



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.2003 Patentblatt 2003/42

(51) Int Cl.7: **F02M 17/14**

(21) Anmeldenummer: **03006885.2**

(22) Anmeldetag: **31.03.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Adolph, Norbert, Dr.-Ing.**
52074 Aachen (DE)
• **Düsterhöft, Martin, Dr.-Ing.**
52224 Stolberg (DE)

(30) Priorität: **11.04.2002 DE 10216084**

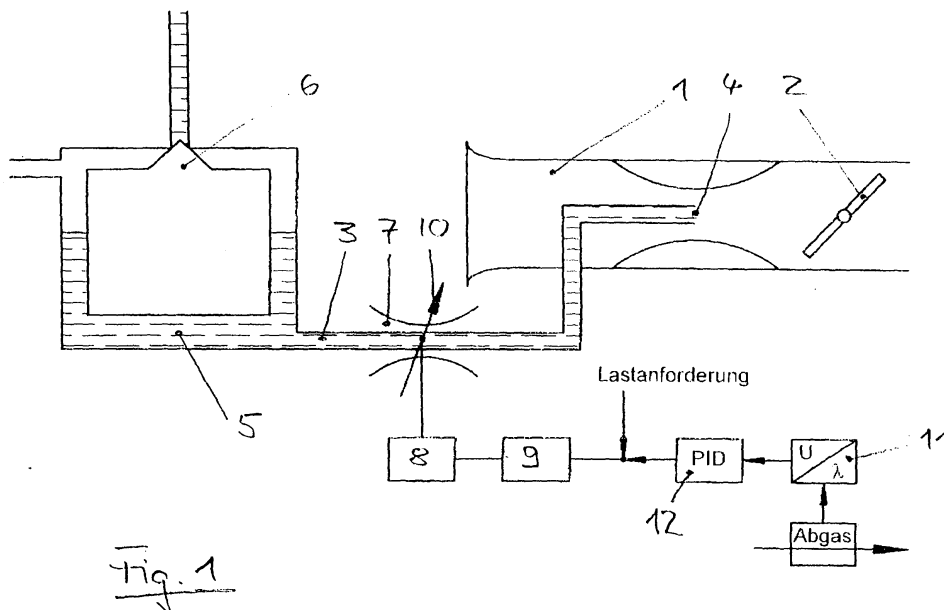
(74) Vertreter: **Metz, Siegfried**
Bergstrasse 2
52159 Roetgen (DE)

(71) Anmelder: **VEMAC GmbH & Co.KG**
52070 Aachen (DE)

(54) **Vergaser für Ottomotor mit einstellbarer Brennstoffdüse**

(57) Für Otto-Motore wird ein Vergaser angegeben, der an erforderliche Motorleistungen flexibel anpassbar ist. Der Vergaser weist einen Lufttrichter (Fig.1, (1)) zum Ansaugen von Brennstoff aus einer in den Lufttrichter mündenden Brennstoffleitung (3) auf, die an einer Brennstoffkammer (5) angeschlossen ist und zwischen der Brennstoffkammer und ihrer Mündung (4) im Lufttrichter eine Brennstoffdüse (7) zur Einstellung der anzusaugenden Brennstoffmenge aufweist. Der Brennstoff wird aufgrund von Unterdruck im Lufttrichter aus der Brennstoffkammer abgesaugt. Um schädliche Abgasemissionen zu vermindern und Energieverluste für

das Gesamtsystem zu vermeiden, weist die Brennstoffdüse (7) einen mittels eines piezoelektrischen Aktuators (8) veränderbaren Strömungsquerschnitt auf. Mit dem piezoelektrischen Aktuator lässt sich der Strömungsquerschnitt sehr feinfühlig einstellen. Im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 steht der Aktuator mit Stellglied (10) in Wirkverbindung. Der Aktuator reagiert unmittelbar auf sich verändernde Regelwerte. Von wesentlichem Vorteil ist insbesondere die in Zusammenhang mit Kleinmotoren gegebene Betriebssicherheit. Der piezoelektrische Aktuator (8) kann als Biegeglied oder als piezoelektrische Membran oder als in axialer Richtung wirksamer Aktuator ausgebildet sein.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Vergaser für einen Otto-Motor mit einem Lufttrichter zum Ansaugen von Brennstoff aus einer in den Lufttrichter mündenden Brennstoffleitung. Die Brennstoffleitung ist an einer Brennstoffkammer angeschlossen und weist zwischen Brennstoffkammer und ihrer Mündung im Lufttrichter eine Brennstoffdüse zur Einstellung einer aufgrund von Unterdruck im Lufttrichter aus der Brennstoffkammer ansaugbaren Brennstoffmenge auf.

[0002] Vergaser, in denen das für den Betrieb von Otto-Motoren erforderliche Kraftstoff/Luftgemisch durch Ansaugen von Brennstoff und Mischen mit Luft erzeugt wird, sind zur Einstellung eines betriebshotwendigen variablen Brennstoff/Luftgemisches nur unvollkommen geeignet. Insbesondere hinsichtlich Leistungsanpassung und Kraftstoffverbrauch, aber auch hinsichtlich steigender Anforderungen an niedrige Werte schädlicher Abgasemissionen werden Vergaser als nicht optimierbar eingestuft

[0003] Statt Vergasern werden daher für Verbrennungsmotoren üblicherweise technisch aufwendige Einspritzanlagen zur Gemischaufbereitung eingesetzt. Für Kleinmotore, insbesondere zum Antrieb von Kleinkraftträdern, Kettensägen oder Gartengeräten wie beispielsweise Rasenmähern, werden jedoch einfache und leicht handhabbare Antriebseinrichtungen angestrebt. Wesentlich ist deren Einstellung auf vorgegebene Abgasemissions-Grenzwerte.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen an erforderliche Motorleistungen flexibel anpassbaren Vergaser zu schaffen, der Anforderungen an geringe schädliche Abgasemissionen erfüllt und darüber hinaus ohne erheblichen Energieverlust für das Gesamtsystem betrieben werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem Vergaser der eingangs genannten Art durch in Anspruch 1 angegebene Merkmale gelöst. Danach weist die Brennstoffdüse einen mittels eines piezoelektrischen Aktuators veränderbaren Strömungsquerschnitt auf. Mit einem piezoelektrischen Aktuator läßt sich der Strömungsquerschnitt sehr feinfühlig einstellen. Der Aktuator reagiert unmittelbar auf sich verändernde Regelwerte, sein Energiebedarf ist gering. Gegenüber allen mechanischen Einbauten ist sowohl das Gewicht als auch der Raumbedarf vernachlässigbar. Von Vorteil ist insbesondere die in Zusammenhang mit Kleinmotoren gegebene Betriebssicherheit sowie der auch für den Benutzer in einfacher Weise durchführbare Ein- und Ausbau.

[0006] Der piezoelektrische Aktuator kann als Biege wandler oder als piezoelektrische Membran ausgebildet sein, einsetzbar ist zur Einstellung des Strömungsquerschnittes vorteilhaft auch ein in axialer Richtung wirksamer Aktuator, wobei ein Longitudinaloder auch ein Transversal-Aktuator einsetzbar ist, Ansprüche 2, 3 und 4. Solche Aktuatoren lassen sich unmittelbar als kalibrierbare Drosselelemente für die Brennstoffdüsen ver-

wenden.

[0007] Bevorzugt ist der piezoelektrische Aktuator mit einem Stellglied zur Einstellung des Strömungsquerschnitts verbunden, Anspruch 5. Dies ermöglicht es, die gegebenenfalls zu geringe Bewegung des piezoelektrischen Aktuators durch ein zwischengeschaltetes Übertragungselement zu vergrößern, Anspruch 6.

[0008] Die Erfindung und weitere unter Schutz gestellte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Zeichnung zeigt im einzelnen:

- Figur 1 Vergaser mit Brennstoffdüse und piezoelektrischem Aktuator,
- Figur 2 als Biege wandler ausgebildeter Aktuator,
- Figur 3 bimorpher Biege wandler beidseitig eingespannt,
- Figur 4 piezoelektrische Membran als Aktuator,
- Figur 5 piezoelektrischer Biege wandler für ein von einer mechanischen Membran gehaltenes Stellglied,
- Figur 6 axialer Aktuator,
- Figur 7 axialer Aktuator mit schwenkbarem Gelenkarm,
- Figur 8 axialer Aktuator mit hydraulischem Wegverstärker,
- Figur 9 axialer Aktuator mit federelastischem Wegverstärker,
- Figur 10 axialer Aktuator zur Verengung der Brennstoffleitung,
- Figur 11 Biege wandler in Brennstoffleitung,
- Figur 12 axialer Aktuator als Drosselorgan,
- Figur 13 Biege wandler am Brennstoffablauf.

[0009] Figur 1 zeigt schematisch einen Vergaser mit Lufttrichter 1 und im Lufttrichter angeordneter schwenkbarer Drosselklappe 2, über die der Ansaugdruck für den aus der Brennstoffleitung 3 in den Lufttrichter eingeführten Brennstoff gesteuert wird. Beim Ansaugen des Motors wird der aus der Brennstoffleitung 3 an ihrer Mündung 4 in den Lufttrichter 1 austretende Brennstoff zerstäubt. In der Brennstoffleitung ist zwischen der Mündung 4 und einer Brennstoffkammer 5, die im Ausführungsbeispiel über ein Nadelventil 6 aus einem in Figur 1 nicht dargestellten Brennstofftank mit Brennstoff gefüllt wird, eine Brennstoffdüse 7 eingesetzt. Mit der Brennstoffdüse wird der Kraftstoffmassenstrom im Vergaser beeinflusst. Der Strömungsquerschnitt der Brennstoffdüse 7 ist kalibrierbar. Zum Einstellen dient ein in Figur 1 lediglich symbolisch angegebener piezoelektrischer Aktuator 8, der elektrisch mit einem Spannungsgeber 9 verbunden ist, der die räumliche Bewegung und Auslenkung des Aktuators durch Spannungsänderung beeinflusst. Statt eines Spannungsgebers läßt sich auch ein Strom- bzw. Ladungsgeber einsetzen mit dem Vorteil, daß sich die Änderungen von Ladung und Dehnung des piezoelektrischen Aktuators linearer zu einander verhalten. Der Aktuator steht in Wirkverbindung mit ei-

nem den Strömungsquerschnitt der Brennstoffdüse 7 verändernden Stellglied 10.

Im Ausführungsbeispiel wird der Spannungsgeber 9 von einem vorgegebenen Abgas-Lambda-Wert gesteuert. Die Abgaszusammensetzung misst ein entsprechend geeigneter Lambda-Sensor 11, der seinen Messwert in ein elektrisches Signal umwandelt und einem elektronischen Regler, im Ausführungsbeispiel einem PID-Regler 12, aufschaltet. Zur Regelung des Kraftstoffmassenstroms wird ausgegangen von der Lastanforderung für den Motor, die als Führungsgröße zum Einstellen der Brennstoffdüse vorgegeben wird. Das bei dieser Einstellung erzeugte Abgasgemisch wird vom Sensor 11 analysiert und führt über den PID-Regler 12 zu einer Einstellungskorrektur für die dem Vergaser zuzuführende Brennstoffmenge. Der Kraftstoffmassenstrom wird so in Abhängigkeit von einer vorgegebenen einzuhaltenden Abgaszusammensetzung geregelt.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel für einen piezoelektrischen Aktuator zur Einstellung eines Stellgliedes einer Brennstoffdüse ist schematisch in Figur 2 dargestellt. Als Aktuator ist ein Biegewandler 13 eingesetzt. Der Biegewandler ist einseitig in einem Festlager 14 eingespannt und bimorph ausgebildet: am Spannungsgeber 15 sind zwei aneinander haftende Piezoelemente 16a, 16b angeschlossen, die sich bei entsprechender elektrischer Aktivierung ihrer Keramiksichten an ihrem freien Ende um das Festlager 14 analog einer Blattfeder in Richtung 17 verbiegen. Der Biegewandler steuert ein Stellglied, das in einer Drossel 18 zur Veränderung deren Strömungsquerschnitts 19 eine in der Drossel bewegbare kegelförmige Düsennadel 20 aufweist. Die Düsennadel ist am freien Ende des Piezoelements 16a angebracht. Wird somit beispielsweise am Piezoelement 16a ein gegenüber dem Piezoelement 16b negatives elektrisches Potential angelegt, so verbiegt sich der Biegewandler 13 derart, daß die Düsennadel 20 in die Drossel 18 hinein gedrückt wird und den Strömungsquerschnitt 19 verringert. Liegt in diesem Beispiel am Piezoelement 16a dagegen ein gegenüber dem Piezoelement 16b positives elektrisches Potential an, so wird die Düsennadel 20 aus der Drossel 18 heraus gehoben und vergrößert so den Strömungsquerschnitt 19. Der Biegewandler läßt sich vom Spannungsgeber sehr feinfühlig einstellen, so daß bei entsprechender Ausbildung der Düsennadel der Kraftstoffmassenstrom den erforderlichen Bedingungen präzise anpassbar ist.

[0011] Um dem Einfluß störender mechanischer Vibrationen des Biegewandlers zu begegnen, die beispielsweise bei Einbau des Vergasers in einem sich bewegenden Fahrzeug auftreten können, ist es im Ausführungsbeispiel nach Figur 3 vorgesehen, einen bimorphen Biegewandler 21 beidseitig in Lagern 22, 23 abzustützen. Eine Düsennadel 24 ist an einem der beiden aneinander befestigten Piezoelemente 25a, 25b des Biegewandlers 21 mittig angebracht, im Ausführungsbeispiel am Piezoelement 25a, und läßt sich durch Anlegen variierbarer Spannungen an den Piezoelementen

über einen Spannungsgeber 26 und dadurch bewirkter Auswölbung des Biegewandlers 21 in einer Drossel 27 zur Einstellung deren Strömungsquerschnittes 28 bewegen. Die im Bereich des Strömungsquerschnitts kegelförmige Düsennadel 24 ist in der Drossel radial in einem Gleitlager 29 geführt und mittels eines Feder-Dämpfersystems 30 gegen axiale Schwingungen gesichert. Bei Auswölbung des Biegewandlers 21 und Verschiebung der Düsennadel 24 verändert sich der Strömungsquerschnitt 28 und damit die in der Drossel 27 vom Brennstoffzulauf 31 zum Brennstoffablauf 32 strömende Brennstoffmenge.

[0012] In Figur 4 ist als Biegewandler eine piezoelektrische Membran 33 eingesetzt, die an ihrem kreisförmigen Membranrand in einem Ringlager 34 eingespannt ist und deren Auswölbung in gleicher Weise wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 3 von einem Spannungsgeber 35 gesteuert wird. Zentral in der Membran ist eine kegelförmige Düsennadel 36 befestigt, die sich bei Auswölbung der Membran 33 in einer Drossel 37 bewegt und deren Strömungsquerschnitt 38 verändert. Die Düsennadel 36 wird in der Drossel 37 in einem Gleitlager 39 radial geführt. Die im Ringlager eingespannte piezoelektrische Membran und die radial geführte Düsennadel stabilisieren den mechanischen Aufbau für eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse mit piezoelektrischem Aktuator und kalibrierbarem Stellglied.

[0013] Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem monomorphen Aktuator: Ein Piezoelement 40 ist starr an einer Federplatte 41 (Biegefeder oder Tellerfeder) befestigt, im Ausführungsbeispiel ist das Piezoelement zu seiner Entlastung auf der Federplatte aufgeklebt. In ihrem Randbereich ruht die Federplatte 41 im Gehäuse 42 in Lagern 43. Beim Anlegen einer entsprechenden Spannung wölben sich das Piezoelement 40 und mit ihm die Federplatte 41 so, dass eine Düsennadel 44 bewegt wird. Die Düsennadel wird im Ausführungsbeispiel von einer mechanischen Membran 45 geführt, die im Gehäuse 42 an ihrem kreisförmigen Membranrand in einem Festlager 46 eingespannt ist. Die Düsennadel ist an der Membran derart befestigt, dass sie infolge des Brennstoffdruckes im Brennstoffraum 47 der Brennstoffdüse kraftschlüssig an der Oberfläche der Lagerplatte 41 anliegt und bei einer Auswölbung der Lagerplatte aufgrund einer Aktivierung des Piezoelements sowohl zum Schließen einer Drosselöffnung 48, als auch zu deren Öffnung zu bewegen ist. Im Ausführungsbeispiel dient die die Düsennadel führende mechanische Membran 45 zugleich zum Abdichten des Brennstoff führenden Bereichs der Brennstoffdüse mit Brennstoffzulauf 49 und Brennstoffablauf 50 von dem Gehäusebereich, in dem der piezoelektrische Aktuator eingesetzt ist. Der piezoelektrische Aktuator kommt so mit Brennstoff nicht in Berührung.

[0014] Figur 6 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel für den Einsatz eines axialen Aktuators 51. Als axialer Aktuator ist sowohl ein Longitudinal- als auch ein Transversal-Aktuator einsetzbar. Im Ausführungsbei-

spiel ist der axiale Aktuator als Multilayer-Aktuator mit Piezoschichten 52 ausgeführt, es läßt sich aber selbstverständlich auch ein Aktuatorstapel mit aneinander verklebten Piezoelementen verwenden. Der axiale Aktuator dehnt sich bei Anlegen von Spannung in Richtung seiner Achse 53. Im Ausführungsbeispiel ist in axialer Richtung eine Düsennadel 54 angeordnet, die in einem Gleitlager 55 radial geführt ist und von einem Federelement 56 kraftschlüssig gegen den Aktuator 51 gepresst wird. Der axiale Aktuator ist zu seiner mechanischen Vorspannung von einer Rohrfeder 57 umgeben, die den Aktuator axial verspannt.

[0015] In Figur 7 ist eine Variante für eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse mit piezoelektrischem Aktuator zur Einstellung einer Düsennadel dargestellt, bei dem Bauelemente der Ausführungsbeispiele nach Figuren 5 und 6 übernommen werden.

So wird als Aktuator wieder ein axialer Aktuator 58 eingesetzt und eine von einer mechanischen Membran 59 geführte Düsennadel 60 verwendet. Zur Bewegung der Düsennadel dient jedoch ein Gelenkhebel 61, der zwischen Aktuator 58 und Düsennadel 60 in der Weise angeordnet ist, dass sich die axiale Ausdehnung des Aktuatorpakets vergrößern läßt. Hierzu ist der Gelenkhebel 61 schwenkbar im Gehäuse 62 befestigt, im Ausführungsbeispiel in einem von einer Blattfeder 63 gebildeten Festkörpergelenk, und mit dem axialen Aktuator 58 und der Düsennadel 60 kraftschlüssig verbunden, wobei der Angriffspunkt für den Aktuator 58 am Gelenkhebel 61 zum Festpunkt der Blattfeder 62 einen kürzeren Abstand 64 aufweist als der Angriffspunkt der Düsennadel 60 am Gelenkhebel mit einem Abstand 65. Die axiale Ausdehnung des Aktuators 58 wird somit entsprechend dem Längenverhältnis von Abstand 64 zum Abstand 65 übersetzt. Der Kraftschluß zwischen Düsennadel 60 und Gelenkhebel 61 wird im Ausführungsbeispiel von einem Federelement 66 unterstützt.

[0016] Figur 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem hydraulischen Weg-Verstärker. Wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen weist die Brennstoffdüse eine axial bewegliche Düsennadel 67 auf, die bei ihrer axialen Bewegung einen Strömungsquerschnitt 68 zwischen Brennstoffzulauf 69 und Brennstoffablauf 70 verändert. Die Düsennadel 67 wird am Düsenschaft 71 in einem Gleitlager 72 im Gehäuse 73 der Brennstoffdüse radial geführt und in der in Figur 8 dargestellten "Aufstellung" der Brennstoffdüse von einer mechanischen Feder 74 gehalten, die die Düsennadel über einen am Düsenschaft 71 angebrachten Anschlagring 75 gegen das Gehäuse 73 drückt. Das freie Ende des Düsenschaftes 71 im Gleitlager 72 steht mit einem von Brennstoff gefüllten Druckraum 76 in Verbindung, dessen Druck ein piezoelektrischer Aktuator, im Ausführungsbeispiel wieder ein axialer Aktuator 77 bestimmt. Der Aktuator, der zu seiner axialen Bewegung an einem Spannungsgeber 78 angeschlossen ist, wird von einer wellrohrartigen Schutzhülle 79 zum Schutze des Aktuators vor einer Berührung mit Brennstoff umgeben. Mit

dem Aktuator 77 ist ein Kolben 80 verbunden, der gegen ein Federelement 81 zu bewegen ist, das im Gehäuse 73 in einem Festlager 82 verspannt wird und sich kraftschlüssig am Kolbenboden 83 des Kolbens 80 abstützt. Das Federelement 81 dient zur Vorspannung des Aktuators 77. Das Federelement 81 ist derart ausgebildet, dass der Brennstoff, der über ein Rückschlagventil 84 vom Brennstoffzulauf 69 in den Dryckraum 76 eindringt, den Druckraum vollständig ausfüllt, im Ausführungsbeispiel weist das Federelement zum Durchfluß von Brennstoff Durchbrüche 85 auf.

[0017] Wird im Ausführungsbeispiel nach Figur 8 durch den axialen piezoelektrischen Aktuator 77 der Kolben 80 im Druckraum 76 bewegt, so verändert sich entsprechend des verdrängten flüssigen Brennstoffs im Druckraum 76 bei geschlossen bleibendem Rückschlagventil 84 die Stellung der Düsennadel 67 im Strömungsquerschnitt 68. Sind Kolben und Düsenschaft dabei so dimensioniert, daß der Düsenschaft zum Druckraum 76 hin eine kleineren freie Fläche aufweist, als es der Bodenfläche des Kolbenbodens 83 zum Druckraum hin entspricht, so tritt eine Verlängerung des Hubes des Aktuators und eine Wegverstärkung auf.

[0018] Das Ausführungsbeispiel nach Figur 9 zeigt einen axialen Aktuator 86, der zwischen zwei blattfederartig gespannten Bügeln 87 so eingesetzt ist, dass sich bei einer axialen Dehnung oder Verkürzung des Aktuators die Durchbiegung der Bügel 87 verändert. Die axiale Bewegung des Aktuators 86 wird somit in eine senkrecht dazu gerichtete radiale Bewegung der Bügel 87 transformiert, wobei sich zugleich die Ausdehnung des Aktuators auch quantitativ beeinflussen läßt, im Ausführungsbeispiel wird die axiale Dehnung in radialer Richtung vergrößert. Mit einem der Bügel steht kraftschlüssig eine Düsennadel 88 in Berührung, die bei einer Verstärkung oder Abschwächung der Bügeldurchbiegung in ihrem Gleitlager 89 verschoben wird und dabei - in gleicher Weise wie bei allen vorhergehenden Ausführungsbeispielen - einen Strömungsquerschnitt 90 einer Drossel 91 verändert. Zur kraftschlüssigen Führung der Düsennadel am ihr zugewandten federnden Bügel 87 dient ein am Fuß 92 der Düsennadel 88 angreifendes Federelement 93.

[0019] Figur 10 zeigt einen axialen Aktuator 94, der bei axialer Bewegung den Querschnitt einer Brennstoffleitung 95 verändert. Die Leitung besteht aus einem elastischem Rohrmaterial, das es ermöglicht, den Strömungsquerschnitt der Leitung in Abhängigkeit von der jeweils einstellbaren Dehnung oder Verkürzung des Aktuators reproduzierbar zu verändern. Für Kraftstoffe geeignete Rohrmaterialien, die für eine solche federnde Bewegung eine möglichst kleine oder keine Hysterese aufweisen, sind beispielsweise Kunststoffe wie Viton oder Peek, oder Metalle wie Edelstahl oder Federbronze.

[0020] Eine weitere Variante der Erfindung zeigt Figur 11. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist als piezoelektrischer Aktuator wieder ein piezoelektrischer Biegeband-

ler 96 eingesetzt, der innerhalb einer Brennstoffleitung 97 mit rechteckigen Leitungsquerschnitt 98 zur Ausbildung einer Brennstoffdüse angeordnet ist. Über einen Spannungsgeber 99 läßt sich der Biegewandler so verformen, daß sich der Strömungsquerschnitt der Brennstoffleitung 97 verändert und die gewünschte Brennstoffmenge erreicht wird.

[0021] Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 12 wird zur Ausbildung einer kalibrierbaren Brennstoffdüse in einer Brennstoffleitung 100 mit rechteckigen Leitungsquerschnitt 101 und einer Drosselstelle 102, die von Wandverstärkungen 103 gebildet wird, die den Strömungsquerschnitt der Brennstoffleitung 100 verengen, ein axialer Aktuator 104 benutzt. Der Aktuator ist in den Wandverstärkungen 103 eingesetzt und mit einem Spannungsgeber 105 verbunden. Im Ausführungsbeispiel dient der Aktuator 104 selbst als Drosselorgan, bei axialer Dehnung des Aktuators wird der Strömungsquerschnitt an der Drosselstelle 102 verkleinert. Die maximale Längenänderung des Aktuators ist in Figur 12 schematisch durch gestrichelte Linien angedeutet.

[0022] Eine ebenfalls nur wenig Aufwand erfordernde Brennstoffdüse mit piezoelektrischem Aktuator zur Regelung der Drosselstelle ist in Figur 13 dargestellt. Als Aktuator dient ein Biegewandler 106, der in einem Zwischenraum 107 zwischen Brennstoffzulauf 108 und Brennstoffablauf 109 beidseitig in Lagern 110 im Ausführungsbeispiel so verspannt ist, dass vom Biegewandler in Ruhestellung der Zutrittsquerschnitt 111 zum Brennstoffablauf 109 geschlossen ist. Wird der Biegewandler 106 vom Spannungsgeber 112 aktiviert, öffnet er den Zutrittsquerschnitt zum Durchtritt der erforderlichen Brennstoffmenge. Der Biegewandler läßt sich auch so einsetzen, daß der Zutrittsquerschnitt in Ruhestellung des Biegewandlers geöffnet ist. Zur Beeinflussung des Kraftstoffmassenstroms wird der Biegewandler dann bei seiner Aktivierung in Schließrichtung - auf den Zutrittsquerschnitt des Brennstoffablaufs zu - bewegt.

[0023] Alle piezoelektrischen Aktuatoren, deren Aufbau und Wirkungsweise aus den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen nach Figuren 1 bis 13 ersichtlich ist, ermöglichen eine auch hohen Ansprüchen genügende Regelung des Kraftstoffmassenstroms durch Einstellen des Strömungsquerschnittes der Brennstoffdüse. Die beschriebenen Brennstoffdüsen sind insbesondere zum Einsatz bei Kleinmotoren geeignet, die einfach gestaltete und robuste Bauelemente erfordern, deren Einsatz sich auch wirtschaftlich vertreten läßt.

Bezugszeichenliste

[0024]

Figur 1

Lufttrichter 1
Drosselklappe 2

Brennstoffleitung 3
Mündung 4
Brennstoffkammer 5
Nadelventil 6
Brennstoffdüse 7
piezoelektrischer Aktuator 8
Spannungsgeber 9
Stellglied 10
Lambda-Sensor 11
PID-Regler 12

Figur 2

Biegewandler 13
Festlager 14
Spannungsgeber 15
Piezoelemente 16a, 16b
Richtung 17
Drossel 18
Strömungsquerschnitts 19
Düsennadel 20

Figur 3

Biegewandler 21
Lager 22, 23
Düsennadel 24
Piezoelement 25a, 25b
Spannungsgeber 26
Drossel 27
Strömungsquerschnittes 28
Gleitlager 29
Feder-Dämpfersystems 30
Brennstoffzulauf 31
Brennstoffablauf 32

Figur 4

piezoelektrische Membran 33
Ringlager 34
Spannungsgeber 35
Düsennadel 36
Drossel 37
Strömungsquerschnitt 38
Gleitlager 39

Figur 5

Piezoelement 40
Federplatte 41
Gehäuse 42
Lager 43
Düsennadel 44
Membran 45
Festlager 46
Brennstoffraum 47
Drosselöffnung 48
Brennstoffzulauf 49

Brennstoffablauf 50

Figur 6

axialer Aktuator 51
Piezschicht 52
Achse 53
Düsennadel 54
Gleitlager 55
Federelement 56
Rohrfeder 57

Figur 7

axialer Aktuator 58
mechanische Membran 59
Düsennadel 60
Gelenkhebel 61
Gehäuse 62
Blattfeder 63
Abstand 64
Abstand 65
Federelement 66

Figur 8

Düsennadel 67
Strömungsquerschnitt 68
Brennstoffzulauf 69
Brennstoffablauf 70
Düsenschaft 71
Gleitlager 72
Gehäuse 73
mechanische Feder 74
Anschlagring 75
Druckraum 76
axialer Aktuator 77
Spannungsgeber 78
Schutzhülle 79
Kolben 80
Federelement 81
Festlager 82
Kolbenboden 83
Rückschlagventil 84
Durchbrüche 85

Figur 9

axialer Aktuator 86
blattfederartig gespannter Bügel 87
Düsennadel 88
Gleitlager 89
Strömungsquerschnitt 90
Drossel 91
Fuß 92
Federelement 93.

Figur 10

axialer Aktuator 94
Brennstoffleitung 95

Figur 11

Biegewandler 96
Brennstoffleitung 97
Leitungsquerschnitt 98
Spannungsgeber 99

Figur 12

Brennstoffleitung 100
Leitungsquerschnitt 101
Drosselstelle 102
Wandverstärkung 103
axialer Aktuator 104
Spannungsgeber 105

Figur 13

Biegewandler 106
Zwischenraum 107
Brennstoffzulauf 108
Brennstoffablauf 109
Lager 110
Zutrittsquerschnitt 111
Spannungsgeber 112

Patentansprüche

1. Vergaser für Otto-Motor mit einem Lufttrichter zum Ansaugen von Brennstoff aus einer in den Lufttrichter mündenden Brennstoffleitung, die an einer Brennstoffkammer angeschlossen ist und zwischen Brennstoffkammer und Mündung im Lufttrichter eine Brennstoffdüse zur Einstellung einer aufgrund von Unterdruck im Lufttrichter aus der Brennstoffkammer ansaugbaren Brennstoffmenge aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffdüse einen mittels eines piezoelektrischen Aktuators veränderbaren Strömungsquerschnitt aufweist.
2. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der piezoelektrische Aktuator als Biegewandler ausgebildet ist.
3. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als piezoelektrischer Aktuator eine piezoelektrische Membran eingesetzt ist.
4. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung des Strömungsquerschnittes ein in axialer Richtung wirksamer Aktuator vorgesehen ist.

5. Vergaser für Otto-Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der piezoelektrische Aktuator mit einem Stellglied zur Einstellung des Strömungsquerschnitts verbunden ist. 5
6. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen axialem Aktuator und Stellglied ein die Dehnung des Aktuators verstärkendes Übersetzungselement angeordnet ist. 10
7. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale Aktuator in seiner axialen Richtung mittels einer Rohrfeder vorgespannt ist. 15
8. Vergaser für Otto-Motor nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale Aktuator die Durchbiegung eines federelastischen Biegeelements bestimmt, das in Wirkverbindung mit dem Stellglied steht. 20
9. Vergaser für Otto-Motor nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein hydraulisch wirksames Übersetzungselement eingesetzt ist. 25
10. Vergaser für Otto-Motor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der piezoelektrische Aktuator in einem brennstofffreien Raum angeordnet ist. 30
11. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der brennstofffreie Raum vom brennstoffführenden Bereich durch eine brennstoffundurchlässige Membran abgedichtet ist. 35
12. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran einerseits am Stellglied, andererseits am Stellgliedgehäuse befestigt ist. 40
13. Vergaser für Otto-Motor nach einem Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Aktuator und Stellglied ein Gelenkhebel eingesetzt ist, der um ein relativ zur Bewegung von Aktuator und Stellglied ortsfest angeordnetes Gelenk schwenkbar ist, wobei der Aktuator am Gelenkhebel in einem Abstand vom Gelenk befestigt ist, der kleiner ist als der Abstand einer Befestigungsstelle für das Stellglied am Gelenkhebel. 45
50
14. Vergaser für Otto-Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der piezoelektrische Aktuator zur Ausbildung der Brennstoffdüse den Strömungsquerschnitt der Brennstoffleitung verengt. 55
15. Vergaser für Otto-Motor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der piezoelektrische Aktuator in Abhängigkeit vom Lambda-Wert im Abgas bewegt wird.
16. Vergaser für Otto-Motor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffdüse mit veränderbarem Strömungsquerschnitt in einem Bypass zur Hauptbrennstoffleitung eingesetzt ist, die in ihrem Leitungsteil parallel zum Bypass eine Brennstoffdüse mit konstantem Querschnitt aufweist.

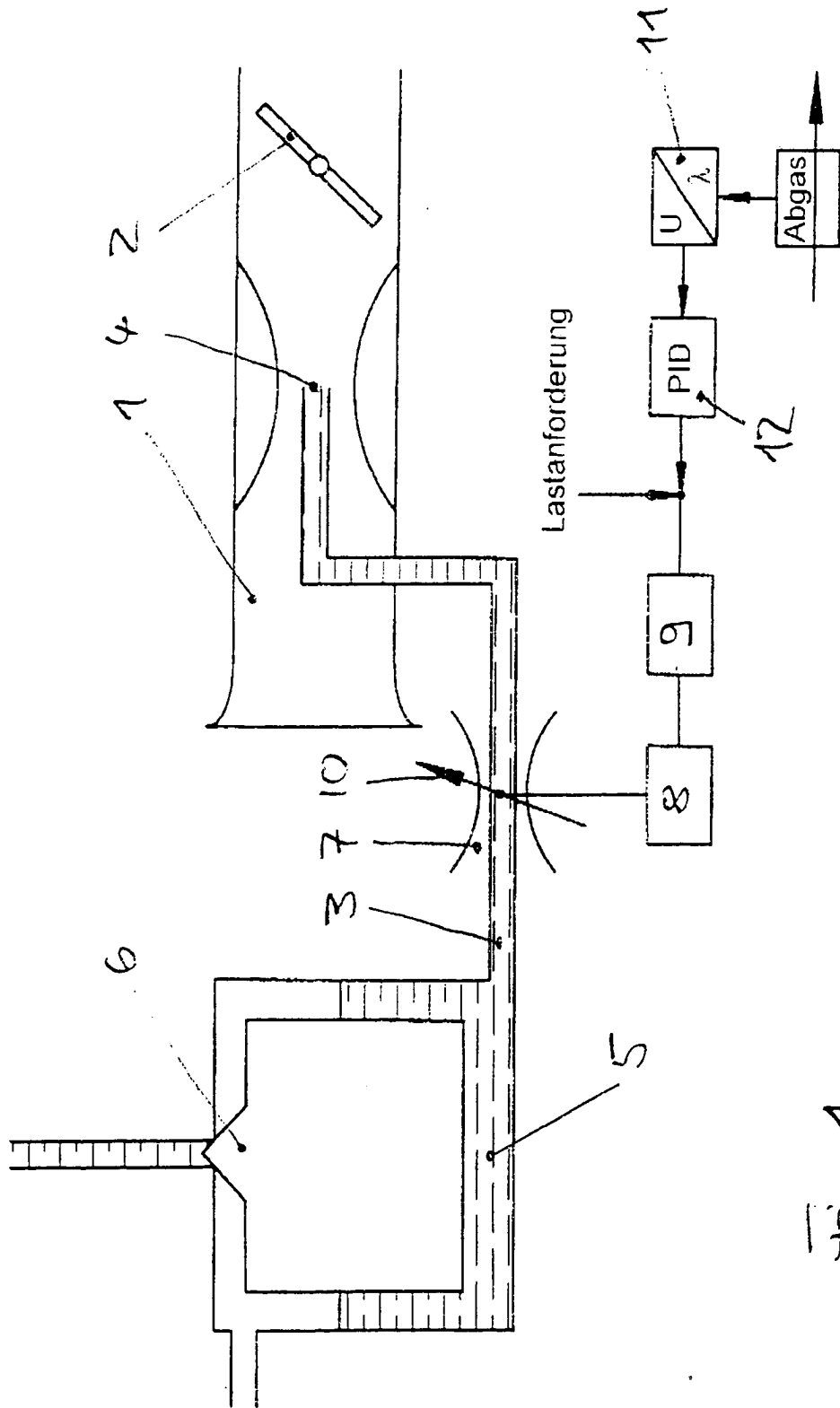


Fig. 1

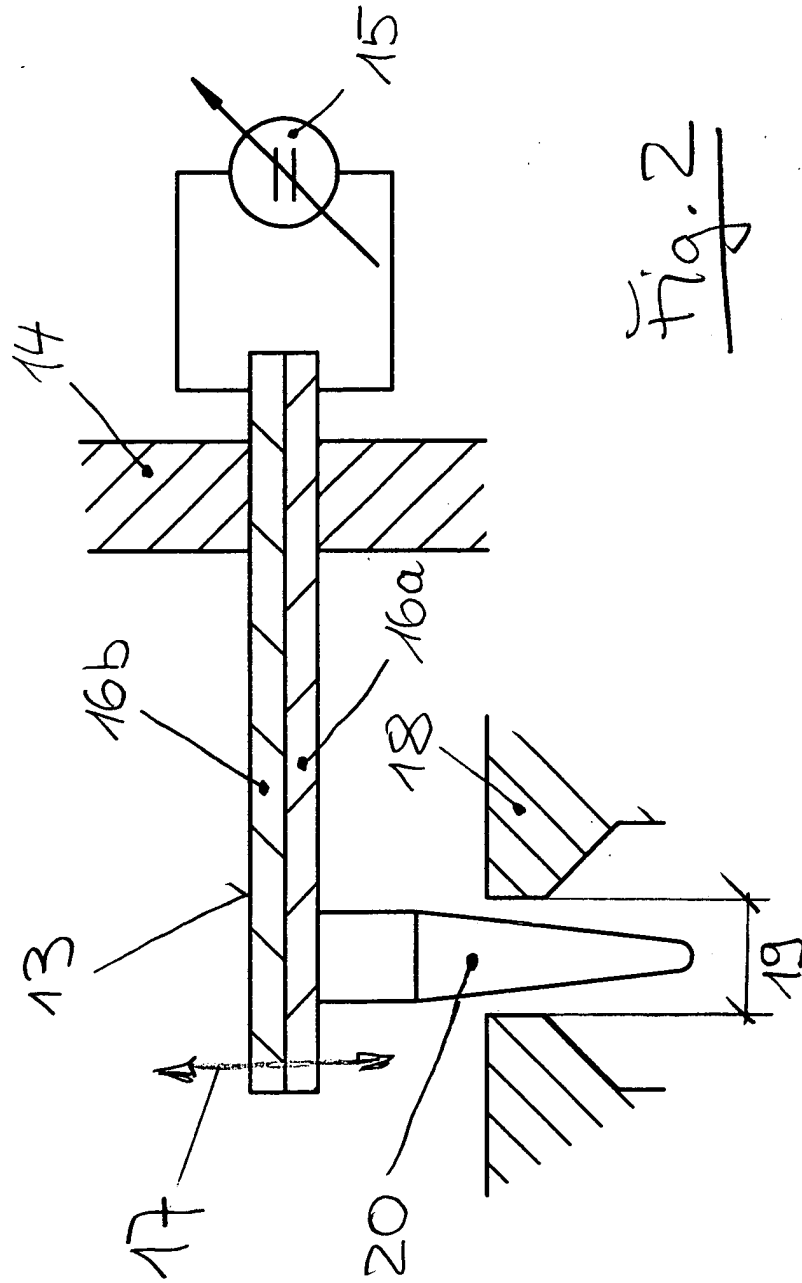


Fig. 2

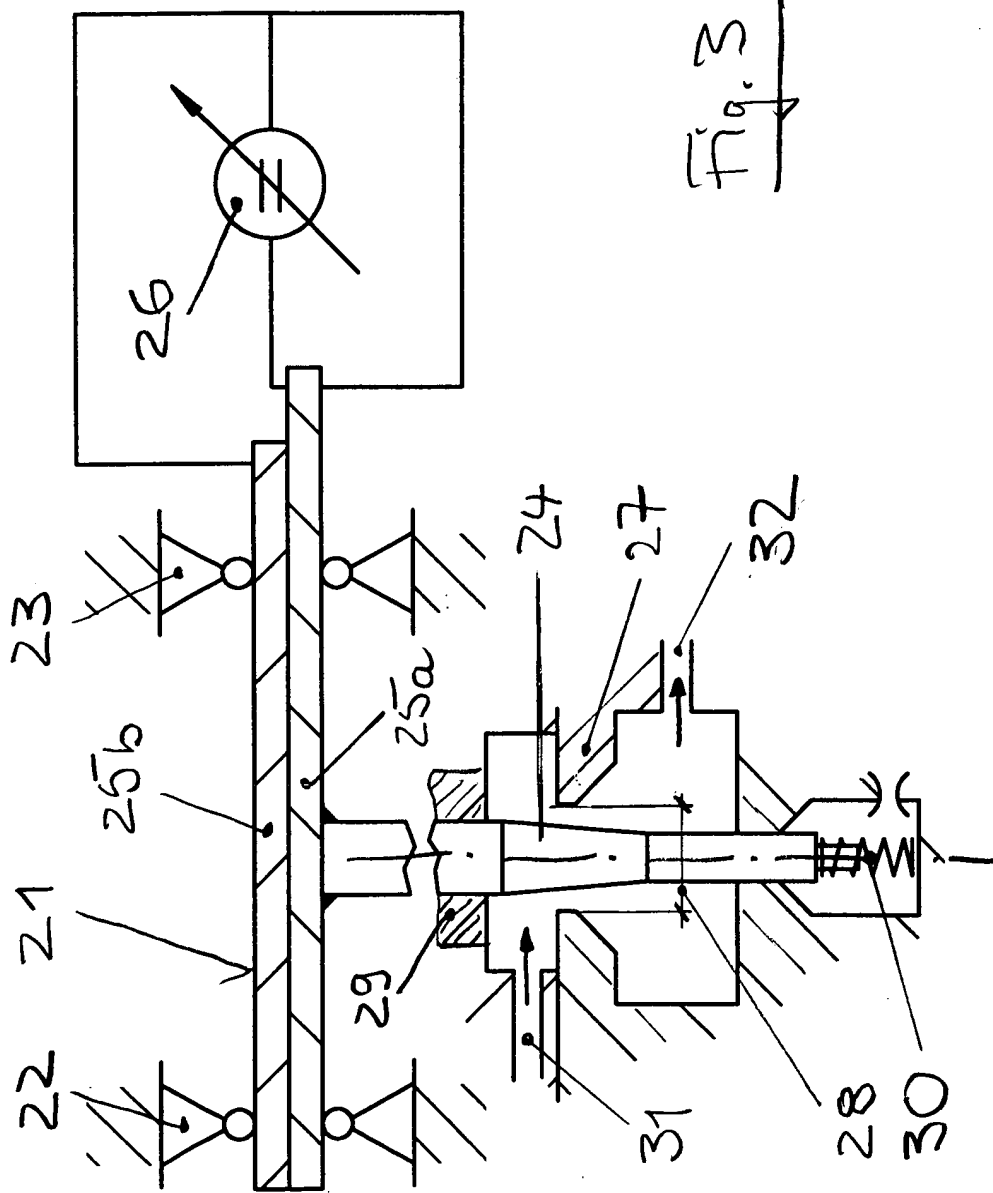


Fig. 3

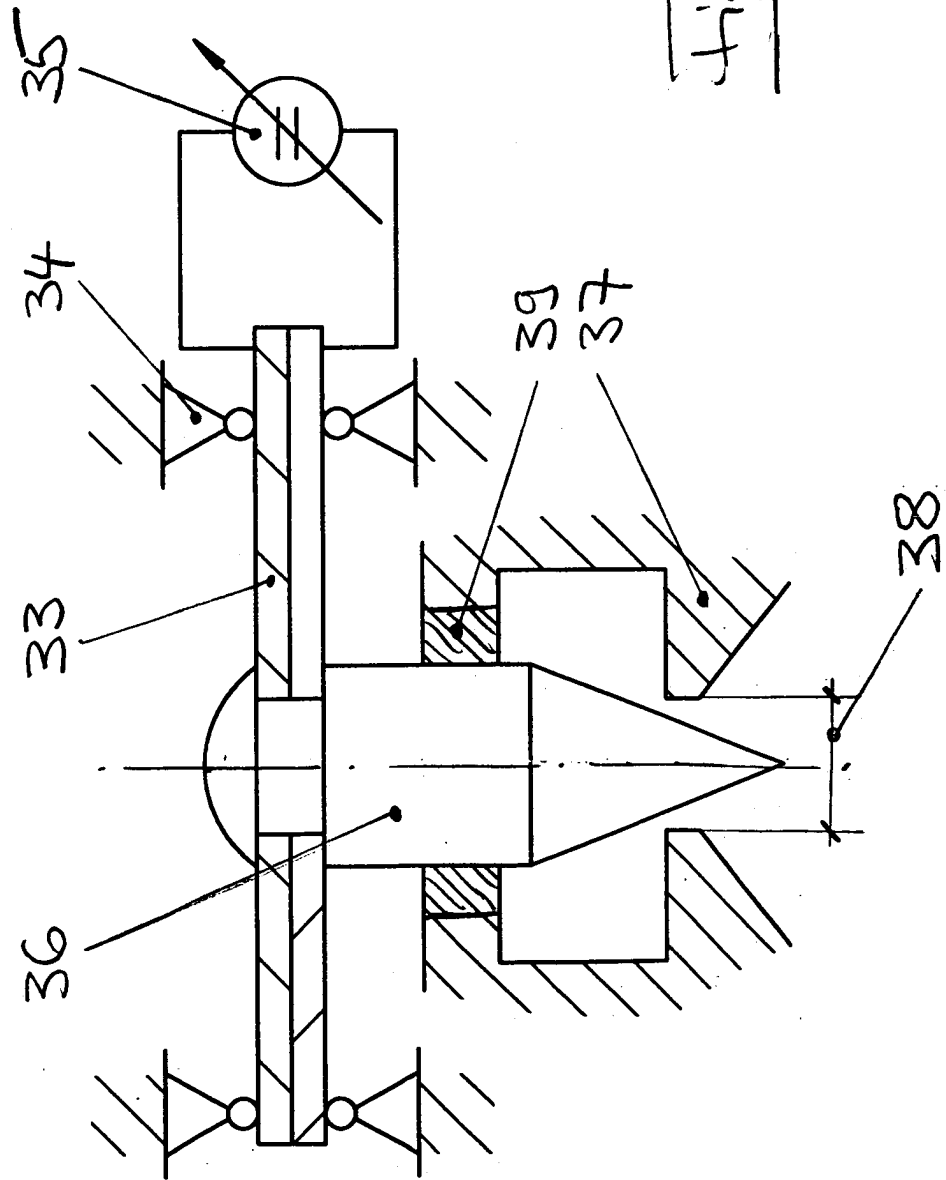


Fig. 4

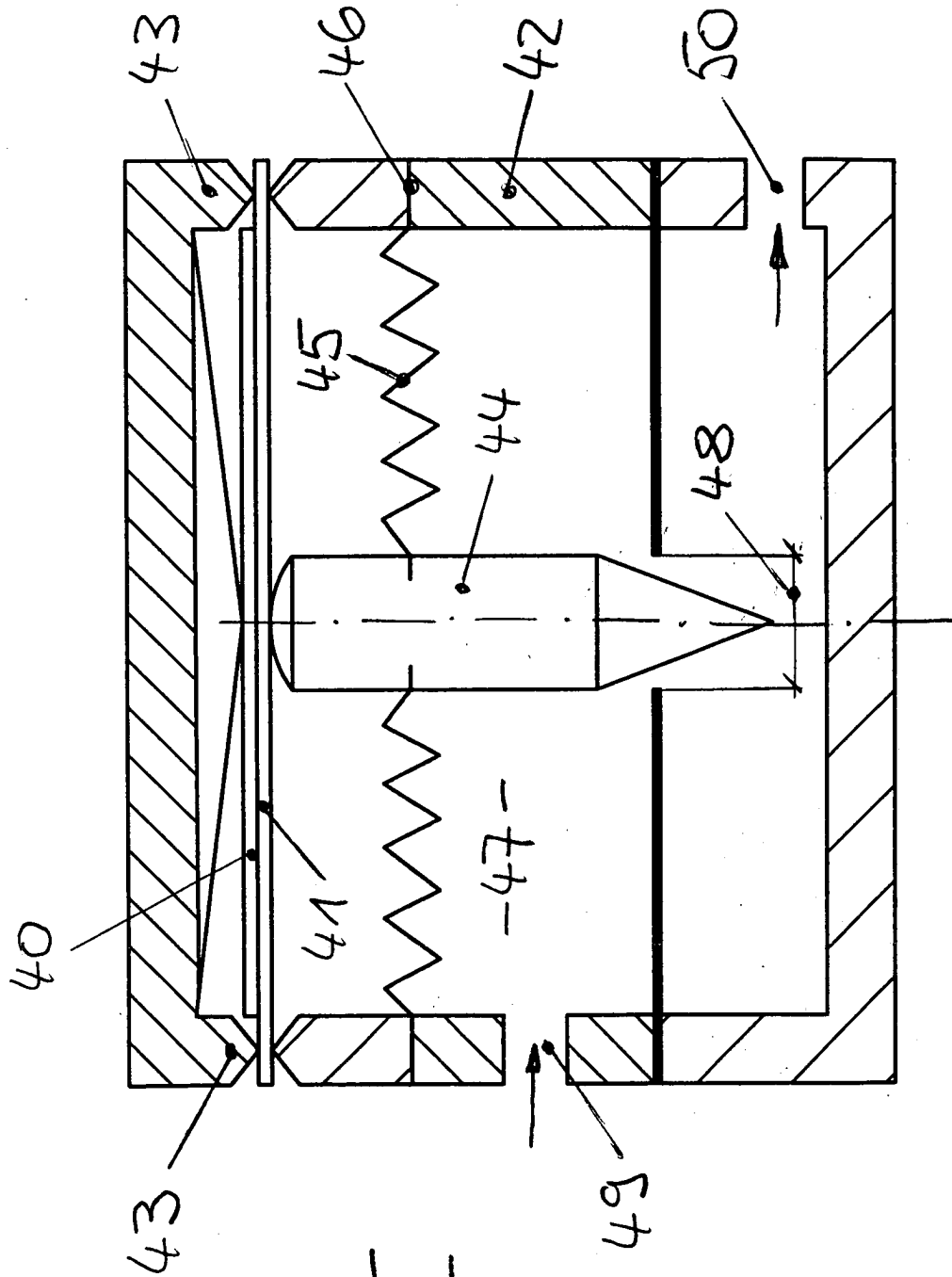


Fig. 5

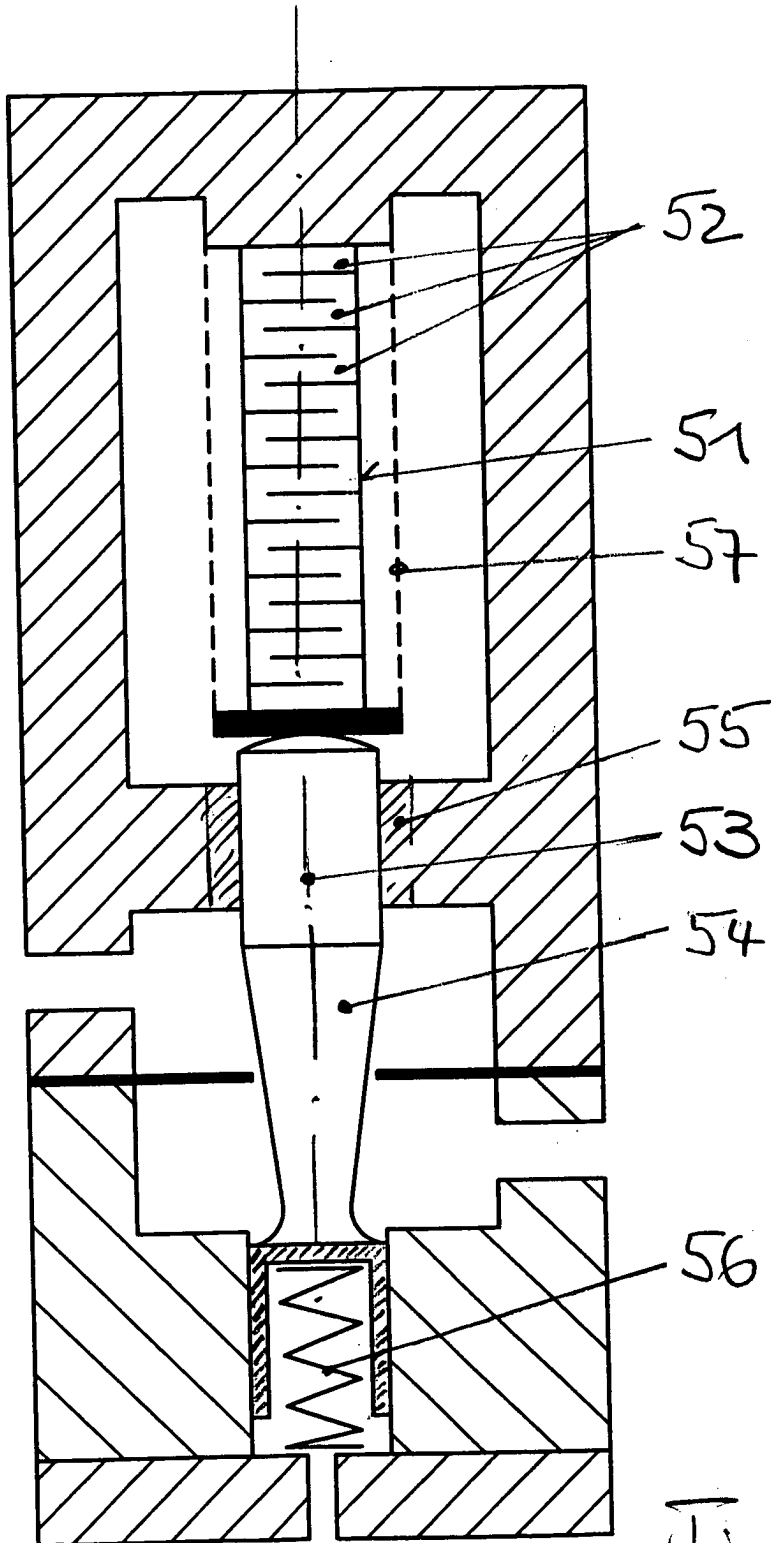


Fig. 6

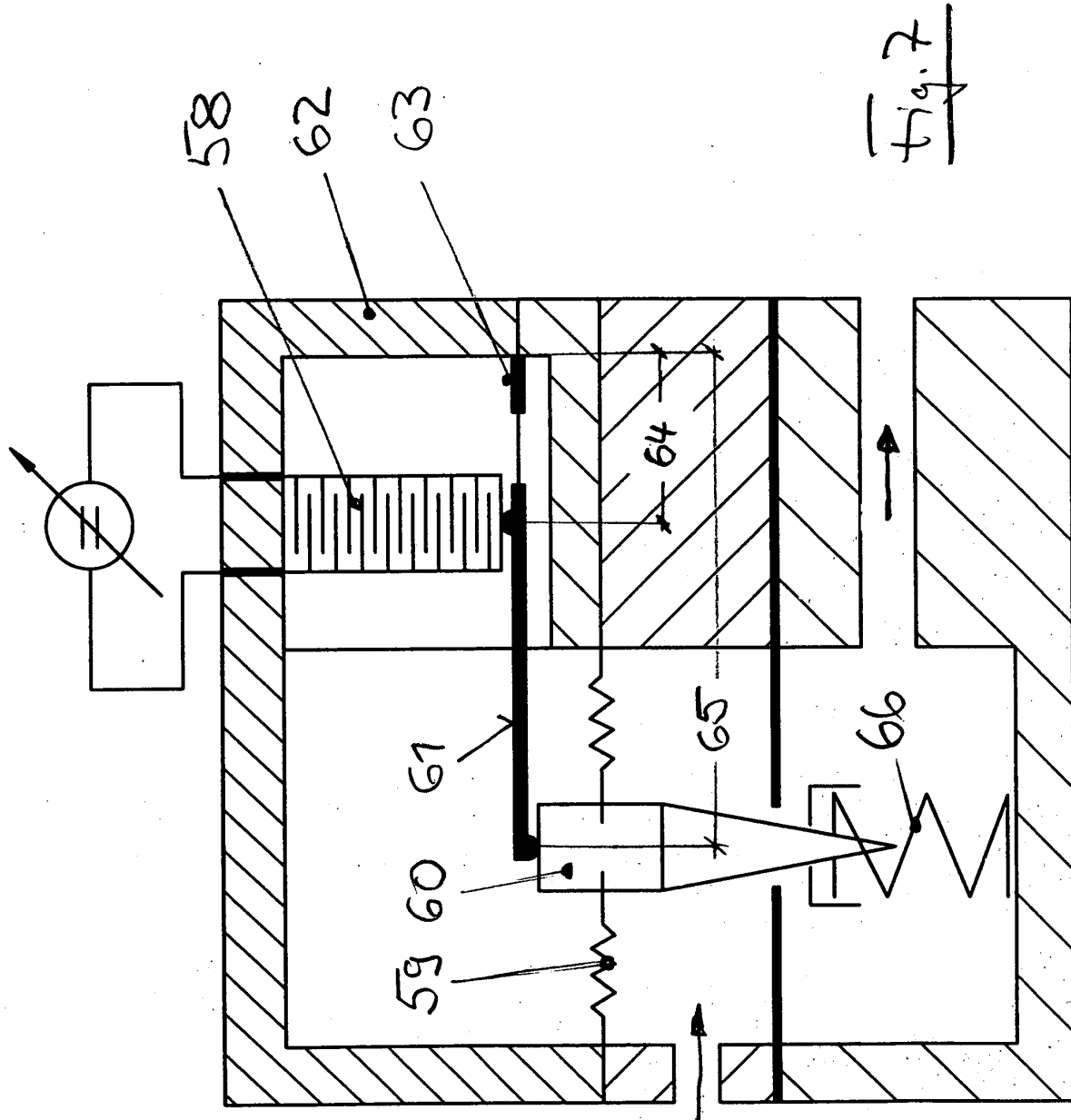


Fig. 7

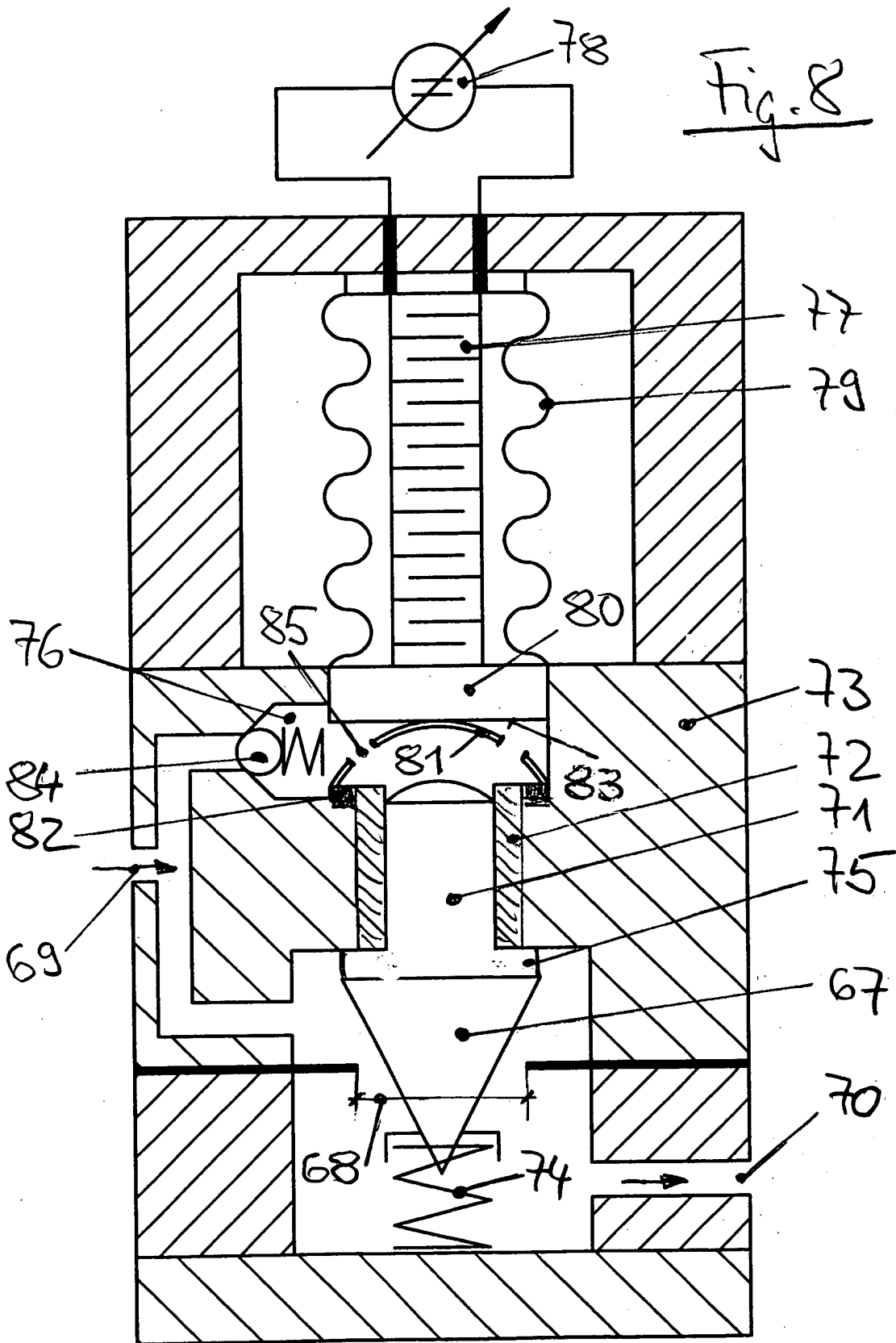


Fig. 5

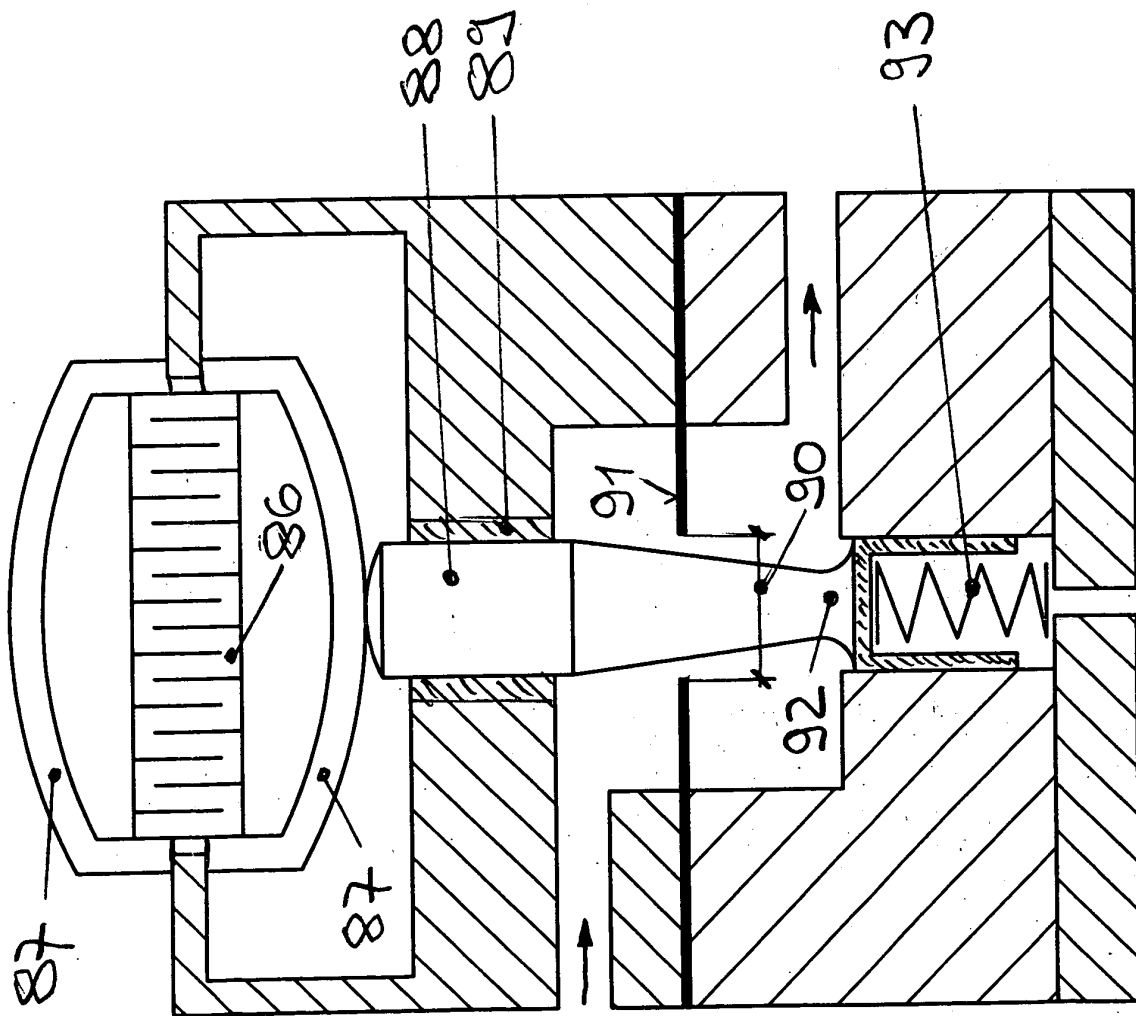
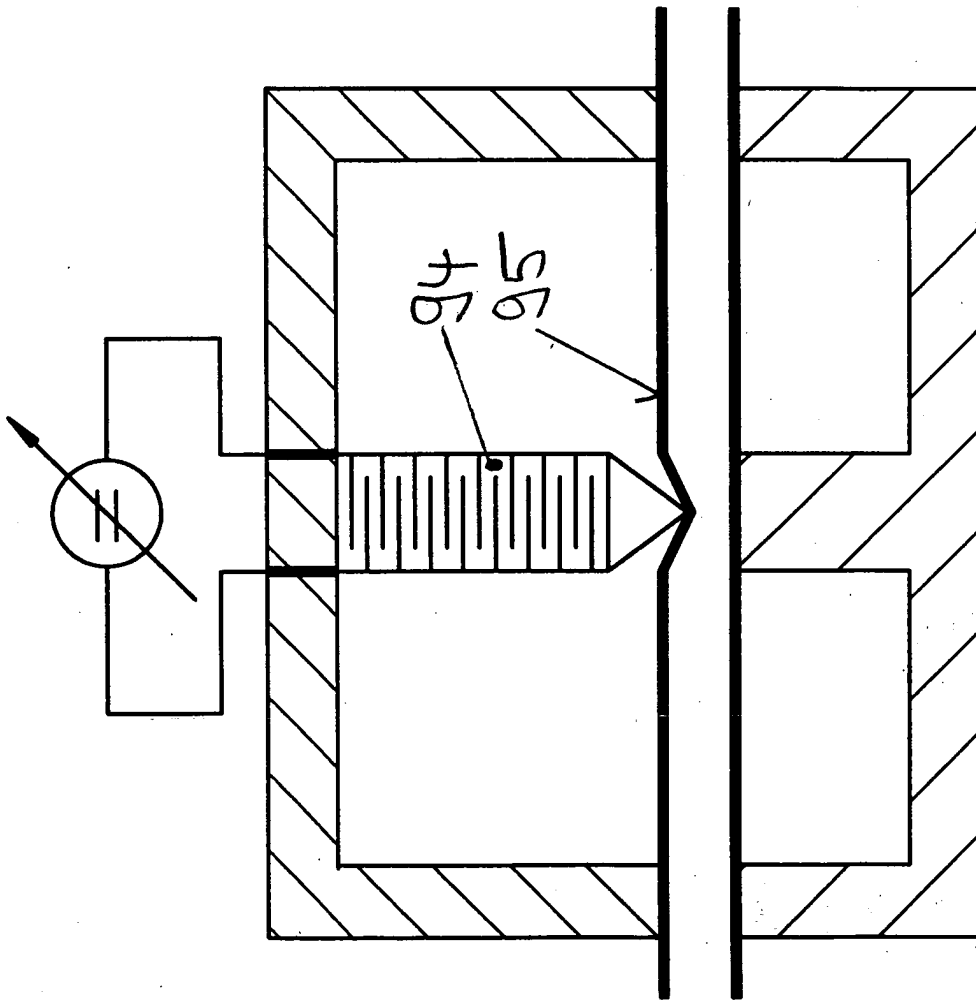


Fig. 10



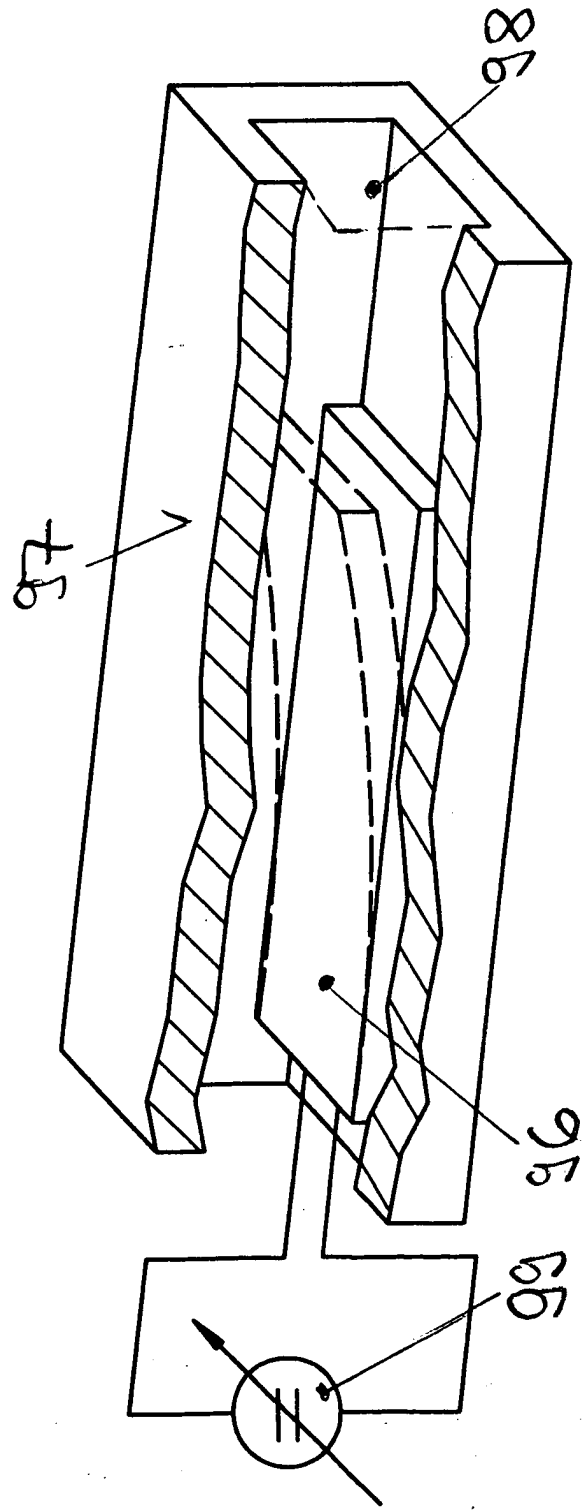


Fig. 11

