

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Juli 2006 (27.07.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/076992 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/20 (2006.01) H01L 41/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/056668

(22) Internationales Anmeldedatum:

12. Dezember 2005 (12.12.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

102005002242.1 18. Januar 2005 (18.01.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STOECKLEIN, Wolfgang [DE/DE]; Ludwigstr. 34b, 70176 Stuttgart (DE).

RAPP, Holger [DE/DE]; Birkenweg 22, 71254 Ditzingen (DE). SCHULZ, Udo [DE/DE]; Kornblumenweg 34, 71665 Vaihingen/Enz (DE). IWATSUKI, Hideyuki [JP/DE]; Schwabstr. 33a, 70197 Stuttgart (DE).

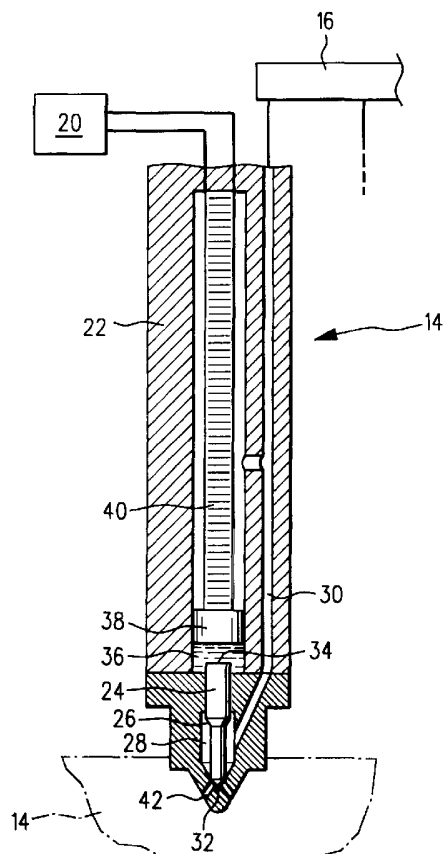
(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A FUEL INJECTION DEVICE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER KRAFTSTOFF-EINSPRITZVORRICHTUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection device (14) pertaining to an internal combustion engine, said fuel injection device comprising a piezoelectric actuator (40) and a valve element (24) that are interconnected. Said valve element (24) comprises a pressure stage. According to the invention, an increase in the force acting on the piezoelectric actuator (40) is interpreted as an actual opening of the valve element (24) (actual start of injection) and/or a decrease in the force acting on the piezoelectric actuator (40) is interpreted as an actual closing of the valve element (24) (actual end of injection), said increase/decrease in force being at least partially taken into account for the control of the piezoelectric actuator (40).

(57) Zusammenfassung: Eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (14) einer Brennkraftmaschine umfasst einen Piezoaktor (40) und ein Ventilelement (24), die miteinander gekoppelt sind. Das Ventilelement (24) weist eine Druckstufe auf. Es wird vorgeschlagen, dass ein Ansteigen der auf den Piezoaktor (40) wirkenden Kraft als ein tatsächliches Öffnen des Ventilelements (24) (Ist-Spritzbeginn) und/oder ein Abfallen der auf dem Piezoaktor (40) wirkenden Kraft als ein tatsächliches Schließen des Ventilelements (24) (Ist-Spritzende) interpretiert und bei der Ansteuerung des Piezoaktors (40) wenigstens zeitweise berücksichtigt wird.

WO 2006/076992 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10 Verfahren zum Betreiben einer Kraftstoff-
Einspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betreiben
einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung einer
Brennkraftmaschine, bei dem ein Piezoaktor mit einem
Ventilelement der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung gekoppelt
ist, wobei das Ventilelement eine Druckstufe aufweist. Die
20 Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm, ein
elektrisches Speichermedium für eine Steuer- und/oder
Regeleinrichtung einer Brennkraftmaschine, und eine Steuer-
und/oder Regeleinrichtung für eine Brennkraftmaschine.

25 Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist aus der EP 1
172 541 A1 bekannt. Bei der dortigen Kraftstoff-
Einspritzvorrichtung ist ein Ventilelement in Form einer
Ventilnadel vorgesehen, welches hydraulisch durch einen
Druck in einem Steuerraum geöffnet oder geschlossen werden
30 kann. Der Druck im Steuerraum wird wiederum durch ein
Schaltventil beeinflusst, welches über einen hydraulischen
Koppler mit einem Piezoaktor gekoppelt ist.

Vom Markt her bekannt ist ferner eine Kraftstoff-
35 Einspritzvorrichtung, bei welcher das Ventilelement
unmittelbar, also ohne Zwischenschaltung eines

Schaltventils, ebenfalls über einen hydraulischen Koppler mit dem Piezoaktor gekoppelt ist. Dabei kann beim Laden und Entladen des Piezoaktors entweder der Spannungsverlauf des Piezoaktors vorgegeben werden, oder es wird ein

5 Stromverlauf vorgegeben, der dann zu einer gewünschten Spannung am Ende des Lade- beziehungsweise Entladevorgangs führt. Im zuletzt genannten Fall kann das vorgegebene Stromprofil zusätzlich durch einen überlagerten

10 Spannungsregler skaliert werden, so dass zumindest die Spannungsniveaus am Ende der Lade- beziehungsweise Entladevorgänge durch einen geschlossenen Regelkreis eingestellt werden.

Der Spannungsgradient kann dabei jedoch nicht beliebig hoch

15 eingestellt werden. Zum einen ist er durch den maximalen Strom einer Endstufe begrenzt, mit der der Piezoaktor angesteuert wird, und zum anderen durch die Tatsache, dass bei einem zu hohen Spannungsgradienten die Gefahr besteht, dass die Resonanz des Piezoaktors angeregt wird, was zu

20 einer Zerstörung oder mindestens zu einer Beschädigung des Piezoaktors führen kann.

Bei der bekannten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nimmt der für eine Betätigung des Ventilelements erforderliche

25 "Spannungshub", also die Differenz zwischen Anfangs- und Endspannung bei einer Ansteuerung des Piezoaktors, mit zunehmendem Kraftstoffdruck, der auf das Ventilelement in Öffnungsrichtung wirkt, zu. Dabei ist die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung so ausgelegt, dass bei einem hohen

30 Kraftstoffdruck ein Großteil des zur Verfügung stehenden Spannungshubs ausgeschöpft werden muss, um das Ventilelement zu öffnen. Nach dem Öffnen beschleunigt das Ventilelement und bewegt sich so weit, bis an den

35 entgegengesetzt ausgerichteten Druckflächen des Ventilelements ein Kräftegleichgewicht herrscht. Bei einem

hohen Kraftstoffdruck wird dieser Gleichgewichtspunkt erst bei fast vollständig geöffnetem Ventilelement erreicht.

Aufgrund der beschriebenen Verhältnisse ist es schwierig,
5 bei der bekannten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung sehr kleine Kraftstoffmengen in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine einzuspritzen. Derartige kleine und kleinste Einspritzmengen sind vor allem bei Voreinspritzungen ("Piloteinspritzung") gewünscht.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, mit einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung mit direkter Koppelung zwischen Piezoaktor und Ventilelement möglichst geringe Kraftstoffmengen einspritzen zu können, bei gleichzeitig
15 stabilem Betrieb der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, das heißt also ohne Schwingungen oder Resonanzprobleme.

Diese Aufgabe wird bei einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch
20 gelöst, dass ein Ansteigen der auf den Piezoaktor wirkenden Kraft als ein tatsächliches Öffnen des Ventilelements (Ist-Spritzbeginn) und/oder ein Abfallen der auf den Piezoaktor wirkenden Kraft als ein tatsächliches Schließen des Ventilelements (Ist-Spritzende) interpretiert und bei der
25 Ansteuerung des Piezoaktors wenigstens zeitweise berücksichtigt wird. Bei einem Computerprogramm, einem elektrischen Speichermedium und einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung der eingangs genannten Art wird die gestellte Aufgabe entsprechend gelöst.

30

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht einen stabilen Betrieb einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, bei der das
35 Ventilelement und der Piezoaktor direkt gekoppelt sind, bei

sehr kleinen Einspritzmengen von bis herab zu 1
mm³/Einspritzung und bei gleichzeitig sehr hohen
Kraftstoffdrücken. Zudem ermöglicht das erfindungsgemäße
Verfahren eine Erhöhung der Zumessgenauigkeit auch bei
5 größeren Einspritzmengen, da der Ist-Spritzbeginn und/oder
das Ist-Spritzende bekannt sind beziehungsweise ist und bei
der Ansteuerung des Piezoaktors berücksichtigt werden kann.

Hintergrund für diese Vorteile des erfindungsgemäßen
10 Verfahrens ist die Tatsache, dass bei einem Ventilelement
mit einer Druckstufe unmittelbar nach dem Öffnen des
Ventilelements beziehungsweise einer Ansteuerung des
Piezoaktors eine zusätzliche Kraft in Öffnungsrichtung auf
das Ventilelement wirkt. Aufgrund der direkten Kopplung des
15 Ventilelements mit dem Piezoaktor wirkt diese zusätzliche
Kraft auch auf den Piezoaktor. Indem die Änderung der auf
den Piezoaktor wirkenden Kraft erfasst wird, kann ein
Zeitpunkt, zu dem das Ventilelement tatsächlich öffnet
(Ist-Spritzbeginn) beziehungsweise ein Zeitpunkt, zu dem
20 das Ventilelement schließt (Ist-Spritzende) während des
Betriebs der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung erfasst
werden. Ist jedoch der Ist-Spritzbeginn beziehungsweise das
Ist-Spritzende bekannt, kann die Ansteuerung des
Piezoaktors entsprechend angepasst und hierdurch die
25 Genauigkeit beim Einbringen von Kraftstoff in einen
Brennraum der Brennkraftmaschine erheblich verbessert
werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen
30 Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass ein
Schließvorgang des Ventilelements abhängig vom Ist-
Spritzbeginn eingeleitet wird. Dies gestattet eine sehr
präzise Realisierung einer gewünschten Öffnungsdauer des
Ventilelements. Hierdurch kann die Zumessgenauigkeit auch

im Teil- und Vollastbereich einer Brennkraftmaschine verbessert werden.

Kleinste Einspritzmengen können mit dem erfindungsgemäßen
5 Verfahren realisiert werden, wenn das Vorzeichen eines
Signals oder eines Signalgradienten mit dem der Piezoaktor
angesteuert wird, geändert wird, sobald ein Ist-
Spritzbeginn detektiert wurde. Als Signalgradient kommt
10 beispielsweise ein Spannungsgradient in Frage oder - noch
wirkungsvoller - als Signal ein Strom, mit dem der
Piezoaktor geladen beziehungsweise entladen wird. Da die
Vorzeichenänderung beziehungsweise das Umschalten von
Entladen auf Laden oder umgekehrt geregelt auf Basis eines
detektierten Ist-Spritzbeginns des Ventilelements erfolgt,
15 kann die Kleinstmenge an Kraftstoff auch sehr stabil
dargestellt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des
erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus,
20 dass der Ist-Spritzbeginn und/oder das Ist-Spritzende nach
einem Sollwert geregelt wird. Anders als bei bisher
bekannten Verfahren wird also nicht mehr Beginn und/oder
Ende der Ansteuerung des Piezoaktors, sondern der
tatsächliche Ist-Spritzbeginn und/oder das Ist-Spritzende
25 geregelt, was nicht nur eine genaue Zumessung einer
gewünschten Kraftstoffmenge, sondern auch eine präzise
Realisierung eines gewünschten Einspritzzeitpunktes
ermöglicht. Dabei wird vermieden, dass sich eine Streuung
der Verzugszeit zwischen Ansteuerbeginn und Spritzbeginn
30 beziehungsweise Ansteuerende und Spritzende auf die
Kraftstoffzumessung auswirkt.

Dabei kann auch eine Differenz zwischen Ist-Spritzbeginn
und Ist-Spritzende (Ist-Spritzdauer) nach einem Sollwert

geregelt werden. In diesem Fall ist die Zumessgenauigkeit des Kraftstoffs noch besser.

Eine weitere wichtige vorteilhafte Ausgestaltung des
5 erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass eine Änderung
der auf den Piezoaktor wirkenden Kraft über eine Änderung
einer durch die Kraft beeinflussten elektrischen Größe des
Piezoaktors erfasst wird. Dem liegt der Gedanke zugrunde,
10 dass die Kraftänderung, die auf den Piezoaktor wirkt, bei
diesem zu einer Längenänderung führt. Diese hat bei einem
Betrieb mit vorgegebenem Dehnungsverlauf - also mit
"eingepprägtem" Stromverlauf - eine Änderung des
Spannungsverlaufs und bei Betrieb mit "eingepprägtem"
Spannungsverlauf eine Änderung des Aktorstromverlaufs zur
15 Folge. Diese Änderung kann erfindungsgemäß ohne Weiteres
erfasst werden, so dass ein Ist-Spritzbeginn
beziehungsweise ein Ist-Spritzende erfasst werden kann,
ohne dass ein zusätzlicher Sensor erforderlich ist.

20 Eine konkrete Weiterbildung dieser Verfahrensvariante sieht
vor, dass zum Öffnen des Ventilelements der Piezoaktor mit
einem vorgegebenen Spannungsverlauf entladen oder geladen
wird, und dass auf einen Ist-Spritzbeginn erkannt wird,
wenn ein Entladestrom beziehungsweise ein Ladestrom einen
25 Grenzwert über- beziehungsweise unterschreitet, wobei der
Grenzwert durch das Produkt aus einer Kapazitätskonstante
des Piezoaktors und dem Entlade- beziehungsweise
Ladespannungsgradient gebildet wird. Diese Methode ist sehr
einfach realisierbar.

30 Das Gleiche gilt für jene Verfahrensvariante, bei welcher
zum Öffnen des Ventilelements der Piezoaktor mit einem
vorgegebenen Stromverlauf entladen oder geladen wird, und
bei welcher auf einen Ist-Spritzbeginn erkannt wird, wenn
35 ein Entlade- beziehungsweise Ladespannungsgradient einen

Grenzwert über- beziehungsweise unterschreitet, wobei der Grenzwert durch den Quotient aus Entlade- beziehungsweise Ladestrom und einer Kapazitätskonstanten des Piezoaktors gebildet wird.

5

Bei den beiden letztgenannten Verfahrensvarianten ist eine Kenntnis der verwendeten Lade- und Entladestrategie erforderlich. Unabhängig von einer solchen Strategie ist ein Verfahren, bei dem zum Öffnen des Ventilelements der Piezoaktor entladen oder geladen wird, und bei dem mittels eines Störgrößenbeobachters ein Stromanteil geschätzt wird, der sich aus dem Ansteigen der auf den Piezoaktor wirkenden Kraft ergibt, und bei dem auf einen Ist-Spritzbeginn erkannt wird, wenn der Stromanteil einen Grenzwert überschreitet. Als Störgrößenbeobachter kommt beispielsweise ein Luenberger-Beobachterverfahren in Frage.

10

Alle drei letztgenannten Verfahrensvarianten können nicht nur für die Erkennung eines Ist-Spritzbeginns, sondern in entsprechender Weise mit entsprechend angepassten anderen Grenzwerten für die Erkennung eines Ist-Spritzendes angewendet werden.

15

20

Zeichnungen

25

Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

30 In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Kraftstoffinjektoren;

35

Figur 2 einen Teilschnitt durch einen Kraftstoffinjektor von Figur 1;

5
Figur 3 ein Diagramm, in dem eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft über einem Hub eines Ventilelements eines Kraftstoffinjektors von Figur 2 aufgetragen ist;

10
Figur 4 ein Diagramm, in dem verschiedene Betriebsparameter eines Kraftstoffinjektors von Figur 2 bei einem Einspritzvorgang über der Zeit aufgetragen sind;

15
Figur 5 ein Funktionsschaubild eines ersten Verfahrens zum Betreiben eines Kraftstoffinjektors von Figur 2;

20
Figur 6 ein Funktionsschaubild eines zweiten Verfahrens zum Betreiben eines Kraftstoffinjektors von Figur 2;

25
Figur 7 ein Funktionsschaubild eines dritten Verfahrens zum Betreiben eines Kraftstoffinjektors von Figur 2.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

30
In Figur 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst mehrere Brennräume 12, in die der Kraftstoff direkt von einem jeweiligen Kraftstoffinjektor 14 eingespritzt wird. Die Kraftstoffinjektoren 14 sind an einen Kraftstoffdruckspeicher ("Rail") 16 angeschlossen, in den der Kraftstoff von einem Fördersystem 18 gefördert wird.
35
Der Betrieb der Kraftstoffinjektoren 14 wird von einer

Steuer- und/oder Regeleinrichtung 20 gesteuert beziehungsweise geregelt (gestrichelte Linien). Hierzu werden unter anderem auch Eingangssignale (gestrichelte Linien) von verschiedenen Sensoren verwendet, die in Figur 5 1 nicht dargestellt sind.

Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, umfasst der Kraftstoffinjektor 14 ein Gehäuse 22, in dem ein nadelartiges Ventilelement 24 längsverschieblich 10 aufgenommen ist. Dieses weist eine in Öffnungsrichtung wirkende Druckschulter 26 auf, die in einem Druckraum 28 angeordnet ist, der über einen Kanal 30 mit dem Kraftstoffdruckspeicher 16 verbunden ist. Eine ebenfalls in Öffnungsrichtung wirkende konische Druckfläche 32 ist im 15 geschlossenen Zustand des Ventilelements fluidisch von dem Druckraum 28 getrennt.

Das von der Druckfläche 32 entgegengesetzte Ende des Ventilelements 24 ragt mit einer Fläche 34 in einen 20 hydraulischen Steuerraum 36 hinein, in dem der hohe Druck des Kraftstoffdruckspeichers herrscht. Der Steuerraum 36 wird auch von einem Steuerkolben 38 begrenzt, dessen Durchmesser in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel größer ist als die Steuerfläche 34 des Ventilelements 24. Der 25 Steuerkolben 38 ist an einem Piezoaktor 40 befestigt, der, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer in Figur 2 nicht dargestellten Endstufe, von der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 20 angesteuert wird.

30 Damit der Kraftstoffinjektor 14 Kraftstoff in den Brennraum 12 einspritzt, wird der Piezoaktor 40 so angesteuert, dass sich seine Länge verringert. In der Folge bewegt sich der Steuerkolben 38 in Figur 2 nach oben. Über die hydraulische Kopplung mittels des Steuerraums 36 und aufgrund der auf 35 der Druckschulter in Öffnungsrichtung wirkenden Kraft

bewegt sich auch das Ventilelement 24 nach oben. In der Folge liegt der im Druckraum 28 herrschende hohe Kraftstoffdruck auch an der endseitigen Druckfläche 32 des Ventilelements 24 an, was, nach der ersten Öffnungsbewegung des Ventilelements 24, zu einer zusätzlichen in
5 Öffnungsrichtung wirkenden Kraft und zu einem beschleunigten Öffnen des Ventilelements 24 führt.

Da sich die in Öffnungsrichtung auf das Ventilelement 24 wirkende Kraft unmittelbar nach dem Öffnen rasch erhöht, spricht man auch von einem Ventilelement mit "Druckstufe". Der Anstieg der in Öffnungsrichtung auf das Ventilelement 24 wirkenden Kraft F ist auch aus Figur 3 ersichtlich, wo diese über einem Öffnungshub H aufgetragen ist. Kraftstoff
10 kann nun durch Kraftstoff-Austrittskanäle 42 in den Brennraum 12 gelangen.

Um auch sehr kleine Kraftstoffmengen mit dem Kraftstoffinjektor 14 einspritzen zu können, wird gemäß
20 einem Verfahren vorgegangen, welches nun unter Bezugnahme auf Figur 4 erläutert wird:

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Piezoaktor 40 dann, wenn das Ventilelement 24 geschlossen sein soll, geladen. Zum Öffnen des Ventilelements 24 wird der
25 Piezoaktor 40 entladen. Dabei wird bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Piezoaktor 40 mit einem bestimmten, vorliegend im Wesentlichen linearen Spannungsverlauf geladen beziehungsweise entladen. Hierzu wird während des
30 Entladens und des Ladens der Spannungsverlauf beziehungsweise der Spannungsgradient gemessen und der Lade- beziehungsweise Entladestrom entsprechend eingestellt. Eine Ladung Q des Piezoaktors kann dabei vereinfacht als Summe aus einem spannungsabhängigen Anteil
35 $Q_u = C_0 \cdot U$ und einem längenabhängigen Anteil $Q_x = C_x \cdot (x -$

x_0) ausgedrückt werden. Die Faktoren C_0 und C_x sind dabei Kapazitätskonstanten, U eine am Piezoaktor anliegende Spannung, und x eine aktuelle Länge des Piezoaktors 40.

- 5 Der längenabhängige Anteil Q_x basiert dabei auf folgender Überlegung: Die in Öffnungsrichtung am Ventilelement 24 angreifende Kraft überträgt sich über die hydraulische Kopplung des Druckraums 28 und den Steuerkolben 38 auch auf den Piezoaktor 40. Öffnet das Ventilelement 24, führt dies
 10 aufgrund der Druckstufe am Ventilelement 24 zu einer Krafterhöhung ("Kraftsprung") auch am Piezoaktor 40. Dieser Kraftsprung führt zu einer zusätzlichen Längenänderung des Piezoaktors 40. Um den vorgegebenen Spannungsverlauf auch unter der Randbedingung der erhöhten
 15 Längenänderungsgeschwindigkeit des Piezoaktors 40 einzuhalten, muss der Entladestrom i gegenüber dem Zustand bei ruhendem Ventilelement 24 erhöht werden. Bei dem hier verwendeten Verfahren werden dieser Kraftsprung und die entsprechende Ladungsänderung dazu verwendet, ein
 20 tatsächliches Öffnen des Ventilelements 24 (Spritzbeginn) beziehungsweise ein tatsächliches Schließen des Ventilelements 24 (Spritzende) zu erfassen. Hierzu werden folgende physikalische Grundlagen verwendet:

$$25 \quad Q = \int i dt = Q_u + Q_x = C_0 \cdot u + C_x \cdot (x - x_0) \quad (1)$$

Dies ergibt aufgelöst nach dem Entlade- beziehungsweise Ladestrom des Piezoaktors 40:

$$30 \quad i = i_u + i_x = \frac{dQ_u}{dt} + \frac{dQ_x}{dt} = C_0 \cdot \frac{du}{dt} + C_x \cdot \frac{dx}{dt} \quad (2)$$

Hieraus ergibt sich:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{C_x} \cdot \left(i - C_0 \cdot \frac{du}{dt} \right) \quad (3)$$

Unterschreitet der Entladestrom i beim Entladen eindeutig den Grenzwert $C_0 \cdot du/dt$, bedeutet dies, dass das
5 Ventilelement 24 gerade öffnet. Überschreitet der Ladestrom i beim Laden des Piezoaktors 40 diesen Wert, ändert sich gerade die Bewegungsrichtung des Ventilelements 24. Unterschreitet der Ladestrom beim Laden diesen Wert, ist das Ventilelement 24 im Schließen begriffen. In Figur 4 ist
10 die am Piezoaktor 40 anliegende Spannung U mit 44 bezeichnet, der Strom i mit 46, der Grenzwert $C_0 \cdot du/dt$ mit 48 (strichpunktierte Kurve) und ein Hub H des Ventilelements 24 mit 50. Der Spritzbeginn erfolgt zum Zeitpunkt t_1 , die Richtungsumkehr des Ventilelements 24 zum
15 Zeitpunkt t_2 , und das Spritzende liegt beim Zeitpunkt t_3 .

Abhängig von dem erfassten Spritzbeginn des Kraftstoffinjektors 14 zum Zeitpunkt t_1 wird der Piezoaktor 40 von der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 20
20 schnellstmöglich wieder geschlossen. Hierzu wird nach einem erfassten Spritzbeginn t_1 der Entladestrom i so geändert, dass der Gradient du/dt der Spannung u ein umgekehrtes Vorzeichen aufweist. Das Schließen des Ventilelements 24 wird also abhängig vom tatsächlichen Öffnen (Spritzbeginn),
25 eingeleitet. Da anhand des angegebenen Verfahrens der Ist-Spritzbeginn und das Ist-Spritzende zu den Zeitpunkten t_1 beziehungsweise t_3 erfasst werden können, können diese jeweils nach einem Sollwert geregelt werden. Möglich ist auch, den Ist-Spritzbeginn zum Zeitpunkt t_1 und eine
30 Differenz dt_i , die auch als Ist-Spritzdauer bezeichnet wird, nach einem Sollwert zu regeln.

Letztlich kann der Kraftstoffinjektor 14 beziehungsweise der Piezoaktor 40 aber auch geladen und entladen werden mit

einem vorgegebenen bestimmten Verlauf des Lade-
 beziehungsweise Entladestroms i . Aus der obigen Gleichung
 (1) ergibt sich dann:

$$5 \quad \frac{du}{dt} = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{dQ_u}{dt} = \frac{1}{C_0} \cdot \left(i - \frac{dQ_x}{dt} \right) = \frac{1}{C_0} \cdot \left(i - C_x \cdot \frac{dx}{dt} \right) \quad (4)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{C_x} \cdot \frac{dQ_x}{dt} = \frac{1}{C_x} \cdot \left(i - \frac{dQ_u}{dt} \right) = \frac{1}{C_x} \cdot \left(i - C_0 \cdot \frac{du}{dt} \right) \quad (5)$$

Liegt in diesem Fall der Spannungsgradient du/dt beim
 10 Entladen eindeutig über dem Wert i/C_0 , so ist das
 Ventilelement 24 im Öffnen begriffen. Unterschreitet der
 Spannungsgradient du/dt diesen Wert, schließt das
 Ventilelement 24 gerade.

15 Der Spritzbeginn und das Spritzende können jedoch auch
 unabhängig von der Lade- und Entladestrategie, also
 unabhängig davon, ob ein bestimmter Spannungsverlauf oder
 ein bestimmter Stromverlauf vorgegeben wird, ermittelt
 werden. Dies geschieht mit Hilfe eines
 20 Störgrößenbeobachters 51, beispielsweise eines Luenberger-
 Beobachterverfahrens (vgl. Figur 5). Integriert man die
 Gleichung

$$\frac{du}{dt} = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{dQ_u}{dt} = \frac{1}{C_0} \cdot \left(i - \frac{dQ_x}{dt} \right) = \frac{1}{C_0} \cdot \left(i - C_x \cdot \frac{dx}{dt} \right) \quad (6)$$

25

so erhält man

$$u = \frac{1}{C_0} \cdot \int \left(i - C_x \cdot \frac{dx}{dt} \right) dt = \frac{1}{C_0} \cdot \int \left(i - \frac{dQ_x}{dt} \right) dt = \frac{1}{C_0} \cdot \int (i - i_x) dt \quad (7)$$

Die Gleichung (7) kann als Übertragungstrecke verstanden werden, von deren Eingangsgrößen jedoch nur der Strom i gemessen werden kann. Die von der Längenänderung des Piezoaktors 40 beziehungsweise der Krafterhöhung beim Öffnen des Ventilelements 24 abhängige Stromgröße i_x kann jedoch nicht gemessen werden. Um diese zu ermitteln, wird zunächst der in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 20 bekannte Lade- beziehungsweise Entladestrom i einer Streckennachbildung zugeführt (Block 52 in Figur 5). In dem in Figur 5 gezeigten Ausführungsbeispiel besteht diese Streckennachbildung aus einem Integrator mit der Integrationskonstante C_0 beziehungsweise mit einer durch Normierung aus der Integrationskonstanten C_0 berechneten Zeitkonstanten. Die Ausgangsgröße dieses Integrators 52 ist eine beobachtete Spannung u_b am Piezoaktor 40.

Wenn die Größe $i_x = 0$ ist, ist $u_b = u$. Wenn jedoch der Piezoaktor 40 beim Öffnen oder Schließen des Ventilelements 24 seine Länge ändert und folglich $i_x \neq 0$ wird, weichen u_b und u voneinander ab. In 54 wird die Differenz zwischen u_b und der gemessenen Spannung u gebildet und einem Rückkoppelglied 56 zugeführt. Dieses kann beispielsweise ein einfacher Proportionalverstärker oder ein PI-Glied, aber auch ein Verstärker mit einem Übertragungsverhalten zweiter oder höherer Ordnung sein.

Das Ausgangssignal des Rückkoppelglieds 56 wird dann mit negativem Vorzeichen dem Eingang der Streckennachbildung 52 aufgeschaltet. Dieses Ausgangssignal folgt nun der an sich unbekanntem Größe i_x entsprechend dem Übertragungsverhalten des Beobachters 51 nach und kann entweder direkt oder über ein weiteres Filterglied 58 geführt als beobachtetes Signal $i_{x,b}$ für die unbekanntem Größe i_x verwendet werden. Unterschreitet das Signal $i_{x,b}$ beim Entladen eine definierte Schwelle, so wird ein Öffnen des Ventilelements 24

detektiert, überschreitet es beim Laden eine zweite definierte Schwelle, so wird der Beginn des Schließvorgangs des Ventilelements 24 detektiert. Unterschreitet es nach Ende des Ladevorgangs diese zweite oder eine weitere,
5 dritte Schwelle, so wird dies als Spritzende erfasst.

Wie aus Figur 6 ersichtlich ist, können das Rückkoppelglied und das Filterglied 58 zu einer Einheit 60 zusammengefasst werden. Hierzu wird das gefilterte Signal aus gewichteten
10 Komponenten des Ausgangssignals des Rückkoppelglieds gebildet. Am Beispiel eines PI-Glieds als Rückkoppelglied 56 lässt sich dies folgendermaßen veranschaulichen:
Beispielsweise kann als beobachtetes Signal $i_{x,b}$ anstelle des Ausgangssignals des Rückkoppelglieds 56 auch nur dessen
15 I-Anteil oder die Summe aus dem I-Anteil und dem mit einem Faktor K multiplizierten P-Anteil verwendet werden, wobei K dann zwischen 0 und 1 liegen sollte. Dies entspricht einer Filterung des Ausgangssignals mit einem Verzögerungsglied erster Ordnung.

20 Die Streckennachbildung des Piezoaktors 40 kann, wie nachfolgend dargestellt wird, noch genauer an dessen reales Verhalten angepasst werden: So kann beispielsweise ein nicht lineares Verhalten des Piezoaktors 40 durch einen in
25 gleicher Weise nicht linearen Integrator 52 nachgebildet werden und/oder es können Hystereseffekte durch Einfügen eines Hystereseglieds 60 in die Streckennachbildung berücksichtigt werden (vgl. Figur 7).

30 Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die oben angegebenen Verfahren in Form eines Computerprogramms auf einem Speicher der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 20 abgelegt sind.

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (14) einer Brennkraftmaschine (10), bei dem ein Piezoaktor (40) mit einem Ventilelement (24) der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (14) gekoppelt ist, wobei das Ventilelement (24) eine Druckstufe aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ansteigen der auf den Piezoaktor (40) wirkenden Kraft (F) als ein tatsächliches Öffnen des Ventilelements (24) (Ist-Spritzbeginn) und/oder ein Abfallen der auf den Piezoaktor (40) wirkenden Kraft (F) als ein tatsächliches Schließen des Ventilelements (24) (Ist-Spritzende) interpretiert und bei der Ansteuerung des Piezoaktors (40) wenigstens zeitweise berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schließvorgang des Ventilelements (24) abhängig vom Ist-Spritzbeginn (t_1) eingeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorzeichen eines Signals oder eines Signalgradienten (dU/dt), mit dem der Piezoaktor (40) angesteuert wird, geändert wird, sobald ein Ist-Spritzbeginn (t_1) detektiert wurde.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ist-Spritzbeginn (t_1)

und/oder das Ist-Spritzende (t_3) nach einem Sollwert geregelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Differenz (dt_i) zwischen Ist-Spritzbeginn (t_1) und Ist-Spritzende (t_3) (Ist-Spritzdauer) nach einem Sollwert geregelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Änderung der auf den Piezoaktor (40) wirkenden Kraft über eine Änderung einer durch die Kraft beeinflussten elektrischen Größe (i , u) des Piezoaktors (40) erfasst wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Öffnen des Ventilelements (14) der Piezoaktor (40) mit einem vorgegebenen Spannungsverlauf (44) entladen oder geladen wird, und dass auf einen Ist-Spritzbeginn (t_1) erkannt wird, wenn ein Entladestrom bzw. ein Ladestrom (46) einen Grenzwert (48) über- bzw. unterschreitet, wobei der Grenzwert (48) durch das Produkt aus einer Kapazitätskonstanten (C_0) des Piezoaktors (40) und dem Entlade- bzw. Ladespannungsgradient (du/dt) gebildet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zum Öffnen des Ventilelements (24) der Piezoaktor (40) mit einem vorgegebenen Stromverlauf entladen oder geladen wird, und dass auf einen Ist-Spritzbeginn erkannt wird, wenn ein Entlade- bzw. Ladespannungsgradient (du/dt) einen Grenzwert (i/C_0) über- bzw. unterschreitet, wobei der Grenzwert (i/C_0) durch den Quotient aus Entlade- bzw. Ladestrom (i) und einer Kapazitätskonstanten (C_0) des Piezoaktors (40) gebildet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zum Öffnen des Ventilelements (24) der

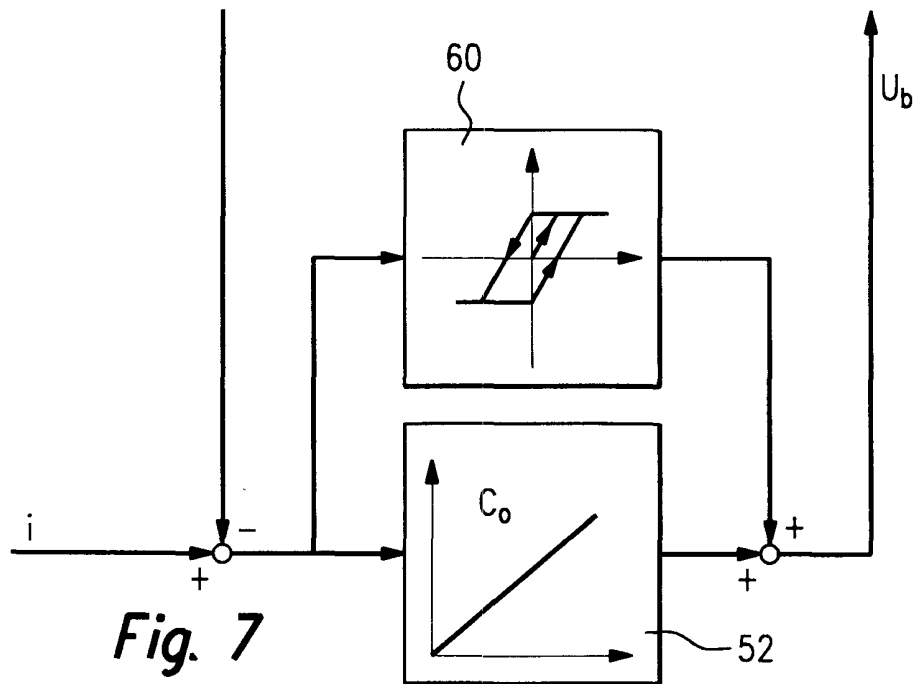
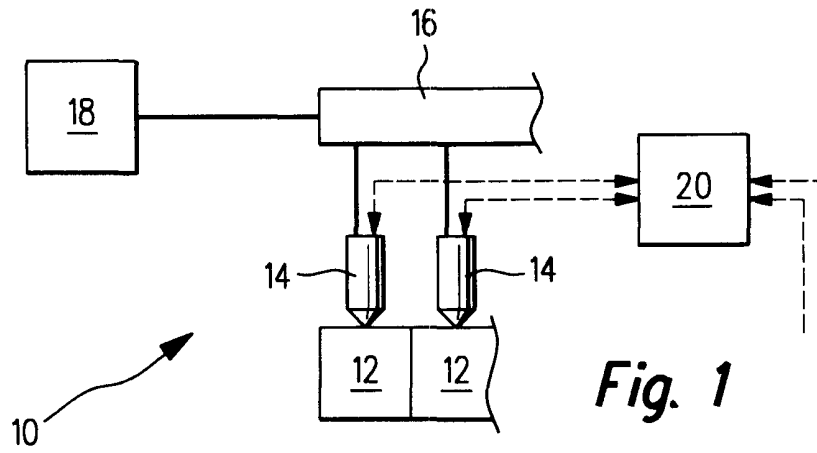
Piezoaktor (40) entladen oder geladen wird, und dass mittels eines Störgrößenbeobachters (51) ein Stromanteil ($i_{x,b}$) geschätzt wird, der sich aus dem Ansteigen der auf den Piezoaktor (40) wirkenden Kraft ergibt, und dass auf
5 einen Ist-Spritzbeginn erkannt wird, wenn der Stromanteil ($i_{x,b}$) einen Grenzwert überschreitet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass es in entsprechender Weise für die Erkennung eines Ist-Spritzendes (t_3) angewendet wird.

10 11. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche programmiert ist.

12. Elektrisches Speichermedium für eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung (20) einer Brennkraftmaschine (10),
15 dadurch gekennzeichnet, dass auf ihm ein Computerprogramm zur Anwendung in einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 10 abgespeichert ist.

13. Steuer- und/oder Regeleinrichtung (20) für eine Brennkraftmaschine (10), dadurch gekennzeichnet, dass sie
20 zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 programmiert ist.



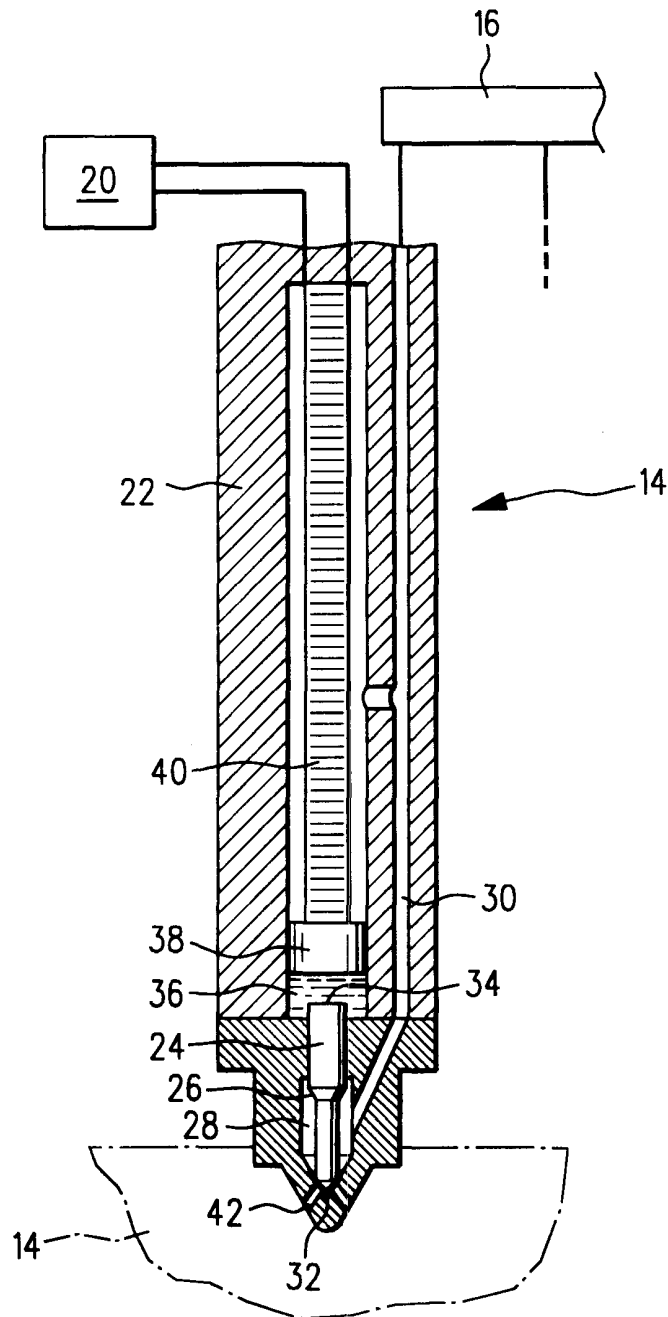


Fig. 2

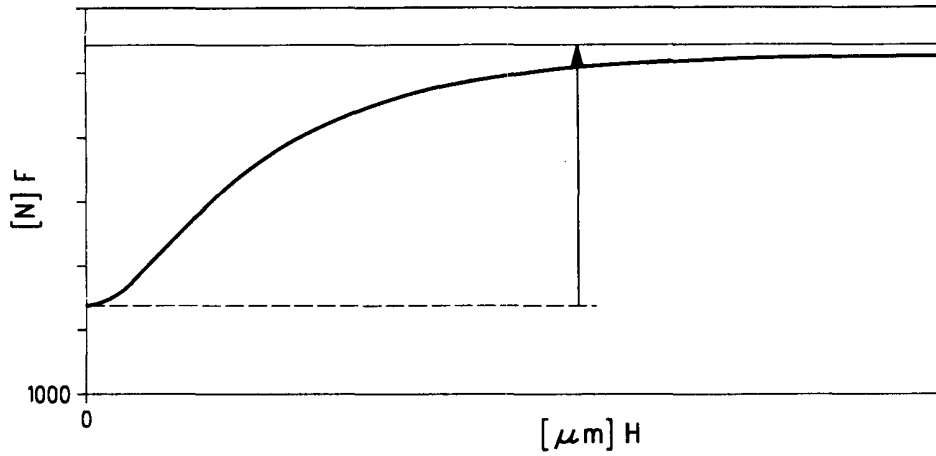


Fig. 3

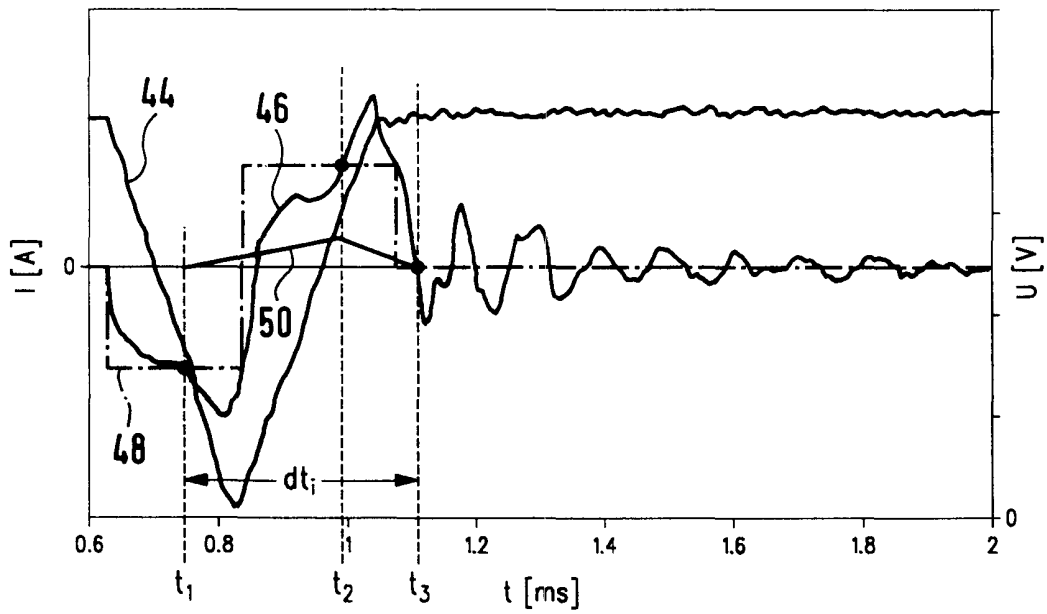


Fig. 4

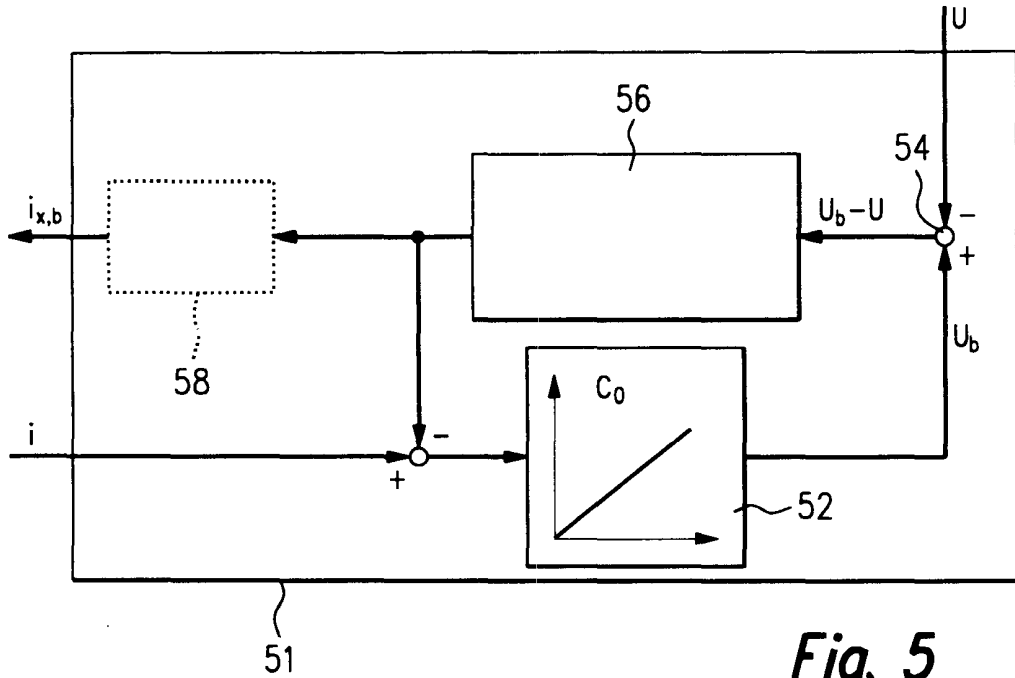


Fig. 5

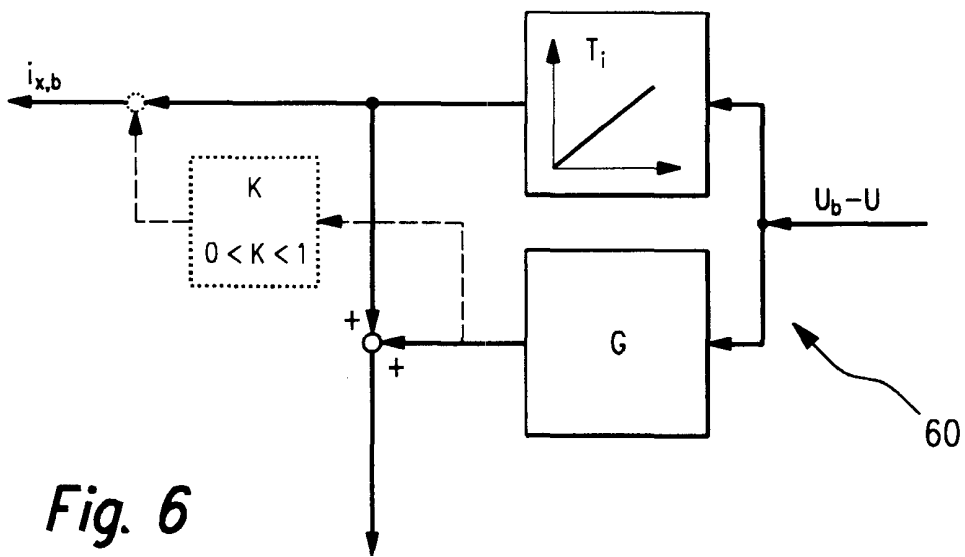


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2005/056668

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/20 H01L41/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 03/040534 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; HIRN, RAINER; PIRKL, RICHARD) 15 May 2003 (2003-05-15) abstract page 3, lines 6-11 page 3, line 25 - page 4, line 11 page 5, line 7 - line 13 page 6, line 14 - page 7, line 10 page 7, line 26 - page 8, line 7	1, 4, 6, 11-13 2, 3, 5, 7-10
X A	DE 199 02 413 C1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 31 May 2000 (2000-05-31) column 1, lines 22-60 column 2, lines 11-20 column 3, lines 38-50 figure 2	1, 11-13 2-10

 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

8 February 2006

Date of mailing of the international search report

14/02/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wettemann, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2005/056668

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 172 541 A (ROBERT BOSCH GMBH) 16 January 2002 (2002-01-16) cited in the application	1, 11-13
A	abstract paragraphs '0008!, '0009! paragraphs '0011! - '0016!, '0021! paragraphs '0030! - '0035! figures 2,3	2-10
A	DE 100 12 607 A1 (SIEMENS AG) 27 September 2001 (2001-09-27) the whole document	1
A	DE 199 60 971 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 8 March 2001 (2001-03-08) abstract column 1, line 33 - line 59; figure 1	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2005/056668

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 03040534	A	15-05-2003	AT 293212 T EP 1442206 A2	15-04-2005 04-08-2004
DE 19902413	C1	31-05-2000	JP 2000214929 A US 6340858 B1	04-08-2000 22-01-2002
EP 1172541	A	16-01-2002	DE 50009868 D1	28-04-2005
DE 10012607	A1	27-09-2001	FR 2806549 A1 IT MI20010479 A1	21-09-2001 09-09-2002
DE 19960971	A1	08-03-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056668

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES F02D41/20 H01L41/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02D H01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	WO 03/040534 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; HIRN, RAINER; PIRKL, RICHARD) 15. Mai 2003 (2003-05-15) Zusammenfassung Seite 3, Zeilen 6-11 Seite 3, Zeile 25 - Seite 4, Zeile 11 Seite 5, Zeile 7 - Zeile 13 Seite 6, Zeile 14 - Seite 7, Zeile 10 Seite 7, Zeile 26 - Seite 8, Zeile 7 -----	1, 4, 6, 11-13 2, 3, 5, 7-10
X A	DE 199 02 413 C1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 31. Mai 2000 (2000-05-31) Spalte 1, Zeilen 22-60 Spalte 2, Zeilen 11-20 Spalte 3, Zeilen 38-50 Abbildung 2 ----- -/--	1, 11-13 2-10
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 8. Februar 2006	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 14/02/2006	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Wettemann, M	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056668

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 172 541 A (ROBERT BOSCH GMBH) 16. Januar 2002 (2002-01-16) in der Anmeldung erwähnt	1,11-13
A	Zusammenfassung Absätze '0008!, '0009! Absätze '0011! - '0016!, '0021! Absätze '0030! - '0035! Abbildungen 2,3	2-10
A	----- DE 100 12 607 A1 (SIEMENS AG) 27. September 2001 (2001-09-27) das ganze Dokument	1
A	----- DE 199 60 971 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 8. März 2001 (2001-03-08) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 33 - Zeile 59; Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/056668

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03040534 A	15-05-2003	AT 293212 T EP 1442206 A2	15-04-2005 04-08-2004
DE 19902413 C1	31-05-2000	JP 2000214929 A US 6340858 B1	04-08-2000 22-01-2002
EP 1172541 A	16-01-2002	DE 50009868 D1	28-04-2005
DE 10012607 A1	27-09-2001	FR 2806549 A1 IT MI20010479 A1	21-09-2001 09-09-2002
DE 19960971 A1	08-03-2001	KEINE	