



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 25 289 A1** 2005.03.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 25 289.4**

(22) Anmeldetag: **04.06.2003**

(43) Offenlegungstag: **17.03.2005**

(51) Int Cl.7: **F02M 61/18**

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Holzgrefe, Volker, 71254 Ditzingen, DE; Arndt, Stefan, 70569 Stuttgart, DE

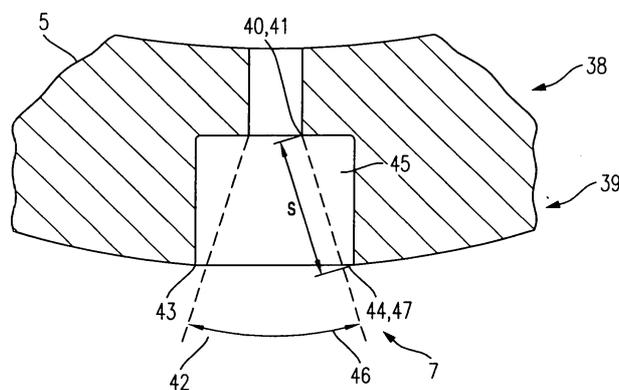
(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Brennstoffeinspritzventil**

(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Ventilschließkörper (4), der mit einer Ventilsitzfläche (6), die an einem Ventilsitzkörper (5) ausgebildet ist, zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, weist zumindest eine stromabwärts des Dichtsitzes vorgesehene Abspritzöffnung (7) auf. Die Abspritzöffnung (7) weist einen Führungsbereich (38) und einen an ihrem abspritzseitigen Ende angeordneten Austrittsbereich (39) auf. Der Austrittsbereich (39) weitet sich ab einem Übergang (40) vom Führungsbereich (38) in den Austrittsbereich (39) stufenförmig mit zumindest einer ersten Stufe (41) und/oder zumindest teilweise kontinuierlich auf. Ein aus dem Führungsbereich (38) am Übergang (40) sich mit einem Strahlwinkel (46) im wesentlichen gleichförmig aufweitender, austretender Brennstoffstrahl (42) passiert ein abströmseitiges Ende (43) des Austrittsbereichs (39) mit einem Spaltmaß (47) eines Spaltes (44) nach einer Strecke (s), wobei das Spaltmaß (47) größer als Null ist und im Austrittsbereich (39) zwischen Brennstoffstrahl (42) und den Innenwandungen des Austrittsbereichs (39) ein erstes Volumen (45) verbleibt.



Beschreibung

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

Stand der Technik

[0002] Beispielsweise ist aus der DE 199 37 961 A1 ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, welches eine gestufte Abspritzöffnung aufweist. Die Abspritzöffnung ist dabei in ein Durchgangsloch und einen abspritzseitigen bzw. abströmseitigen Austrittsbereich aufgeteilt, wobei sich der Austrittsbereich in Form, Kontur und Größe vom Durchgangsloch unterscheidet.

[0003] Nachteilig bei dem aus der obengenannten Druckschrift bekannten Brennstoffeinspritzventil ist insbesondere, daß bei einem entsprechend aufgeweiteten, aus dem Durchgangsloch austretender Brennstoffstrahl Teile des Austrittsbereichs vom Brennstoffstrahl direkt mit Brennstoff beaufschlagt werden können. Außerdem verbleibt bei einem in Kontur und Größe dem Brennstoffstrahl gleichenden Austrittsbereich kein anderes Volumen im Austrittsbereich. Durch beide Nachteile verbleibt nach dem Abspritzvorgang Brennstoff im Bereich der Abspritzöffnung, da sich kaum Gaswirbel ausbilden können, welche nach Abschluß des Abspritzvorgangs Brennstoff aus dem Bereich der Abspritzöffnung räumen. Nach kurzer Betriebsdauer bilden sich so Verbrennungsablagerungen, welche den weiteren Betrieb des Brennstoffeinspritzventils nachteilig beeinträchtigen. Außerdem erhöhen die nach dem Abspritzvorgang im Bereich der Abspritzöffnung verbleibender Brennstoffreste die Abgaswerte und den Kraftstoffverbrauch.

[0004] Weiterhin kann das Längen/Breiten-Verhältnis und der Brennstoffdruck nur unzureichend den verschiedenen Anforderungen verschiedener Brennkraftmaschinen angepaßt werden.

Aufgabenstellung

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß Brennstoffablagerungen im Bereich der Abspritzöffnung wirksam verhindert werden.

[0006] Weiterhin kann das Längen/Breiten-Verhältnis der Abspritzöffnung und der Brennstoffdruck unter Beibehaltung des Spaltmaßes frei verändert und gewählt werden. Die Anpassung des Einspritzverhaltens des Brennstoffeinspritzventils an verschiedene Brennkraftmaschinen kann so in besonders einfa-

cher Weise erfolgen. Die Zerstäubung, die Abgaswerte und der Brennstoffverbrauch werden verbessert.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0008] Vorteilhafterweise ist das verbleibende erste Volumen nach der im Anspruch 2 angegebenen Gleichung bemessen und das Spaltmaß nicht größer als 0,3 mm und nicht kleiner als 0,1 mm, da in dieser Weise auch für unterschiedliche Geometrien der Abspritzöffnung bzw. des Austrittsbereiches ein optimal angemessenes erstes Volumen erzielt wird. Eine optimale Wirbelausbildung im ersten Volumen wird sichergestellt und ein Ansaugeffekt zwischen den Innenwandungen des Austrittsbereichs und des Brennstoffstrahls werden sicher verhindert.

[0009] Von Vorteil ist außerdem, daß der Führungsbereich und der Austrittsbereich koaxial zueinander angeordnet sind. Dadurch wird eine besonders gleichmäßige Wirbelausbildung im ersten Volumen unterstützt.

[0010] Durch einen sich in Abspritzrichtung kegelförmig aufweitenden Übergang vom Führungsbereich in den Austrittsbereich, kann der Brennstoffstrahl in vorteilhafter Weise geführt werden. Die Geometrie des Brennstoffstrahls kann dadurch der Geometrie des Austrittsbereiches angepaßt werden.

[0011] Durch eine zylinderförmige Ausformung des Austrittsbereichs läßt sich der Austrittsbereich besonders einfach herstellen.

[0012] Ragt der Führungsbereich in den Austrittsbereich hinein und/oder weitet sich der Austrittsbereich zuerst kontinuierlich entgegen der Abspritzrichtung auf, so kann die Wirbelbildung ebenfalls unterstützt werden.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0013] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0014] Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Beispiel eines Brennstoffeinspritzventils gemäß dem Stand der Technik,

[0015] Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich der Absprit-

öffnung und

[0016] Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich der Abspritzöffnung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0017] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beispielhaft beschrieben. Übereinstimmende Bauteile sind dabei in den Figuren mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Bevor jedoch anhand der Fig. 2 und 3 bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert werden, wird anhand von Fig. 1 ein Brennstoffeinspritzventil 1 in seinen wesentlichen Bestandteilen zum besseren Verständnis der Erfindung kurz erläutert.

[0018] Ein in Fig. 1 dargestelltes erstes Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils 1 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.

[0019] Das Brennstoffeinspritzventil 1 besteht aus einem Düsenkörper 2, in welchem eine Ventilmadel 3 angeordnet ist. Die Ventilmadel 3 steht mit einem Ventilschließkörper 4 in Wirkverbindung, 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 beispielsweise durch eine einfache Bohrung hergestellte 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 eine Verengung 26 voneinander getrennt und miteinander durch ein nicht ferromagnetisches Verbindungsbauteil 29 verbunden. Die Magnetspule 10 wird über eine 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.

[0020] Die Ventilmadel 3 ist in einer Ventilmadelführung 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 kraftschlüssig mit der

Ventilmadel 3 in Verbindung, welche durch eine Schweißnaht 22 mit dem ersten Flansch 21 verbunden ist. Auf dem ersten Flansch 21 stützt sich eine Rückstellfeder 23 ab, welche in der vorliegenden Bauform des Brennstoffeinspritzventils 1 durch eine Hülse 24 auf Vorspannung gebracht wird.

[0021] In der Ventilmadelführung 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 ist durch eine Dichtung 28 gegen eine nicht weiter dargestellte Brennstoffverteilerleitung und durch eine weitere Dichtung 37 gegen einen nicht weiter dargestellten Zylinderkopf abgedichtet.

[0022] 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 Ventilmadel 3 verbunden ist.

[0023] 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. Der Anker 20 nimmt den ersten Flansch 21, welcher mit der Ventilmadel 3 verschweißt ist, ebenfalls in Hubrichtung mit. Der mit der Ventilmadel 3 in Verbindung stehende Ventilschließkörper 4 hebt von der Ventilsitzfläche 6 ab, und der Brennstoff wird durch die Abspritzöffnung 7 abgespritzt.

[0024] 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 Ventilmadel 3 in Verbindung stehende erste Flansch 21 entgegen der Hubrichtung bewegt. Die Ventilmadel 3 wird dadurch in die gleiche Richtung bewegt, wodurch der Ventilschließkörper 4 auf der Ventilsitzfläche 6 aufsetzt und das Brennstoffeinspritzventil 1 geschlossen wird.

[0025] Fig. 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 im Bereich der Abspritzöffnung 7. Die Abspritzöffnung 7 besteht aus einem zuströmseitig angeordneten Führungsbereich 38 und einem nach einem Übergang 40 bzw. einer ersten Stufe 41 dazu abspritzseitig angeordneten Austrittsbereich 39. Die rechtwinklige Stufe 41 weitet

den Führungsbereich **38** nach dem Übergang **40** in einen zylinderförmig verlaufenden Austrittsbereich **39** auf. In diesem Ausführungsbeispiel sind der Führungsbereich **38** und der Austrittsbereich **39** koaxial zueinander angeordnet.

[0026] Im Ausführungsbeispiel ist ein aus dem Führungsbereich **38** in den Austrittsbereich **39** bzw. in den nicht dargestellten Brennraum austretender Brennstoffstrahl **42** durch Strichlinien dargestellt. Der Brennstoffstrahl **42** weitet sich beim Austritt aus dem Führungsbereich **38** ab dem Übergang **40** mit einem Strahlwinkel **46** kegelförmig auf. Im Ausführungsbeispiel tritt der Brennstoffstrahl **42** koaxial aus dem Führungsbereich **38** aus, wobei die äußeren Grenzen des Brennstoffstrahls **42** aus dem Austrittsbereich **39** an einem abströmseitigen Ende **43** des Austrittsbereichs **39** unter Einhaltung eines Spaltmaßes **44** mit einem Spaltmaß **47** austreten. Das Spaltmaß **47** ist dabei größer als 0. Der Spalt **44** mit dem Spaltmaß **47** tritt dabei an der kürzesten Entfernung zwischen Brennstoffstrahl **42** und dem abspritzseitigen Ende **43** auf. Die äußere Grenze des Brennstoffstrahls **42** legt dabei zwischen dem Übergang **40** und dem Spalt **44** eine Strecke s zurück.

[0027] Zwischen dem Spalt **44**, den äußeren Grenzen des Brennstoffstrahls **42** und den Innenwandungen des Austrittsbereichs **39** bleibt beim Einspritzvorgang im Austrittsbereich **39** ein erstes Volumen **45** unbeaufschlagt vom Brennstoffstrahl **42**. Während des Einspritzvorgangs wird der Druck im ersten Volumen **45** abgesenkt und somit die Verdampfung des Brennstoffes gefördert. Es bilden sich im Volumen **45** Gaswirbel aus, welche insbesondere nach Beendigung des Einspritzvorgangs dazu beitragen, Brennstoffreste aus der Abspritzöffnung **7** zu entfernen.

[0028] Eine im Längsschnitt des ersten Volumens **45** auftretende Längsquerschnittsfläche Ag weist Schwerpunkte **48** auf, deren Abstand einen ersten Durchmesser D darstellen. Der plane Längsschnitt erfolgt dabei an einer nicht dargestellten Mittelachse des Austrittsbereichs **39**. Ein zweiter Durchmesser d tritt ebenfalls in einem solchen Längsschnitt zwischen zwei Punkten, welche an den äußeren Grenzen des Brennstoffstrahls **42** auf der halben Strecke s liegen, auf.

[0029] Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt das Spaltmaß zwischen $0,1$ mm und $0,3$ mm, vorzugsweise $0,2$ mm.

[0030] Um die Wirbelausbildung im ersten Volumen optimal zu gestalten, beträgt im gezeigten Ausführungsbeispiel eine das erste Volumen charakterisierende Kennzahl B mindestens $0,5$ maximal jedoch $2,5$, vorzugsweise $1,5$.

[0031] Die Kennzahl B berechnet sich nach einer

folgenden Formel:

$$B = \frac{|D \cdot \pi \cdot Ag|}{|d \cdot \pi \cdot s|}$$

wobei alle dimensionsbehafteten Größen in mm bzw. mm^2 angegeben sind.

[0032] Fig. 3 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils **1** im Bereich der Abspritzöffnung **7**, das wirkungsgleich dem ersten Ausführungsbeispiel aus Fig. 2 ist, jedoch in zweiteiliger Ausführung ausgebildet ist.

[0033] Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel aus Fig. 2 ragt der Führungsbereich **38** in den Austrittsbereich **39**, wobei sich der Übergang **40** in Abspritzrichtung kegelförmig aufweitet. Überdies verläuft der Austrittsbereich **39** ab dem abspritzseitigen Ende des Übergangs **40** zuerst entgegen der Abspritzrichtung, um dann in einen zylinderförmigen Bereich überzugehen, welcher sich bis zum abspritzseitigen Ende **43** des Austrittsbereichs **39** fortsetzt.

[0034] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt und z. B. auch für nach außen öffnende Brennstoffeinspritzventile oder Mehrlochventile geeignet.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Ventilschließkörper (4), der mit einer Ventilsitzfläche (6), die an einem Ventilsitzkörper (5) ausgebildet ist, zu einem Dichtsitz zusammenwirkt und zumindest einer stromabwärts des Dichtsitzes vorgesehenen Abspritzöffnung (7), welche einen Führungsbereich (38) und einen an ihrem abspritzseitigen Ende angeordneten Austrittsbereich (39) aufweist, wobei der Austrittsbereich (39) sich ab einem Übergang (40) vom Führungsbereich (38) in den Austrittsbereich (39) stufenförmig mit zumindest einer ersten Stufe (41) und/oder zumindest teilweise kontinuierlich aufweitet, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein aus dem Führungsbereich (38) am Übergang (40) sich mit einem Strahlwinkel (46) im wesentlichen gleichförmig aufweitender, austretender Brennstoffstrahl (42) ein abströmseitiges Ende (43) des Austrittsbereichs (39) mit einem Spaltmaß (47) eines Spaltmaßes (44) nach einer Strecke s passiert, wobei das Spaltmaß (47) größer als Null ist und im Austrittsbereich (39) zwischen Brennstoffstrahl (42) und den Innenwandungen des Austrittsbereichs (39) ein erstes Volumen (45) verbleibt.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,
daß das erste Volumen (45) eine Längsquerschnittsfläche (Ag) aufweist und eine das erste Volumen (45) charakterisierende Kennzahl (B) nach folgender Gleichung berechnet ist:

$$B = \frac{|D \cdot \pi \cdot Ag|}{|d \cdot \pi \cdot s|}$$

wobei

D ein erster Durchmesser D zwischen den Schwerpunkten (48) der Längsquerschnittsfläche Ag ist,
d ein zweiter Durchmesser d des Brennstoffstrahls (42) an der halben Strecke s ist und
die Kennzahl B nicht kleiner als 0,5 und nicht größer als 2,5 ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Spaltmaß (47) nicht größer als 0,3 mm und nicht kleiner als 0,1 mm ist.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsbereich (38) und der Austrittsbereich (39) koaxial zueinander angeordnet sind.

5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Übergang (40) in Abspritzrichtung kegelförmig aufweitet.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Austrittsbereich (39) zylinderförmig ist.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsbereich (38) in den Austrittsbereich (39) hinein ragt.

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich am abspritzseitigen Ende des Übergangs (40) der Austrittsbereich (39) zuerst kontinuierlich entgegen der Abspritzrichtung aufweitet.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Austrittsbereich (39) im Bereich des abströmseitigen Endes (43) zylinderförmig ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

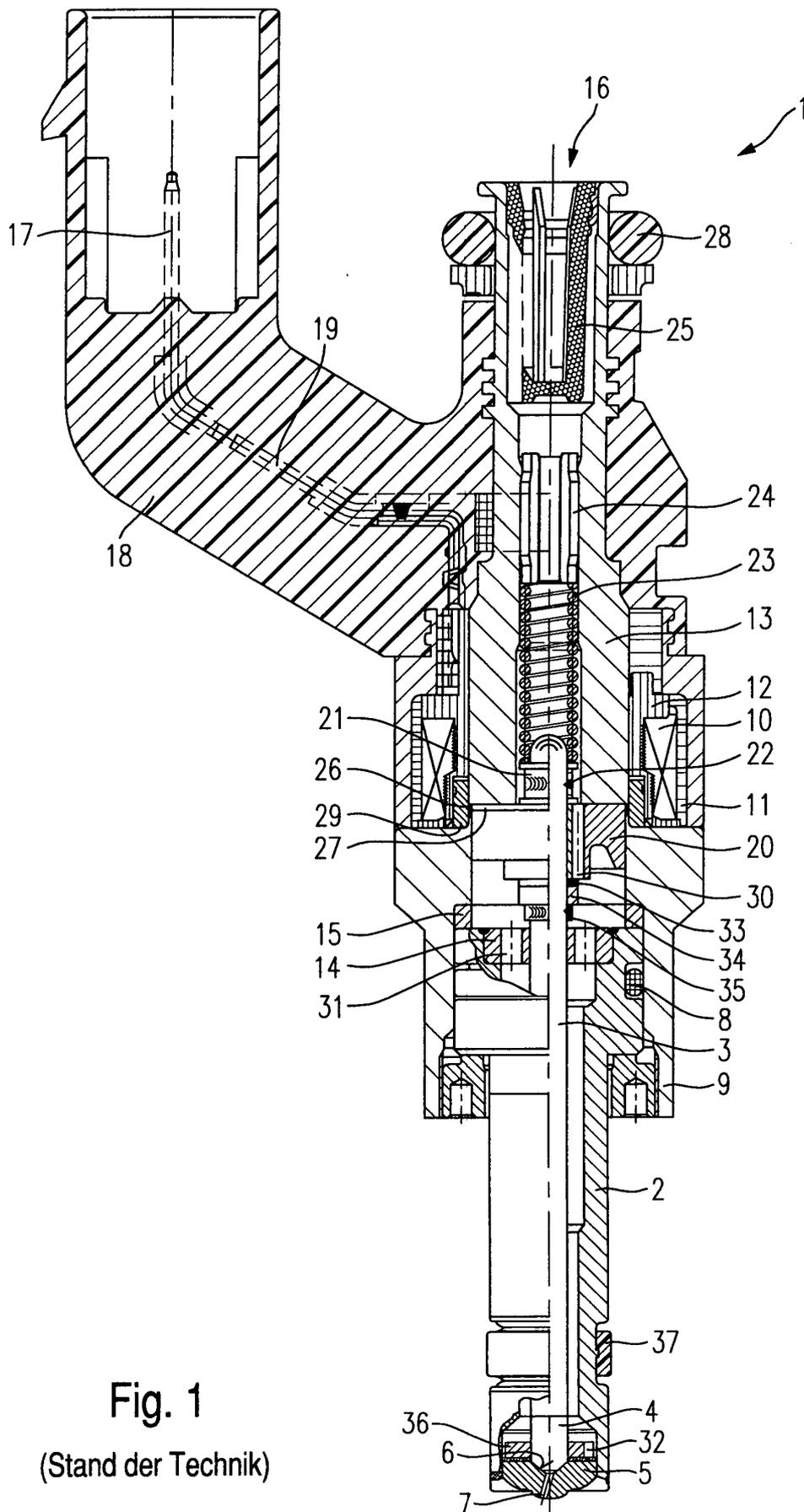


Fig. 1
(Stand der Technik)

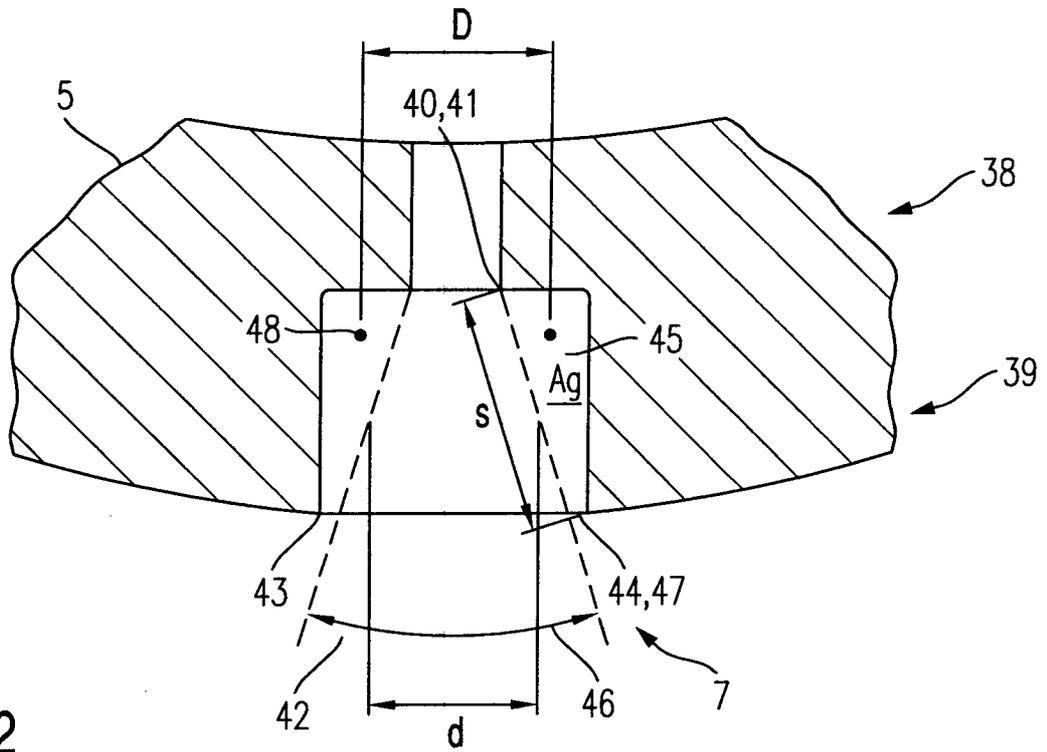


Fig. 2

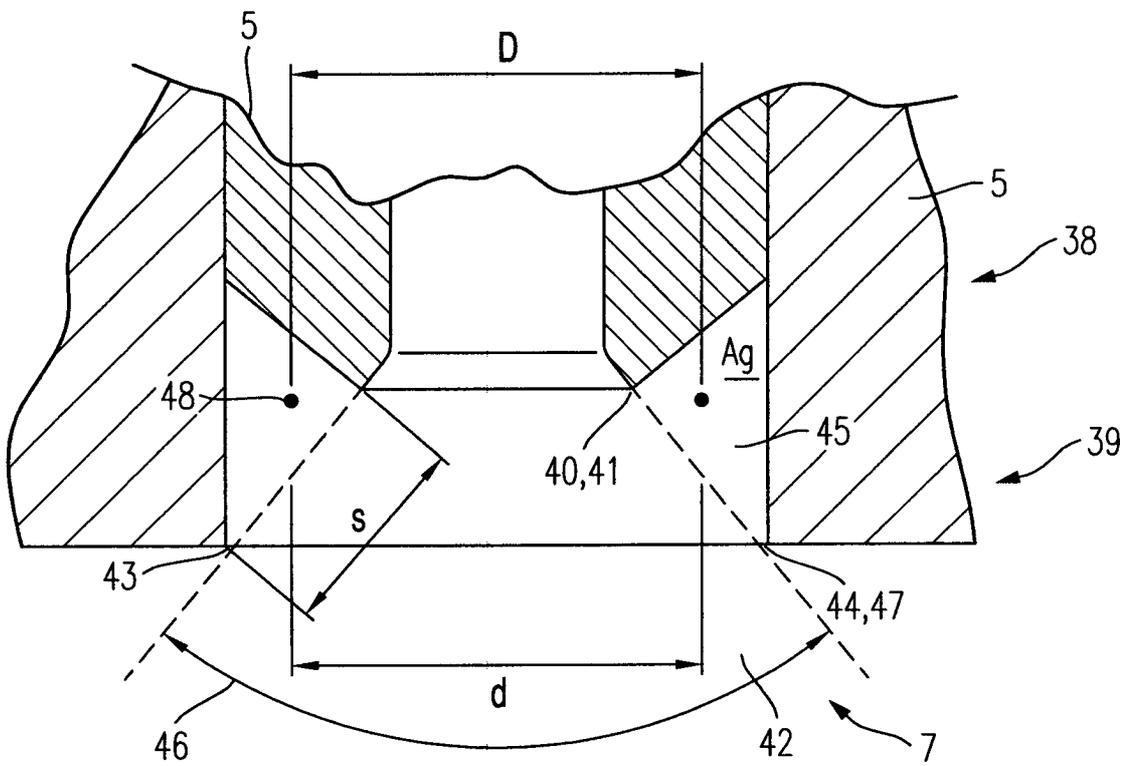


Fig. 3