



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 476 084 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **09.11.94**

Int. Cl.⁵: **F02M 27/04**, F02M 51/06

Anmeldenummer: **91905794.3**

Anmeldetag: **27.03.91**

Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE91/00270

Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 91/15673 (17.10.91 91/24)

KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL.

Priorität: **07.04.90 DE 4011372**
13.09.90 DE 4029056

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.03.92 Patentblatt 92/13

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
09.11.94 Patentblatt 94/45

Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

Entgegenhaltungen:
US-A- 4 051 826
US-A- 4 077 374
US-A- 4 150 644
US-A- 4 364 342
US-A- 4 581 675

Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

Erfinder: **SCHIRMER, Günter**
Kettenweg 13
D-7121 Ingersheim (DE)
Erfinder: **LEHR, Walter**
Neufferstr. 33a
D-7000 Stuttgart 30 (DE)
Erfinder: **KELLY, Arnold**
8 Hathaway Drive
Princeton Jct., NJ 08550 (US)

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

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffeinspritzventil für Kraftstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Solche Kraftstoffeinspritzventile, auch Kraftstoffeinspritzdüsen genannt, sind beispielsweise aus der DE 35 40 660 A1 oder DE 37 05 848 A1 bekannt. Die Betätigung des Ventilglieds erfolgt durch einen Aktuator, der im allgemeinen aus einem Elektromagneten und einer Schließfeder besteht, die mit einander entgegengesetzten Kräften auf das Ventilglied einwirken. Durch die Dauer der Erregung des Elektromagneten kann die mittels des Kraftstoffeinspritzventils in ein Ansaugrohr oder unmittelbar in die Brennkammer der Brennkraftmaschine eingespritzte Kraftstoffmenge hochgenau dosiert werden. Für eine hohe Ausnutzung des Kraftstoffs ist eine optimale Verbrennung Voraussetzung und hierfür ist wiederum eine sehr gute Kraftstoffzerstäubung beim Einspritzen erforderlich. Eine solche versucht man durch geeignete Ausbildung der Düsenöffnung und hohen Einspritzdruck zu erreichen.

Aus der DE 28 50 116 A1 ist eine elektrostatische Zerstäubungsvorrichtung zur elektrostatischen Zerstäubung von fließenden Medien bekannt, die ein von dem Medium durchflossenes Gehäuse aufweist, in welchem zwei Elektroden im Abstand voneinander angeordnet sind, die an einer Hochspannung von beispielsweise 100 V bis 30 kV liegen. Mindestens eine Elektrode ist aus einem für Feldemission von elektrischen Ladungsträgern geeigneten Material hergestellt. Ein solches Material hat viele feine Spitzen und/oder Kanten, so daß zum einen an der Elektrodenoberfläche die zur Feldemission notwendigen starken elektrischen Felder erzeugt werden und zum andern ein ausreichend großer Strom fließt, um auch bei hohen Fließraten eine ausreichende Aufladung der Flüssigkeit zu erzielen. Als Beispiel für ein geeignetes Material wird auf ein eutektisches Gemisch aus Uranoxid und Wolfram hingewiesen, wobei hier das Wolfram in Form feiner Fasern in das Uranoxid eingelagert ist. Die zweite Elektrode wird bevorzugt aus Platin, Nickel oder rostfreiem Stahl hergestellt. Von dem durch das elektrische Feld im Zwischenelektrodenraum geführten Medium werden emittierte Ladungen mitgenommen, und das Medium wird dadurch elektrisch aufgeladen. Diese Aufladung bewirkt, daß nach Verlassen der Vorrichtung das Medium zerstäubt. Als Anwendungsgebiete der elektrostatischen Zerstäubungsvorrichtung werden angegeben: Brenner für Ölheizungen, Spritzeinrichtungen für Insektizide in der Landwirtschaft, Sprüheinrich-

tungen zum Auftragen von Farben, Ölen, Kunststoffen auf Gegenstände, Injektionseinrichtungen für Kraftstoff in Verbrennungsmotoren.

5 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß eine elektrische Aufladung und die Zumessung des Kraftstoffs im Kraftstoffeinspritzventil selbst durchgeführt wird. Durch die unipolare elektrische Aufladung des Kraftstoffs zerstäubt dieser aufgrund der zwischen den Ladungen wirkenden Kräfte. Diese elektrostatische Zerstäubung kann die Zerstäubungsqualität des Einspritzventils verbessern, indem eine geringere Tröpfchengröße und eine schmale Tropfengrößenverteilung bewirkt werden. Die elektrostatische Zerstäubung ist unabhängig von der konstruktiv bedingten Zumeß- und Zerstäubungsfunktion des Kraftstoffeinspritzventils. Der für die elektrostatische Zerstäubung erforderliche Energieaufwand ist gering und liegt typischerweise bei 50 bis 100 mW. Aufgrund der elektrischen Aufladung der Tröpfchen weitet sich der Kraftstoffsprühnebel nach Verlassen der Düsenöffnung selbsttätig auf. Der Sprühnebel läßt sich durch elektrische und/oder magnetische Felder beeinflussen, so daß der Sprühnebel geführt bzw. in seiner Gestalt verändert werden kann. Wegen der gegenseitigen Abstoßung der gleichnamig geladenen Tröpfchen wird die Tropfenkoagulation vermindert. Die Ladung auf den verbrennenden Tröpfchen bzw. Kraftstoffmolekülen beeinflußt den Verbrennungsablauf positiv. Daneben ist eine Verringerung der Rußentwicklung zu erwarten, da die geladenen Rußprimärpartikel schlechter koagulieren und somit besser verbrennen.

Als Hochspannung für die Elektroden wird bevorzugt eine Gleichspannung verwendet, wobei vorteilhaft das negative Potential an der Emitter-Elektrode liegt. Die Verwendung von Wechselspannung ist möglich, wobei dann beide Elektroden Ladungsträger emittieren können. Die angelegte Hochspannung kann nach Polarität und Betrag zeitlich verändert werden, wobei die Veränderung im Vergleich zur Dauer des Einspritzzyklus langsam oder schnell vorgenommen oder mit dem Einspritzzyklus synchronisiert werden kann. Als Elektrodenformen kommen grundsätzlich Spitzen, Kanten, Kugeln, Platten, Ringe, Tori, koaxiale Ringelektroden oder andere geometrische Formen in Frage.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Kraftstoffeinspritzventils möglich.

Durch das Vorsehen einer auf Spannung liegenden dritten Elektrode in Fließrichtung des Kraft-

stoffs gesehen nach der Düsenöffnung kann im Außenraum ein elektrisches Feld geformt und damit der Kraftstoffsprühnebel beeinflußt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, bei welcher das Ventiliel als eine in der Ventilkammer axial geführte Ventilnadel ausgebildet ist, die endseitig eine mit dem der Düsenöffnung vorgelagerten Ventilsitz zusammenwirkende ringförmige Schließfläche trägt, ist die Emitter-Elektrode an der der Düsenöffnung zugekehrten Stirnseite der Ventilnadel angeordnet. Dabei kann einmal die Emitter-Elektrode isoliert in die Ventilnadel coaxial so eingesetzt werden, daß sie mit einem Kegel stirnseitig aus dieser vorsteht. Die Hochspannungszuleitung zu der Emitter-Elektrode erfolgt zentral durch die Ventilnadel hindurch, wobei die elektrische Zuleitung gegenüber der Ventilnadel isoliert ist. Die Gegenelektrode wird von dem Düsenkörper gebildet, der an einem relativ zur Emitter-Elektrode positiven Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegt. Andererseits kann die Emitter-Elektrode auch von einem an der Stirnseite der Ventilnadel befestigten Ring aus geeignetem Material gebildet werden, dessen Ringwand sich zum freien Ende hin verjüngt und in einen ringförmigen Grat ausläuft. In diesem Fall ist die Gegenelektrode von einer die Düsenöffnung umgebenden Ringfläche gebildet, die an einem positiven Hochspannungspotential liegt, während die Ventilnadel an einem relativ zur Gegenelektrode negativen Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, angeschlossen ist. Diese Ausführungsvariante hat den Vorteil, daß die Hochspannungszuführung durch den Düsenkörper einfacher zu realisieren ist als eine in die bewegliche und typischerweise schmale Ventilnadel einzufügende, ausreichend zu isolierende Hochspannungsleitung.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Emitter-Elektrode in die isoliert ausgebildete Spitze der Ventilnadel integriert und steht mit einer Ringfläche aus dieser vor. Die Emitter-Elektrode ist an Hochspannungspotential gelegt. Als Gegenelektrode dient wiederum der Düsenkörper, hier aber insbesondere eine in die Düsenöffnung eingesetzte Lochplatte. Dies hat den Vorteil, daß bei vorgegebener Düsenquerschnittsfläche der Durchmesser der einzelnen austretenden Kraftstoffäden durch die Düsenöffnungen variiert werden kann. Damit kann die elektrische Feldstärke an der Außenseite der austretenden Kraftstoffäden gesteuert werden, was vorteilhaft ist, da bei zu hohen Feldstärken Koronaentladungen an der Kraftstoffoberfläche auftreten, die den Ladezustand des Kraftstoffs erniedrigen und die Zerstäubungsqualität herabsetzen.

Die elektrische Hochspannungszuleitung zu der Emitter-Elektrode ist vorteilhaft in zwei Zuleitungsabschnitte unterteilt, von denen der eine an der

Emitter-Elektrode angeschlossen ist und in dem Außenmantel eines Gleitabschnittes der Ventilnadel endet, mit welchem die Ventilnadel an der Innenwand des Düsenkörpers verschieblich geführt ist. Der andere Zuleitungsabschnitt liegt an dem negativen Hochspannungspotential und endet in der Innenwand des Düsenkörpers. Die beiden Endstellen der beiden Leitungsabschnitte sind relativ zueinander so gelegt, daß sie bei vom Ventilsitz abgehobener Ventilnadel sich kontaktieren und bei auf dem Ventilsitz aufliegender Ventilnadel voneinander getrennt sind. Durch diese Art der Hochspannungszuführung liegt die Emitter-Elektrode nur bei abgehobener Ventilnadel, also nur während des Einspritzvorgangs, an Spannung und emittiert Ladungen.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Ventilnadel stirnseitig kegelstumpfförmig ausgebildet und trägt auf ihrer endseitigen Kegelstumpffläche einen Isolierzylinder, der durch die Düsenöffnung hindurchragt. Die Emitter-Elektrode ist als Ringfläche auf dem Isolierzylinder ausgebildet und über eine durch die Ventilnadel isoliert hindurchgeführte elektrische Zuleitung an einem negativen Hochspannungspotential angeschlossen. Die Gegenelektrode wird von dem Düsenkörper gebildet, der an einem relativ zu der Emitter-Elektrode positiven Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegt. Vorteilhaft ist bei dieser Konstruktion, daß sich der Elektrodenabstand während der Bewegung der Ventilnadel nicht verändert und eine ausgleichende Anpassung der angelegten Spannung nicht vorgenommen werden muß. Die ringförmige Austrittsfläche der Emitter-Elektrode erlaubt eine Steuerbarkeit der Oberflächenfeldstärke des austretenden Kraftstoffs. Die Austritts- oder Oberfläche der ringförmigen Emitter-Elektrode kann vorteilhaft als spitze Ringkante ausgebildet werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Emitter-Elektrode von einem die Düsenöffnung enthaltenden Bereich des Düsenkörpers gebildet, der aus einem für Feldemission von elektrischen Ladungsträgern geeigneten Material besteht und gegenüber dem übrigen Düsenkörper elektrisch isoliert ist. Dieser Bereich liegt am negativen Hochspannungspotential, während die Ventilnadel, die an ihrem der Düsenöffnung zugekehrten Stirnende eine Kegelspitze trägt, die Gegenelektrode bildet und an Massepotential gelegt ist. Eine solche Realisierung des elektrostatischen Einspritzventils hat den Vorteil, daß alle für die elektrische Aufladung erforderlichen Bauteile konstruktiv einfach in das Einspritzventil eingefügt sind.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Emitter-Elektrode als Ringfläche isoliert in der Ventilkammer unmittelbar vor dem Ventilsitz angeordnet und an Hochspannungspotential

gelegt. Als Gegenelektrode dienen der Düsenkörper und vor allem die Ventilsitz. Durch diese konstruktive Gestaltung liegt die Aufladezone des Kraftstoffs vor dem Ventilsitz. Dies ist günstig, da dadurch die Elektroden nicht der äußeren Atmosphäre ausgesetzt sind und somit nicht verschmutzen. Bei dieser Anordnung kann zwischen den Elektroden eine Funkenentladung deshalb nicht auftreten, weil keine Gasatmosphäre in den Zwischenelektrodenbereich eintreten kann. Zusätzlich kann zur Ausbildung eines Mehrstrahleinspritzventils die Düsenöffnung von einem nicht metallischen Körper, vorzugsweise einem Keramikkörper, abgeschlossen sein, der ein zur Düsenöffnung koaxiales Sackloch und mindestens eine unter einem Winkel zur Düsenkörperachse verlaufenden Kraftstoffaustrittsbohrung aufweist, die im Sackloch mündet. Ein solcher Keramikkörper verhindert, daß die in den Kraftstoff injizierten elektrischen Ladungen vor Austritt aus dem Kraftstoffeinspritzventil über den Düsenkörper abfließen.

Bei einem nach außen öffnenden Kraftstoffeinspritzventil, bei welchem das Ventilglied von einem Kegelstumpf gebildet wird, der an einer durch die vom Ventilsitz umschlossenen Öffnung hindurchragenden Betätigungsstange befestigt ist, und bei welcher der Ventilsitz auf der von der Ventilkammer abgekehrten Seite der Öffnung am Ventilkörper ausgebildet ist, ist die Emitter-Elektrode wiederum von einer Ringfläche gebildet, die isoliert am Düsenkörper unmittelbar vor dem Ventilsitz angeordnet ist. Vorzugsweise wird die Emitter-Elektrode von einer Ringscheibe gebildet, die elektrisch isoliert quer zur Düsenkörperachse in den Düsenkörper so eingesetzt ist, daß ihr innerer, vorzugsweise spitz zulaufende Ringrand geringfügig aus der Innenwand des Düsenkörpers vorsteht oder mit dieser bündig abschließt. Die elektrische Hochspannung wird über den Düsenkörper zugeführt. Vorteilhaft ist hier neben der Anordnung der Elektroden vor dem Ventilsitz das Fehlen eines Totvolumens. Dies ist insofern günstig, da die in einem Totvolumen befindliche Kraftstoffmenge mitunter nur schlecht bzw. nicht zerstäubt das Einspritzventil verlassen kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist auf der freien, vom Ventilsitz abgekehrten Stirnfläche des Ventilglieds eine stiftförmige Verlängerung befestigt und/oder am Ende des Düsenkörpers eine koaxiale Ringelektrode isoliert aufgesetzt. Diese Elektroden im Außenraum gestatten die Erzeugung elektrischer Felder zur Beeinflussung des geladenen Kraftstoffs nach Verlassen des Kraftstoffeinspritzventils. Beispielsweise kann durch ein solches externes elektrisches Feld verhindert werden, daß Tröpfchen aus dem Sprühnebel zurück zur Düsenaußenseite gezogen werden und den Zerstäubungsvorgang negativ beeinflussen.

Ein möglicher Verlängerungsstift kann isoliert an dem Ventilglied befestigt und an ein geeignetes elektrisches Potential angeschlossen werden, was die Variationsmöglichkeit für die elektrischen Felder im Außenraum erhöht.

Zeichnung

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

Fig. 1 bis 8 jeweils ausschnittsweise einen Längsschnitt eines Einspritzventils für Kraftstoffeinspritzanlagen gemäß mehreren Ausführungsbeispielen.

Fig. 9 eine vergrößerte Darstellung der Ausschnitts IX in Fig. 8.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in Fig. 1 im Längsschnitt ausschnittsweise dargestellte Kraftstoffeinspritzventil ist im Wesentlichen bekannt, so daß hier nur das für die Erfindung wesentliche dargestellt ist. Ein solche Kraftstoffeinspritzventil findet sich als top-feed-Ventil in der DE 35 40 660 und als side-feed-Ventil in der DE 37 05 848 A1 dargestellt und beschrieben. Es weist im allgemeinen ein hier nicht dargestelltes Ventilgehäuse aus ferromagnetischem Material auf, das in seinem unteren Ende einen in Fig. 1 mit 10 bezeichneten hohlen metallischen Düsenkörper aufnimmt. Der Düsenkörper 10 umschließt eine kraftstoffgefüllte Ventilkammer 11, die über radiale Bohrungen 12 mit einem kraftstoffgefüllten Gehäuseraum in Verbindung steht, der seinerseits über einen Anschlußstutzen des Ventilgehäuses mit Kraftstoff versorgt wird. An seinem unteren Ende ist der Düsenkörper 10 kegelstumpfförmig ausgebildet und trägt in seiner freien Stirnfläche eine koaxiale Düsenöffnung 13. An der Innenwand des kegelstumpfförmigen Bereiches ist mit Abstand von der Düsenöffnung 13 ein Ventilsitz 14 ausgebildet, der mit einer Ventilschließfläche 15 an einer Ventilsitznadel 16 zum Öffnen und Schließen des Einspritzventils, mitunter auch Einspritzdüse genannt, zusammenwirkt. Der Ventilsitz 14 mit aufliegender Ventilsitznadel 16 begrenzt zusammen mit den die Düsenöffnung 13 enthaltenden unteren Wandbereich des Düsenkörpers 10 einen Zwischenraum 19, den der Kraftstoff bei geöffnetem Ventil durchströmt, um dann aus der Düsenöffnung 13 auszutreten. Die Ventilsitznadel 16 ist in der Ventilkammer 11 axial verschieblich geführt, wozu sie zwei durchmessergrößere Gleitabschnitte 17,18 aufweist, die an der Innenwand des Düsenkörpers 10 anliegen. Wie in Fig. 1 angedeutet, sind die Gleitabschnitte 17,18 abgeflacht, so daß ein Kraftstofffluß von den Radial-

bohrungen 12 zu dem Ventilsitz 14 möglich ist. Die Ventilnadel 16 wird von einem hier nicht dargestellten, im oberen Teil des Ventilgehäuses angeordneten Elektromagneten oder bei Dieseleinspritzpumpen vom Pumpendruck betätigt. Mittels einer hier nicht dargestellten Schließfeder wird die Schließfläche 15 der Ventilnadel 16 auf den Ventilsitz 12 aufgepreßt und das Ventil geschlossen. Zur Einspritzung wird für eine vorgegebene Dauer der Elektromagnet erregt, dessen Anker mit der Ventilnadel 16 verbunden ist. Der Anker wird angezogen und die Ventilnadel 16 gegen die Schließfeder vom Ventilsitz 12 abgehoben. Das Einspritzventil ist für eine vorgegebene Einspritzdauer geöffnet, und Kraftstoff tritt über die Düsenöffnung 13 aus.

Zur Erzielung einer guten Zerstäubung des austretenden Kraftstoffs in Form eines Sprühnebels sind in das Kraftstoffeinspritzventil zwei Elektroden 21,22 integriert, die an einer von einer Hochspannungsquelle 20 gelieferten Hochspannung angeschlossen sind. Mindestens eine der Elektroden 21,22, die sog. Emitter-Elektrode, besteht aus einem für Feldemission von elektrischen Ladungsträgern geeignetem Material, während die andere Elektrode die Gegenelektrode bildet. Ein Beispiel eines solchen Materials ist ein eutektisches Gemisch aus Uranoxid und Wolfram, wobei das Wolfram in Form feiner Fasern in das Uranoxid eingelagert ist. Das Material hat genügend viele feine Spitzen oder Kanten, so daß an der Materialoberfläche zur Feldemission ausreichend hohe elektrische Felder erzeugt werden. Die beiden Elektroden 21,22 sind dabei so angeordnet, daß in Fließrichtung des Kraftstoffs gesehen unmittelbar vor oder hinter dem Ventilsitz 14 ein den Kraftstoff durchsetzendes elektrisches Feld ausgebildet ist.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das elektrische Feld hinter dem Ventilsitz 14 im Zwischenraum 19 erzeugt. Hierzu ist die Emitter-Elektrode 21 an der Stirnseite der Ventilnadel 16 angeordnet, die den Zwischenraum 19 zur Düsenöffnung 13 hin begrenzt. Die Emitter-Elektrode 21 ist als Zapfen 23 ausgebildet, der stirnseitig eine Kegelspitze 231 trägt. Der Zapfen 23 ist isoliert in die Ventilnadel 16 derart eingesetzt, das im wesentlichen die Kegelspitze 231 vorsteht und in den Zwischenraum 19 hineinragt. Hierzu ist der Zapfen 23 in einem Isolierzylinder 24 eingesetzt, der koaxial in eine von der Stirnseite her eingebrachte Ausnehmung 25 in der Ventilnadel 16 eingesetzt ist. Am flachen Ende ist der Zapfen 23 mit einer elektrischen Anschlußleitung 26 verbunden, die, von einer Isolierhülle 27 umgeben, koaxial durch die Ventilnadel 16 hindurchgeführt ist. Die Emitter-Elektrode 21 ist an dem negativen Hochspannungspotential der Hochspannungsquelle 20 angeschlossen, während der Düsenkörper 10 ein demgegenüber positiveres Potential auf-

weisen muß und hierzu an dem Massepotential der Hochspannungsquelle 20 liegt. Bei geöffnetem Ventil wird der Kraftstoffstrom durch das im Zwischenraum 19 ausgebildete elektrostatische Feld geführt, wobei Ladungen vom Kraftstoff mitgenommen werden und der Kraftstoff den Zwischenraum 19 elektrisch unipolar aufgeladen durch die Düsenöffnung 13 verläßt. Aufgrund der so erreichten Aufladung zerstäubt der Kraftstoff infolge der zwischen den Ladungen wirkenden elektrischen Abstoßungskräfte nach Austritt aus der Düsenöffnung 13.

Bei den in den weiteren Fig. 2 - 7 der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen eines Kraftstoffeinspritzventils sind diejenigen Bauteile, die mit denen in Fig. 1 übereinstimmen, mit gleichen Bezugszeichen versehen. Diese Kraftstoffeinspritzventile werden auch nur insoweit beschrieben, als Unterschiede gegenüber dem zu Fig. 1 beschriebenen Kraftstoffeinspritzventil bestehen.

Bei dem in Fig. 2 ausschnittsweise und im Längsschnitt dargestellten Kraftstoffeinspritzventil ist die Emitter-Elektrode 21 von einem an der Stirnseite der Ventilnadel 16 befestigten Ringzylinder 28 gebildet, dessen Ringwand sich zum freien Ende hin verjüngt und in einen ringförmigen Grat 281 ausläuft. Der Ringzylinder 28 ist in einer Ringnut 29 an der Stirnseite der Ventilnadel 16 eingeklebt. Die Gegenelektrode 22 wird von einer die Düsenöffnung 13 umgebenden Ringfläche 30 gebildet, die an dem positiven Hochspannungspotential der Hochspannungsquelle 20 liegt. Konstruktiv wird diese Ringfläche 30 durch eine elektrisch leitende Platte 31 realisiert die im Bereich der Düsenöffnung 13 quer zur Düsenkörperachse eingeschoben ist und eine mit der Düsenöffnung 13 kongruente Durchtrittsöffnung 32 trägt. Die Bohrungswand in der Platte 31 kann abgeschrägt werden, so daß die Ringfläche 30 in einer ringförmigen Spitze ausläuft. Die Platte 31 ist mit dem positiven Hochspannungspotential der Hochspannungsquelle 20 verbunden und gegenüber dem Düsenkörper 10 durch eine die Platte 31 voll umschließende Isolierschicht 33 elektrisch isoliert. Die die Emitter-Elektrode 21 tragende Ventilnadel 16 ist an dem Massepotential der Hochspannungsquelle 20 angeschlossen.

Bei dem in Fig. 3 ausschnittsweise im Längsschnitt dargestellten Kraftstoffeinspritzventil trägt die Ventilnadel 16 an ihrem den Zwischenraum 19 begrenzenden Stirnende einen Isolierkegel 34, an dem die Emitter-Elektrode 21 als Ringfläche 35 ausgebildet ist. Die Ringfläche 35 wird mittels einer Vollscheibe 36 realisiert, die quer zur Ventilnadelachse in den Isolierkegel 34 derart eingesetzt ist, daß ihr die Ringfläche 35 bildender Scheibenrand aus dem Isolierkegel 34 geringfügig vorsteht. Die Vollscheibe 36 ist mit einer ersten elektrischen Zuleitung 37 verbunden, die in einer Isolierhülle 38

teilweise durch die Ventilnadel 16 hindurchgeführt ist und im Außenmantel des Gleitabschnitts 17 der Ventilnadel 16 endet. Eine zweite elektrische Zuleitung 39 ist an dem negativen Hochspannungspotential der Hochspannungsquelle 20 angeschlossen und mittels eines Isolierstücks 40 durch eine in den Düsenkörper 10 im Bereich des Gleitabschnitts 17 der Ventilnadel 16 eingebrachte Radialbohrung 68 hindurchgeführt. Die zweite Zuleitung 39 endet bündig mit der Innenwand des Düsenkörpers 10. Die einander zugekehrten Endflächen 371 und 391 der beiden Zuleitungen 37,39 sind dabei so gelegt, daß sie bei vom Ventilsitz 14 abgehobener Schließfläche 15 der Ventilnadel 16 sich kontaktieren und bei auf dem Ventilsitz 14 aufliegender Schließfläche 15 voneinander getrennt sind. Dadurch ist sichergestellt, daß das elektrostatische Feld zwischen der Emitter-Elektrode 21 und der Gegenelektrode 22 nur bei geöffnetem Einspritzventil während der Einspritzdauer vorhanden ist. Als Gegenelektrode 22 dient eine in die Düsenöffnung 13 eingesetzte Lochplatte 41, die über den Düsenkörper 10 mit dem Massepotential der Hochspannungsquelle 20 verbunden ist.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffeinspritzventils ist die Ventilnadel 16 stirnseitig kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei der stirnseitige Kegelstumpf das gesamte Innere des Düsenkörpers 10 bis hin zur Düsenöffnung 13 ausfüllt. Die Schließfläche 15 der Ventilnadel 16 wird von einem Teil des Mantels des Kegelstumpfes gebildet. An der endseitigen Kegelstumpffläche ist ein Isolierzylinder 42 befestigt, der durch die Düsenöffnung 13 mit Spiel hindurchragt. Die Emitter-Elektrode 21 ist als Ringfläche 43 im Bereich der Düsenöffnung 13 auf dem Isolierzylinder 42 ausgebildet, was durch eine Vollscheibe 44 realisiert wird, die quer zur Ventinadelachse in den Isolierzylinder 42 derart eingesetzt ist, daß ihr die Ringfläche 43 bildender Scheibenumfang mit dem Außenmantel des Isolierzylinders 42 bündig ist. Die Scheibe 44 ist über eine elektrische Anschlußleitung 45 mit dem negativen Hochspannungspotential der Hochspannungsquelle 20 verbunden. Die Anschlußleitung 45 ist von einer Isolierhülle 46 umgeben und coaxial durch die Ventilnadel 16 hindurchgeführt. Der die Gegenelektrode 22 bildende Düsenkörper 10 ist an dem Massepotential der Hochspannungsquelle angeschlossen.

Bei dem in Fig. 5 ausschnittsweise dargestellten weiteren Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffeinspritzventils ist die Emitter-Elektrode 21 am Düsenkörper 10 und die Gegenelektrode 22 an der Ventilnadel 16 ausgebildet. Hierzu ist der die Düsenöffnung 13 enthaltende Bereich 47 des Düsenkörpers 10 aus für Feldemission von elektrischen Ladungsträgern geeignetem Material hergestellt und gegenüber dem übrigen Düsenkörper 10 elek-

trisch isoliert. Zu diesem Bereich 47 führt eine gegenüber dem Düsenkörper 10 isolierte Anschlußfahne 48, über die die Emitter-Elektrode 21 an dem negativen Hochspannungspotential der Hochspannungsquelle 20 angeschlossen ist. Die Ventilnadel 16 trägt an ihrer den Zwischenraum 19 abschließenden Stirnseite eine kleine Kegelspitze 49, die coaxial angeordnet ist und bei geschlossenem Einspritzventil bis hin zur Düsenöffnung 13 reicht. Die Ventilnadel 16 bildet die Gegenelektrode 22 und ist hierzu an das Massepotential der Hochspannungsquelle 20 gelegt.

Bei den in Fig. 6 und 7 ausschnittsweise im Längsschnitt dargestellten Kraftstoffeinspritzventilen wird das elektrische Feld vor dem Ventilsitz 14 in der Ventilkammer 11 erzeugt. Hierzu ist die Emitter-Elektrode 21 als isolierte Ringfläche 50 in der Ventilkammer 11 in Kraftstofffließrichtung gesehen unmittelbar vor dem Ventilsitz 14 angeordnet und liegt am negativen oder positiven Hochspannungspotential der Hochspannungsquelle. Zur praktischen Realisierung dieser Emitter-Elektrode 21 ist eine Ringscheibe 51 quer zur Düsenkörperachse elektrisch isoliert in den Düsenkörper 10 so eingesetzt, daß ihr innerer, die Ringfläche 50 bildender Ringrand geringfügig aus der Innenwand des Düsenkörpers 10 vorsteht oder mit dieser bündig abschließt. Der innere Ringrand der Ringscheibe 51 kann abgeschrägt sein, so daß die Ringfläche 50 spitz zuläuft. Die Ringscheibe 51 ist mit einem elektrischen Leiter 52 verbunden und über diesen vorzugsweise am negativen Hochspannungspotential einer Hochspannungsquelle angeschlossen. Die elektrische Isolierung von Ringscheibe 51 und Leiter 52 erfolgt durch eine Isolierschicht 53, die die Ringscheibe 51 und den Leiter 52 vollständig umschließt.

Bei dem Kraftstoffeinspritzventil gemäß Fig. 6 ist die Ventilnadel 16 stirnseitig zu einem Kegel 54 ausgeformt, der den gesamten unteren Raum des Düsenkörpers 10 bis hin zur Düsenöffnung 13 ausfüllt und bei geschlossenem Ventil mit seiner Spitze durch die Düsenöffnung 13 hindurchragt. Die Ventilnadel 16 bildet die Gegenelektrode 22 und ist hierzu an das Massepotential der Hochspannungsquelle gelegt. Die Düsenöffnung 13 kann von einem nichtmetallischen Körper, hier einem Keramikkörper 55, abgeschlossen sein, der endseitig in den Düsenkörper 10 eingesetzt ist und ein zur Düsenöffnung 13 kaxiales Sackloch 55 trägt. Vom Sackloch 55 aus verlaufen ein oder mehrere Kraftstoffaustrittsbohrungen 57,58 nach außen, die mit der Düsenkörperachse einen spitzen, je nach Anwendungsfall auch einen rechten Winkel einschließen.

Im Gegensatz zu den Kraftstoffeinspritzventilen gemäß Fig. 1 - 6 ist das in Fig. 7 ausschnittsweise zu sehende Kraftstoffeinspritzventil ein nach außen

öffnendes Ventil. Die vom Ventilsitz 14 umschlossene Ventilöffnung und die Düsenöffnung 13 sind unmittelbar aneinander angeordnet, so daß der bei den Ventilen gemäß Fig. 1 - 6 vorhandene Zwischenraum 19 entfällt, somit auch jegliches Totvolumen. Das Ventilglied wird von einem Kegelstumpf 59 gebildet, der auf einer mit dem Anker des Elektromagneten verbundenen Betätigungsstange 60 befestigt ist, die durch die Ventilöffnung hindurchragt. Die Schließfläche 15 wird von einem Teil des Kegelmantels gebildet. Der Ventilsitz 14 ist auf der von der Ventilkammer 11 abgekehrten Seite der Ventilöffnung am Düsenkörper 10 ausgebildet. Im dargestellten Beispiel ist der Ventilsitz 14 an der Isolierschicht 53 ausgebildet, kann jedoch auch am Düsenkörper 10 selbst angeordnet sein. Der Kegelstumpf 59 und die Betätigungsstange 60 bilden die Gegenelektrode 22 zur Emitter-Elektrode 21 am Düsenkörper 10 und sind an dem Massepotential der Hochspannungsquelle angeschlossen. Auf der freien Stirnseite des Düsenkörpers 10 ist eine Ringelektrode 61 isoliert und coaxial zur Düsenöffnung 13 angeordnet. Außerdem trägt der Kegelstumpf 59 auf seiner äußeren Kegelstumpffläche einen coaxialen Stift 62. Die Ringelektrode 61 weist ein Potential auf, das zwischen der Emitter-Elektrode 21 und der Gegenelektrode 22 liegt. Der Stift 62 ist elektrisch leitend mit dem Kegelstumpf 59 verbunden. Durch diese von Ringelektrode 61 und Stift 62 gebildeten Elektroden wird im Außenraum ein elektrisches Feld erzeugt, durch welches der mit Ladungsträgern geladene Kraftstoff nach Verlassen der Düsenöffnung 13 beeinflußt und gesteuert werden kann. Der Stift 62 kann auch gegenüber dem Kegelstumpf 59 isoliert und mit einem geeigneten elektrischen Potential belegt sein, was die Variationsmöglichkeit für die Erzeugung elektrischer Felder im Außenraum erhöht.

Bei dem Kraftstoffeinspritzventil gemäß Fig. 8 und 9 ist die Ventilnadel 16 wie bei Fig. 7 stirnseitig zu einem Kegel 63 ausgeformt, der von der Ventilkammer 11 aus gesehen jenseits des Ventilsitzes 14 liegt und in den Zwischenraum 19 hineinragt, der von einer Sacklochbohrung 64 gebildet ist und über die Düsenöffnung 13 bildende Kraftstoffaustrittsbohrungen 65 eine Verbindung nach außen hat. In dem Kegel 63 ist Emittermaterial eingebracht bzw. ist der Kegel vollständig aus diesem gefertigt und bildet die Emitter-Elektrode 21. Die Ventilnadel 16 ist im unteren, dem Ventilsitz 14 vorgelagerten Bereich der Ventilkammer 11 vom Kraftstoff umspült und im oberen Bereich der Ventilkammer 11 mit einem Gleitabschnitt 66 axial verschieblich geführt. Auf dem Gleitabschnitt 66 oder auf der Innenwand der Ventilkammer 11 im Bereich des Verschiebewegs des Gleitabschnitts 66 ist eine Isolierschicht 67 aufgebracht. Die Ventilnadel 16 ist an einem Hochspannungspotential angeschlossen,

während der Düsenkörper 10 als Gegenelektrode 22 an Masse liegt. Solange die Ventilnadel 16 auf dem Ventilsitz 14 aufliegt, besteht elektrischer Kontakt zwischen Emitter-Elektrode 21 und Gegenelektrode 22. Sobald sich die Ventilnadel 16 vom Ventilsitz 14 abhebt, wird der Kontakt unterbrochen und eine Spannung aufgebaut. Diese Ausbildung des Kraftstoffeinspritzventils ist konstruktiv einfach und besonders für Ventile mit sehr dünnen Ventilnadeln geeignet.

Bei allen beschriebenen Kraftstoffeinspritzventilen ist als Hochspannungsquelle eine Gleichspannungsquelle verwendet. Die Verwendung einer Wechselspannungsquelle ist ebenfalls möglich, wobei jedoch vorteilhaft beide Elektroden aus einem für Feldemission von elektrischen Ladungsträger geeigneten Material hergestellt sind, also beide Elektroden Ladungsträger emittieren. Die angelegte Hochspannung kann im Betrag zeitlich verändert werden, wobei die Veränderung im Vergleich zur Dauer des Einspritzzyklus langsam oder schnell oder auch mit dem Einspritzzyklus synchronisiert sein kann. Damit wird eine Anpassung an veränderliche Elektrodenabstände beim Öffnen und Schließen des Einspritzventils möglich, der elektrische Aufladevorgang des Kraftstoffs wird kontrollierbar und eine Veränderung der Zerstäubung während des Einspritzvorgangs räumlich und zeitlich erreichbar. Die Tröpfchengröße und die Sprühstrahlausbreitung können damit kontrolliert eingestellt werden.

Die zur elektrischen Isolierung vorgesehenen Teile wie z.B. Isolierzylinder 24 und 42, Isolierschicht 33 und 53, Isolierhülle 38 und 46, Isolierkegel 34 sowie Isolierstück 40 können aus allen hierfür geeigneten Materialien bestehen, wie Kunststoff (z.B. Figur 1), Gummi, Glas, Keramik (z.B. Figur 6) u.a.. Die Schraffur dieser elektrisch isolierenden Teile ist somit nur beispielhaft als Hinweis auf ein bestimmtes isolierendes Material zu sehen, das aber durch jedes andere isolierende Material ersetzbar ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Kraftstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen mit einem hohlen Düsenkörper, der eine kraftstoffgefüllte Ventilkammer einschließt und endseitig eine Düsenöffnung für den Kraftstoffaustritt trägt, mit einem am Düsenkörper ausgebildeten Ventilsitz und mit einem zusammen mit dem Ventilsitz die Ventilkammer abschließenden Ventilglied, das zum Abheben vom und Aufpressen auf den Ventilsitz axial verschiebbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei an einer Hochspannung liegende Elektroden (21,22) vorgesehen sind, von denen min-

destens eine Elektrode bzw. Emitter-Elektrode (21) aus einem für Feldemission von elektrischen Ladungsträgern geeigneten Material besteht, daß die eine Elektrode (21 bzw. 22) an dem Ventilglied (16) und die andere Elektrode (22 bzw. 21) an dem Düsenkörper (10) so angeordnet ist, daß unmittelbar vor, hinter oder in dem Ventil Sitz (14) ein den Kraftstofffluß durchsetzendes elektrisches Feld ausgebildet ist, und daß die an dem Hochspannungspotential liegende Elektrode (21 bzw. 22) mindestens für die Dauer der Ventilöffnung gegenüber dem Ventilglied (16) bzw. dem Düsenkörper (10) isoliert ist.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenöffnung (13) mindestens eine weitere Elektrode (61,62) in Fließrichtung des Kraftstoffs gesehen nachgeordnet ist.

3. Einspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied als eine in der Ventilkammer (11) axial verschieblich geführte Ventilnadel (16) ausgebildet ist, die endseitig eine mit dem Ventil Sitz (14) zusammenwirkende ringförmige Schließfläche (15) trägt, daß der Ventil Sitz (14) der Ventilkammer (11) zugekehrt und mit Abstand vor der Düsenöffnung (13) angeordnet ist, so daß zwischen dieser und der auf dem Ventil Sitz (14) aufliegenden Ventilnadel (16) ein Zwischenraum (19) vorhanden ist, und daß die Emitter-Elektrode (21) an der den Zwischenraum (19) begrenzenden Stirnseite der Ventilnadel (16) liegt.

4. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode (21) in die Ventilnadel (16) koaxial eingesetzt ist und mit einem Kegel (231) stirnseitig aus dieser in den Zwischenraum (19) vorsteht.

5. Einspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode (21) gegenüber der Ventilnadel (16) isoliert ist und mittels einer zentral durch die Ventilnadel (16) isoliert hindurchgeführten Anschlußleitung (26) an einem vorzugsweisen negativen Hochspannungspotential liegt und daß die Gegenelektrode (22) von dem Düsenkörper (10) gebildet ist, der an einem zum Hochspannungspotential unterschiedlichen Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegt (Fig. 1).

6. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode (21) von einem an der Stirnseite der Ventilnadel

(16) befestigten Ringzylinder (28) gebildet ist, dessen Ringwand sich zum freien Ende hin verjüngt und in einen ringförmigen Grat (281) ausläuft.

7. Einspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenelektrode (22) von einer die Düsenöffnung (13) umgebenden Ringfläche (30) gebildet ist.

8. Einspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche (30) mittels einer in dem Düsenkörper (10) im Bereich der Düsenöffnung (13) quer zur Düsenkörperachse isoliert eingeschobenen elektrisch leitenden Platte (31) realisiert ist, die eine mit der Düsenöffnung (13) konkruierte Durchtrittsbohrung (32) aufweist und an einem vorzugsweisen positiven Hochspannungspotential liegt, und daß die Ventilnadel (16) an einem zum Hochspannungspotential unterschiedlichen Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegt (Fig. 2).

9. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode (21) von einer Ringfläche (35) auf einem an der Stirnseite der Ventilnadel (16) befestigten Isolierkegel (34) gebildet ist, die mittels einer durch die Ventilnadel (16) isoliert hindurchgeführten elektrischen Zuleitung (37,39) an einem vorzugsweisen negativen Hochspannungspotential liegt, und daß die Gegenelektrode (22) von dem an einem davon abweichenden Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegenden Düsenkörper (10) gebildet ist.

10. Einspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der Düsenöffnung (13) des Düsenkörpers (10) eine Lochplatte (41) eingesetzt ist (Fig. 3).

11. Einspritzventil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche (35) mittels einer Scheibe (36) realisiert ist, die quer zur Ventilnadelachse in dem Isolierkegel (34) derart eingesetzt ist, daß ihr Scheibenrand aus dem Isolierkegel (34) geringfügig vorsteht. (Fig. 3).

12. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilnadel (16) mit mindestens einem im Durchmesser größeren Gleitabschnitt (17,18) an der Innenwand des Düsenkörpers (10) geführt ist, daß die elektrische Zuleitung (37,39) zu der Elektroden-Ringfläche (35) in zwei Zuleitungsabschnitte (37,39) unterteilt ist, von denen der

eine Zuleitungsabschnitt (37) an der Ringfläche (35) angeschlossen ist und in dem Außenmantel des Gleitabschnitts (17) der Ventalnadel (16) endet und der andere Zuleitungsabschnitt (39) an dem Hochpotential liegt und in der Innenwand des Düsenkörpers (10) endet, und daß die Endungsstellen (37,39) der beiden Leitungsabschnitte (37,39) relativ zueinander so gelegt sind, daß sie bei vom Ventilsitz (14) abgehobener Schließfläche (15) der Ventalnadel (16) sich kontaktieren und bei auf dem Ventilsitz (14) aufliegender Schließfläche (15) der Ventalnadel (16) voneinander getrennt sind (Fig. 3).

13. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventalnadel (16) stirnseitig kegelstumpfförmig ausgebildet ist und auf der endseitigen Kegelstumpffläche einen Isolierzylinder (42) trägt, der durch die Düsenöffnung (13) hindurchragt, daß die Emitter-Elektrode (21) als Ringfläche (43) auf dem Isolierzylinder (42), vorzugsweise im Bereich der Düsenöffnung, ausgebildet und über eine durch die Ventalnadel (16) isoliert hindurchgeführte elektrische Zuleitung (45) an einem vorzugsweisen negativen Hochspannungspotential liegt und daß die Gegenelektrode (22) von dem Düsenkörper (10) gebildet ist, der an einem dazu unterschiedlichen Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegt (Fig. 4).

14. Einspritzventil nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche (43) mittels einer Scheibe (44) realisiert ist, die quer zur Ventalnadelachse in den Isolierzylinder (42) derart eingesetzt ist, daß ihr Scheibenumfang mit dem Außenmantel des Isolierzylinders (42) bündig ist (Fig. 4).

15. Einspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode (21) von einem auf der Stirnseite der Ventalnadel (16) angeordneten Kegel (63) gebildet ist (Fig. 8).

16. Einspritzventil nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventalnadel (16) mit mindestens einem Gleitabschnitt (66) an der Innenwand des Düsenkörpers (10) geführt ist, daß zwischen dem Gleitabschnitt (66) und der Innenwand des Düsenkörpers (10) eine Isolierschicht (67) angeordnet ist und daß die Ventalnadel (16) oder der Düsenkörper (10) an einem Hochspannungspotential liegen (Fig. 8).

17. Einspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektro-

de (21) von einem die Düsenöffnung (13) enthaltenden Bereich (47) des Düsenkörpers (10) gebildet ist (Fig. 5).

18. Einspritzventil nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der die Emitter-Elektrode (21) bildende Bereich (47) des Düsenkörpers (10) gegenüber dem übrigen Düsenkörper (10) elektrisch isoliert ist und an Hochspannungspotential liegt (Fig. 5).

19. Einspritzventil nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied als eine in der Ventilkammer (11) axial verschieblich geführte Ventalnadel (16) ausgebildet ist, die endseitig eine mit dem Ventilsitz (14) zusammenwirkende Schließfläche (15) trägt, daß der Ventilsitz (15) der Ventilkammer (11) zugekehrt und mit Abstand vor der Düsenöffnung (13) angeordnet ist, so daß zwischen dieser und der auf dem Ventilsitz (14) aufliegenden Ventalnadel (16) ein Zwischenraum (19) vorhanden ist, und daß die Ventalnadel (16) stirnseitig eine in den Zwischenraum (19) hineinragende Kegelspitze (49) trägt und an einem zum Hochspannungspotential unterschiedlichen Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegt (Fig. 5).

20. Einspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode (21) als Ringfläche (50) in der Ventilkammer (11) unmittelbar vor dem Ventilsitz (14) angeordnet ist.

21. Einspritzventil nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche (50) isoliert am Düsenkörper (10) angebracht ist und an Hochspannungspotential liegt und das Ventilglied die einem dazu unterschiedlichen Spannungspotential, vorzugsweise an Masse, liegt.

22. Einspritzventil nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche (50) von einer Ringscheibe (51) realisiert ist, die elektrisch isoliert quer zur Düsenkörperachse in den Düsenkörper (10) so eingesetzt ist, daß ihr innerer Ringrand geringfügig aus der Innenwand des Düsenkörpers (10) vorsteht oder mit dieser bündig abschließt (Fig. 5 und 6).

23. Einspritzventil nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenrand der Ringscheibe (51) sich in Radialrichtung zu einer ringförmigen Spitze verjüngt.

24. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 20 - 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil-

glied als eine in der Ventilkammer (11) axial verschieblich geführte Ventalnadel (16) mit endseitigem Kegel (54) ausgebildet ist, dessen Kegelmantel zumindest teilweise eine mit dem Ventilsitz (14) zusammenwirkende Schließfläche (15) bildet und der vorzugsweise durch die

5

25. Einspritzventil nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenöffnung (13) von einem Körper (55) aus einem Material mit gegenüber dem Düsenkörper (10) gleicher oder unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit abgeschlossen ist, der ein zur Düsenöffnung (13) koaxiales Sackloch (56) und mindestens eine unter einem Winkel zur Düsenkörperachse verlaufende, im Sackloch (56) mündende Kraftstoffaustrittsbohrung (57,58) aufweist (Fig. 6).

10

15

26. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 21 - 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventili-
glied von einem Kegelstumpf (59) gebildet wird, dessen Kegelmantel zumindest teilweise eine mit dem Ventilsitz (14) zusammenwirkende Schließfläche (15) bildet, daß der Kegelstumpf (59) an einer durch die vom Ventilsitz (14) umschlossenen Öffnung hindurchragenden Betätigungsstange (60) befestigt und der Ventilsitz (14) auf der von der Ventilkammer (11) abgekehrten Seite der Öffnung am Düsenkörper (10) ausgebildet ist (Fig. 7).

20

25

30

27. Einspritzventil nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Kegelstumpf (59) auf seiner im Durchmesser größeren freien Kegelstumpffläche eine stiftförmige Verlängerung (62) trägt und/oder daß am Ende des Düsenkörpers (10) eine Ringelektrode (61) koaxial zur Düsenöffnung (13) isoliert aufgesetzt ist.

35

40

28. Einspritzventil nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die stiftförmige Verlängerung (62) gegenüber dem Kegelstumpf (59) isoliert ist und an einem relativ zur Ringelektrode (61) positiven oder negativen Spannungspotential liegt.

45

Claims

1. Fuel injection valve for fuel injection systems of internal-combustion engines, with a hollow nozzle body which encloses a fuel-filled valve chamber and, at the end, bears a nozzle opening for the emergence of the fuel, with a valve seat formed on the nozzle body and with a valve member which, together with the valve seat, closes off the valve chamber and can be displaced axially for the purpose of lifting off

50

55

from and pressing onto the valve seat, characterised in that at least two electrodes (21, 22) connected to a high voltage are provided, of which at least one electrode or emitter electrode (21) is composed of a material suitable for field emission of electrical charge carriers, in that one electrode (21 or 22) is arranged on the valve member (16) and the other electrode (22 or 21) is arranged on the nozzle body (10) in such a way that an electric field passing through the fuel flow is formed directly upstream of, downstream of or in the valve seat (14), and in that the electrode (21 or 22) connected to the high-voltage potential is insulated from the valve member (16) or the nozzle body (10) at least for the duration of the valve opening.

2. Injection valve according to Claim 1 or 2, characterised in that at least one further electrode (61, 62) is arranged downstream of the nozzle opening (13), as seen in the direction of flow of the fuel.

3. Injection valve according to Claim 1 or 2, characterised in that the valve member is designed as a valve needle (16) which is guided in axially displaceable fashion in the valve chamber (11) and, at the end, bears an annular closing face (15) which interacts with the valve seat (14), in that the valve seat (14) faces the valve chamber (11) and is arranged at a distance from and upstream of the nozzle opening (13), with the result that an intermediate space (19) is present between the said opening and the valve needle (16) resting on the valve seat (14), and in that the emitter electrode (21) is situated on that front end of the valve needle (16) which delimits the intermediate space (19).

4. Injection valve according to Claim 3, characterised in that the emitter electrode (21) is inserted coaxially into the valve needle (16) and protrudes from the latter at the front end into the intermediate space (19), with a cone (231).

5. Injection valve according to Claim 4, characterised in that the emitter electrode (21) is insulated from the valve needle (16) and is connected by means of a connecting lead (26) passed centrally through the valve needle (16) in insulated fashion to a preferably negative high-voltage potential, and in that the counterelectrode (22) is formed by the nozzle body (10), which is connected to a voltage potential different from the high-voltage potential, prefer-

ably to earth (Fig. 1).

6. Injection valve according to Claim 3, characterised in that the emitter electrode (21) is formed by an annular cylinder (28) which is secured on the front end of the valve needle (16) and the annular wall of which tapers towards the free end and ends in an annular ridge (281). 5
7. Injection valve according to Claim 6, characterised in that the counterelectrode (22) is formed by an annular face (30) surrounding the nozzle opening (13). 10
8. Injection valve according to Claim 7, characterised in that the annular face (30) is realised by means of an electrically conducting plate (31) which is inserted in insulated fashion in the nozzle body (10) in the region of the nozzle opening (13), transversely to the axis of the nozzle body, has a passage bore (32) congruent with the nozzle opening (13) and is connected to a preferably positive high-voltage potential, and in that the valve needle (16) is connected to a voltage potential different from the high-voltage potential, preferably to earth (Fig. 2). 15 20 25
9. Injection valve according to Claim 3, characterised in that the emitter electrode (21) is formed by an annular face (35) on an insulating cone (34) secured on the front end of the valve needle (16), the said annular face being connected to a preferably negative high-voltage potential by means of an electrical supply lead (37, 39) passed through the valve needle (16) in insulated fashion, and in that the counterelectrode (22) is formed by the nozzle body (10), which is connected to a voltage potential differing from the said high-voltage potential, preferably to earth. 30 35 40
10. Injection valve according to Claim 9, characterised in that a perforated plate (41) is inserted in the nozzle opening (13) of the nozzle body (10) (Fig. 3). 45
11. Injection valve according to Claim 9 or 10, characterised in that the annular face (35) is realised by means of a disc (36) which is inserted in the insulating cone (34) transversely to the axis of the valve needle in such a way that its disc edge protrudes slightly from the insulating cone (34). (Fig. 3). 50 55
12. Injection valve according to one of Claims 9 to 11, characterised in that the valve needle (16)

is guided on the inner wall of the nozzle body (10) by at least one sliding portion (17, 18) of relatively large diameter, in that the electrical supply lead (37, 39) to the annular electrode face (35) is divided into two supply lead portions (37, 39), of which one supply lead portion (37) is connected to the annular face (35) and ends in the outer surface of the sliding portion (17) of the valve needle (16) and the other supply lead portion (39) is connected to the high potential and ends in the inner wall of the nozzle body (10), and in that the end points (371, 391) of the two lead portions (37, 39) are placed in such a way relative to one another that, with the closing face (15) of the valve needle (16) lifted off from the valve seat (14), they contact each other and, with the closing face (15) of the valve needle (16) resting on the valve seat (14), they are separated from each other (Fig. 3).

13. Injection valve according to Claim 3, characterised in that, at the front end, the valve needle (16) is of frustoconical design and, on the end face of the truncated cone, bears an insulating cylinder (42) which projects through the nozzle opening (13), in that the emitter electrode (21) is designed as an annular face (43) on the insulating cylinder (42), preferably in the region of the nozzle opening, and is connected via an electrical supply lead (45) passed through the valve needle (16) in insulated fashion to a preferably negative high-voltage potential, and in that the counterelectrode (22) is formed by the nozzle body (10), which is connected to a voltage potential different from the said high-voltage potential, preferably to earth (Fig. 4).

14. Injection valve according to Claim 13, characterised in that the annular face (43) is realised by means of a disc (44) which is inserted into the insulating cylinder (42) transversely to the axis of the valve needle in such a way that its disc circumference is flush with the outer surface of the insulating cylinder (42) (Fig. 4).

15. Injection valve according to Claim 3, characterised in that the emitter electrode (21) is formed by a cone (63) arranged on the front end of the valve needle (16) (Fig. 8).

16. Injection valve according to Claim 15, characterised in that the valve needle (16) is guided with at least one sliding portion (66) on the inner wall of the nozzle body (10), in that an insulating layer (67) is arranged between the sliding portion (66) and the inner wall of the

nozzle body (10) and in that the valve needle (16) or the nozzle body (10) are connected to a high-voltage potential (Fig. 8).

17. Injection valve according to Claim 1 or 2, characterised in that the emitter electrode (21) is formed by a region (47) of the nozzle body (10) which contains the nozzle opening (13) (Fig. 5). 5
18. Injection valve according to Claim 17, characterised in that that region (47) of the nozzle body (10) which forms the emitter electrode (21) is electrically insulated from the remainder of the nozzle body (10) and is connected to high-voltage potential (Fig. 5). 10 15
19. Injection valve according to Claim 18, characterised in that the valve member is designed as a valve needle (16) which is guided in axially displaceable fashion in the valve chamber (11) and, at the end, bears a closing face (15) which interacts with the valve seat (14), in that the valve seat (14) is arranged facing the valve chamber (11) and at a distance from and upstream of the nozzle opening (13), with the result that an intermediate space (19) is present between the said opening and the valve needle (16) resting on the valve seat (14), and in that, on the front end, the valve needle (16) bears a conical tip (49) projecting into the intermediate space (19) and is connected to a voltage potential different from the high-voltage potential, preferably to earth (Fig. 5). 20 25 30 35
20. Injection valve according to Claim 1 or 2, characterised in that the emitter electrode (21) is arranged as an annular face (50) in the valve chamber (11), directly upstream of the valve seat (14). 40
21. Injection valve according to Claim 20, characterised in that annular face (50) is attached to the nozzle body (10) in insulated fashion and is connected to high-voltage potential, and the valve member is connected to a voltage potential different from the high-voltage potential, preferably to earth. 45
22. Injection valve according to Claim 21, characterised in that the annular face (50) is realised by an annular disc (51) which is inserted in electrically insulated fashion into the nozzle body (10), transversely to the axis of the nozzle body, in such a way that its inner annular edge protrudes slightly from the inner wall of the nozzle body (10) or ends flush with the 50 55

latter (Figs. 5 and 6).

23. Injection valve according to Claim 22, characterised in that the inner wall of the annular disc (51) tapers in the radial direction to an annular tip. 5
24. Injection valve according to one of Claims 20-23, characterised in that the valve member is designed as a valve needle (16) which is guided in axially displaceable fashion in the valve chamber (11) and has a cone (54) at the end, the lateral surface of which cone forms, at least in part, a closing face (15) interacting with the valve seat (14) and which preferably projects through the nozzle opening (13). 10 15
25. Injection valve according to Claim 24, characterised in that the nozzle opening (13) is closed off by a body (55) made of a material having an electrical conductivity the same as or different from that of the nozzle body (10), the said body having a blind hole (56) coaxial to the nozzle opening (13) and at least one fuel outlet bore (57, 58) extending at an angle to the axis of the nozzle body and opening into the blind hole (56) (Fig. 6). 20 25
26. Injection valve according to one of Claims 21-23, characterised in that the valve member is formed by a truncated cone (59), the lateral surface of which cone forms, at least in part, a closing face (15) interacting with the valve seat (14), in that the truncated cone (59) is secured on an actuating rod (60) projecting through the opening surrounded by the valve seat (14) and the valve seat (14) is formed on the nozzle body (10) on that side of the opening which faces away from the valve chamber (11) (Fig. 7). 30 35 40
27. Injection valve according to Claim 26, characterised in that, on its free truncated-cone face of larger diameter, the truncated cone (59) bears a pin-shaped extension (62) and/or in that an annular electrode (61) is mounted in insulated fashion on the end of the nozzle body (10), coaxially to the nozzle opening (13). 45 50
28. Injection valve according to Claim 27, characterised in that the pin-shaped extension (62) is insulated from the truncated cone (59) and is connected to a voltage potential which is positive or negative relative to the annular electrode (61). 55

Revendications

1. Injecteur de carburant pour installations d'injection de carburant de moteurs à combustion interne avec un corps d'injecteur creux, qui enferme une chambre d'injecteur remplie de carburant et du côté terminal porte un orifice d'injecteur pour la sortie du carburant, avec un siège d'injecteur constitué sur le corps de l'injecteur et avec un organe d'injecteur fermant la chambre d'injecteur en même temps que le siège de l'injecteur, organe qui peut coulisser axialement pour se soulever du siège de l'injecteur et se presser sur celui-ci, injecteur de carburant caractérisée en ce qu'au moins deux électrodes (21, 22) se trouvant sous haute tension sont prévues dont au moins l'une électrode émettrice (21) est en un matériau approprié pour l'émission par effet de champ d'électrons porteurs de charges électriques, en ce que l'une des électrodes (21 ou 22) est disposée sur l'organe de l'injecteur (16) et l'autre électrode (22 ou 21) est disposée sur le corps de l'injecteur (10) de telle façon que soit constitué un champ électrique traversant le flux de carburant directement en avant, en arrière ou dans le siège de l'injecteur (14) et que l'électrode (21 ou 22) se trouvant sous haute tension, soit au moins pour la durée de l'ouverture de l'injecteur, soit isolée par rapport à l'organe de l'injecteur (16) ou au corps de l'injecteur (10). 5 10 15 20 25 30
2. Injecteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'au moins une autre électrode (61, 62) est montée en aval de l'orifice de l'injecteur (13) vu dans le sens de l'écoulement du carburant. 35
3. Injecteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'organe de l'injecteur est constitué comme un pointeau (16) guidé de façon à coulisser axialement dans la chambre de l'injecteur (11), pointeau qui du côté terminal porte une surface de fermeture (15) de forme annulaire coopérant avec le siège de l'injecteur (14), en ce que le siège de l'injecteur (14) est disposé tourné vers la chambre de l'injecteur (11) et à une certaine distance avant l'orifice de l'injecteur (13), de telle sorte qu'entre celui-ci et le pointeau (16) reposant sur le siège de l'injecteur (14) il y ait un espace intermédiaire (19) et que l'électrode émettrice (21) repose sur la face frontale du pointeau de l'injecteur (16) délimitant l'espace intermédiaire (19). 40 45 50 55
4. Injecteur selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'électrode émettrice (21) est montée de façon coaxiale dans le pointeau de l'injecteur (16) et fait saillie par un cône (231) du côté frontal à partir de celui-ci dans la chambre intermédiaire (19).
5. Injecteur selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'électrode émettrice (21) est isolée par rapport au pointeau de l'injecteur (16) et se trouve sous haute tension négative de préférence au moyen d'une ligne de raccordement (26) passant à travers le pointeau (16) en étant isolée et en ce que la contre-électrode (22) est formée par le corps de l'injecteur (10) qui se trouve à un potentiel différent du potentiel haute tension, de préférence à la masse (figure 1).
6. Injecteur selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'électrode émettrice (21) est formée par un cylindre annulaire (28) fixé sur la face frontale du pointeau de l'injecteur (16), cylindre dont la paroi annulaire va en se rétrécissant vers l'extrémité libre et se termine par une crête de forme annulaire (281).
7. Injecteur selon la revendication 6, caractérisée en ce que la contre-électrode (22) est formée par une surface annulaire (30) entourant l'orifice de l'injecteur (13).
8. Injecteur selon la revendication 7, caractérisée en ce que la surface annulaire (30) est réalisée au moyen d'un disque (31) électriquement conducteur enfoncé dans le corps de l'injecteur (10) dans la zone de l'orifice de l'injecteur (13) perpendiculairement à l'axe du corps de l'injecteur en étant isolé, disque qui présente un alésage de passage (32) qui se recouvre avec l'orifice de l'injecteur (13) et se trouve sous haute tension à un potentiel de préférence positif et en ce que le pointeau de l'injecteur (16) se trouve à un potentiel différent du potentiel haute tension de préférence à la masse (figure 2).
9. Injecteur selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'électrode émettrice (21) est formée par une surface annulaire (35) sur un cône isolant (34) fixé sur la face frontale du pointeau de l'injecteur (16), cône qui se trouve à un potentiel haute tension de préférence négatif au moyen d'une ligne électrique d'alimentation passant à travers le pointeau de l'injecteur (16) en étant isolée et en ce que la contre-électrode (22) est formée par le corps de l'injecteur (10) se trouvant à une tension s'en écartant, de préférence à la masse.

10. Injecteur selon la revendication 9, caractérisée en ce que l'on insère dans l'orifice de l'injecteur (13) du corps de l'injecteur (10) une plaque à trous (41) (figure 3).
11. Injecteur selon la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce que la surface annulaire (35) est réalisée au moyen d'une rondelle (36), qui est insérée perpendiculairement à l'axe du pointeau de l'injecteur dans le cône isolant (34) d'une manière telle que le bord de la rondelle fait légèrement saillie à partir du cône isolant (34) (figure 3).
12. Injecteur selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisée en ce que le pointeau de l'injecteur (16) est guidé sur la paroi intérieure du corps de l'injecteur (10) par au moins une section de glissement de diamètre plus grand, en ce que la ligne électrique d'alimentation (37, 39) allant à la surface annulaire (35) d'électrode est subdivisée en deux sections d'alimentation (37, 39), dont l'une, la section d'alimentation (37) est raccordée à la surface annulaire (35) et se termine dans l'enveloppe extérieure de la section de glissement (17) du pointeau de l'injecteur (16) et l'autre section d'alimentation (39) se trouve au potentiel élevé et se termine dans la paroi intérieure du corps de l'injecteur (10) et en ce que les points terminaux (371, 391) des deux sections d'alimentation (37, 39) sont mis l'un par rapport à l'autre de telle façon qu'ils se touchent quand la surface de fermeture (15) du pointeau de l'injecteur (16) se soulève du siège de l'injecteur (14) et en ce que les points terminaux se séparent l'un de l'autre quand la surface de fermeture (15) du pointeau de l'injecteur (16) repose sur le siège de l'injecteur (14) (figure 3).
13. Injecteur selon la revendication 3, caractérisée en ce que le pointeau de l'injecteur (16) est constitué en forme de tronc de cône frontal et porte sur la surface du tronc de cône située du côté terminal un cylindre isolant (42), qui pénètre à travers l'orifice d'injecteur (13), en ce que l'électrode émettrice (21) est constituée sous la forme d'une surface annulaire (43) sur le cylindre isolant (42) de préférence dans la zone de l'orifice de l'injecteur et se trouve à un potentiel haute tension de préférence négative au moyen d'une ligne électrique d'alimentation passant à travers le pointeau de l'injecteur (16) en étant isolé et en ce que la contre-électrode (22) est formée par le corps de l'injecteur (10), qui se trouve à un potentiel différent, de préférence à la masse (figure 4).
14. Injecteur selon la revendication 13, caractérisée en ce que la surface annulaire (43) est réalisée au moyen d'une rondelle (44) qui est insérée perpendiculairement à l'axe du pointeau de l'injecteur dans le cylindre isolant (42) de telle façon que le pourtour de la rondelle affleure à l'enveloppe extérieure du cylindre isolant (42) (figure 4).
15. Injecteur selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'électrode émettrice (21) est formée par un cône (63) disposé sur la face frontale du pointeau de l'injecteur (16).
16. Injecteur selon la revendication 15, caractérisée en ce que le pointeau de l'injecteur (16) est guidé avec au moins une section de glissière (66) sur la paroi intérieure du corps de l'injecteur (10), en ce qu'entre la section de glissement (66) et la paroi intérieure du corps de l'injecteur (10), on dispose une couche isolante (67) et en ce que le pointeau de l'injecteur (16) ou le corps de l'injecteur (10) se trouvent à un potentiel haute tension (figure 8).
17. Injecteur selon la revendication 1 ou 3, caractérisée en ce que l'électrode émettrice (21) est formée par une zone (47) du corps de l'injecteur (10) contenant l'orifice de l'injecteur (13) (figure 5).
18. Injecteur selon la revendication 17, caractérisée en ce que la zone (47) du corps de l'injecteur (10) formant l'électrode émettrice (21) est isolée électriquement par rapport au reste du corps de l'injecteur (10) et se trouve à un potentiel haute tension (figure 5).
19. Injecteur selon la revendication 18, caractérisée en ce que l'organe de l'injecteur est constitué comme un pointeau de l'injecteur (16) guidé de façon à coulisser axialement dans la chambre de l'injecteur (11), qui porte du côté terminal une surface de fermeture (15) coopérant avec le siège de l'injecteur (14), en ce que le siège de l'injecteur (14) est disposé tourné vers la chambre de l'injecteur (11) et est disposé à une certaine distance avant l'orifice de l'injecteur (13), de telle sorte qu'entre celui-ci et le pointeau (16) reposant sur le siège de l'injecteur (14) il y ait un espace intermédiaire (19) et en ce que le pointeau de l'injecteur (16) porte du côté frontal une pointe de cône (49) pénétrant dans l'espace intermédiaire (19) et se trouve à un potentiel différent du potentiel haute tension, de préférence à la masse (figure 5).

20. Injecteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'électrode émettrice (21) est disposée sous la forme d'une surface annulaire (50) dans la chambre de l'injecteur (11) directement avant le siège de l'injecteur (14). 5
21. Injecteur selon la revendication 20, caractérisée en ce que la surface annulaire (50) est mise de façon isolée sur le corps de l'injecteur (10) et se trouve à un potentiel haute tension et l'organe de l'injecteur se trouve à un potentiel différent de préférence à la masse. 10
22. Injecteur selon la revendication 21, caractérisée en ce que la surface annulaire (50) est réalisée par un disque annulaire (51) qui est inséré dans le corps de l'injecteur (10) perpendiculairement à l'axe du corps de l'injecteur, en étant électriquement isolé, de telle façon que son bord intérieur annulaire fasse légèrement saillie à partir de la paroi intérieure du corps de l'injecteur (10) ou se trouve à fleur avec celle-ci (figures 5 et 6). 15 20
23. Injecteur selon la revendication 22, caractérisée en ce que le bord intérieur du disque annulaire (51) va en se rétrécissant dans le sens radial jusqu'à une pointe de forme annulaire. 25
24. Injecteur selon l'une des revendications 20 à 23, caractérisée en ce que l'organe de l'injecteur est constitué sous la forme d'un pointeau d'injecteur (16), avec un cône (54) du côté terminal, pointeau guidé de façon à coulisser axialement dans la chambre de l'injecteur (11), l'enveloppe du cône formant au moins en partie une surface de fermeture (15) coopérant avec le siège de l'injecteur (14) et le cône pénétrant de préférence à travers l'orifice de l'injecteur (13). 30 35 40
25. Injecteur selon la revendication 24, caractérisée en ce que l'orifice de l'injecteur (13) est fermé par un corps (55) qui a la même conductibilité électrique ou une conductibilité électrique différente par rapport au corps de l'injecteur (10), corps qui présente un trou borgne (56) coaxial à l'orifice de l'injecteur (13) et au moins un alésage de sortie de carburant (57, 58) débouchant dans le trou borgne (56) sous un certain angle par rapport à l'axe du corps de l'injecteur (figure 6). 45 50
26. Injecteur selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisée en ce que l'organe de l'injecteur est formé par un tronc de cône (59), dont l'enveloppe forme au moins en partie une sur- 55
- face de fermeture (15) coopérant avec le siège de l'injecteur (14), en ce que le tronc de cône (59) est fixé sur une tige d'actionnement (60) pénétrant à travers l'orifice entouré par le siège de l'injecteur (14) et le siège de l'injecteur (14) est constitué sur le côté de l'orifice situé à l'opposé de la chambre de l'injecteur (11) sur le corps de l'injecteur (10) (figure 7).
27. Injecteur selon la revendication 26, caractérisée en ce que le tronc de cône (59) porte sur sa surface libre, ayant un plus grand diamètre, une prolongation en forme de tige (62) et/ou en ce qu'à l'extrémité du corps de l'injecteur (10) on met une électrode annulaire (61) coaxialement à l'orifice de l'injecteur (13) en l'isolant.
28. Injecteur selon la revendication 27, caractérisée en ce que la prolongation en forme de tige (62) est isolée par rapport au tronc de cône (59) et se trouve à un potentiel positif ou négatif par rapport à l'électrode annulaire (61).

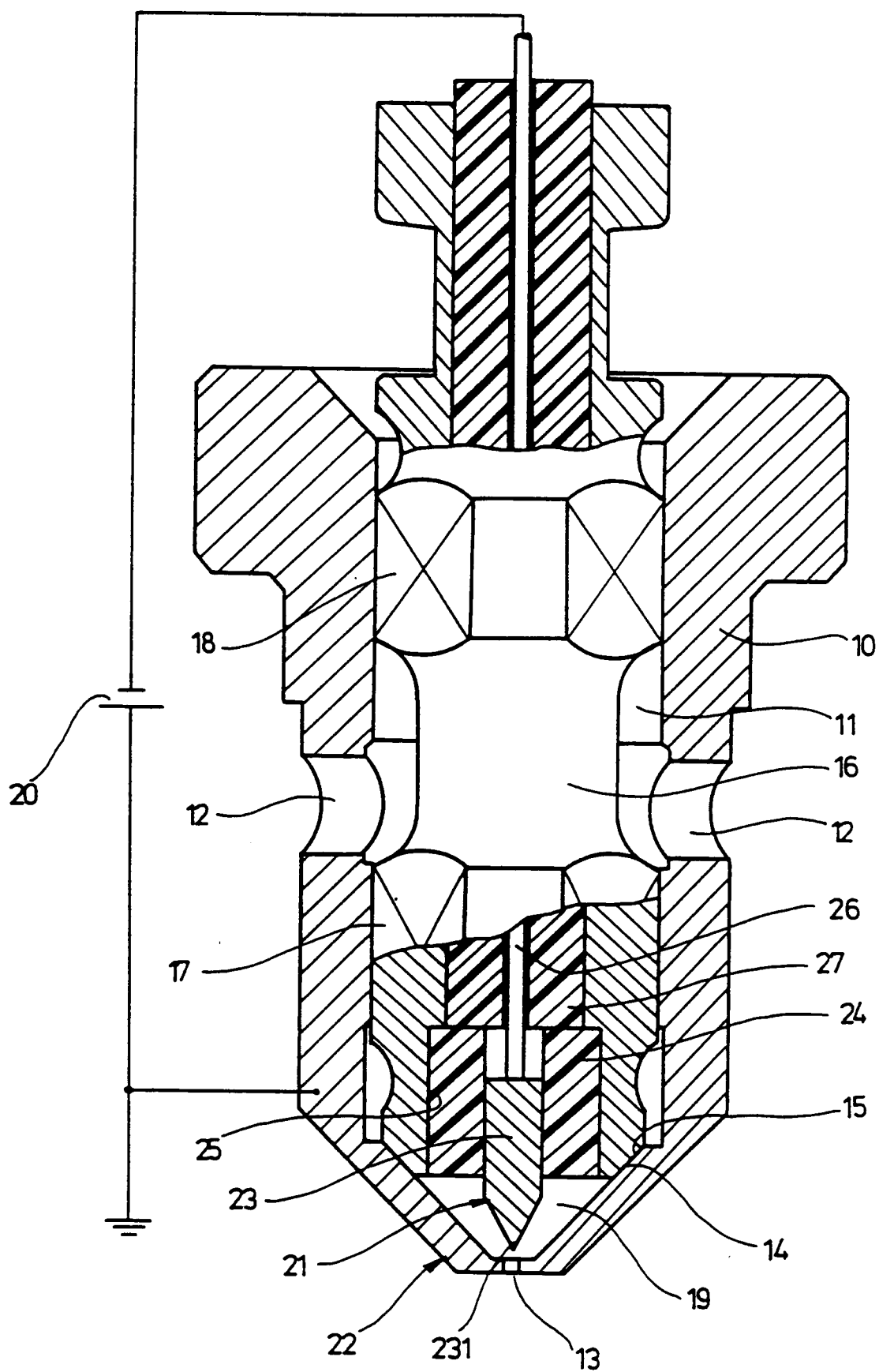


Fig. 1

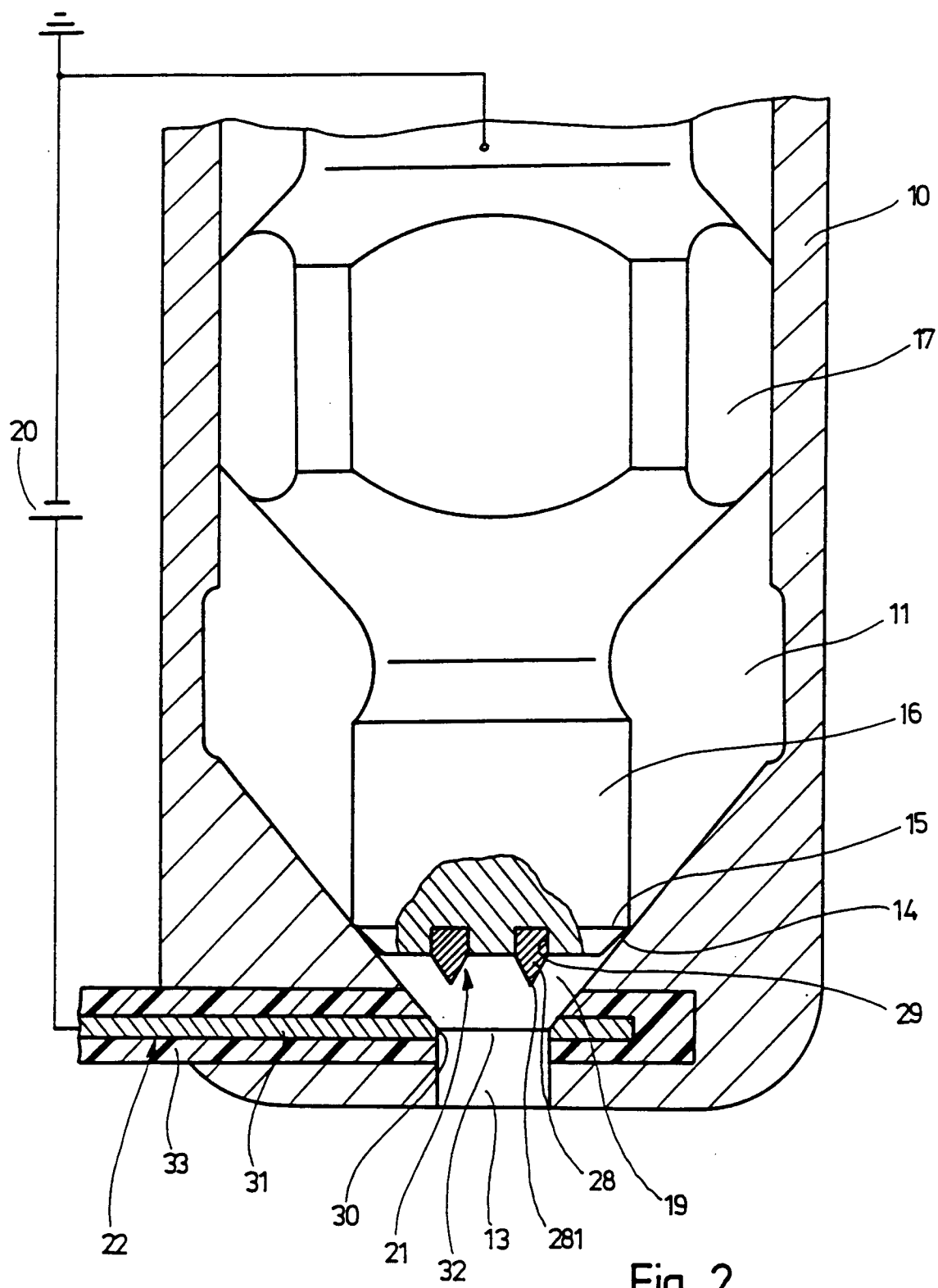


Fig. 2

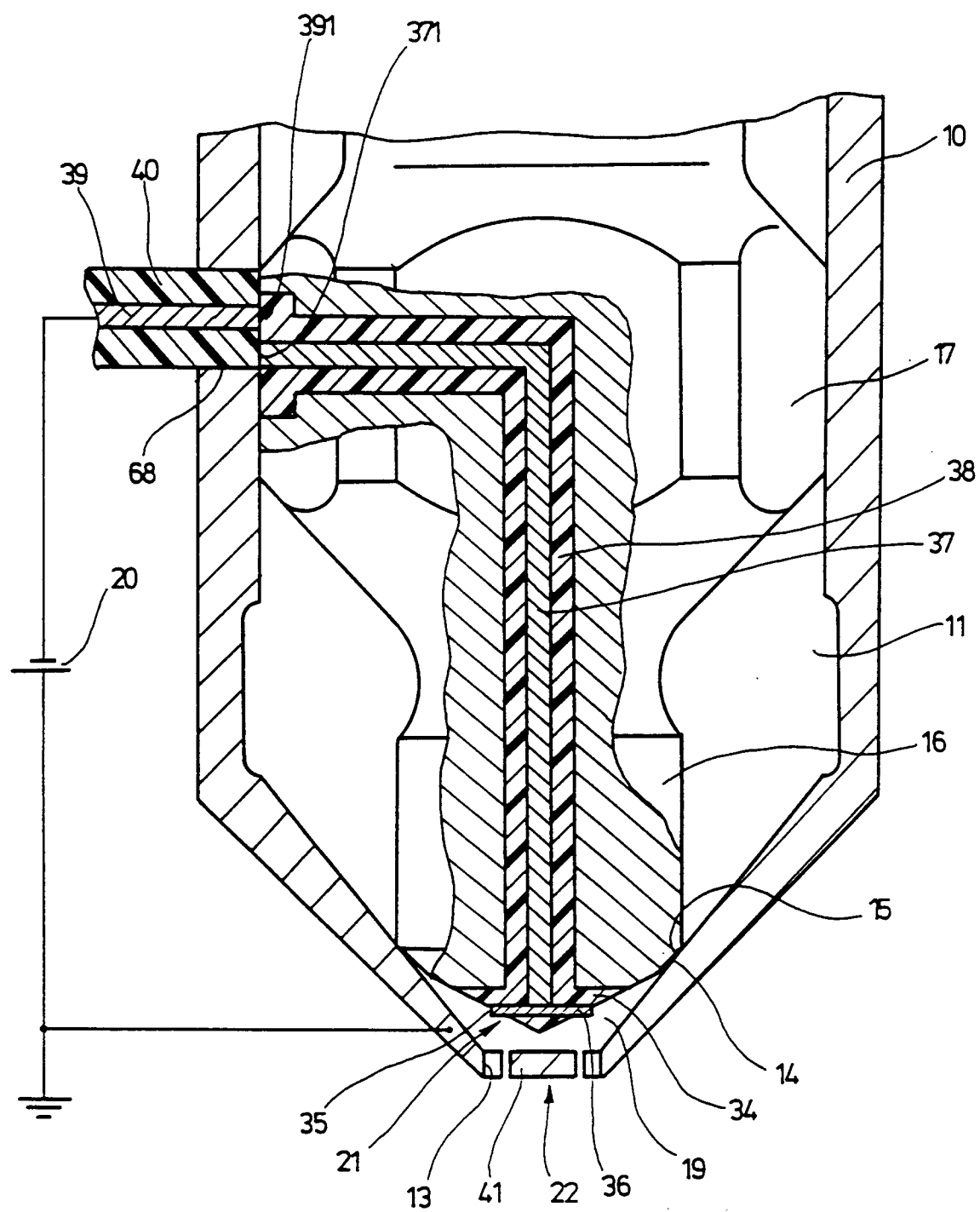
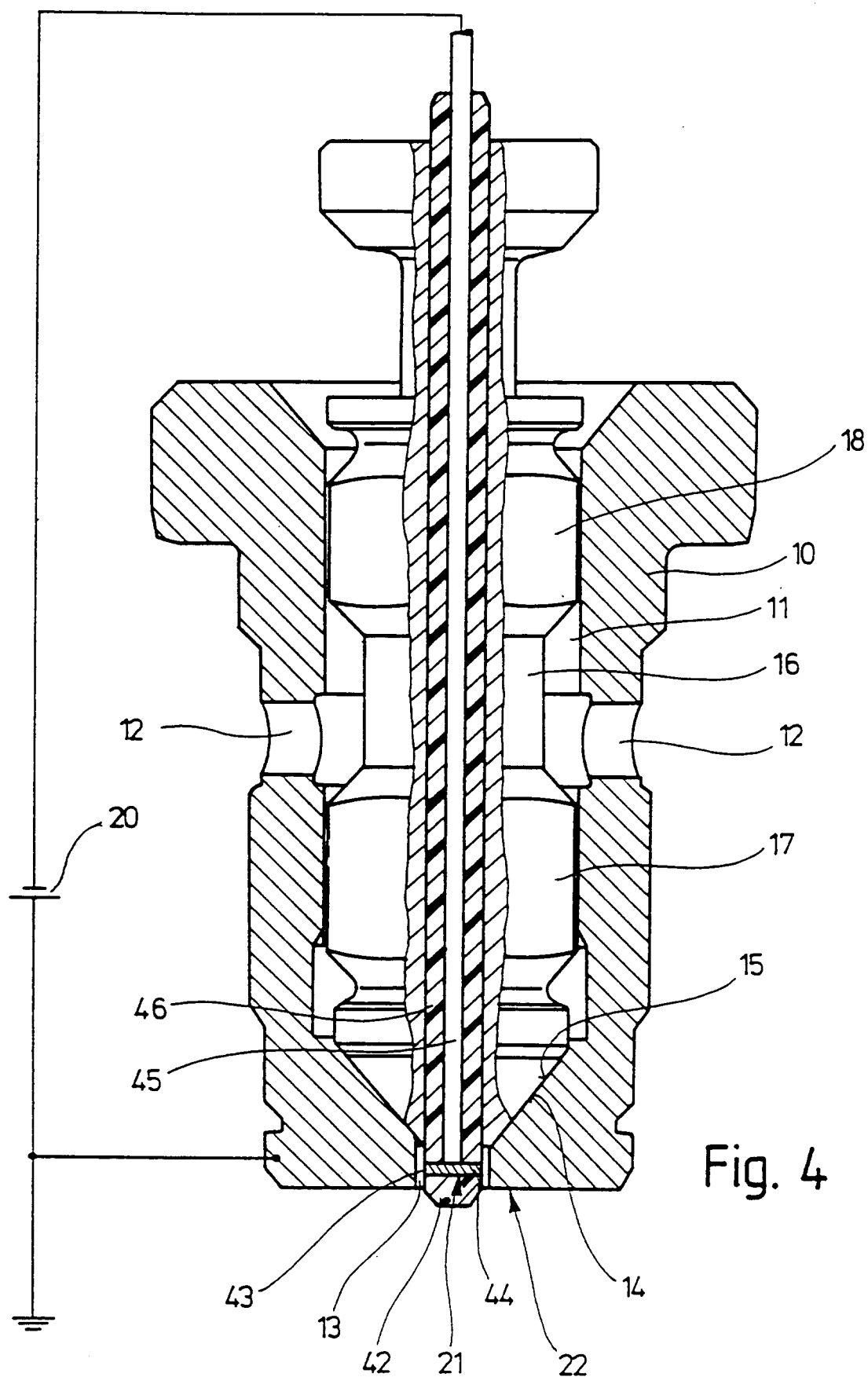


Fig. 3



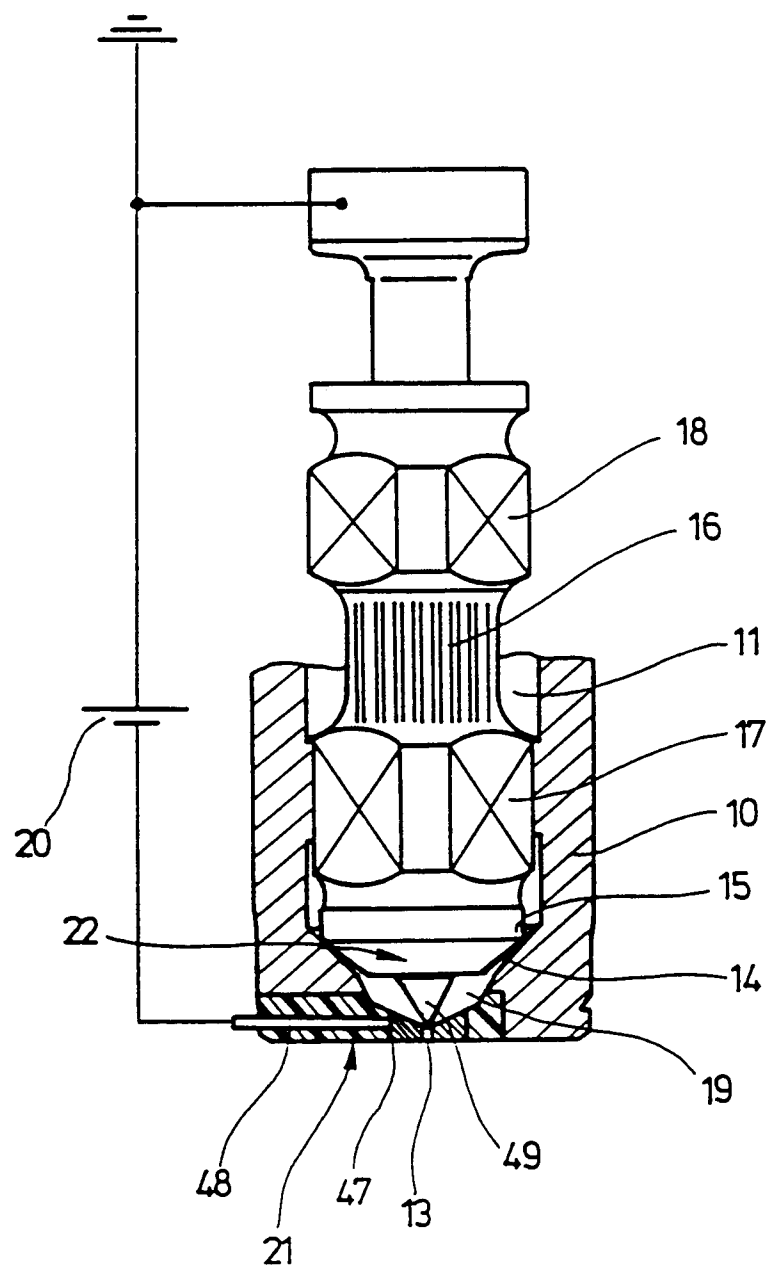


Fig. 5

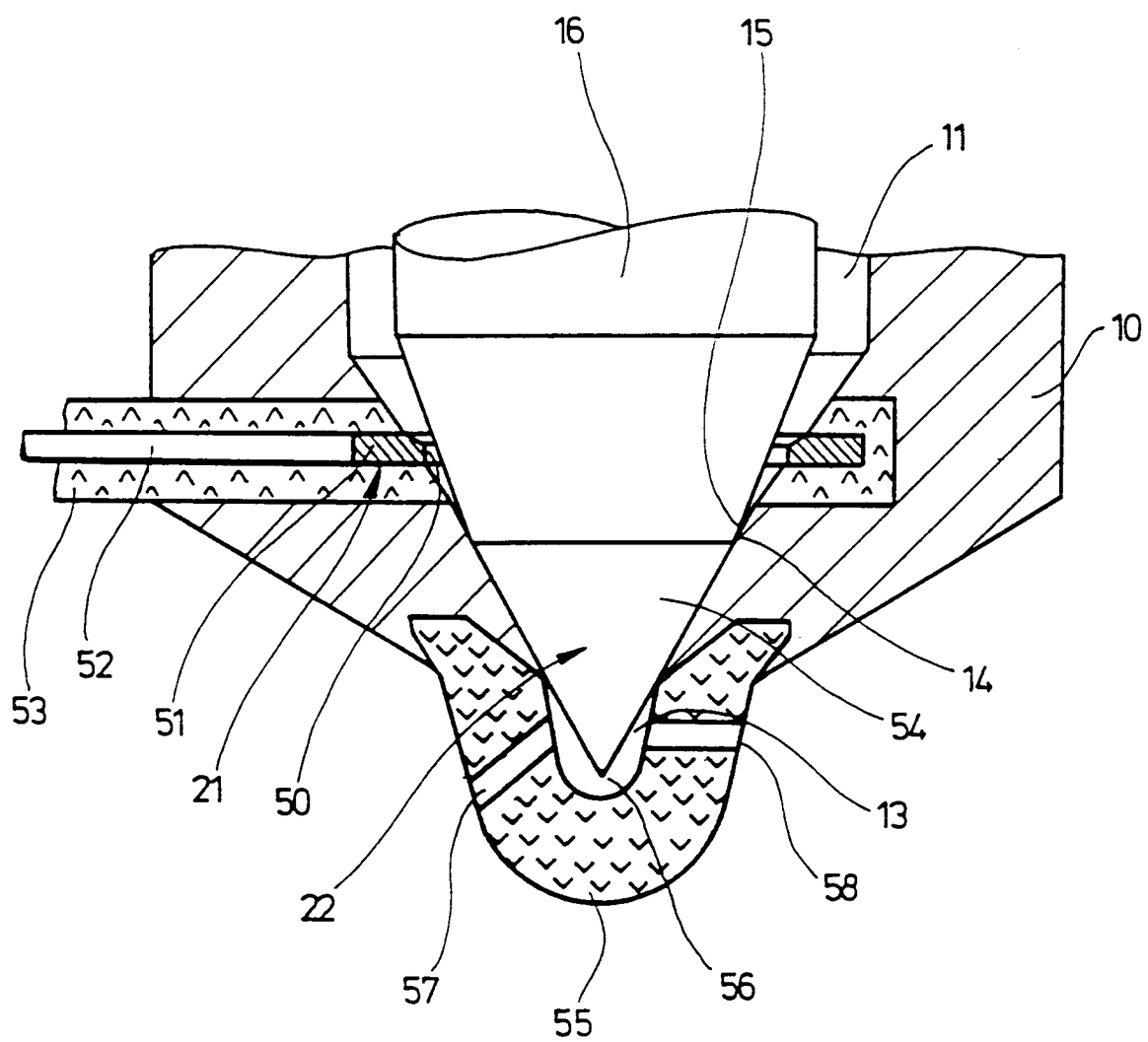


Fig. 6

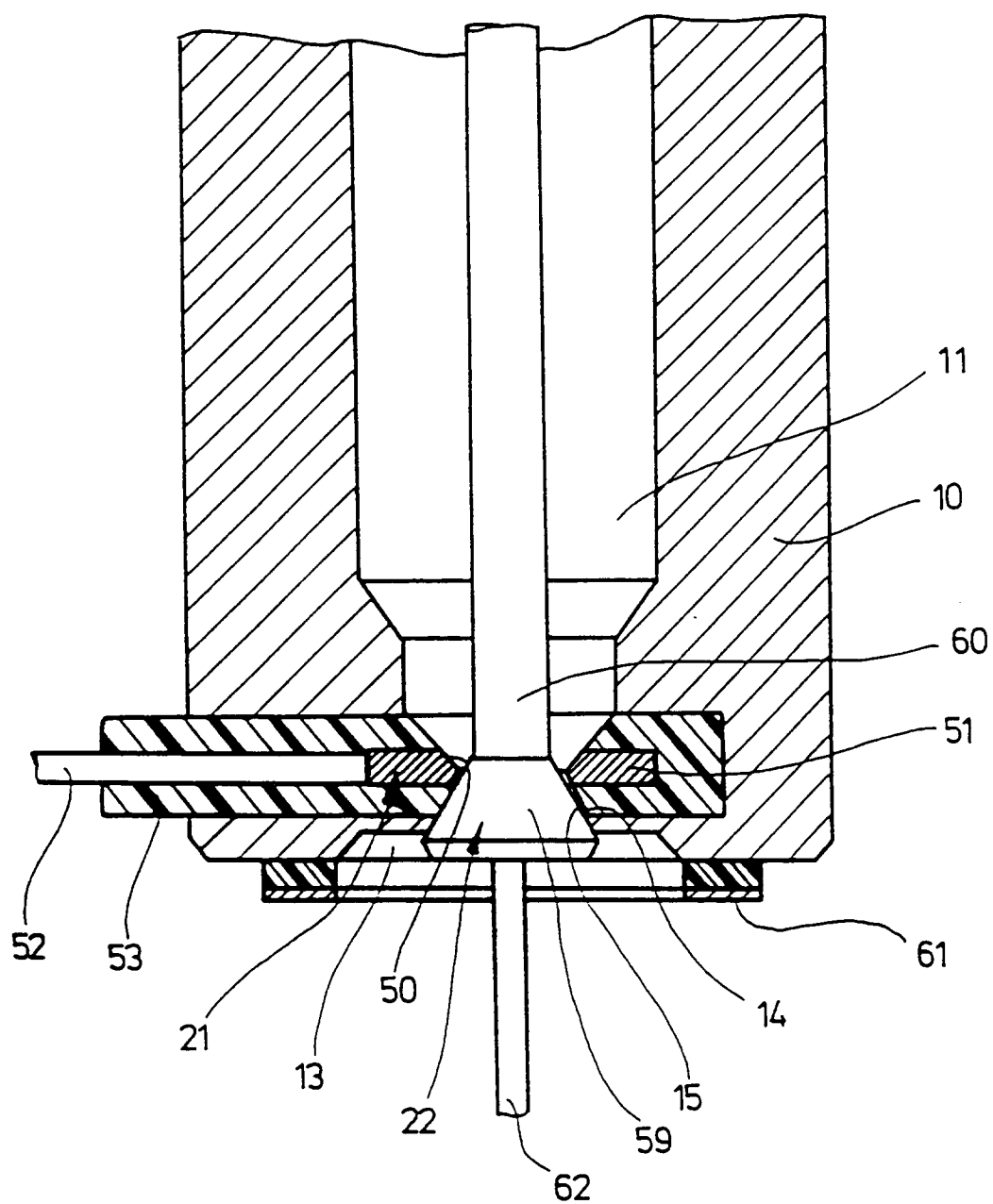


Fig. 7

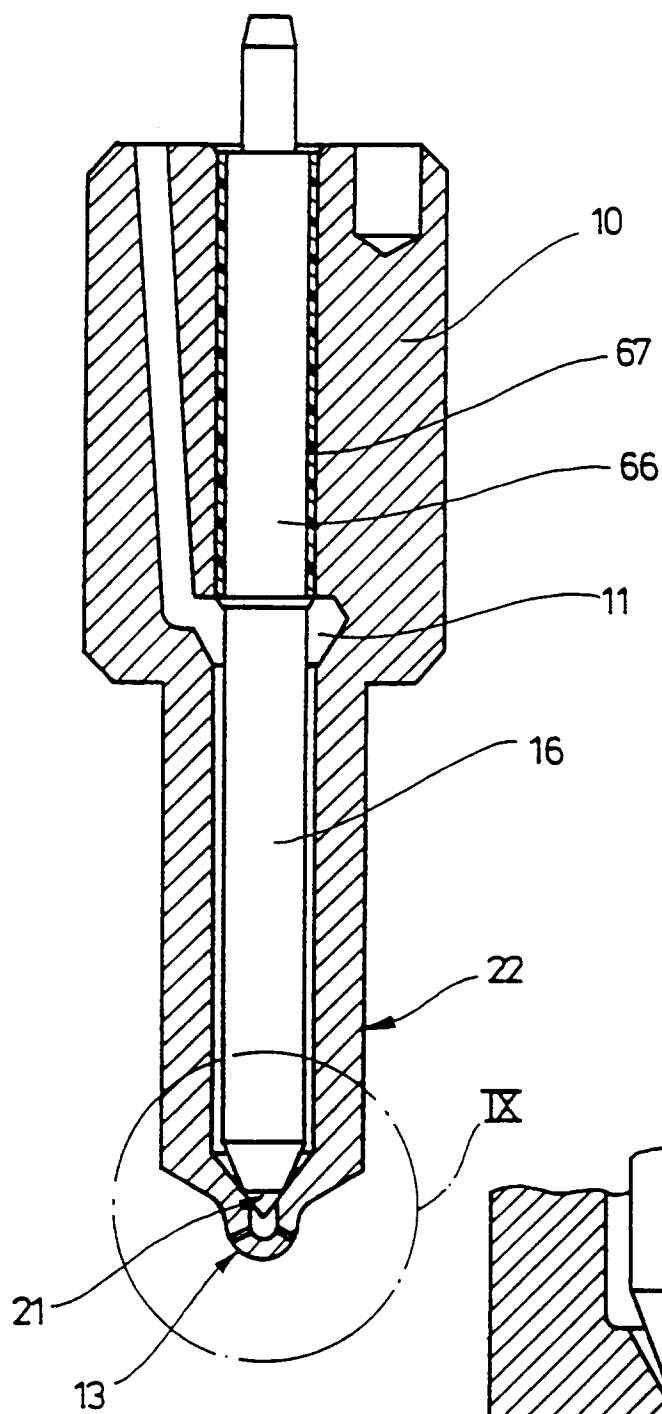


Fig. 8

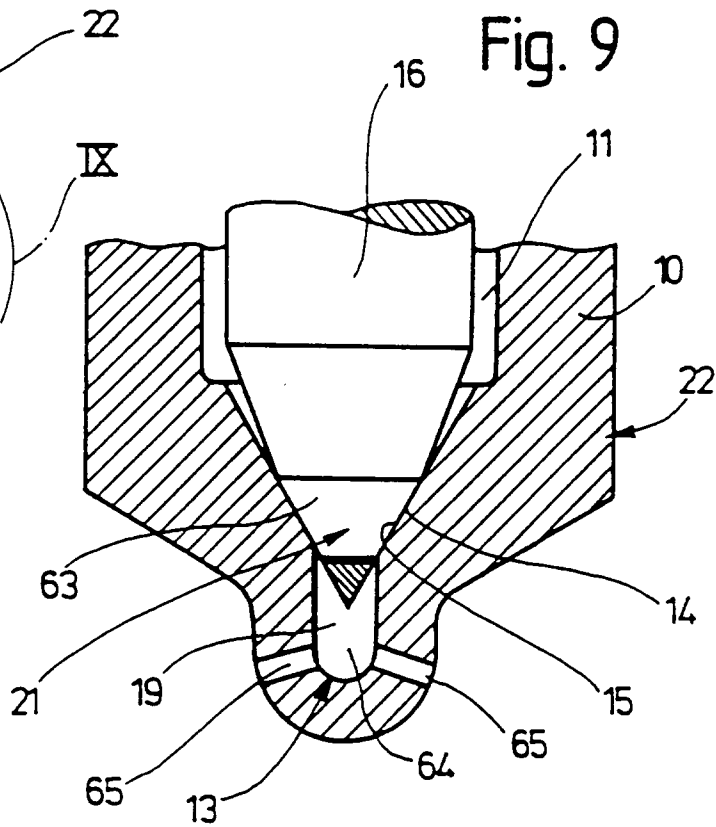


Fig. 9