



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 024 535 A1** 2005.12.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 024 535.5**

(22) Anmeldetag: **18.05.2004**

(43) Offenlegungstag: **15.12.2005**

(51) Int Cl.7: **F02P 13/00**  
**F02M 57/06**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

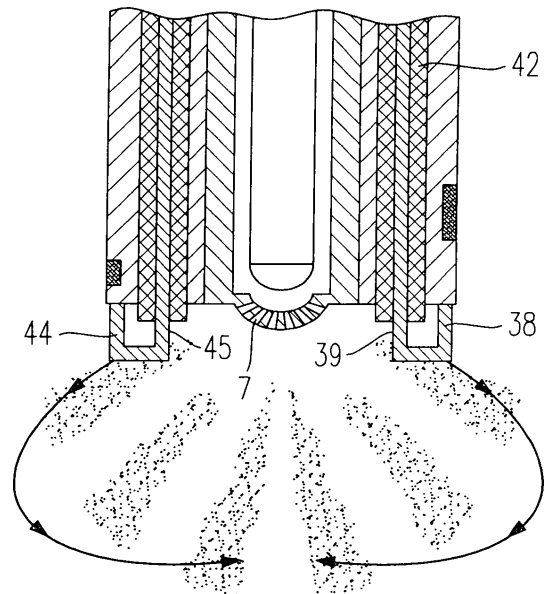
(72) Erfinder:

**Vogel, Manfred, 71254 Ditzingen, DE; Herden,  
Werner, 70839 Gerlingen, DE; Ecker, Rainer, 70806  
Kornwestheim, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoffeinspritzventil (1) mit integrierter Zündvorrichtung (38, 39, 41, 42) weist ein erstes Elektrodenpaar (38, 39) zum Zünden von direkt in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine durch Abspritzöffnungen (7) des Brennstoffeinspritzventils (1) eingespritzten Brennstoff auf. Das Elektrodenpaar (38, 39) besteht aus einer Massenelektrode (38) und einer Mittelelektrode (39), die durch eine Funkenstrecke (41) beabstandet sind. Das Brennstoffeinspritzventil (1) und die Zündvorrichtung (38, 39, 41, 42) sind in einem gemeinsamen Gehäuse (40) angeordnet. Die Zündvorrichtung (38, 39, 41, 42) weist zumindest eine weitere Funkenstrecke (46) bzw. ein weiteres Elektrodenpaar (44, 45) auf.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

## Stand der Technik

**[0002]** Beispielsweise ist aus der DE 102 14 167 A1 ein Brennstoffeinspritzventil mit einer integrierten Zündvorrichtung bekannt. Durch eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode wird eine Funkenstrecke abspritzseitig der Abspritzöffnungen gebildet. Die Vorteile einer solchen Brennstoffeinspritzventil-Zündkerzen-Kombination sind beispielsweise der verringerte Platzbedarf und die gesteigerte Flexibilität bei der Brennraumgestaltung und der Anordnung und Dimensionierung der Ein- und Auslaßventile.

**[0003]** Nachteilig bei dem aus der obengenannten Druckschrift bekannten Brennstoffeinspritzventil ist insbesondere, daß durch die nur eine Funkenstrecke das Brennstoff-Luft-Gemisch nur an einer Stelle im Brennraum zündet wird. Die Zeit zur Ausbreitung der Flamme im Brennraum ist dadurch unvorteilhaft erhöht.

## Aufgabenstellung

## Vorteile der Erfindung

**[0004]** Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündvorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß das Brennstoff-Luft-Gemisch wesentlich schneller vollständig gezündet werden kann. Durch die dadurch wesentlich schneller ablaufende Gesamtverbrennung wird der Wirkungsgrad erhöht. Außerdem werden ausgelegte Endbereiche des Sprays vermieden, wodurch eine geringere Spreizung des Lambda-Bereichs des Sprays mit der Konsequenz reduzierter Kohlenwasserstoffemissionen erreicht wird. Im weiteren ist bei dem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündvorrichtung eine höhere Abgasrückführrate und/oder ein magerer Schichtbetrieb mit der Konsequenz reduzierter Stickoxidemissionen möglich.

**[0005]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündvorrichtung möglich.

**[0006]** Vorteilhafterweise sind die Elektrodenpaare so angeordnet, daß die Funkenstrecken gleichmäßig um die Abspritzöffnungen verteilt sind und/oder die

Funkenstrecken auf einem Kreis um die Abspritzöffnungen herum angeordnet sind. Dadurch wird das Brennstoff-Luft-Gemisch gleichmäßig gezündet, und das Brennstoff-Luft-Gemisch kann gleichmäßig und homogen im Brennraum abbrennen. Die Zeit zur vollständigen Zündung des gesamten Brennstoff-Luft-Gemisches im Brennraum wird minimiert.

**[0007]** Von Vorteil ist es außerdem, das Gehäuse aus einem elektrisch leitenden Material, insbesondere Metall, zu fertigen. Das Gehäuse kann dadurch als elektrischer Pol bzw. als Massenelektrode für die Elektrodenpaare verwendet werden.

**[0008]** Durch eine Länge der Funkenstrecke von nur 50 bis 300 Mikrometern kann die Zündspannung klein gewählt werden. Außerdem kann die Dicke der Isolierkörper kleiner gewählt werden.

**[0009]** Vorteilhaft ist es zudem, in das gemeinsame Gehäuse einen Drucksensor und/oder einen Temperatursensor zu integrieren. Zustände im Brennraum können so ohne großen Aufwand verfolgt werden. Außerdem sind keine zusätzlichen Öffnungen in den Brennraum erforderlich, die für externe Sensoren nötig wären.

## Ausführungsbeispiel

## Zeichnung

**[0010]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

**[0011]** [Fig. 1](#) einen schematischen Schnitt durch ein Beispiel eines Brennstoffeinspritzventils ohne integrierte Zündvorrichtung,

**[0012]** [Fig. 2](#) einen schematischen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündvorrichtung im abspritzseitigen Bereich und

**[0013]** [Fig. 3](#) eine Draufsicht auf das abspritzseitige Ende des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündvorrichtung.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0014]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beispielhaft beschrieben. Übereinstimmende Bauteile sind dabei mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

**[0015]** Bevor anhand der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel näher beschrieben wird, soll zum besseren Verständnis der Erfindung zunächst anhand von [Fig. 1](#) ein

Brennstoffeinspritzventil ohne integrierte Zündvorrichtung bezüglich seiner wesentlichen Bauteile kurz erläutert werden. In der [Fig. 2](#) eingezeichnete Pfeile geben den Verlauf der Flammenfront des gezündeten Brennstoff-Luft-Gemisches im Brennraum wieder.

**[0016]** Ein in [Fig. 1](#) dargestelltes Beispiel eines Brennstoffeinspritzventils **1** ohne integrierte Zündvorrichtung ist in der Form eines Brennstoffeinspritzventils **1** für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen ausgeführt. Das Brennstoffeinspritzventil **1** eignet sich insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine.

**[0017]** Das Brennstoffeinspritzventil **1** ohne integrierte Zündvorrichtung besteht aus einem Düsenkörper **2**, in welchem eine Ventilnadel **3** angeordnet ist. Die Ventilnadel **3** weist abspritzseitig einen Ventilschließkörper **4** auf, der mit einer auf einem Ventilsitzkörper **5** angeordneten Ventilsitzfläche **6** zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Bei dem Brennstoffeinspritzventil **1** handelt es sich im Ausführungsbeispiel um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil **1**, welches über eine Abspritzöffnung **7** verfügt. Der Düsenkörper **2** ist durch eine Dichtung **8** gegen einen Außenpol **9** einer Magnetspule **10** abgedichtet. Die Magnetspule **10** ist in einem Spulengehäuse **11** gekapselt und auf einen Spulenträger **12** gewickelt, welcher an einem Innenpol **13** der Magnetspule **10** anliegt. Der Innenpol **13** und der Außenpol **9** sind durch einen Abstand **26** voneinander getrennt und miteinander durch ein nicht ferromagnetisches Verbindungsbauteil **29** verbunden. Die Magnetspule **10** wird über eine elektrische Leitung **19** von einem über einen elektrischen Steckkontakt **17** zuführbaren elektrischen Strom erregt. Der Steckkontakt **17** ist von einer Kunststoffummantelung **18** umgeben, die am Innenpol **13** angespritzt sein kann.

**[0018]** Die Ventilnadel **3** ist in einer Ventilnadelführung **14** geführt, welche scheibenförmig ausgeführt ist. Zur Hubeinstellung dient eine zugepaarte Einstellscheibe **15**. An der anderen Seite der Einstellscheibe **15** befindet sich der Anker **20**. Dieser steht über einen ersten Flansch **21** mit der Ventilnadel **3** in Verbindung, welche durch eine Schweißnaht **22** mit dem ersten Flansch **21** verbunden ist. Auf dem ersten Flansch **21** stützt sich eine spiralförmige Rückstellfeder **23** ab, welche in der vorliegenden Bauform des Brennstoffeinspritzventils **1** durch eine Hülse **24** auf Vorspannung gebracht wird.

**[0019]** In der Ventilnadelführung **14**, im Anker **20** und an einem Führungselement **36** verlaufen Brennstoffkanäle **30**, **31** und **32**. Der Brennstoff wird über eine zentrale Brennstoffzufuhr **16** zugeführt und durch ein Filterelement **25** gefiltert. Das Brennstoffeinspritzventil **1**

inspritzventil **1** ist durch einen Gummiring **28** gegen eine nicht weiter dargestellte Brennstoffverteilerleitung und durch eine Dichtung **37** gegen einen nicht weiter dargestellten Zylinderkopf abgedichtet.

**[0020]** An der abspritzseitigen Seite des Ankers **20** ist ein ringförmiges Dämpfungselement **33**, welches aus einem Elastomerwerkstoff besteht, angeordnet. Es liegt auf einem zweiten Flansch **34** auf, welcher über eine Schweißnaht **35** stoffschlüssig mit der Ventilnadel **3** verbunden ist.

**[0021]** Im Ruhezustand des Brennstoffeinspritzventils **1** wird der Anker **20** von der Rückstellfeder **23** entgegen seiner Hubrichtung so beaufschlagt, daß der Ventilschließkörper **4** an der Ventilsitzfläche **6** in dichtender Anlage gehalten wird. Bei Erregung der Magnetspule **10** baut diese ein Magnetfeld auf, welches den Anker **20** entgegen der Federkraft der Rückstellfeder **23** in Hubrichtung bewegt, wobei der Hub durch einen in der Ruhestellung zwischen dem Innenpol **12** und dem Anker **20** befindlichen Arbeitsspalt **27** vorgegeben ist.

**[0022]** Der Anker **20** nimmt den ersten Flansch **21**, welcher mit der Ventilnadel **3** verschweißt ist, ebenfalls in Hubrichtung mit. Der mit der Ventilnadel **3** in Verbindung stehende Ventilschließkörper **4** hebt von der Ventilsitzfläche **6** ab, und der druckbehaftet zugeführte Brennstoff wird durch die Abspritzöffnung **7** in den nicht dargestellten Brennraum abgespritzt.

**[0023]** Wird der Spulenstrom abgeschaltet, fällt der Anker **20** nach genügendem Abbau des Magnetfeldes durch den Druck der Rückstellfeder **23** vom Innenpol **13** ab, wodurch sich der mit der Ventilnadel **3** in Verbindung stehende erste Flansch **21** entgegen der Hubrichtung bewegt. Die Ventilnadel **3** wird dadurch in die gleiche Richtung bewegt, wodurch der Ventilschließkörper **4** auf der Ventilsitzfläche **6** aufsetzt und das Brennstoffeinspritzventil **1** geschlossen wird.

**[0024]** [Fig. 2](#) zeigt einen schematischen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils **1** mit integrierter Zündvorrichtung im abspritzseitigen Bereich. Das dargestellte Brennstoffeinspritzventil **1** ist als Mehrlochventil ausgeführt und öffnet nach innen. Die integrierte Zündvorrichtung weist zwei Elektrodenpaare auf. Ein erstes Elektrodenpaar besteht aus einer ersten Massenelektrode **38** und einer ersten Mittelelektrode **39**. Ein zweites Elektrodenpaar besteht aus einer zweiten Massenelektrode **44** und einer zweiten Mittelelektrode **45**.

**[0025]** Der zylindrische Düsenkörper **2** des Brennstoffeinspritzventils **1** verläuft im hohlzylindrischen Gehäuse **40** passgenau und schließt seitlich abspritzseitig mit dem abspritzseitigen Ende des Ge-

häuses **40** ab. Im Gehäuse **40** sind ein erster hohlzylindrischer Isolierkörper **42**, in dem die erste Mittelelektrode **39** verläuft, und ein zweiter hohlzylindrischer Isolierkörper **47**, in dem die zweite Mittelelektrode **45** verläuft, angeordnet. Die Isolierkörper **42**, **47** bestehen beispielsweise aus einem keramischen Material. Beispielsweise können der Düsenkörper **2** und das Gehäuse **40** in anderen Ausführungsbeispielen einstückig ausgeführt sein. Die beiden Isolierkörper **42**, **47** ragen etwas über das abspritzseitige Ende des Gehäuses **40** hinaus. Dies dient insbesondere zur Unterbindung von Kriechströmen zwischen den Elektroden.

**[0026]** Aus den beiden Isolierkörpern **42**, **47** treten abspritzseitig die beiden Mittelelektroden **39**, **45** zunächst koaxial zur Mittelachse des jeweiligen Isolierkörpers **42**, **47** aus, um nach kurzer Strecke etwa rechtwinklig dazu zu verlaufen. Die beiden Massenelektroden **38**, **44** sind an gegenüberliegenden Seiten der Abspritzöffnungen **7** durch eine Schweißung im Bereich des äußeren Rands der abspritzseitigen Seite des Gehäuses **40** elektrisch leitend befestigt. Sie verlaufen ausgehend vom Gehäuse **40** zuerst parallel zu dem Verlauf der jeweils zugeordneten Mittelelektroden **39**, **45**, um auf gleicher Höhe wie die Mittelelektroden **39**, **45** rechtwinklig abzuknicken. Die Enden der jeweiligen Mittelelektroden **39**, **45** und die Enden der jeweiligen Massenelektroden **38**, **44** liegen sich gegenüber und sind durch in [Fig. 3](#) näher dargestellte Funkenstrecken **41**, **46** beabstandet.

**[0027]** Durch die Pfeile angedeutet, entzündet sich der als Spray **43** aus den mehreren Abspritzöffnungen **7** austretende Brennstoff an den beiden Funkenstrecken **41**, **46**. Der Rand des Sprays **43** bzw. die Funkenstrecken **41**, **46** sind dabei so angeordnet, daß das Spray **43** möglichst dicht an den Funkenstrecken **41**, **46** vorbei strömt ohne diese dabei direkt zu treffen oder mit Brennstoff zu benetzen. Durch das in nur kurzem Abstand vorbei strömende Spray **43** wird außerdem eine sog. "Entrainment-Strömung" erzeugt, die den Zündfunken aus der jeweiligen Funkenstrecke **41**, **46** auslenkt und dadurch das Brennstoff-Luft-Gemisch zuverlässig zündet. Da sich die Funkenstrecken **41**, **46** an gegenüberliegenden Seiten der Abspritzöffnungen **7** befinden, breiten sich zwei Flammenfronten im nicht dargestellten Brennraum aus, die zuerst voneinander weg gerichtet sind, dann zu einem nicht dargestellten Kolbenboden verlaufen und schließlich dort aufeinander zu laufen.

**[0028]** Die Zeit zur vollständigen Zündung des Brennstoff-Luft-Gemisches im nicht dargestellten Brennraum wird dadurch nahezu halbiert. Die beiden Funkenstrecken **41**, **46** werden dabei gleichzeitig gezündet, wobei eine zeitlich versetzte Zündung denkbar ist, um beispielsweise unterschiedliche Laufzeiten der beiden Flammenfronten bei nicht symmetrischen Brennraumgeometrien zu berücksichtigen.

Ebenso kann dies notwendig werden, wenn das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil **1** nicht zentral in einem nicht dargestellten Brennraumdach angeordnet ist.

**[0029]** Radial im Bereich des abspritzseitigen Endes des Gehäuses **40** sind ein Temperatursensor **49** und ein Drucksensor **48** in das Gehäuse **40** eingebracht.

**[0030]** [Fig. 3](#) zeigt eine Draufsicht auf das abspritzseitige Ende des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils **1** mit integrierter Zündvorrichtung. Deutlich sichtbar sind die Funkenstrecken **41**, **46** an gegenüberliegenden Seiten der Abspritzöffnungen **7** angeordnet. In anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen können auch mehr als zwei Funkenstrecken **41**, **46** um die Abspritzöffnungen **7** angeordnet sein, wobei diese dann beispielsweise gleichmäßig und kreisförmig um die Abspritzöffnungen **7** angeordnet sind. Das Ende der ersten Mittelelektrode **39** und das Ende der ersten Massenelektrode **38** sind aufeinander zu gerichtet. Das Ende der zweiten Mittelelektrode **45** und das Ende der zweiten Massenelektrode **44** sind ebenso aufeinander zu gerichtet. Die Flächen der Enden der jeweiligen aufeinander zu gerichteten Elektroden **38**, **39**, **44**, **45** verlaufen zueinander parallel.

**[0031]** Die Abstände der Enden der jeweiligen Elektrodenpaare betragen vorteilhafterweise nur 50 bis 300 Mikrometer. Die Höhe der Zündspannung kann dadurch abgesenkt und die Dicke der Isolierkörper **42**, **47** verringert werden, ohne die Zuverlässigkeit des Brennstoffeinspritzventils **1** mit integrierter Zündvorrichtung zu beeinträchtigen, da das vorbei strömende Spray **43** die sog. "Entrainment-Strömung" erzeugt, die den nur kurzen Zündfunken auslenkt und in das Spray hineinzieht.

**[0032]** Die Zündung der beiden Funkenstrecken **41**, **46** kann entweder über eine nicht dargestellte einzelne Zündspule durch Hintereinanderschalten, wobei dann eine der beiden Massenelektroden **38**, **44** isoliert montiert oder durchgeführt werden muß, oder durch eine Doppelfunkenspule erfolgen.

**[0033]** Die Zündung von mehr als zwei Funkenstrecken **41**, **46** ( $n = \text{Anzahl der Funkenstrecken}$ ) kann entweder über eine einzelne Zündspule durch Hintereinanderschaltung, wobei dann die Massenelektroden von  $n - 1$  Funkenstrecken isoliert montiert oder durchgeführt werden, oder durch Anwendung einer oder mehrerer Doppelfunkenspulen oder einer Kombination von Doppelfunkenspulen und Einzelzündspulen erfolgen.

**[0034]** Das beschriebene Brennstoffeinspritzventil **1** mit integrierter Zündvorrichtung läßt sich als Baueinheit mit einer oder mehreren in Achsrichtung dahinter

angeordneten Zündspulen oder einer dahinter angeordneten Zündspule zusätzlich kombinieren.

**[0035]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt und kann z.B. auch für nach außen öffnende oder drallerzeugende Brennstoffeinspritzventile **1** mit integrierter Zündvorrichtung verwendet werden.

**[0036]** Die Merkmale der Beschreibung und der Zeichnung können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden.

### Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (**1**) mit integrierter Zündvorrichtung mit einem ersten Elektrodenpaar (**38, 39**) zum Zünden von direkt in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine durch Abspritzöffnungen (**7**) des Brennstoffeinspritzventils (**1**) eingespritzten Brennstoff, wobei das Elektrodenpaar (**38, 39**) aus einer Massenelektrode (**38**) und einer Mittelelektrode (**39**) besteht, die durch eine Funkenstrecke (**41**) abstandet sind, und wobei das Brennstoffeinspritzventil (**1**) und die Zündvorrichtung (**38, 39, 41, 42**) in einem gemeinsamen Gehäuse (**40**) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zündvorrichtung (**38, 39, 41, 42**) zumindest eine weitere Funkenstrecke (**46**) und/oder ein weiteres Elektrodenpaar (**44, 45**) aufweist.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenpaare (**38, 39, 44, 45**) so angeordnet sind, daß die Funkenstrecken (**41, 46**) gleichmäßig um die Abspritzöffnungen (**7**) herum verteilt sind.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkenstrecken (**41, 46**) auf einem Kreis um die Abspritzöffnungen (**7**) herum angeordnet sind.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abspritzöffnungen (**7**) zentral innerhalb des Kreises angeordnet sind.

5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (**40**) aus einem elektrisch leitenden Material, insbesondere Metall, besteht.

6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Massenelektroden (**38, 44**) der Elektrodenpaare (**38, 39, 44, 45**) mit dem Gehäuse (**40**) in gutem elektrisch leitendem Kontakt stehen.

7. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Massenelektroden (**38, 44**) mit dem Gehäuse (**40**) durch Stoffschluß

gefügt sind, insbesondere durch Schweißen oder Laserschweißen.

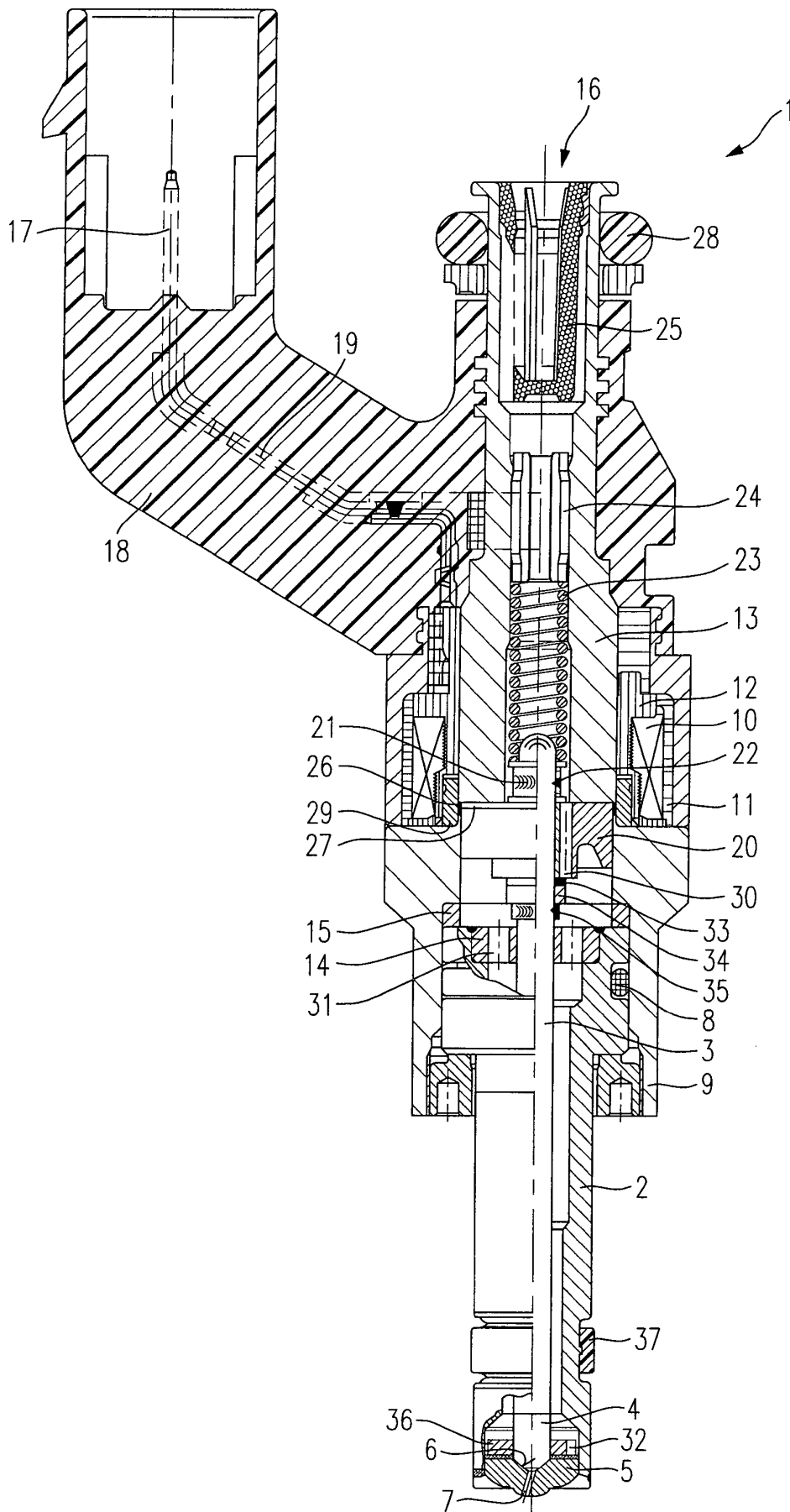
8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkenstrecken (**41, 46**) zwischen 50 Mikrometer und 300 Mikrometer lang sind.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (**38, 39, 44, 45**) zumindest teilweise aus Platin bestehen.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drucksensor (**48**) und/oder ein Temperatursensor (**49**) zur Druckmessung und/oder Temperaturmessung im Brennraum in das Gehäuse (**40**) integriert ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



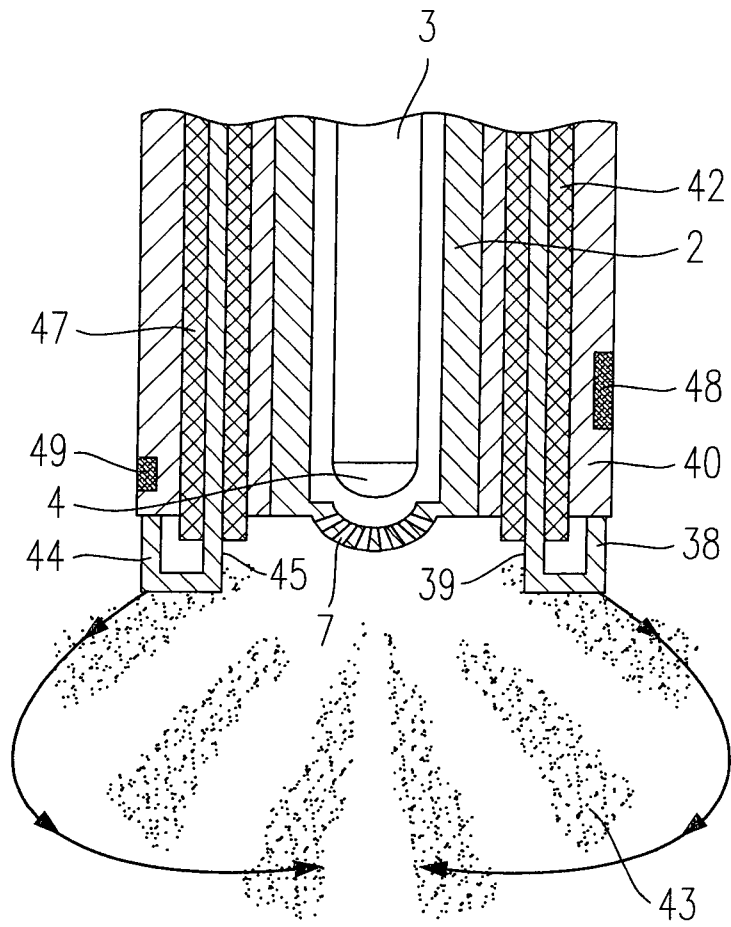


Fig. 2

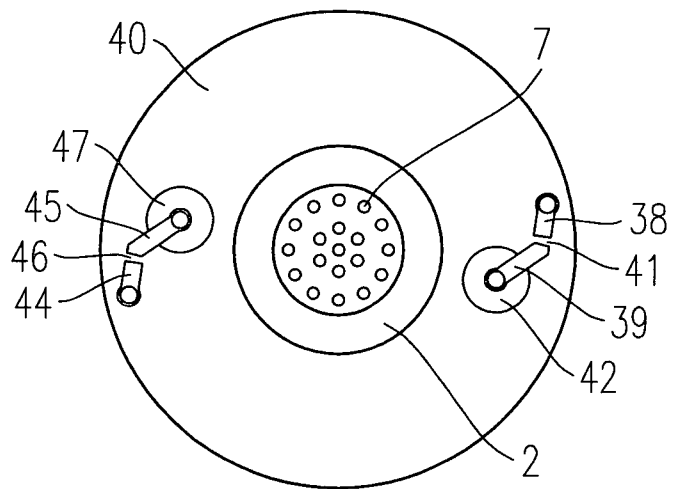


Fig. 3