



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2003 Patentblatt 2003/21

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

(21) Anmeldenummer: **02024775.5**

(22) Anmeldetag: **07.11.2002**

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

- **Pickel, Josef**
91332 Heiligenstadt (DE)
- **Zeck, Fridolin**
96110 Schesslitz-Deimmelsdorf (DE)
- **Schubert, Juergen**
96049 Bamberg (DE)
- **Weis, Friedrich**
96052 Bamberg (DE)
- **Klinger, Mattias**
28080 Madrid (ES)

(30) Priorität: **15.11.2001 DE 10156020**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Suchomel, Gerhard**
96158 Frensdorf (DE)

(54) **Brennstoffeinspritzventil**

(57) Ein Brennstoffeinspritzventil (1) für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen umfaßt einen Ventilschließkörper (4), der zusammen mit einer an einem Ventilsitzkörper (5) ausgebildeten Ventilsitzfläche (6) einen Dichtsitz bildet, und zumindest eine Abspritzöffnung (7), die in dem Ventilsitzkörper (5) in Strömungsrichtung nach dem Dichtsitz ausgebildet ist. Die Abspritzöffnung (7) ist in Strömungsrichtung verjüngt geformt, wobei ein Einlaufbereich (39) der Abspritzöffnung (7) abgerundet ist und einen größeren Öffnungswinkel aufweist als ein Auslaufbereich (42).

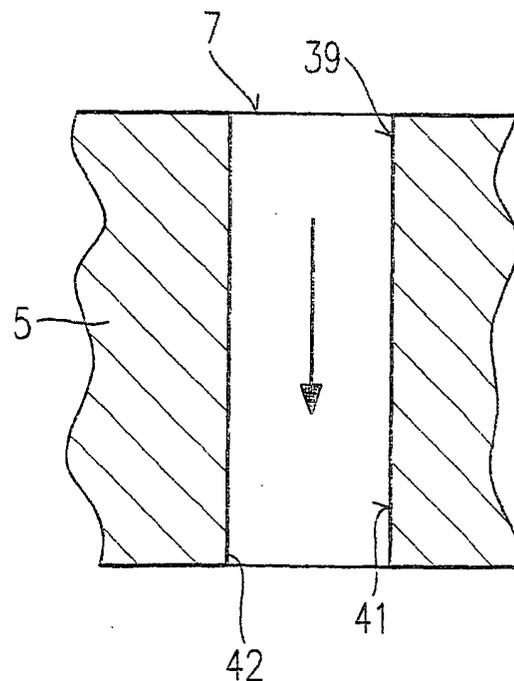


Fig. 3A

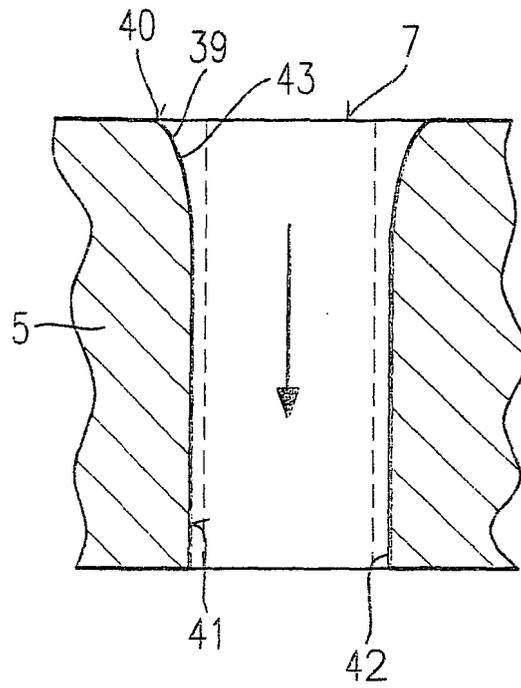


Fig. 3B

Beschreibung

Stand der Technik

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

[0002] Aus der DE 198 04 463 A1 ist ein Brennstoffeinspritzsystem für eine gemischverdichtende, fremdgezündete Brennkraftmaschine bekannt, welches ein Brennstoffeinspritzventil umfaßt, das Brennstoff in einen von einer Kolben-/Zylinderkonstruktion gebildeten Brennraum einspritzt, und mit einer in den Brennraum ragenden Zündkerze versehen ist. Das Brennstoffeinspritzventil ist mit mindestens einer Reihe über den Umfang des Brennstoffeinspritzventils verteilt angeordneten Einspritzlöchern versehen. Durch eine gezielte Einspritzung von Brennstoff über die Einspritzlöcher wird ein strahlgeführtes Brennverfahren durch Bildung einer Gemischwolke mit mindestens einem Strahl realisiert.

[0003] Nachteilig an dem aus der obengenannten Druckschrift bekannten Brennstoffeinspritzventil ist insbesondere die Verkokung der Abspritzöffnungen, welche dadurch verstopfen und den Durchfluß durch das Brennstoffeinspritzventil unzulässig stark vermindern. Dies führt zu Fehlfunktionen der Brennkraftmaschine sowie zu erhöhten Emissionswerten durch unzureichende Gemischbildung.

Vorteile der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Abspritzöffnungen so gestaltet sind, daß sie in einem Einlaufbereich einen größeren Durchmesser aufweisen als in einem Auslaufbereich. Der Durchmesser der Abspritzöffnungen verjüngt sich somit stark in einer Strömungsrichtung des Brennstoffs, so daß die Strömung in den Strömungskanälen nicht abreißt und somit keine Kavitationsverluste entstehen.

[0005] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0006] Der Verlauf der Querschnittskonturlinie der Wandung der Abspritzöffnung ist vorteilhafterweise parabelförmig, wodurch ein strömungsgünstiger kontinuierlicher Verlauf zwischen dem Einlaufbereich und der Abspritzöffnung erzielt wird.

[0007] Die Verkokungsneigung und das Strömungsverhalten werden auch durch einen erweiterten Einzugsradius, der im Einlaufbereich der Abspritzöffnungen vorgesehen ist, vorteilhaft beeinflusst.

[0008] Die Abspritzöffnungen sind vorteilhafterweise mittels Erodierens oder eines anderen geeigneten Herstellungsverfahrens wie Laserbohren herstellbar und nachfolgend mittels Hydroerosion oder eines anderen strömungsgeführten Bearbeitungsprozesses nachbe-

arbeitet, wodurch die Wandung der Abspritzöffnungen geglättet und die Kavitationsneigung herabgesetzt wird.

Zeichnung

[0009] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

5
10 Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils in einer Gesamtansicht,

15 Fig. 2 einen schematischen Ausschnitt aus dem erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventil im Bereich II in Fig. 1 entsprechend einer anderen Ausführungsvariante, und

20 Fig. 3A-B eine vergrößerte Ansicht einer beispielhaften Abspritzöffnung des in Fig. 2 dargestellten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils in zwei aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

30 **[0010]** Fig. 1 zeigt in einer auszugsweisen Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist in der Form eines Brennstoffeinspritzventils 1 für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen ausgeführt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 eignet sich zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine und für nicht fremdgezündete, strahlgeführte Brennverfahren (z. B. einen Dieselmotor).

35 **[0011]** Das Brennstoffeinspritzventil 1 besteht aus einem Düsenkörper 2, in welchem eine Ventilmadel 3 angeordnet ist.

40 **[0012]** 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 wenigstens eine Abspritzöffnung 7 verfügt.

45 **[0013]** Der Ventilschließkörper 4 des erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils 1 weist eine nahezu kugelförmige Form auf. Dadurch wird eine versatzfreie, kardanische Ventilmadelführung erzielt, die für eine exakte Funktionsweise des Brennstoffeinspritzventils 1 sorgt.

50 **[0014]** Der Ventilsitzkörper 5 des Brennstoffeinspritzventils 1 ist nahezu topfförmig ausgebildet und trägt

durch seine Form zur Ventildüsenführung bei. Der Ventilsitzkörper 5 ist dabei in eine abspritzseitige Ausnehmung 34 des Düsenkörpers 2 eingesetzt und mittels einer Schweißnaht 35 mit dem Düsenkörper 2 verbunden. Der Ventilschließkörper 4 und der Ventilsitzkörper 5 haben eine Dichtfunktion für den nachströmenden Brennstoff bezüglich der stromabwärts angeordneten Abspritzöffnung 7.

[0015] 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 Spalt 26 voneinander getrennt und stützen sich auf einem Verbindungsbauteil 29 ab. 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.

[0016] Die Ventildüsenführung 14 ist in einer Ventildüsenführung 14 geführt, welche scheibenförmig ausgeführt ist. Zur Hubeinstellung dient eine zugepaarte Einstellscheibe 15. An der anderen Seite der Einstellscheibe 15 befindet sich ein Anker 20. Dieser steht über einen ersten Flansch 21 kraftschlüssig mit der Ventildüsenführung 14 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.

[0017] Abströmseitig des Ankers 20 ist ein zweiter Flansch 31 angeordnet, der als unterer Ankeranschlag dient. Er ist über eine Schweißnaht 33 kraftschlüssig mit der Ventildüsenführung 14 verbunden. Zwischen dem Anker 20 und dem zweiten Flansch 31 ist ein elastischer Zwischenring 32 zur Dämpfung von Ankerprellern beim Schließen des Brennstoffeinspritzventils 1 angeordnet.

[0018] In der Ventildüsenführung 14 und im Anker 20 verlaufen Brennstoffkanäle 30a und 30b. Am Ventilschließkörper 4 sind Anschlüsse 36 ausgebildet, über die der Brennstoff zum Dichtsitz geleitet wird. 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 Verteilerleitung abgedichtet.

[0019] Erfindungsgemäß weist das Brennstoffeinspritzventil 1 an dem Ventilsitzkörper 5, der in einer Ausnehmung 34 des Düsenkörpers 2 angeordnet und beispielsweise mittels einer Schweißnaht 35 mit diesem verbunden ist, in Strömungsrichtung verjüngte Abspritzöffnungen 7 auf, welche in einem Einlaufbereich 39 abgerundet sind. Die spezielle Form der Abspritzöffnungen 7 vermindert die Verkokungsneigung und beugt so Fehlfunktionen des Brennstoffeinspritzventils 1 durch

Verstopfen der Abspritzöffnungen 7 und einer unzulässigen Verringerung des Brennstoffdurchflusses vor. Zudem werden durch die positive Beeinflussung des Strömungsverhaltens eine effektivere Gemischbildung und nachfolgend geringere Emissionswerte gefördert. Eine beispielhafte Abspritzöffnung 7 des Brennstoffeinspritzventils 1 mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen ist in den Fig. 2, 3A und 3B näher dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert.

[0020] Im Ruhezustand des Brennstoffeinspritzventils 1 wird der erste Flansch 21 an der Ventildüsenführung 14 von der Rückstellfeder 23 entgegen seiner Hubrichtung so beaufschlagt, daß der Ventilschließkörper 4 am Ventilsitz 6 in dichtender Anlage gehalten wird. Der Anker 20 liegt auf dem Zwischenring 32 auf, der sich auf dem zweiten Flansch 31 abstützt. Bei Erregung der Magnetspule 10 baut diese ein Magnetfeld auf, welches den Anker 20 entgegen der Federkraft der Rückstellfeder 23 in Hubrichtung bewegt. Dabei nimmt der Anker 20 den ersten Flansch 21, welcher mit der Ventildüsenführung 14 verschweißt ist, und damit die Ventildüsenführung 14 ebenfalls in Hubrichtung mit. Der mit der Ventildüsenführung 14 in Wirkverbindung stehende Ventilschließkörper 4 hebt von der Ventilsitzfläche 6 ab, wodurch der Brennstoff an den Abspritzöffnungen 7 abgespritzt wird.

[0021] Wird der Spulenstrom abgeschaltet, fällt der Anker 20 nach genügendem Abbau des Magnetfeldes durch den Druck der Rückstellfeder 23 auf den ersten Flansch 21 vom Innenpol 13 ab, wodurch sich die Ventildüsenführung 14 entgegen der Hubrichtung bewegt. Dadurch setzt der Ventilschließkörper 4 auf der Ventilsitzfläche 6 auf, und das Brennstoffeinspritzventil 1 wird geschlossen. Der Anker 20 setzt auf dem durch den zweiten Flansch 31 gebildeten Ankeranschlag auf.

[0022] Fig. 2 zeigt in einer auszugsweisen Schnittdarstellung den abströmseitigen Teil des in Fig. 1 dargestellten erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils 1 im Bereich II in Fig. 1. Zur übersichtlicheren Darstellbarkeit der erfindungsgemäßen Maßnahmen wurde eine andere Bauart des Brennstoffeinspritzventils 1 gewählt. Übereinstimmende Bauteile sind in allen Figuren mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

[0023] Wie bereits in Bezug auf Fig. 1 angesprochen, sind die in dem Ventilsitzkörper 5 ausgebildeten Abspritzöffnungen 7 in Strömungsrichtung des Brennstoffs verjüngt und in einem Einlaufbereich 39 abgerundet. Der Einlaufbereich 39 weist daher einen größeren Durchmesser auf als ein abströmseitig des Einlaufbereichs 39 ausgebildeter Auslaufbereich 42. Die Querschnittskonturlinie 43 der Wandung zwischen dem Einlaufbereich 39 und dem Auslaufbereich 42 kann dabei beispielsweise parabelförmig verlaufen, so daß sich in einer Wandung 41 der Abspritzöffnung 7 keine Kanten oder andere Abweichungen von einer strömungstechnisch günstigen, glatten Form ergeben.

[0024] Im Ausführungsbeispiel handelt es sich um ein Brennstoffeinspritzventil 1 mit mehreren Abspritzöff-

nungen 7, die an beliebigen Punkten des Ventilsitzkörpers 5 angebracht sein können. Vorzugsweise sind sie auf mehreren runden oder elliptischen Lochkreisen, die zueinander konzentrisch oder exzentrisch sein können, oder auf mehreren parallelen, schräg oder versetzt zueinander angeordneten geraden oder gebogenen Lochreihen angeordnet. Der Abstand zwischen den Lochmittelpunkten kann dabei äquidistant oder unterschiedlich sein, sollte jedoch aus fertigungstechnischen Gründen zumindest einen Lochdurchmesser betragen. Die räumliche Orientierung kann für jede Lochachse unterschiedlich sein, wie in Fig. 2 für zwei Abspritzöffnungen 7 angedeutet. Die Herstellung der Abspritzöffnungen 7 wird im Folgenden anhand der Fig. 3A und 3B erläutert.

[0025] Fig. 3A und 3B zeigen in einer auszugsweisen Schnittdarstellung ein erfindungsgemäß ausgestaltetes Brennstoffeinspritzventil 1 im Bereich einer beispielhaften Abspritzöffnung 7 in zwei aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten.

[0026] Fig. 3A zeigt eine beispielhafte Abspritzöffnung 7 eines erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzventils 1 nach einem ersten Bearbeitungsschritt. Die Abspritzöffnung 7 wird beispielsweise mittels Erodieren oder eines anderen geeigneten Herstellungsverfahrens in einer Grundform hergestellt.

[0027] Da die Oberfläche der Abspritzöffnung 7 nach dem ersten Bearbeitungsschritt jedoch relativ rauh ist, ist der Einlaufbereich 39 der Abspritzöffnung 7 strömungsgünstig ausgebildet, was die Kavitationsneigung erhöht und das Strömungsverhalten ungünstig beeinflusst. Dadurch ist eine Nachbearbeitung erforderlich.

[0028] Fig. 3B zeigt in gleicher Darstellung wie Fig. 3A die beispielhafte Abspritzöffnung 7 nach dem zweiten Bearbeitungsschritt. Gegenüber der ursprünglichen Form ist der Einlaufbereich 39 nachbearbeitet, so daß der Durchmesser der Abspritzöffnung 7 im Einlaufbereich 39 größer ist als im Auslaufbereich 42. Dadurch ergibt sich eine strömungsgünstig geformte Abspritzöffnung 7. Der Übergang der Einlaufkante in die Abspritzöffnung 7 zeichnet sich durch eine parabelähnliche Form aus.

[0029] Die Nachbearbeitung der vorgeformten Abspritzöffnung 7 erfolgt vorzugsweise mittels Hydroerosion oder eines anderen strömungsgeführten Prozesses, wodurch die Wandung 41 der Abspritzöffnung 7 geglättet und dadurch die Kavitationsneigung verringert wird. Die Hydroerosion findet mittels eines viskosen Schleifmittels statt, welches so gewählt werden kann, daß die Aufrauung der Wandung 41 poliert werden kann.

[0030] Im Einlaufbereich 39 der Abspritzöffnungen 7 ist als weitere strömungsbegünstigende Maßnahme ein Einzugsradius 40 vorgesehen, der für die Vermeidung einer Strömungsablösung in der Abspritzöffnung 7 vorteilhaft ist.

[0031] Durch die besondere Form der Abspritzöffnungen 7 können das Strömungsverhalten und die Gemischbildung verbessert werden, wodurch die Emis-

ionswerte sinken. Da der Durchmesser der Abspritzöffnungen 7 typischerweise weniger als 200 µm beträgt, ist die Gefahr, daß die Abspritzöffnungen 7 durch Verkokung mit der Zeit verstopfen und somit die Durchflußmenge unzulässig stark eingeschränkt wird, relativ groß. Durch die sich verjüngende Form der Abspritzöffnungen 7 steigt die Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoffs in Strömungsrichtung an, wodurch eine Ablösung der Strömung in der Abspritzöffnung 7 verhindert wird. Durch die anliegende Strömung werden die Abspritzöffnungen 7 vor Verkokungen geschützt, so daß sie nicht durch Verkokungsrückstände zuwachsen können.

[0032] Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt und z. B. für beliebig angeordnete Abspritzöffnungen 7, für konisch verlaufende Abspritzöffnungen 7 sowie für beliebige Bauweisen von nach innen öffnenden Mehrloch-Brennstoffeinspritzventilen 1 anwendbar. Ebenso ist die Erfindung auf selbstzündende Brennkraftmaschinen (z. B. Dieselmotoren) anwendbar.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1) für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen mit einem Ventilschließkörper (4), der zusammen mit einer an einem Ventilsitzkörper (5) ausgebildeten Ventilsitzfläche (6) einen Dichtsitz bildet, und zumindest einer Abspritzöffnung (7), die in Strömungsrichtung nach dem Dichtsitz angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** die Abspritzöffnung (7) in Strömungsrichtung verjüngt geformt ist, wobei ein Einlaufbereich (39) der Abspritzöffnung (7) abgerundet ist und einen größeren Öffnungswinkel aufweist als ein Auslaufbereich (42).
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** eine Querschnittskonturlinie (43) der Abspritzöffnung (7) zwischen dem Einlaufbereich (39) und dem Auslaufbereich (42) parabelförmig verläuft.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** die Abspritzöffnungen (7) mittels Erodieren hergestellt sind.
4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** im Einlaufbereich (39) der Abspritzöffnungen (7) ein Einzugsradius (40) ausgebildet ist.
5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** die Abspritzöffnungen (7) mittels eines strö-

mungsgeführten Prozesses nachbearbeitet sind.

5

10

15

20

25

30

35

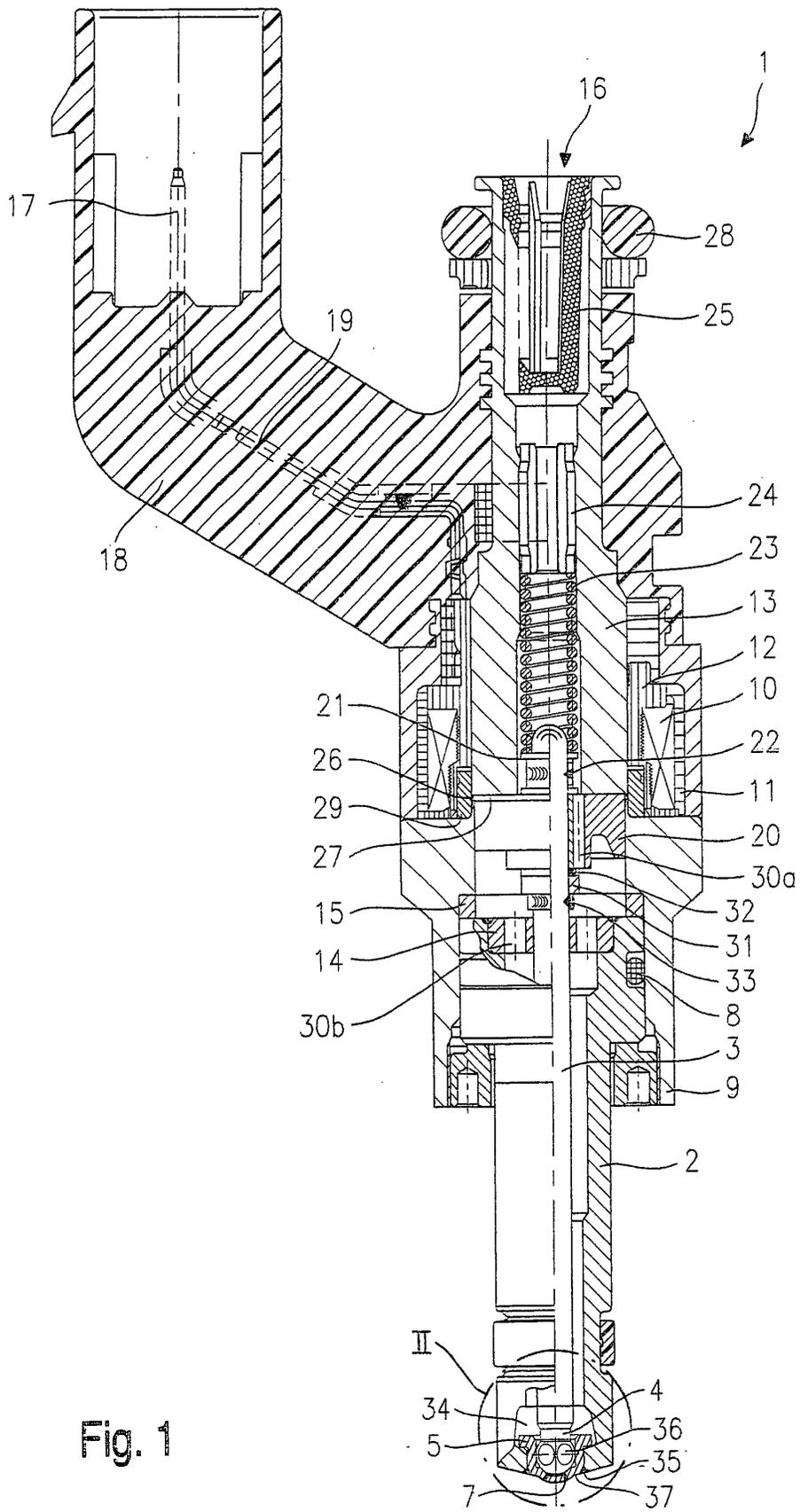
40

45

50

55

6



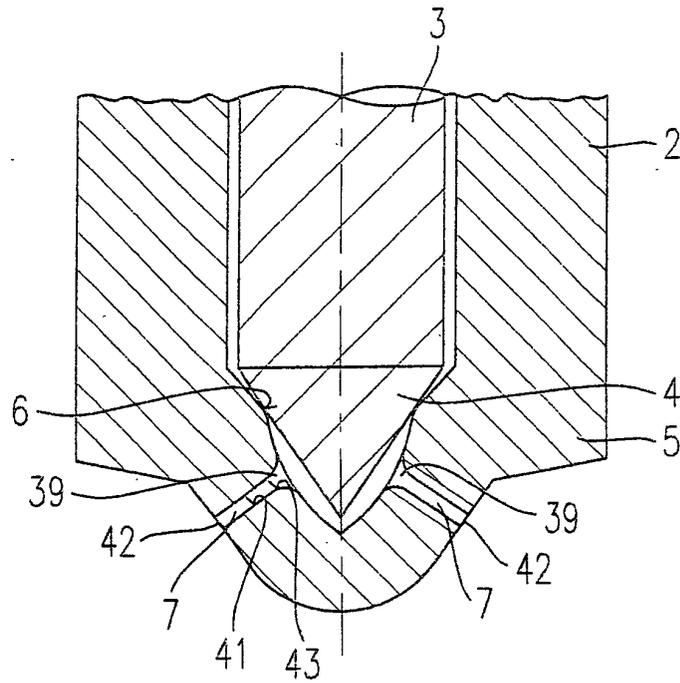


Fig. 2

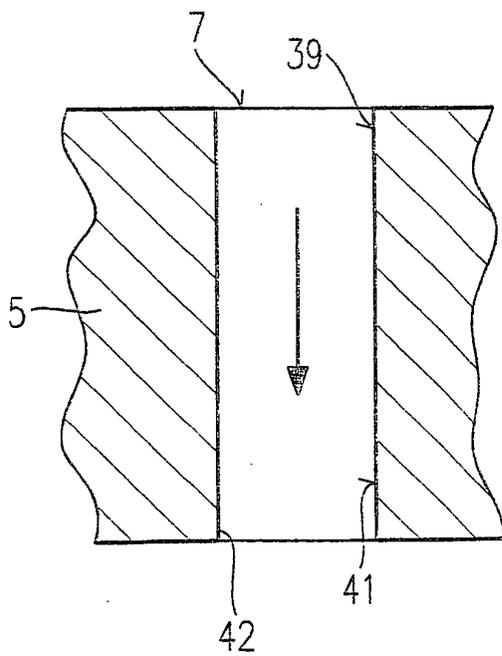


Fig. 3A

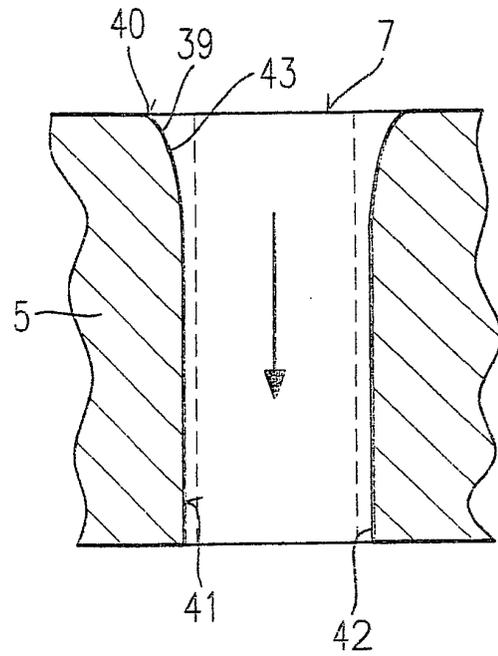


Fig. 3B