30-05-2003
		EP 1446560 A1	18-08-2004
		JP 2005509873 T	14-04-2005

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 [0003]
- DE 102004015744 A1 [0004]