



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 241 697 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **27.03.91**

(51) Int. Cl.⁵: **F02M 59/36, F02M 51/04,
F02M 59/46**

(21) Anmeldenummer: **87103241.3**

(22) Anmeldetag: **06.03.87**

(54) **Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen.**

(30) Priorität: **10.04.86 DE 3612152**
30.09.86 DE 3633107

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.10.87 Patentblatt 87/43

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
27.03.91 Patentblatt 91/13

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 302 292 FR-A- 2 295 247
FR-A- 2 534 975 GB-A- 2 069 599
GB-A- 2 158 612 US-A- 4 546 749

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 50
W-7000 Stuttgart 1(DE)

(72) Erfinder: **Paganon, Henri**
43 Rue Jean Duclos
F-69200 Venissieux(FR)
Erfinder: **Pape, Werner, Dipl.-Ing.**
1, Allée Ernest Renan
F-69330 Jonage(FR)
Erfinder: **Rodriguez-Amaya, Néstor, Dipl.-Ing.**
Dennerstrasse 70
W-7000 Stuttgart(DE)
Erfinder: **Schmitt, Alfred, Dr.-Ing.**
August-Lämmle-Weg 2
W-7257 Ditzingen 4(DE)

EP 0 241 697 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung geht von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen gemäß der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Bei einer solchen, durch die FR-A-2 534 975 bekannten Kraftstoffeinspritzvorrichtung wird zur Steuerung von Spritzbeginn und Einspritzmenge ein Elektromagnetventil verwendet. Solche Ventile weisen Schaltzeiten auf, die im wesentlichen konstant sind und durch die Ventilkonstruktion bestimmt sind. Diese Schaltzeiten sind aber auch von Schwankungen der Versorgungsspannung und Alterungsprozessen, wie z. B. die Ermüdung der Ventilsfeder, abhängig. Schließlich können auch noch andere Fehlverhalten auftreten, wie z. B. ein Hängen-bleiben oder Klemmen eines Ventilieds, was dann je nach Umständen zu einer Zerstörung der Brennkraftmaschine führen kann, wenn dieser Fehler nicht erfaßt wird. Gemäß der bekannten Kraftstoffeinspritzvorrichtung ist es bekannt, dem Ventilieds einen Wandler zuzuordnen mit einer Spule, die mit einem Kern, der Teil des Ventilieds ist, zusammenarbeitet. Diesem sind zwei Detektoren nachgeordnet, die Signale für das Öffnen und das Schließen des Magnetventils bilden und an eine Auswerteschaltung weitergeben. Dabei werden die Signale bei 90% der Schließbewegung und 10% der Öffnungsbewegung des Ventils gebildet und der Zeitabstand dieser beiden Signale voneinander zur Ermittlung der Einspritzphase und der Zeitabstand des ersten Signals von einer Referenzmarke zur Ermittlung des Spritzbeginns verwendet. Diese Ausgestaltung geht von der Vorstellung aus, daß durch Androsselung des Überströmquerschnitts am Magnetventil das Ventil kurz vor dem Schließen bereits als geschlossen gilt und schon kurz nach dem Öffnen nach 10% seiner Öffnungsbewegung schon wieder als geöffnet gilt. Diese bekannte Einrichtung erfaßt also näherungsweise den Schließzustand des Magnetventils verbunden mit der dadurch gesteuerten annähernden Dauer der Einspritzphase bei entsprechend hohem Kraftstoffdruck im Pumpenarbeitsraum.

Aufgabe der Erfindung ist es, die gattungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung so weiterzubilden, daß die Zeit der Einspritzung noch exakter und mit einfachen Mitteln erfaßt werden kann. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Kennzeichen der Patentansprüche 1, 3 und 8 gelöst. Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß diesen Ansprüchen hat gegenüber dem Bekannten den Vorteil, daß exakt der Augenblick erfaßt wird, in dem das Ventilieds des Ventils seine Schließstellung und seine Öffnungsstelle erreicht hat, so daß auch die Zeitdauer des Öffnungsbeginns bis zum Erreichen der Öffnungsstelle exakt ermittelt werden kann.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufge-

fährten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Kraftstoffeinspritzvorrichtung möglich.

Gemäß den in Anspruch 11 und 12 angegebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung kann zusätzlich der Öffnungsvorgang und der Schließvorgang des Ventils oder einer der beiden mit erfaßt werden und über jeweils einen empirisch ermittelten Faktor der zumeßwirksamen Steuerzeit für die tatsächlich zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge hinzuaddiert werden. Dadurch wird die Erfassung des für die Bemessung der Kraftstoffeinspritzmenge relevanten Zeitraumes noch genauer, so daß die Steuereinrichtung die Schaltzeitpunkte des Ventils laufend korrigieren kann. Dies spielt insbesondere bei der Verwendung eines Magnetventils eine wesentliche Rolle, bei dem die Schlußphase, bei der die Magneterregung abgeschaltet wird, von großem Einfluß auf die effektive Steuerzeit des Magnetventils ist.

Gemäß den weiteren Ausführungsbeispielen in Anspruch 13 oder 14 läßt sich bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung das elektrisch gesteuerte Ventil sowohl als Zumeßventil, mit dem während der Saugphase des Pumpenkolbens die beim anschließenden Förderhub des Pumpenkolbens zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge vom Niederdruckkraftstoffraum dem Pumpenarbeitsraum zugemessen wird, als auch als Spritzdauer-Steuerventil oder Absteuerventil verwenden, bei dem sich im Pumpenarbeitsraum solange kein Einspritzdruck aufbauen kann, solange das Ventil geöffnet ist.

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen jeweils in schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einer im Längsschnitt dargestellten Kraftstoffeinspritzverteilerpumpe und einem als Absteuerventil verwendeten 2/2-Wege-Magnetventil,
- Fig. 2 einen Längsschnitt des 2/2-Wege-Magnetventils in Fig. 1 in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 3 ein Diagramm des Magnetventilhubs und ein Diagramm des Ausgangssignals eines Schaltstellungsgebers im 2/2-Wege-Magnetventil in Fig. 1, jeweils in Abhängigkeit von der Zeit,
- Fig. 4 einen Längsschnitt eines 2/2-Wege-Magnetventils der Kraftstoffeinspritzvorrichtung in Fig. 1 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, vergrößert dargestellt.
- Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung des Ausschnittes A in Fig. 4,

- Fig. 6 drei Zeitdiagramme, und zwar jeweils den Verlauf der Erregerspannung des 2/2-Wege-Magnetventils (a), des Magneteregerstroms (b) und des Ausgangssignals des Schaltstellungsgebers im 2/2-Wege-Magnetventil in Fig. 4,
- Fig. 7 einen Längsschnitt des 2/2-Wege-Magnetventils der Kraftstoffeinspritzvorrichtung in Fig. 1 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel, vergrößert dargestellt,
- Fig. 8 eine vergrößerte Darstellung des Ausschnittes B in Fig. 7.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei der in Fig. 1 als Beispiel einer Kraftstoffeinspritzpumpe der Kraftstoffeinspritzvorrichtung im Längsschnitt dargestellten Kraftstoffverteilerinspritzpumpe ist in einem Gehäuse 1 eine Buchse 2 angeordnet, in deren Zylinderbohrung 19 ein Pumpenkolben 3 in bekannter Weise eine hin- und hergehende und zugleich rotierende Bewegung ausführt. Der Pumpenkolben 3 ist durch einen Nocken-antrieb 4 über eine Welle 5 angetrieben, welche synchron zu der Drehzahl der von der Kraftstoffeinspritzpumpe mit Kraftstoff versorgten Brennkraftmaschine rotiert. Durch die Stirnfläche des Pumpenkolbens 3 und durch die Buchse 2 wird ein Pumpenarbeitsraum 6 begrenzt, welcher über einen Versorgungskanal 7 mit einem Kraftstoffniederdruckraum oder Saugraum 8 im Gehäuse 1 der Kraftstoffeinspritzpumpe verbunden ist. Der Saugraum 8 wird über eine Förderpumpe 9 mit Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 10 versorgt. Aus dem Pumpenarbeitsraum 6 wird über eine Verteileröffnung 11, die am Umfang des Pumpenkolbens 3 innerhalb der Buchse 2 mündet und über einen längs im Pumpenkolben 3 verlaufenden Druckkanal 12 ständig mit dem Pumpenarbeitsraum 6 verbunden ist, der Kraftstoff bei entsprechender Drehung des Pumpenkolbens 3 zu Druckleitungen 13 hin verteilt. Die Druckleitungen 13 führen über die Buchse 2 und das Gehäuse 1 zu Einspritzdüsen 14 der Brennkraftmaschine.

Die Anzahl der von der Verteileröffnung 11 versorgten Druckleitungen 13 entspricht der Zahl der zu versorgenden Einspritzdüsen 14 der Brennkraftmaschine. Die Druckleitungen 13 sind entsprechend der Versorgungsfrequenz in einer radialen Ebene um den Pumpenkolben 3 herum verteilt angeordnet. Anstelle einer Verteilerinspritzpumpe kann aber auch eine Kraftstoffeinspritzpumpe der bekannten Reihenbauart bzw. der Pumpendüsenbauart verwendet werden.

In dem dem Pumpenarbeitsraum 6 zugewand-

ten Endbereich des Pumpenkolbens 3 sind zur Stirnfläche und damit zum Pumpenarbeitsraum 6 hin offene Längsnuten 15 am Pumpenkolben 3 vorgesehen, über die während des Saughubes des Pumpenkolbens eine Verbindung zwischen dem Versorgungskanal 7 und dem Pumpenarbeitsraum 6 hergestellt wird. Von dem Pumpenarbeitsraum 6 zweigt an einer durch den Pumpenkolben 3 nicht beeinflussbaren Stelle eine Verbindungsleitung 16 ab, die zum Versorgungskanal 7 hin führt. Die Verbindungsleitung 16 kann aber auch unmittelbar zur Saugseite des Pumpenkolbens 3 oder direkt zum Saugraum 8 geführt sein. Die Verbindungsleitung 16 ist endseitig von einer Durchflußöffnung 46 begrenzt, die von einem Ventilsitz 17 umgeben ist. Mit dem Ventilsitz 17 arbeitet ein Ventilglied 18 eines elektrisch gesteuerten Ventils 20 zusammen, das in den Ausführungsbeispielen als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet ist. Je nach Schaltstellung des Ventils 20 wird die Durchflußöffnung 46 freigegeben oder abgesperrt und damit die Verbindungsleitung 16 zu dem Versorgungskanal 7 und damit zu dem Saugraum 8 geöffnet oder geschlossen.

Dem Ventilglied 18 des Ventils 20 ist ein Schaltstellungsgeber 21 zugeordnet, der die momentane Schaltstellung des Ventils 20 erfaßt und ein entsprechendes elektrisches Signal 47 einer elektronischen Steuereinrichtung 22 zuführt. Diese schaltet in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine, wie Last 23, Drehzahl 24, Temperatur 25, unter Berücksichtigung der vom Schaltstellungsgeber 21 kommenden, die tatsächliche Schaltstellung des Ventils 20 und damit dessen Schaltzeitpunkt kennzeichnenden elektrischen Signale 47 das Ventil 20.

Das elektrisch gesteuerte Ventil 20 in der Ausführungsform eines 2/2-Wege-Magnetventils ist in Fig. 2 im Längsschnitt und vergrößert dargestellt. Das Ventil 20 kann mit seinem Ventilgehäuse 40 in die Buchse 2 eingeschraubt werden und begrenzt damit gleichzeitig den Pumpenarbeitsraum 6. In dem mit dem Ventilgehäuse 40 einstückigen Schraubteil 27, das der Verbindung mit dem Gehäuse 1 der Kraftstoffeinspritzpumpe dient, verläuft dann die Verbindungsleitung 16 bis hin zu dem die Durchflußöffnung 46 umgebenden Ventilsitz 17 und von diesem stromabwärts über einen Ventilraum 29 und weitere Abschnitte der Verbindungsleitung 16 zum Versorgungskanal 7. Mit dem Ventilsitz 17 arbeitet ein kegel- oder pilzförmig ausgebildeter Abschnitt 28 des Ventilgliedes 18 zusammen, das mit einem zylindrischen Abschnitt 30 in einer Führungsbohrung 31 geführt wird. Die Führungsbohrung 31 befindet sich innerhalb eines mit dem Ventilgehäuse 40 einstückigen zentralen Kerns 33, der von einer Magnetspule 34 umgeben ist. Im Bereich der Führungsbohrung 31 ist der zylindrische Abschnitt 30 des Ventilgliedes 18 gegenüber

der Führungsbohrung 31 elektrisch isoliert, was mit einer entsprechenden Beschichtung 35 erfolgen kann. An dem dem kegel- oder pilzförmigen Abschnitt 28 des Ventilglieds 18 abgewandten Ende ist das Ventilglied 18 mit einer Ankerplatte 36 verbunden. Zwischen der Ankerplatte 36 und dem Kern 33 ist eine in Ventilöffnungsrichtung wirkende Druckfeder 37 eingespannt, welche die Ankerplatte 36 bei nicht erregter Magnetspule 34 zur Anlage an einem Anschlag 39 zur Hubbegrenzung des Ventilglieds 18 bringt. Der Anschlag 39 ist in dem metallischen Ventilgehäuse 40 befestigt und mit diesem elektrisch leitend verbunden, während die Druckfeder 37 von dem Kern 33 bzw. dem Ventilgehäuse 40 durch eine Isolierung 38 elektrisch getrennt ist. Bei stromloser Magnetspule 34 hat also das Ventilglied 18 elektrischen Kontakt über die Ankerplatte 36 und den Anschlag 39 mit dem Gehäuse 40. Bei bestromter Magnetspule 34 befindet sich das Ventilglied 18 in der in Fig. 2 dargestellten Schließstellung und hat dann elektrischen Kontakt über den pilzförmigen Abschnitt 28 und den Ventilsitz 17 zum Gehäuse 40.

Weiterhin ist eine elektrisch isolierte Zuleitung 41 vorgesehen, die isoliert durch das Gehäuse 40 hindurch bis zur Druckfeder 37 geführt ist. Dort besteht ein elektrischer Kontakt zwischen der elektrischen Zuleitung 41 und der Druckfeder 37 und über letztere damit zur Ankerplatte 36 und dem Ventilglied 18. Die Zuleitung 41 ist mit dem einen Pol einer Meßspannungsquelle 42 unter Zwischenschaltung eines Widerstandes 43 verbunden. Der andere Pol der Meßspannungsquelle 42 ist an dem Gehäuse 40 angeschlossen. Zwischen dem Verbindungspunkt 44 von Zuleitung 41 und Widerstand 43 und dem Gehäuse 40 wird eine Meßspannung abgegriffen, die für die momentane Stellung des Ventilgliedes 18 kennzeichnend ist. Der Spannungsabgriff ist durch das Meßinstrument 45 in Fig. 2 versinnbildlicht.

In Fig. 3 ist im oberen Diagramm der Hub S oder Verstellweg des Ventilglieds 18 in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Im unteren Diagramm der Fig. 3 ist die vom Meßinstrument 45 gemessene Steuerspannung am Verbindungspunkt 44 dargestellt, welche das Ausgangssignal 47 des Schaltstellungsgebers 21 in Fig. 1 bildet. Zunächst ist bei stromloser Magnetspule 34 das Ventilglied 18 in Offenstellung. Dabei liegt die Ankerplatte 36 am Anschlag 39 an, so daß der Masseschluß der elektrischen Zuleitung 41 hergestellt ist und die Spannung am Verbindungspunkt 44 zusammenbricht. Im Punkt BSP (Beginn der Schließperiode) hebt nun nach einer vorangegangenen Einschaltverzugszeit, gemessen von Anlegen eines Stromimpulses an die Magnetspule 34, die Ankerplatte 36 von dem Anschlag 39 ab. In diesem Augenblick wird die Verbindung zur Masse unterbrochen und die am

Verbindungspunkt 44 abgegriffene Spannung steigt auf einen Wert U1 an (unteres Diagramm in Fig. 3). Der Hub des Ventilgliedes 18 und damit der Schließvorgang des Ventils 20 ist im Punkt BEP (Beginn der Einspritzperiode) beendet. Der Abschnitt 28 des Ventilgliedes 18 sitzt auf dem Ventilsitz 17, so daß der Kontakt zur Masse wieder hergestellt und die Meßspannungsquelle 42 wieder kurzgeschlossen ist. Die mit dem Meßinstrument 45 erfaßte Spannung bricht wieder zusammen. Im folgenden Zeitraum erfolgt die Kraftstoffeinspritzung, die bereits unter Umständen auch schon im Bereich BSP - BEP nach Erreichen einer bestimmten Druckhöhe begonnen haben kann.

Auf ein Steuersignal der Steuerinrichtung 22 hin wird die Erregung der Magnetspule 34 abgeschaltet. Nach einer Ausschaltverzugszeit, während der Restkräfte des Magnetkreises das Ventilglied noch in Schließstellung halten, wird der Punkt BÖP (Beginn der Öffnungsperiode) erreicht. Hier beginnt das Ventilglied 18 unter Einwirkung der Druckfeder 37 vom Ventilsitz 17 abzuheben. In diesem Moment steigt die am Verbindungspunkt 44 abgegriffene Spannung wieder auf den Wert U1 an und bricht erst dann wieder zusammen, wenn die mit dem Ventilglied 18 verbundene Ankerplatte 36 den Anschlag 39 erreicht hat. Dies ist der Punkt EEP (Ende der Einspritzperiode). Durch den Schaltstellungsgeber 21 erhält man somit unabhängig von der Steuerzeit des Bestromungsimpulses der Magnetspule 34 sehr exakte Signale für die tatsächliche Bewegung des Ventilgliedes 18 aus seinen beiden Endstellungen, der Schließstellung und Offenstellung, heraus.

Aus den bekannten Gründen des unterschiedlichen Verlaufs beim Aufbau und Abbau des Magnetfeldes in der Magnetspule 34 ergeben sich unterschiedliche Anstieg- und Abfallkurven zwischen BSP und BEP einerseits und BÖP und EEP andererseits. Dabei ist der Einfluß des letztgenannten Anteils auf die Menge aufgrund des im Druckraum herrschenden hohen Druckes größer und geht stärker in die Bemessung der Kraftstoffeinspritzmenge ein, weshalb der Schlußpunkt EEP auch als Ende der Kraftstoffeinspritzung bezeichnet wird. Über die Steuereinrichtung 22 kann nunmehr dieser Bereich, um einen Faktor korrigiert, der für die Zumessung der Kraftstoffeinspritzmenge wirksamen Einspritzperiode zugeordnet werden. Es kann auch zusätzlich neben der Periode BEP - BÖP noch ein Teil des Bereiches BSP - BEP durch Multiplikation mit einem Faktor berücksichtigt werden. Die letztgenannte Phase wird als erste Bewegungsphase bezeichnet, die mit einem ersten Faktor bewertet wird, während die zuvorgenannte Phase zwischen BÖP und EEP als zweite Bewegungsphase bezeichnet und mit einem höheren, zweiten Faktor bewertet wird. Beide Bewegungsphasen ge-

hen damit anteilig in die für die Zumessung der Kraftstoffeinspritzmenge wirksame Öffnungszeit des Ventils 20 ein.

Aufgrund der von dem Schaltstellungsgeber 21 gelieferten Signale 47 kann nun die Steuereinrichtung 22 den genauen Öffnungs- und Schließverlauf des Ventils 20 erfassen und für die Berechnung der tatsächlich zugemessenen Kraftstoffeinspritzmenge heranziehen. Dabei können Bauart- und Toleranzabweichungen ebenso wie Drifterscheinungen und Fehlfunktionen des Ventils 20 berücksichtigt werden, da stets der exakte Zeitpunkt der Ventilschließung bzw. Ventilöffnung erfaßt wird. Auch ein Hängenbleiben des Ventilgliedes 18 in irgendeiner Stellung längs des Hubweges kann erkannt werden. Z.B. kann aus der Zeitfolge der auftretenden Bewegungsbeginnssignale und Bewegungsendsignale, vorzugsweise wenn diese mit der Zeitfolge der das Ventil ansteuernden Steuerimpulsflanken verglichen werden, festgestellt werden, ob die Funktionsfähigkeit des Ventils 20 eingeschränkt ist oder nicht. Es wird so ein Funktions- bzw. ein Nichtfunktionssignal erzeugt. Die von dem beschriebenen Schaltstellungsgeber 21 ausgegebenen Signale sind eindeutig abnehmbar. Der Schaltstellungsgeber 21 ist aus einfachen Schaltgliedern aufgebaut. Der Anschlag 39 für die Ankerplatte 36 kann aus Stahl bestehen. Es kann dafür auch Leitplastik zur Anwendung kommen.

Bei einer Verwendung des Ventils 20 als sog. Zumeßventil wird dieses in dem Versorgungskanal 7 angeordnet, der dann die Verbindungsleitung 16 ersetzt. In diesem Fall kommt eine umgekehrte Schaltlogik zur Anwendung. Der Hubverlauf des Ventilgliedes 18 hätte dann denselben Verlauf wie in Fig. 3 im oberen Diagramm dargestellt ist, nur wäre das Ventil bei BSP geschlossen, bei BEP - BÖP offen und bei EEP wieder geschlossen. Diese Punkte beschreiben dann entsprechend die Kraftstoffzumeßphase, in der der Pumpenarbeitsraum 6 mit der zugemessenen Kraftstoffmenge gefüllt wird. Zur Erzielung dieser Schaltfunktionen wird entweder die Magnetspule 34 entsprechend mit anderen Steuerzeiten erregt oder es wird der Druckfeder 37 eine andere Wirkrichtung gegeben. Die Kraftstoffeinspritzpumpe kann vorteilhaft auch als Radialkolbenpumpe verwirklicht werden.

Das in Fig. 4 im Längsschnitt dargestellte weitere Ausführungsbeispiel des Ventils 20 in Fig. 1 unterscheidet sich von dem in Fig. 2 dargestellten Ventil 20 lediglich durch eine andersartige Ausbildung des Schaltstellungsgebers 21'. Der Aufbau des mit 20' bezeichneten Ventils ist bis auf die fehlenden Isolierschichten 35 und 38 und einen andersartigen Anschluß der Zuleitung 41 identisch mit dem in Fig. 2 beschriebenen Ventil 20, so daß gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Der in Fig. 5 im einzelnen dargestellte Schaltstellungsgeber 21' ist an dem Anschlag 39 zur Hubbegrenzung des Ventilgliedes 18 befestigt. Der Anschlag 39 ist hier als Bolzen 50 ausgebildet, der mit seinem Schaft 51 mittels eines Außengewindes 53 im Ventilgehäuse 40 verschraubt ist und mit seinem Kopf 52 der mit dem Ventilglied 18 starr verbundene Ankerplatte 36 zugekehrt ist. Der Schaft 51 weist eine sich vom Schaftende her axial erstreckende Sackbohrung 54 mit einem Innengewinde 55 auf. Am Bohrungsgrund 56 ist eine Scheibe 57 aus piezoelektrischer Keramik, im folgenden Piezoscheibe 57 genannt, des Schaltstellungsgebers 21' angeordnet. Die Piezoscheibe 57 trägt auf beiden Stirnflächen jeweils metallisierte Elektrode 58,59. Die Piezoscheibe 57 liegt mit der einen Elektrode 58 unter Herstellung eines elektrischen Kontaktes auf dem Bohrungsgrund 56 auf und wird über einen auf der anderen Elektrode 59 aufliegenden Anpreßring 60 aus Isoliermaterial am Bohrungsgrund 56 verspannt. Die Verspannung erfolgt dabei über eine hohlzylindrische Feststellschraube 61, die in dem Innengewinde 55 verschraubt ist und sich mit ihrer stirnförmigen Ringfläche 62 auf dem Anpreßring 60 aufpreßt. Zwischen der Stirnfläche des Anpreßrings 60 und der diesem zugekehrten Elektrode 59 der Piezoscheibe 57 ist ein scheibenförmiger Kontaktring 63 angeordnet, der mit einem Steckkontakt 64 mechanisch und elektrisch verbunden ist. Der Steckkontakt 64 tritt durch die Ringöffnung des Anpreßrings 60 hindurch und erstreckt sich axial im Innern der Feststellschraube 61. Der Kontaktring 63, der Steckkontakt 64 und der Anpreßring 60 sind als Baueinheit ausgebildet. Auf dem Steckkontakt 64 sitzt ein in Fig. 5 strichliniert angedeuteter Stecker 65, der mit einer durch das Ventilgehäuse 40 isoliert hindurchgeführten Zuleitung 66 elektrisch leitend verbunden ist. Die Zuleitung ist mit einem Anschluß eines Spannungsmeßgerätes 67 verbunden, dessen anderer Anschluß an dem Ventilgehäuse 40 liegt. Alternativ kann die Piezoscheibe 57 des Schaltstellungsgebers 21' statt nahe des freien Endes des Schaftes 51 des Bolzens 50 auch unmittelbar im Kopf 52 des Bolzens 50 angeordnet werden.

Beim Aufschlagen des Ventilgliedes 18 einerseits auf den Ventilsitz 17 und andererseits auf den Anschlag 39 infolge der Bestromung der Magnetspule 34 oder der Stromunterbrechung zur Magnetspule 34 werden Körperschallwellen induziert, welche zu einer mechanischen Beanspruchung der Piezoscheibe 57 führen. Durch diese Beanspruchung der Piezoscheibe 57 bilden sich auf deren Elektroden 58,59 elektrische Ladungen. Diese elektrischen Ladungen werden über den Steckkontakt 64 und den Stecker 65 dem Meßgerät 67 zugeführt und nach Verstärkung als Signal 47 an die Steuereinrichtung 22 gegeben.

In Fig. 6 ist die Wirkungsweise des Schaltstellungsgebers 21' in drei Diagrammen erläutert. Diagramm a zeigt den Spannungsverlauf des an der Magnetspule 34 anliegenden Steuerimpulses zur Ventilsteuerung, Diagramm b zeigt den Verlauf des Erregerstromes der Magnetspule 34 und Diagramm c zeigt den vom Spannungsmeßgerät 67 nach Verstärkung erfaßten Spannungsverlauf als Ausgangssignal des Schaltstellungsgebers. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird mittels des Steuerimpulses die Magnetspule 34 angesteuert. Im Punkte BEP schlägt das Ventilglied 18 auf dem Ventilsitz 17 auf. Die Körperschallwelle verursacht im Ausgangssignal des Schaltstellungsgebers 21' eine Veränderung, die im Diagramm c in Fig. 6 zum Zeitpunkt BEP deutlich zu erkennen ist. Zum Zeitpunkt $t = t_1$ wird die Magneterregung abgeschaltet. Nach einer Ausschaltverzugszeit wird der Punkt BÖP erreicht. Das Ventilglied 18 beginnt sich zu öffnen und schlägt im Zeitpunkt EEP an dem Anschlag 39 an. Das Anschlagen der mit dem Ventilglied 18 verbundenen Ankerplatte 36 an dem Anschlag 39 löst wieder eine Körperschallwelle aus, die erneut die Piezoscheibe 57 mechanisch beansprucht und dadurch eine Veränderung im Ausgangssignal des Schaltstellungsgebers 21' verursacht. Die Signalveränderung zum Zeitpunkt EEP ist im Diagramm c der Fig. 6 deutlich zu erkennen. Die Steuereinrichtung 22 der Kraftstoffeinspritzvorrichtung kann nunmehr in gleicher Weise wie vorstehend beschrieben mit Hilfe des vom Spannungsmeßgeräts 67 ausgegebenen Spannungssignals (Diagramm c in Fig. 6) den genauen Öffnungs- und Schließverlauf des Ventils 20' erfassen und für die Berechnung der tatsächlich zugemessenen Kraftstoffeinspritzmenge heranziehen.

Das in Fig. 7 in einem weiteren Ausführungsbeispiel im Längsschnitt dargestellte Ventil 20", das wiederum als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet ist, stimmt bis auf den Schaltstellungsgeber 21" mit den beiden vorstehend beschriebenen Ventilen 20 und 20' überein, so daß gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Der Anschlag 39 zur Hubbegrenzung des Ventilgliedes 18 ist von einer isoliert im Ventilgehäuse 40 angeordneten metallischen Ringscheibe 70 umgeben, die über eine isoliert durch das Ventilgehäuse 40 hindurchgeführte elektrische Zuleitung 71 mit einem Anschluß einer Meßvorrichtung 72 verbunden ist, deren anderer Anschluß an dem Ventilgehäuse 40 liegt. Die Ringscheibe 70 bildet zusammen mit der mit dem Ventilglied 18 verbundenen Ankerplatte 36 einen Ringkondensator, dessen Kapazität proportional der Fläche der Ringscheibe 70 und umgekehrt proportional dem Abstand zwischen Ringscheibe 70 und Ankerplatte 36 ist. Mit sich änderndem Abstand der Ankerplatte 36 von dem Anschlag 39 ändert sich damit auch die Kapazität des Ringkon-

densators, die somit in direkter Abhängigkeit zum Hub des Ventilgliedes 18 steht. Die Meßvorrichtung 72 erfaßt mittels bekannter Auswertemethoden (z.B. Trägerfrequenz, LC-Schwingkreis, Frequenzdiskriminator, Ladungsverstärker etc.) die Kapazitätsänderung des Ringkondensators und gibt ein entsprechendes Spannungssignal 47, das ein Maß für die momentane Schaltstellung des Ventils ist, an die Steuereinrichtung 22, die dieses Spannungssignal in gleicher Weise auswertet, wie vorstehend beschrieben. Der Aufbau des Schaltstellungsgebers 21" als Ringkondensator ist in Fig. 8 vergrößert dargestellt, in welcher auch deutlich zu sehen ist, daß zur isolierten Befestigung der Ringscheibe 70 diese auf einem ringförmigen Träger 73 stirnseitig aufgesetzt ist, der seinerseits im Ventilgehäuse 40 befestigt ist.

Der Hubverlauf des Ventilgliedes 18 des Ventils 20" bei Bestromung der Magnetspule 34 bzw. bei Unterbrechung der Bestromung entspricht exakt dem oberen Diagramm in Fig. 3. Bei stromloser Magnetspule 34 ist das Ventilglied 18 in Offenstellung und liegt über die Ankerplatte 36 an dem Anschlag 39 an. Die Kapazität des Ringkondensators ist am größten und dient als Bezugskapazität für die Meßvorrichtung 72. Bei Bestromung der Magnetspule 34 beginnt im Punkte BSP nach einer Einschaltverzugszeit die Ankerplatte 36 sich von dem Anschlag 39 abzuheben. Bei sich zunehmend auf den Ventilsitz 17 zu bewegendes Ventilglied 18 nimmt der Abstand der Ankerplatte 36 von der Ringscheibe 70 zu, wodurch sich die Kapazität des Ringkondensators verkleinert. Im Punkte BEP sitzt das Ventilglied 18 auf dem Ventilsitz 17 auf und das Ventil 20" ist geschlossen. Die Kapazität des Ringkondensators hat ein Minimum erreicht, und die von der Meßvorrichtung 72 erfaßte Kapazitätsänderung ein Maximum. Das Maximum der Kapazitätsänderung ist damit ein Maß für das Erreichen der Schließstellung des Ventils 20". Nach Abschaltung der Bestromung beginnt nach einer vorausgegangenen Ausschaltverzugszeit im Punkte BÖP sich das Ventilglied 18 vom Ventilsitz 17 abzuheben und sich unter der Wirkung der Druckfeder 37 von dem Ventilsitz 17 zu entfernen. Dabei verkleinert sich der Abstand der Ankerplatte 36 von der Ringscheibe 70, und die Kapazität des Ringkondensators vergrößert sich zunehmend. Im Punkte EEP schlägt die Ankerplatte 36 auf dem Anschlag 39 auf, der Ringkondensator hat wieder seine größte Kapazität erreicht. Die in der Meßvorrichtung 72 erfaßte Kapazitätsänderung hat wiederum ein Maximum erreicht und signalisiert das Erreichen der Endstellung des Ventilgliedes 18 und damit die Offenstellung des Ventils 20". Da das Ventil 20" ebenfalls wie die beiden anderen Ventile 20 und 20' als Absteuerventil in der Verbindungsleitung 16 vom Pumpenarbeitsraum 6 zum Saugraum 8 liegt,

wird mit Schließen des Ventils 20" die Kraftstoffzumeßphase eingeleitet und mit Öffnen des Ventils 20" die Kraftstoffzumeßphase beendet. Das Maximum der Kapazitätsänderung stellt damit immer ein Bewegungsendesignal des Ventilgliedes 18 dar. Das erste Bewegungsendesignal kennzeichnet damit den Schließzustand und das zweite Bewegungsendesignal den Öffnungszustand des Ventils 20". Die beginnende Kapazitätsänderung kennzeichnet jeweils den Bewegungsbeginn des Ventilgliedes 18. Die Steuereinrichtung 22 erfaßt wiederum den Zeitabstand zwischen einem ersten Bewegungsendesignal und einem folgenden Bewegungsbeginnsignal als Istwert für die zumeßwirksame Steuerzeit des Ventils 20". Während dieser Steuerzeit wird das Ventil 20" in seinem Schließzustand gehalten. Wie bereits zu Fig. 1 erwähnt, können auch hier die erste Bewegungsphase des Ventilgliedes 18 zwischen den Punkten BSP und BEP, die sog. Einschaltflugzeit, und die zweite Bewegungsphase zwischen den Punkten BÖP und EEP, die sog. Ausschaltflugzeit, nach einer entsprechenden Bewertung mit einem ersten und zweiten Faktor der zumeßwirksamen Steuerzeit hinzuaddiert werden.

Auch das Ventil 20" mit dem Schaltstellungsgeber 21" kann als sog. Zumeßventil verwendet werden, das dann unter Wegfall der Verbindungsleitung 16 in dem Versorgungskanal 7 anzuordnen ist. In dem identischen Hubverlauf des Ventilgliedes 18, wie er in dem ersten Diagramm der Fig. 3 dargestellt ist, kennzeichnet dann das erste Bewegungsendesignal (im Punkte BEP) den Öffnungszustand und das zweite Bewegungsendesignal (im Punkte EEP) den Schließzustand des Ventils 20". Die zumeßwirksame Steuerzeit des Ventils 20" zwischen dem ersten Bewegungsendesignal (im Punkte BEP) und dem folgenden Bewegungsbeginnsignal (im Punkte BÖP) hält das Ventil 20" während des Saughubs des Pumpenkolbens 3 in seinem Öffnungszustand.

Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer einen Pumpenkolben (3) und einen von diesem begrenzten Pumpenarbeitsraum (6) aufweisenden Kraftstoffeinspritzpumpe, insbesondere einer Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilereinspritzpumpenbauart, mit einem in einer Verbindungsleitung zwischen dem Pumpenarbeitsraum (6) und einem Kraftstoffniederdruckraum (8) angeordneten Ventil (20) mit einem Ventilglied (18), das durch einen elektrischen Schaltantrieb in zwei Schaltstellungen bringbar ist, eine durch einen An-

schlag am Ventilgehäuse bestimmte Offenstellung und eine durch einen Ventilsitz (17) des Ventils bestimmte Schließstellung, wobei durch die Zeiten, in denen sich das Ventilglied in den Schaltstellungen befindet, die pro Pumpenkolbenförderhub zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge bestimmbar ist, und mit einer Steuereinrichtung (22) zur Steuerung des Schaltantriebs des Ventils mit einem mit der Steuereinrichtung (22) verbundenen, das Schalten des Ventilgliedes (20) erfassenden Geber (21), dessen beweglicher Geberteil durch das Ventilglied bewegt wird und der kennzeichnende elektrische Signale erzeugt, deren zeitlicher Abstand voneinander als Maß für die Kraftstoffeinspritzmenge von der Steuereinrichtung (22) als Istwert ermittelt wird und von dieser gemäß dem Unterschied von Istwert und einem von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine vorgegebenen Sollwert die Schaltzeiten des Ventilgliedes (18) korrigiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (18) durch jeweils seine Anlage am Anschlag (39) und am Ventilsitz (17) eine Signalabgabe des als Schaltstellungsgeber ausgebildeten Gebers (21) auslöst, wobei der Ventilsitz (17), der Anschlag (39) und das Ventilglied (18) elektrisch leitend ausgebildet sind und das Ventilglied (18) gegenüber dem Ventilgehäuse (40) elektrisch isoliert in diesem geführt ist und mit einem Pol einer Meßspannungsquelle (42) verbunden ist, an deren Gegenpol der Anschlag (39) und der Ventilsitz (17) angeschlossen sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag (39) aus Leitplasticmaterial besteht und mit dem Ventilgehäuse (40) elektrisch leitend verbunden ist.
3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer einen Pumpenkolben (3) und einen von diesem begrenzten Pumpenarbeitsraum (6) aufweisenden Kraftstoffeinspritzpumpe, insbesondere einer Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilereinspritzpumpenbauart, mit einem in einer Verbindungsleitung zwischen dem Pumpenarbeitsraum (6) und einem Kraftstoffniederdruckraum (8) angeordneten Ventil (20') mit einem Ventilglied (18), das durch einen elektrischen Schaltantrieb in zwei Schaltstellungen bringbar ist, eine durch einen Anschlag am Ventilgehäuse bestimmte Offenstellung und eine durch einen Ventilsitz (17) des Ventils bestimmte Schließstellung, wobei durch die Zeiten, in denen sich das Ventilglied in den Schaltstellungen befindet, die pro Pumpenkolbenförderhub zur Einspritzung gelangende

- Kraftstoffmenge bestimmbar ist, und mit einer Steuereinrichtung (22) zur Steuerung des Schaltantriebs des Ventils mit einem mit der Steuereinrichtung (22) verbundenen, das Schalten des Ventilgliedes (20') erfassenden Geber (21'), dessen beweglicher Geberteil durch das Ventilglied bewegt wird und der kennzeichnende elektrische Signale erzeugt, deren zeitlicher Abstand voneinander als Maß für die Kraftstoffeinspritzmenge von der Steuereinrichtung (22) als Istwert ermittelt wird und von dieser gemäß dem Unterschied von Istwert und einem von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine vorgegebenen Sollwert die Schaltzeiten des Ventilgliedes (18) korrigiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (18) durch jeweils seine Anlage am Anschlag (39) und am Ventilsitz (17) eine Signalabgabe des als Schaltstellungsgeber ausgebildeten Gebers (21') auslöst, wobei das Ventil (20') ein metallisches Ventilgehäuse (40) aufweist, in dem der Ventilsitz (17) und der Anschlag angeordnet sind und in dem das Ventilglied (18) zwischen Ventilsitz (17) und Anschlag (39) axial verschieblich geführt ist und daß an dem Anschlag (39) als ortsfester Schaltstellungsgeberteil eine den Körperschall beim Aufschlagen des Ventilgliedes auf den Ventilsitz und den Anschlag erfassende Scheibe (57) aus piezoelektrischer Keramik befestigt ist, die auf beiden Stirnseiten jeweils eine metallische Elektrode (58, 59) trägt, die mit einem Spannungsmeßgerät (67) verbunden sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Elektrode (58) mit dem Anschlag (39) und die andere Elektrode (59) mit einem gegenüber dem Anschlag (39) und dem Ventilgehäuse (40) isolierten Steckkontakt (64) jeweils elektrisch leitend verbunden ist und daß das Ventilgehäuse (40) an dem einen Pol und der Steckkontakt (64) an dem anderen Pol des Spannungsmeßgerätes (67) angeschlossen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag (39) als in dem Ventilgehäuse (40) befestigter Bolzen (50) mit einer ein Innengewinde (55) aufweisenden axialen Sackbohrung (54) ausgebildet ist, daß die Piezoscheibe (57) mit einer ihrer Elektroden (58) auf dem radial sich erstreckenden Bohrungsgrund (56) aufliegt und auf diesem durch eine in der Sackbohrung (54) eingeschraubte hohlzylindrische Feststellschraube (61) über einen Anpreßring (60) verspannt ist und daß der mit der anderen Elektrode (59) verbundene Steckkontakt (64) durch die Ring-
- öffnung des Anpreßrings (60) hindurchtritt und sich im Innern der Feststellschraube (61) axial erstreckt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Stirnfläche des Anpreßrings (60) und der dieser zugekehrten Elektrode (59) der Piezoscheibe (57) ein mit dem Steckkontakt (64) verbundener scheibenförmiger Kontaktring (63) angeordnet ist und daß Anpreßring (60) und Kontaktring (63) mit Steckkontakt (64) eine Baueinheit bilden.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Piezoscheibe (57) an einem Ende des Bolzens (50) angeordnet ist.
8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer einen Pumpenkolben (3) und einen von diesem begrenzten Pumpenarbeitsraum (6) aufweisenden Kraftstoffeinspritzpumpe, insbesondere einer Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilereinspritzpumpenbauart, mit einem in einer Verbindungsleitung zwischen dem Pumpenarbeitsraum (6) und einem Kraftstoffniederdruckraum (8) angeordneten Ventil (20'') mit einem Ventilglied (18), das durch einen elektrischen Schaltantrieb in zwei Schaltstellungen bringbar ist, eine durch einen Anschlag am Ventilgehäuse bestimmte Offenstellung und eine durch einen Ventilsitz (17) des Ventils bestimmte Schließstellung, wobei durch die Zeiten, in denen sich das Ventilglied in den Schaltstellungen befindet, die pro Pumpenkolbenförderhub zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge bestimmbar ist, und mit einer Steuereinrichtung (22) zur Steuerung des Schaltantriebs des Ventils mit einem mit der Steuereinrichtung (22) verbundenen, das Schalten des Ventilgliedes (20'') erfassenden Geber (21''), dessen beweglicher Geberteil durch das Ventilglied bewegt wird und der kennzeichnende elektrische Signale erzeugt, deren zeitlicher Abstand voneinander als Maß für die Kraftstoffeinspritzmenge von der Steuereinrichtung (22) als Istwert ermittelt wird und von dieser gemäß dem Unterschied von Istwert und einem von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine vorgegebenen Sollwert die Schaltzeiten des Ventilgliedes (18) korrigiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (18) durch jeweils seine Anlage am Anschlag (39) und am Ventilsitz (17) eine Signalabgabe des als Schaltstellungsgeber ausgebildeten Gebers (21'') auslöst, wobei das Ventil (20'') ein metallisches Ventilgehäuse (40) aufweist, in dem der Ventilsitz (17) und der Anschlag angeordnet sind und in dem zwi-

- schen Ventilsitz (17) und Anschlag (39) das Ventilglied (18) axial verschieblich geführt ist, daß das Ventilglied (18) an seinem vom Ventilsitz (17) abgekehrten Ende eine metallische Scheibe (36) trägt, und daß der Anschlag (39) von einer isoliert angeordneten metallischen Ringscheibe (70) als ortsfester Schaltungsgeberteil umgeben ist und mit der metallischen Scheibe (36) als beweglicher Schaltstellungsgeberteil einen Ringkondensator bildet, der mit einer Meßvorrichtung (72) zur Messung der die Ventilgliedstellungen kennzeichnenden Kapazitäten des Ringkondensators verbunden ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringscheibe (70) im Ventilgehäuse (40) elektrisch isoliert befestigt und mit einer durch das Ventilgehäuse (40) isoliert hindurchgeführten Anschlußleitung (71) für die Meßvorrichtung (72) leitend verbunden ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltstellungsgeber (21; 21'; 21'') den Bewegungsbeginn des Ventilgliedes (18) mit dessen Abheben vom Ventilsitz oder vom Anschlag als Bewegungsbeginnsignal (BSP, BÖP) und das Bewegungsende des Ventilgliedes (18) mit dessen Aufsetzen auf dem Ventilsitz oder Anschlag als Bewegungsendesignal (BEP, EEP) ausgibt und daß die Steuereinrichtung (22) den Zeitabstand zwischen einem ersten Bewegungsendesignal (BEP) und einem darauffolgenden Bewegungsbeginnsignal (BÖP) als Istwert für die zumeßwirksame Steuerzeit des Ventils (20, 20', 20'') und für die tatsächlich zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge erfaßt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung die Zeit zwischen Auftreten eines zweiten Bewegungsbeginnsignals (BÖP) und eines darauffolgenden Bewegungsendesignals (EEP) als zweite Bewegungsphase mißt und diese nach Multiplikation mit einem zweiten Faktor der zumeßwirksamen Steuerzeit für die tatsächlich zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge hinzuaddiert.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (22) die Zeit zwischen Auftreten eines Bewegungsbeginnsignals (BSP) und eines darauffolgenden ersten Bewegungsendesignals (BEP) als erste Bewegungsphase mißt und diese nach Multiplikation mit einem ersten Faktor der zumeßwirksamen Steuerzeit für die tät-

sächlich zur Einspritzung gelangende Kraftstoffmenge hinzuaddiert.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Bewegungsendesignal (BEP) den Schließzustand und das zweite Bewegungsendesignal (EEP) den Öffnungszustand des Ventils (20; 20'; 20'') kennzeichnet und daß das Ventil (20; 20'; 20'') derart angesteuert wird, daß die zumeßwirksame Steuerzeit das Ventil (20; 20'; 20'') während des Pumpenkolbenförderhubs in seinem Schließzustand hält.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Bewegungsendesignal (BEP) den Öffnungszustand und das zweite Bewegungsendesignal (EEP) den Schließzustand des Ventils (20; 20'; 20'') kennzeichnet und daß das Ventil (20; 20'; 20'') derart angesteuert ist, daß die zumeßwirksame Steuerzeit das Ventil (20; 20'; 20'') während des Pumpenkolbenssaughubs in seinem Öffnungszustand hält.

Claims

1. Fuel injection device for internal combustion engines with a fuel injection pump having a pump piston (3) and a pump working space (6) delimited by the latter, in particular a fuel injection pump of the distributor injection pump design having a valve (20), arranged between the pump working space (6) and a fuel low pressure space (8), with a valve element (18) which can be placed by an electrical switching drive in two switching positions, an open position determined by a stop on the valve housing and a closed position determined by a valve seat (17) of the valve, it being possible to determine the fuel quantity which is injected per pump piston delivery stroke by means of the times in which the valve element is located in the switching positions, and having a control device (22) for controlling the switching drive of the valve with a sensor (21) which is connected to the control device (22) and detects the switching of the valve element (20), the movable sensor component of said sensor being moved by the valve element and said sensor generating characterizing electrical signals whose timing interval from one another is identified as an actual value by the control device (22) as a measure of the fuel injection quantity and the switching times of the valve element (18) are corrected by said control device according to the difference between actual

- value and a reference value predetermined by operating parameters of the internal combustion engine, characterized in that the valve element (18) triggers a signal emission of the sensor (21), constructed as switching position sensor, as a result in each case of its coming to rest at the stop (39) and at the valve seat (17), the valve seat (17), the stop (39) and the valve element (18) being of electrically conductive construction and the valve element (18) being guided in the valve housing (40), electrically insulated in relation to the latter, and being connected to a pole of a measuring voltage source (42), to whose opposite pole the stop (39) and the valve seat (17) are connected.
2. Device according to Claim 1, characterized in that the stop (39) consists of conductive plastic material and is electrically conductively connected to the valve housing (40).
 3. Fuel injection device for internal combustion engines with a fuel injection pump having a pump piston (3) and a pump working space (6) delimited by the latter, in particular a fuel injection pump of the distributor injection pump design having a valve (20') arranged in a connecting line between the pump working space (6) and a fuel low pressure space (8), with a valve element (18) which can be placed by an electrical switching drive in two switching positions, an open position determined by a stop on the valve housing and a closed position determined by a valve seat (17) of the valve, it being possible to determine the fuel quantity injected per pump piston delivery stroke by means of the times in which the valve element is located in the switching positions, and having a control device (22) for controlling the switching drive of the valve with a sensor (21') which is connected to the control device (22) and detects the switching of the valve element (20'), the movable sensor component of said sensor being moved by the valve element and said sensor generating characterizing electrical signals whose timing interval from one another is identified as actual value by the control device (22) as a measure for the fuel injection quantity, and the switching times of the valve element (18) are corrected by said control device according to the difference between actual value and a reference value predetermined by operating parameters of the internal combustion engine, characterized in that the valve element (18) triggers a signal emission of the sensor (21'), constructed as switching position sensor, in each case as a result of its coming to rest at the stop (39) and at the valve seat (17), the valve (20') having a metallic valve housing (40) in which the valve seat (17) and the stop are arranged and in which the valve element (18) is guided axially displaceably between valve seat (17) and stop (39), and in that a disc (57) of piezoelectric ceramic which detects the solid-borne sound when the valve element strikes the valve seat and the stop is secured on the stop (39) as fixed switching position sensor component, said disc bearing in each case a metallic electrode (58, 59) on both end sides, said electrodes being connected to a voltage measuring device (67).
 4. Device according to Claim 3, characterized in that the one electrode (58) is connected to the stop (39) and the other electrode (59) to a plug-in contact (64), which is insulated in respect of the stop (39) and the valve housing (40), in each case electrically conductively, and that the valve housing (40) is connected to the one pole, and the plug-in contact (64) to the other pole, of the voltage measuring device (67).
 5. Device according to Claim 4, characterized in that the stop (39) is constructed as bolt (50), secured in the valve housing (40), having an axial blind bore (54) having an internal thread (55), in that the piezodisc (57) rests with one of its electrodes (58) on the radially extending base (56) of the bore and is clamped on the latter by means of a hollow cylindrical fixing screw (61), screwed into the blind bore (54), via a contact ring (60), and in that the plug-in contact (64) connected to the other electrode (59) penetrates the annular orifice of the contact ring (60) and extends axially inside the fixing screw (61).
 6. Device according to Claim 5, characterized in that a disc-shaped contacting ring (63), connected to the plug-in contact (64), is arranged between the end face of the contact ring (60) and the electrode (59), turned towards the latter, of the piezodisc (57), and in that contact ring (60) and contacting ring (63) form one component with the plug-in contact (64).
 7. Device according to Claim 5 or 6, characterized in that the piezodisc (57) is arranged at one end of the bolt (50).
 8. Fuel injection device for internal combustion engines with a fuel injection pump having a pump piston (3) and a pump working space (6) delimited by the latter, in particular a fuel injection

- tion pump of the distributor injection pump design, having a valve (20"), arranged in a connecting line between the pump working space (6) and a fuel low pressure space (8), with a valve element (18) which can be placed by an electrical switching drive in two switching positions, an open position determined by a stop on the valve housing and a closed position determined by a valve seat (17) of the valve, it being possible to determine the fuel quantity injected per pump piston delivery stroke by means of the times in which the valve element is located in the switching positions, and having a control device (22) for controlling the switching drive of the valve with a sensor (21") which is connected to the control device (22) and detects the switching of the valve element (20"), the movable sensor component of said sensor being moved by the valve element and said sensor generating characterizing electrical signals, whose timing interval from one another is identified as actual value by the control device (22) as measure for the fuel injection quantity, and the switching times of the valve element (18) being corrected by said control device according to the difference between actual value and a reference value predetermined by operating parameters of the internal combustion engine, characterized in that valve element (18) triggers a signal emission of the sensor (21"), constructed as switching position sensor, in each case by means of its coming to rest at the stop (39) and at the valve seat (17), the valve (20") having a metallic valve housing (40) in which the valve seat (17) and the stop are arranged and in which the valve element (18) is axially displaceably guided between valve seat (17) and stop (39), in that the valve element (18) bears a metallic disc (36) at its end facing away from the valve seat (17), and in that the stop (39) is surrounded by a metallic annular disc (70), as fixed switching sensor component, arranged in an insulated manner, and with the metallic disc (36), as movable switching position sensor component, forms an annular capacitor which is connected to a measuring device (72) for measuring the capacitances, characterizing the valve element positions, of the annular capacitor.
9. Device according to Claim 8, characterized in that the annular disc (70) is secured in an electrically insulated manner in the valve housing (40) and is conductively connected to a connection line (71), guided in an insulated manner through the valve housing (40), for the measuring device (72).
10. Device according to one of the preceding claims, characterized in that the switching position sensor (21; 21', 21") outputs, as start of movement signal (BSP, BÖP) the start of movement of the valve element (18) with its lifting off from the valve seat or from the stop, and, as end of movement signal (BEP, EEP), the end of movement of the valve element (18) with its coming to rest on the valve seat or stop, and in that the control device (22) detects the timing interval between a first end of movement signal (BEP) and a subsequent start of movement signal (BÖP) as actual value for the control time, effective for metering, of the valve (20, 20', 20") and for the fuel quantity which is actually injected.
11. Device according to Claim 10, characterized in that the control device measures the time between the occurrence of a second start of movement signal (BÖP) and a subsequent end of movement signal (EEP) as second movement phase and, after multiplication with a second factor, adds the latter to the control time, effective for metering, for the fuel quantity which is actually injected.
12. Device according to Claim 10 or 11, characterized in that the control device (22) measures the time between the occurrence of a start of movement signal (BSP) and a subsequent first end of movement signal (BEP) as first movement phase and, after multiplication of a first factor, adds the latter to the control time, effective for metering, for the fuel quantity which is actually injected.
13. Device according to one of Claims 10 to 11, characterized in that the first end of movement signal (BEP) characterizes the closed state and the second end of movement signal (EEP) characterizes the open state of the valve (20; 20'; 20"), and in that the valve (20; 20'; 20") is actuated in such a way that the control time, effective for metering, keeps the valve (20; 20'; 20") in its closed state during the pump piston delivery stroke.
14. Device according to one of Claims 10 to 11, characterized in that the first end of movement signal (BEP) characterizes the open state and the second end of movement signal (EEP) characterizes the closed state of the valve (20; 20'; 20"), and in that the valve (20; 20'; 20") is actuated in such a way that the control time, effective for metering, keeps the valve (20; 20'; 20") in its open state during the pump piston induction stroke.

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne avec une pompe d'injection de carburant comportant un piston de pompe (3) et une chambre de travail de la pompe (6) délimitée par ce piston, notamment une pompe d'injection de carburant du type pompe d'injection distributrice, avec une soupape (20) disposée sur une canalisation de liaison entre la chambre de travail de la pompe (6) et une chambre basse pression du carburant (8), avec un organe de soupape (18) qui est susceptible d'être amené dans deux positions de commutation, par l'intermédiaire d'un entraînement électrique de commutation, à savoir une position d'ouverture déterminée par une butée sur le boîtier de la soupape et une position de fermeture déterminée par un siège (17) de la soupape, la quantité de carburant arrivant à l'injection par course de refoulement du piston de la pompe, étant alors susceptible d'être déterminée par l'intermédiaire des temps au cours desquels l'organe de soupape se trouve dans des positions de commutation, et avec un dispositif de commande (22) pour commander l'entraînement de commutation de la soupape avec un indicateur (21) relié au dispositif de commande (22) et détectant la commutation de l'organe de soupape (20), indicateur dont la partie mobile est déplacée par l'organe de soupape et engendre les signaux électriques caractéristiques, dont l'intervalle dans le temps est déterminé en tant que valeur réelle, comme mesure de la quantité de carburant injectée, par le dispositif de commande (22) et les temps de commutation de l'organe de soupape (18) sont corrigés par ce dispositif de commande, conformément à la différence entre la valeur réelle et une valeur de consigne prédéfinie par des paramètres de fonctionnement du moteur à combustion interne, dispositif d'injection de carburant caractérisé en ce que l'organe de soupape (18) déclenche respectivement, par son application contre la butée (39) et contre le siège de soupape (17), la délivrance d'un signal de l'indicateur (21) réalisé sous la forme d'un indicateur de position de commutation, cependant que le siège de soupape (17), la butée (39), et l'organe de soupape (18) sont électriquement conducteurs et que l'organe de soupape (18) est guidé dans le boîtier de soupape (40) en étant isolé électriquement vis à vis de celui-ci, et est relié à un pôle d'une source de tension de mesure (42), au pôle opposé de laquelle sont raccordés la butée (39) et le siège de soupape (17).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la butée (39) est constituée par un matériau plastique conducteur et est reliée de façon électriquement conductrice au carter de soupape (40).

3. Dispositif d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne, avec une pompe d'injection de carburant comportant un piston de pompe (3) et une chambre de travail de la pompe (6) délimitée par ce piston, notamment une pompe d'injection de carburant du type pompe d'injection distributrice, avec une soupape (20') disposée sur une canalisation de liaison entre la chambre de travail de la pompe (6) et une chambre basse pression du carburant (8), avec un organe de soupape (18) qui est susceptible d'être amené dans deux positions de commutation, par l'intermédiaire d'un entraînement électrique de commutation, à savoir une position d'ouverture déterminée par une butée sur le boîtier de la soupape, et une position de fermeture déterminée par un siège (17) de la soupape, la quantité de carburant arrivant à l'injection par course de refoulement du piston de la pompe étant alors susceptible d'être déterminée par l'intermédiaire des temps au cours desquels l'organe de soupape se trouve dans les positions de commutation, et avec un dispositif de commande (22) pour commander l'entraînement de commutation de la soupape avec un indicateur (21') relié au dispositif de commande (22) et détectant la commutation de l'organe de soupape (20'), indicateur dont la partie mobile est déplacée par l'organe de soupape et engendre les signaux électriques caractéristiques, dont l'intervalle dans le temps est déterminé en tant que valeur réelle, comme mesure de la quantité de carburant à injecter, par le dispositif de commande (22) et les temps de commutation de l'organe de soupape (18) sont corrigés par ce dispositif de commande conformément à la différence entre la valeur réelle et une valeur de consigne prédéfinie par des paramètres de fonctionnement du moteur à combustion interne, dispositif d'injection de carburant caractérisé en ce que l'organe de soupape (18) déclenche respectivement, par son application contre la butée (39) et contre le siège de soupape (17) la délivrance d'un signal de l'indicateur (21') réalisé sous la forme d'un indicateur de position de commutation, cependant que la soupape (20') comporte un boîtier métallique (40), dans lequel sont disposés le siège de soupape (17) et la butée (39), et dans lequel l'organe de soupape (18) est guidé de façon à pouvoir se déplacer axialement entre le siège

- de soupape (17) et la butée (39), et en ce que, contre cette butée (39) est vissé, en tant que partie à poste fixe de l'indicateur de position de commutation, un disque (57) en céramique piézo-électrique détectant le bruit de structure lors de la percussion de l'organe de soupape sur le siège de soupape et la butée, ce disque portant respectivement sur ses deux faces frontales une électrode métallique (58, 59), lesquelles sont reliées à un appareil de mesure de la tension (67).
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'une (58) des électrodes est reliée de façon électriquement conductrice à la butée (39), tandis que l'autre électrode (59) est reliée de façon électriquement conductrice à un contact d'enfichage (64) isolé vis à vis de la butée (39) et du boîtier de soupape (40), et en ce que le boîtier de soupape (40) est raccordé à l'un des pôles de l'appareil de mesure de la tension (67), tandis que le contact d'enfichage (64) est raccordé à l'autre pôle de cet appareil.
 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la butée (39) est réalisée sous la forme d'un goujon (50) fixé dans le boîtier de soupape (40) avec un perçage borgne axial (54) comportant un filetage interne (55), en ce que le disque piézoélectrique (57) s'applique avec une de ses électrodes (58) sur le fond (56) du perçage s'étendant radialement et est pressé sur celui-ci, par l'intermédiaire d'un anneau de pressage (60), par une vis de fixation (61) cylindrique creuse vissée dans le perçage borgne (54), et en ce que le contact d'enfichage (64) relié à l'autre électrode (59) passe à travers l'ouverture annulaire de l'anneau de pressage (60) et s'étend axialement à l'intérieur de la vis de fixation (61).
 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'entre la face frontale de l'anneau de pressage (60) et l'électrode (59), tournée vers cet anneau, du disque piézo-électrique (57) est disposé un anneau de contact (63) en forme de disque relié au contact d'enfichage (64), et en ce que l'anneau de pressage (60) et l'anneau de contact (63) forment avec le contact d'enfichage (64) une unité constitutive.
 7. Dispositif selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé en ce que le disque piézo-électrique (57) est disposé à une extrémité du goujon (50).
 8. Dispositif d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne avec une pompe d'injec-

tion de carburant comportant un piston de pompe (3) et une chambre de travail de la pompe (6) délimitée par ce piston, notamment une pompe d'injection de carburant du type pompe d'injection distributrice, avec une soupape (20") disposée sur une canalisation de liaison entre la chambre de travail de la pompe (6) et une chambre basse pression du carburant (8), avec un organe de soupape (18) qui est susceptible d'être amené dans deux positions de commutation par l'intermédiaire d'un entraînement électrique de commutation, à savoir une position d'ouverture déterminée par une butée sur le boîtier de la soupape et une position de fermeture déterminée par un siège (17) de la soupape, la quantité de carburant arrivant à l'injection par course de refoulement du piston de la pompe étant alors susceptible d'être déterminée par l'intermédiaire des temps au cours desquels l'organe de soupape se trouve dans des positions de commutation, et avec un dispositif de commande (22) pour commander l'entraînement de commutation de la soupape, avec un indicateur (21") relié au dispositif de commande (22) et détectant la commutation de l'organe de soupape (20"), indicateur dont la partie mobile est déplacée par l'organe de soupape et engendre les signaux électriques caractéristiques, dont l'intervalle dans le temps est déterminé en tant que valeur réelle, comme mesure de la quantité de carburant à injecter, par le dispositif de commande (22) et les temps de commutation de l'organe de soupape (18) sont corrigés par ce dispositif de commande conformément à la différence entre la valeur réelle et une valeur de consigne prédéfinie par des paramètres de fonctionnement du moteur à combustion interne, dispositif d'injection de carburant caractérisé en ce que l'organe de soupape (18) déclenche respectivement par son application contre la butée (39) et contre le siège de soupape (17) la délivrance d'un signal de l'indicateur (21") réalisé sous la forme d'un indicateur de position de commutation, cependant que la soupape (20") comporte un boîtier métallique (40), dans lequel sont disposés le siège de soupape (17) et la butée (39), et dans lequel l'organe de soupape (18) est guidé de façon à pouvoir se déplacer axialement entre le siège de soupape (17) et la butée (39), en ce que l'organe de soupape (18) à son extrémité opposée au siège de soupape (17) porte un disque métallique (36), et en ce que la butée (39) est entourée par un disque annulaire métallique isolé (70) en tant que partie à poste fixe de l'indicateur de commutation, et forme avec le disque métallique (36) en tant que

partie mobile de l'indicateur de position de commutation, un condensateur annulaire, qui est relié avec un dispositif de mesure (72) pour mesurer les capacités du condensateur annulaire caractérisant les positions de l'organe de

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le disque annulaire (70) est fixé dans le boîtier de soupape (40) en étant électriquement isolé, et est relié de façon électriquement conductrice à une liaison de raccordement (71), passant sous isolation à travers le carter de soupape (40), pour le dispositif de mesure (72). 5
10. Dispositif selon l'une des précédentes revendications, caractérisé en ce que l'indicateur de position de commutation (21; 21'; 21'') donne en tant que signal de début du déplacement (BSP, BÖP) le début du déplacement de l'organe de la soupape (18) lorsque celui-ci décolle du siège de soupape ou de la butée, et donne en tant que signal de fin de déplacement (BEP, EEP) la fin du déplacement de l'organe de soupape (18) lorsque celui-ci vient s'appliquer sur le siège de soupape ou la butée, et en ce que le dispositif de commande (22) détecte l'intervalle de temps entre un premier signal de fin de déplacement (BEP) et un signal de début de déplacement (BÖP) venant à la suite en tant que valeurs réelles pour le temps de commande utile pour le dosage de la soupape (20, 20', 20'') et pour la quantité de carburant arrivant effectivement pour l'injection. 10 15 20 25 30 35
11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le dispositif de commande mesure en tant que seconde phase de déplacement le temps entre l'apparition d'un second signal de début du déplacement (BÖP) et un signal de fin de déplacement (EEP) venant à la suite, et ajoute ce temps, après multiplication par un second facteur, au temps de commande utile pour le dosage pour la quantité de carburant arrivant effectivement pour l'injection. 40 45
12. Dispositif selon la revendication 10 ou la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif de commande (22) mesure en tant que première phase de déplacement, le temps entre l'apparition d'un signal de début de déplacement (BSP) et un premier signal de fin de déplacement (BEP) venant à la suite, et ajoute ce temps, après multiplication par un premier facteur, au temps de commande utile pour le dosage pour la quantité de carburant arrivant 50 55

effectivement pour l'injection.

13. Dispositif selon une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que le premier signal de fin de déplacement (BEP) caractérise l'état de fermeture de la soupape (20; 20'; 20'') tandis que le second signal de fin de déplacement (EEP) caractérise l'état d'ouverture de la soupape, et en ce que la soupape (20; 20'; 20'') est commandée de façon que le temps de commande utile pour le dosage maintient la soupape (20; 20'; 20'') dans la position de fermeture pendant la course de refoulement du piston de la pompe.
14. Dispositif selon une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que le premier signal de fin de déplacement (BEP) caractérise l'état d'ouverture de la soupape (20; 20'; 20'') tandis que le second signal de fin de déplacement (EEP) caractérise l'état de fermeture de la soupape, et en ce que la soupape (20; 20'; 20'') est commandée de façon que le temps de commande utile pour le dosage maintien la soupape (20; 20'; 20'') dans son état d'ouverture pendant la course d'aspiration du piston de la pompe.

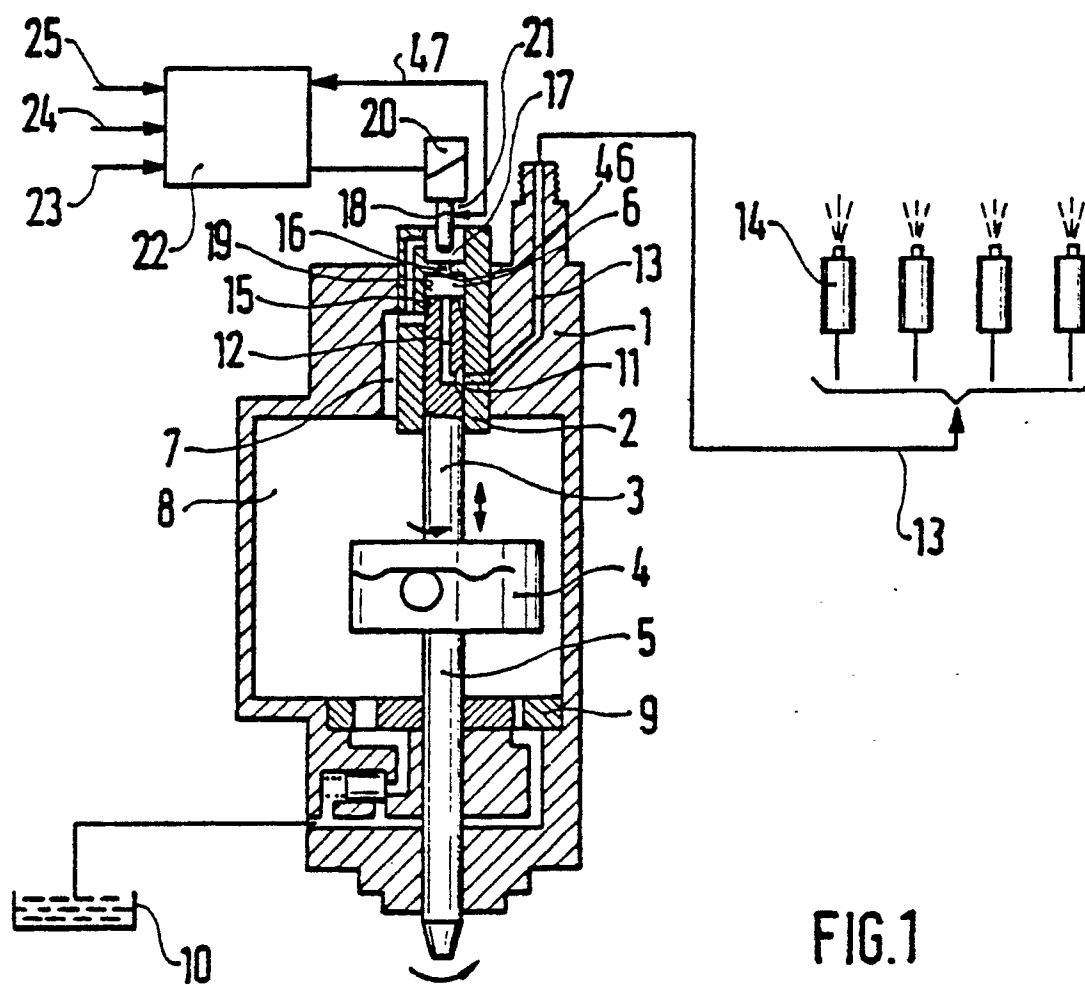
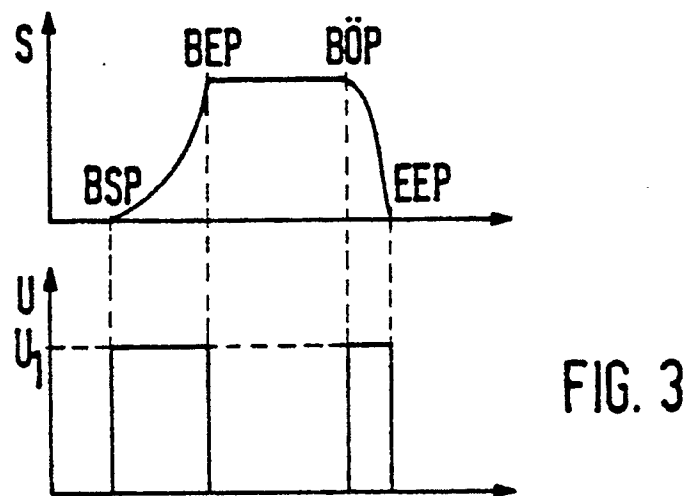
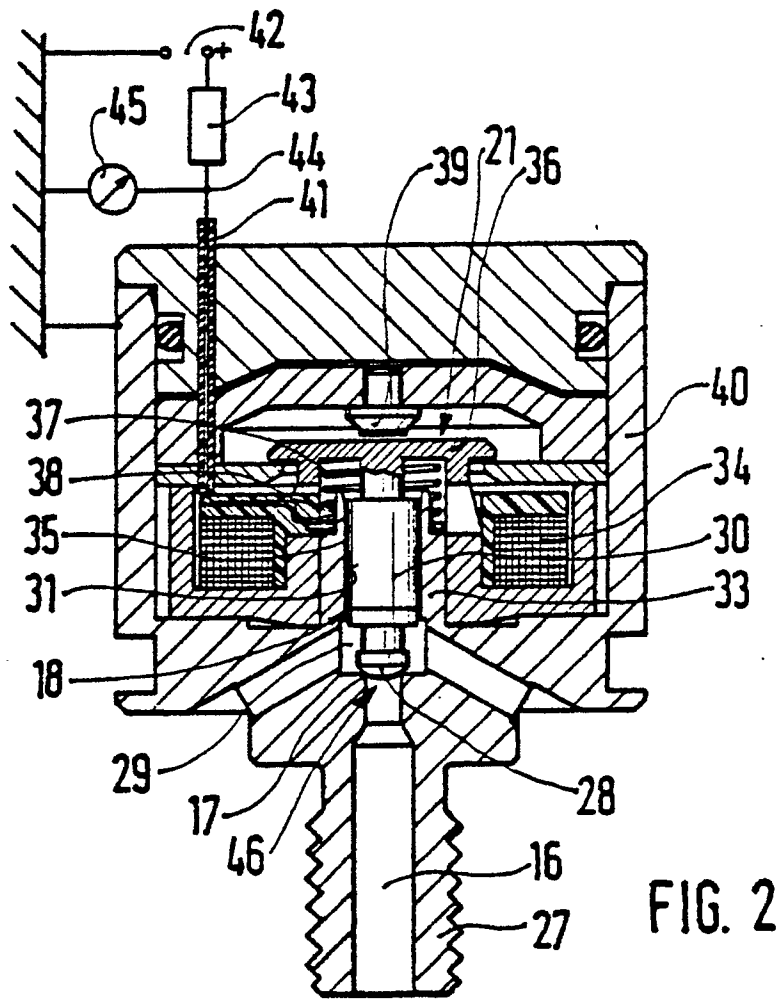


FIG.1



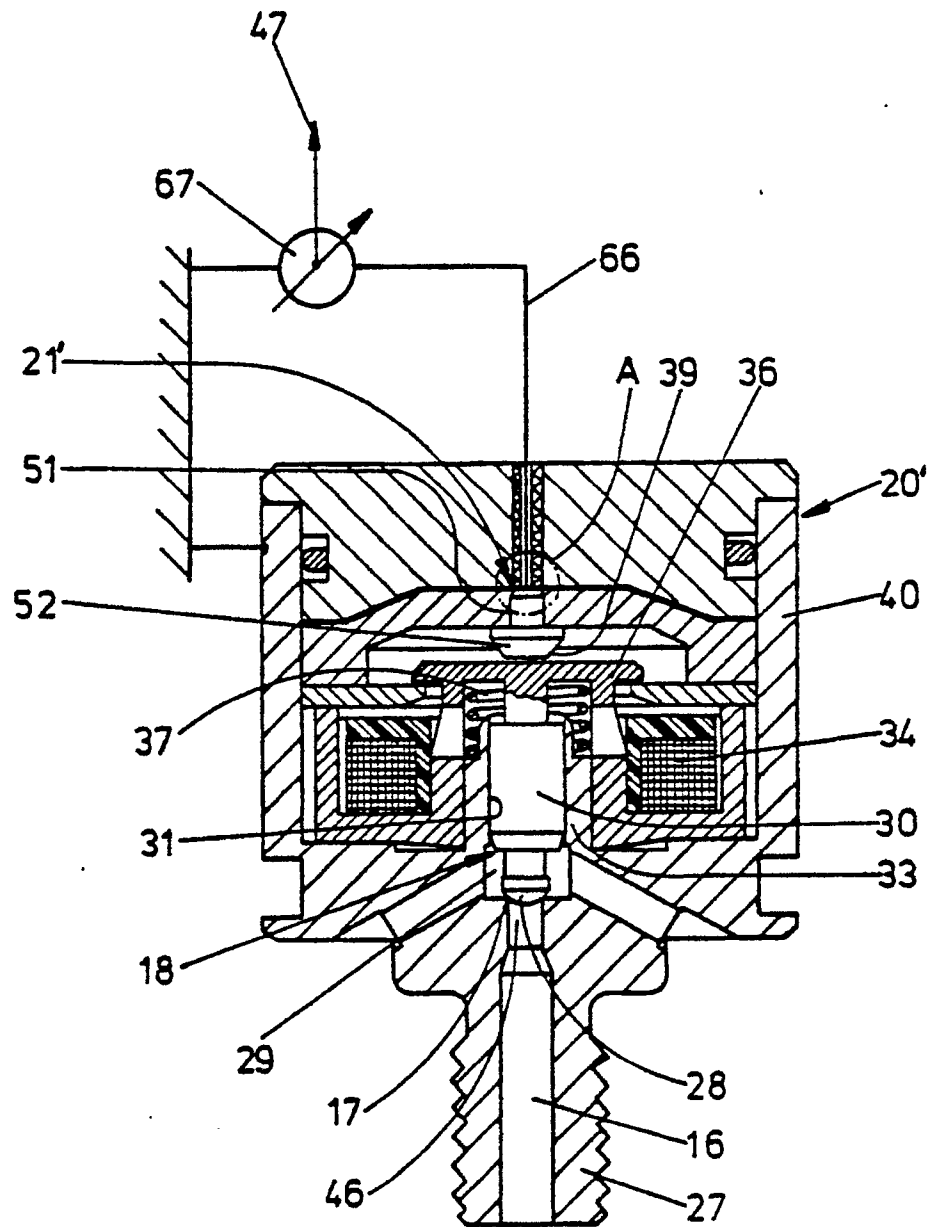


Fig. 4

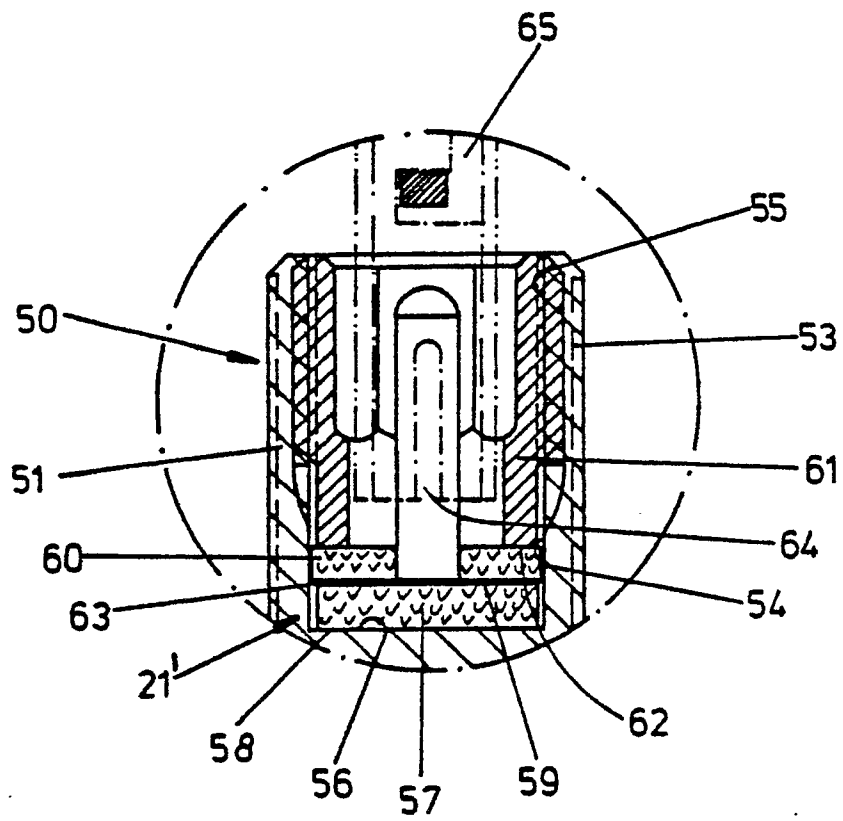


Fig.5

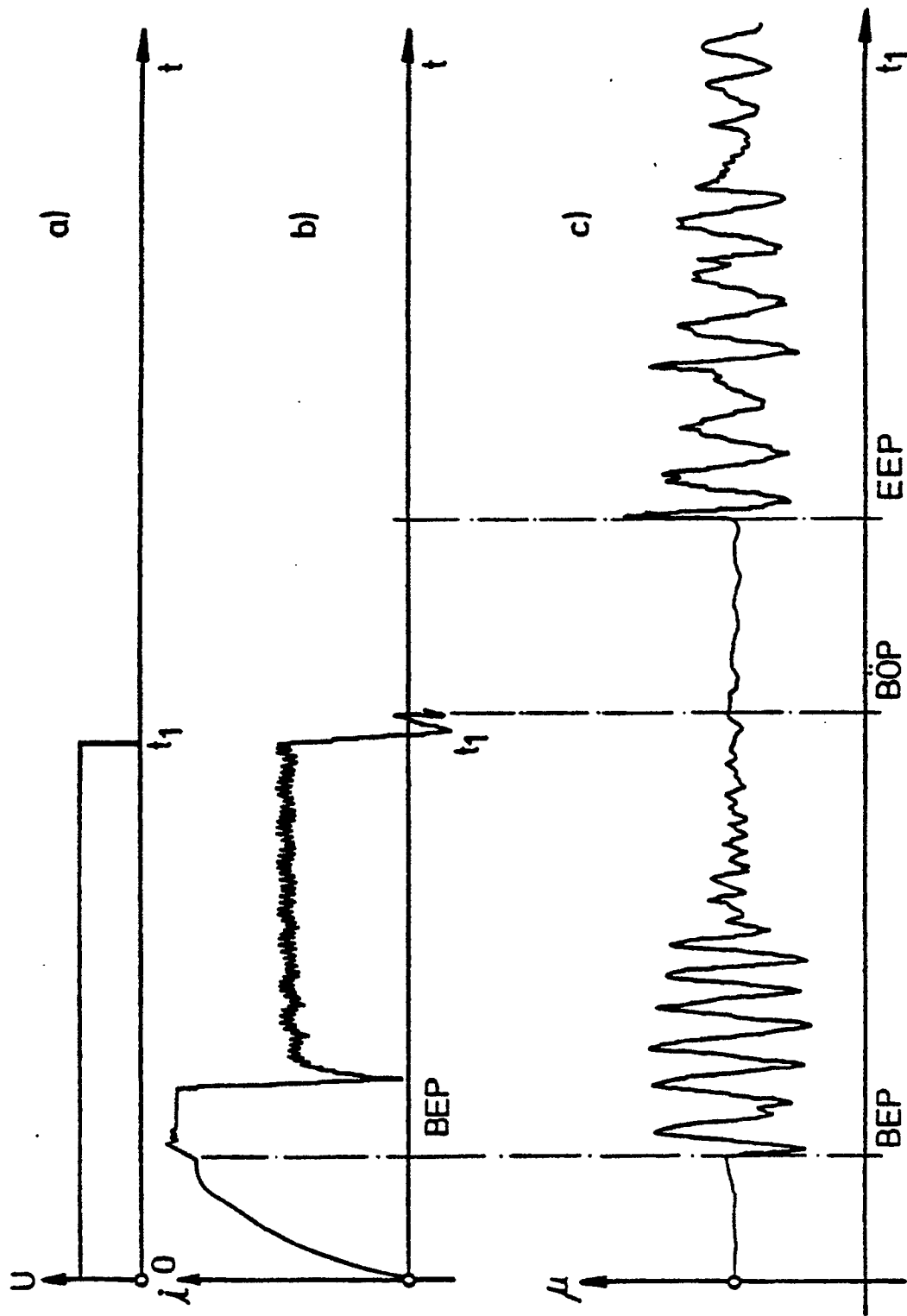


Fig.6

