



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 15 820 A1** 2004.05.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 15 820.0**
(22) Anmeldetag: **07.04.2003**
(43) Offenlegungstag: **27.05.2004**

(51) Int Cl.7: **F02M 61/18**
F02M 45/00

(66) Innere Priorität:
102 52 660.5 **11.11.2002**

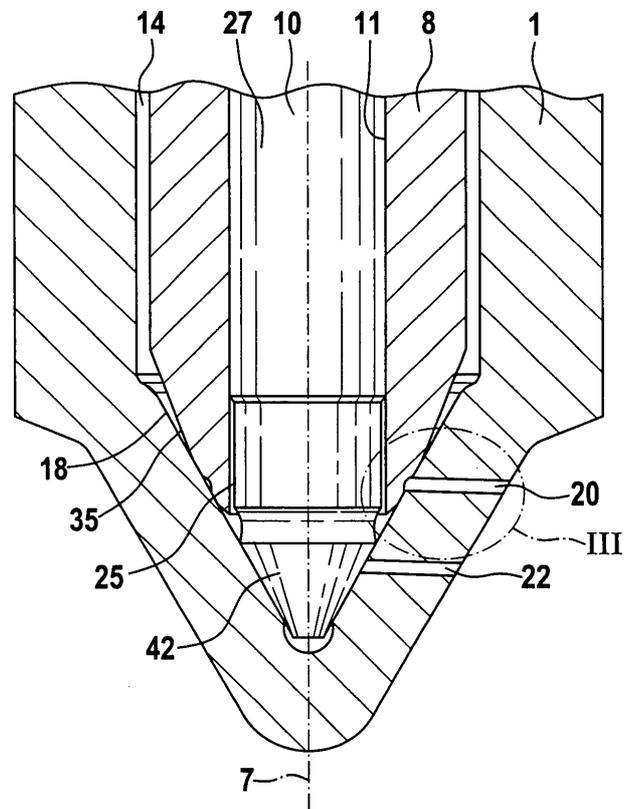
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Kuegler, Thomas, 70825 Korntal-Münchingen, DE;
Üsküdar, Hasiman, 71254 Ditzingen, DE; Mertens,
Jochen, 72764 Reutlingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen**

(57) Zusammenfassung: Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem eine Bohrung (3) ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz (18) begrenzt wird, von dem wenigstens eine Einspritzöffnung (20) ausgeht. In der Bohrung (3) ist eine Ventilhohlnadel (8) längsverschiebbar angeordnet, die an ihrem dem Ventilsitz (18) zugewandten Ende eine Ventildichtfläche (35) aufweist. An der Ventildichtfläche (35) ist ein erster Dichtbereich (31; 34) und ein zweiter Dichtbereich (32; 46; 48) ausgebildet, wobei der erste Dichtbereich (31; 34) bei Anlage der Ventilhohlnadel (8) am Ventilsitz (18) stromaufwärts und der zweite Dichtbereich (32; 46; 48) stromabwärts der wenigstens einen Einspritzöffnung (20) eine Abdichtung bewirkt (Figur 2).



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen aus, wie es beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 100 58 153 A1 bekannt ist. Ein solches Kraftstoffeinspritzventil weist einen Ventilkörper auf, in dem eine Bohrung ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem Ventilsitz begrenzt wird. In der Bohrung ist eine kolbenförmige Ventilhohlnadel angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen, also dem Ventilsitz zugewandten Ende eine Ventildichtfläche aufweist, mit der sie mit dem Ventilsitz zusammenwirkt. Dadurch wird wenigstens eine Einspritzöffnung geöffnet und geschlossen, die vom Ventilsitz ausgeht und die in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in dem Brennraum der Brennkraftmaschine mündet.

[0002] Der Kraftstoff wird üblicherweise in einem Druckraum vorgehalten, der zwischen der Ventilhohlnadel und der Wand der Bohrung ausgebildet ist. Im Druckraum herrscht zumindest während des Einspritzvorgangs ein hoher Druck, so dass eine gute Zerstäubung des Kraftstoffs erreicht wird, was für einen effektiven und schadstoffarmen Verbrennungsvorgang unerlässlich ist. Zwischen den Einspritzungen müssen die Einspritzöffnungen jedoch abgedichtet werden, damit kein Kraftstoff unkontrolliert in den Brennraum gelangen kann, was zu erhöhten Schadstoffemissionen führt. Außerdem ist sonst die Gefahr des sogenannten Rückblasens gegeben, bei dem aus dem Brennraum Verbrennungsgase durch die Einspritzöffnungen in das Einspritzventil eindringen und dort den Zustand so verändern, dass der nachfolgende Einspritzvorgang nicht optimal ablaufen kann. Es wird dann beispielsweise zu wenig Kraftstoff eingespritzt, was sich in einem Leistungsabfall bemerkbar macht. Darüber hinaus kann sich der Einspritzzeitpunkt verschieben, was einen unruhigen Lauf und erhöhte Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine zur Folge hat.

Aufgabenstellung

[0003] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die Einspritzöffnungen in den Einspritzpausen abgedichtet werden. Hierzu weist die Ventilhohlnadel an ihrer Ventildichtfläche zwei Dichtbereiche auf, wobei der erste Dichtbereich stromaufwärts und der zweite Dichtbereich stromabwärts der wenigstens einen Einspritzöffnung eine Abdichtung zwischen Ventildichtfläche und Ventilsitz bewirkt. Durch beide Dichtbereiche wird der Eintritt der Einspritzöffnungen abgedichtet, so dass weder Kraftstoff unkontrolliert in den Brennraum gelangen kann, noch Verbrennungsgase aus dem Brennraum über die Einspritzöffnungen in das Kraftstoffeinspritzventil eindringen kön-

nen.

[0004] Durch die Unteransprüche sind vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung möglich.

[0005] In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung ist der erste Dichtbereich als Konusfläche ausgebildet. Dadurch ergibt sich eine flächige Auflage auf dem Ventilsitz, was dort die Flächenpressung reduziert und damit die mechanische Beanspruchung. Auch der zweite Dichtbereich kann in dieser Form ausgebildet sein.

[0006] Soll die Abdichtung auch hohen Drücken standhalten, so können die Dichtbereiche durch Kanten ausgebildet werden. Hierzu ist der erste Dichtbereich am Übergang einer ersten Konusfläche zu einer zweiten Konusfläche ausgebildet, wobei die Konusflächen einen Teil der Ventildichtfläche bilden. Auch der zweite Dichtbereich kann durch eine Kante ausgebildet sein, vorzugsweise dadurch, dass eine dritte Konusfläche an der Ventildichtfläche vorgesehen ist, zwischen der und der zweiten Konusfläche eine Ringnut ausgebildet ist. Am Übergang der Ringnut zur dritten Konusfläche, die einen größeren Öffnungswinkel aufweist als der konische Ventilsitz, ergibt sich dann eine Kante, die den zweiten Dichtbereich bildet. Statt einer Ringnut kann es auch vorgesehen sein, zwischen zwei Konusflächen zwei weitere Konusflächen auszubilden, die so geneigt sind, dass dadurch eine ringnutartige Ausnehmung entsteht, die die Einspritzöffnungen überdeckt. Eine solche Ausführung lässt sich leichter fertigen als eine gerundete Ringnut, da ein und dasselbe Werkzeug für sämtliche Konusflächen verwendbar ist.

[0007] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der zweite Dichtbereich, der stromabwärts des ersten Dichtbereichs angeordnet ist, vor dem ersten Dichtbereich bei der Schließbewegung der Ventilhohlnadel auf dem Ventilsitz aufsetzt. Hierdurch muss sich das stromabwärtige, brennraumseitige Ende der Ventilhohlnadel nach dem Aufsetzen des zweiten Dichtbereichs auf die Ventildichtfläche elastisch etwas nach innen verformen, was dann das Aufsetzen des ersten Dichtbereichs ermöglicht. Damit ergibt sich eine hohe Flächenpressung sowohl im ersten als auch im zweiten Dichtbereich und damit eine sehr sichere Abdichtung der Einspritzöffnungen. Um diese Wirkung zu erleichtern und eine gute elastische Verformbarkeit zu ermöglichen kann stromabwärts des ersten Dichtbereichs an der Ventilhohlnadel eine Auskehlung vorgesehen sein, durch die eine elastische Dichtlippe gebildet wird. An der Dichtlippe ist der zweite Dichtbereich ausgebildet, der vor dem ersten Dichtbereich auf dem Ventilsitz aufsetzt. Die Dichtlippe ist leicht elastisch verformbar, was einerseits eine gute Abdichtung sicherstellt und andererseits zu keinen übermäßigen Verformungen oder Spannungen der Ventilhohlnadel führt.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0008] In der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

[0009] **Fig. 1** einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil,

[0010] **Fig. 2** eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts der **Fig. 1**,

[0011] **Fig. 3** eine Vergrößerung des mit III bezeichneten Ausschnitts der **Fig. 2**,

[0012] **Fig. 4**, **Fig. 5**, **Fig. 6**, **Fig. 7** und **Fig. 8** jeweils in gleicher Darstellung wie **Fig. 3** weitere Ausführungsbeispiele.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0013] In **Fig. 1** ist ein Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt dargestellt. In einem Ventilkörper **1** ist eine Bohrung **3** ausgebildet, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz **18** begrenzt wird. Vom Ventilsitz **18** gehen äußere Einspritzöffnungen **20** und innere Einspritzöffnungen **22** ab, die bezüglich der Längsachse **7** der Bohrung **3** auf unterschiedlicher Höhe angeordnet sind. Es ist im allgemeinen vorgesehen, jeweils mehrere Einspritzöffnungen über den Umfang des Einspritzventils auszubilden, wobei alle äußeren Einspritzöffnungen **20** und alle inneren Einspritzöffnungen **22** bezüglich der Längsachse **7** der Bohrung **3** auf derselben Höhe angeordnet sind, so dass zwei Einspritzöffnungsreihen gebildet werden. Die Einspritzöffnungen **20**, **22** münden in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in den Brennraum der Brennkraftmaschine.

[0014] In der Bohrung **3** ist eine Ventilhohlnadel **8** längsverschiebbar angeordnet, die in einem brennraumabgewandten Führungsabschnitt der Bohrung **3** dichtend geführt ist. Ausgehend vom geführten Abschnitt verjüngt sich die Ventilhohlnadel **8** dem Ventilsitz **18** zu unter Bildung einer Druckschulter **12** und geht an ihrem brennraumseitigen, dem Ventilsitz **18** zugewandten Ende in eine Ventildichtfläche **35** über, die im wesentlichen konisch ausgebildet ist und mit der die Ventilhohlnadel **8** mit dem Ventilsitz **18** zusammenwirkt. Zwischen der Ventilhohlnadel **8** und der Wand der Bohrung **3** ist ein Druckraum **14** ausgebildet, der in einem an den Führungsabschnitt angrenzenden Bereich radial erweitert ist. In die radiale Erweiterung des Druckraums **14** mündet ein im Ventilkörper **1** verlaufender Zulaufkanal **16**, über den der Druckraum **14** mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist.

[0015] Die Ventilhohlnadel **8** weist eine Längsbohrung **11** auf, die konzentrisch zur Längsachse der Ventilhohlnadel **8** ausgebildet ist und sich über deren gesamte Länge erstreckt. In der Längsbohrung **11** ist eine Ventilnadel **10** längsverschiebbar angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine

Ventildichtfläche **42** aufweist, mit der die Ventilnadel **10** mit dem Ventilsitz **18** zur Steuerung der inneren Einspritzöffnungen **22** zusammenwirkt. Die Ventilnadel **10** wird in der Längsbohrung **11** nahe dem Ventilsitz **18** in einem Führungsabschnitt **27** geführt, der durch eine leichte Verdickung der Ventilnadel **10** gebildet wird. Sowohl die Ventilhohlnadel **8** als auch die Ventilnadel **10** werden an ihrem brennraumfernen Ende von einer Schließkraft beaufschlagt, die in Richtung des Ventilsitzes **18** weist und die beispielsweise durch jeweils eine Feder oder durch eine hydraulische Vorrichtung erzeugt wird.

[0016] **Fig. 2** zeigt eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts der **Fig. 1**. Die Ventilhohlnadel **8** wirkt so mit dem Ventilsitz **18** zusammen, dass bei Anlage der Ventilhohlnadel **8** am Ventilsitz **18** die äußeren Einspritzöffnungen **20** verschlossen werden. In ähnlicher Weise verschließt die Ventilnadel **10** bei Anlage am Ventilsitz **18** die inneren Einspritzöffnungen **22**.

[0017] Die Funktion des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt:

Zu Beginn des Einspritzzyklus sind sowohl die Ventilhohlnadel **8** mit ihrer Ventildichtfläche **35** als auch die Ventilnadel **10** mit ihrer Ventildichtfläche **42** in Anlage am Ventilsitz **18**. Im Druckraum **14** herrscht bereits ein hoher Kraftstoffdruck, durch den sich eine hydraulische Öffnungskraft auf die Druckschulter **12** der Ventilhohlnadel **8** ergibt. Soll die Einspritzung beginnen wird die Schließkraft auf die Ventilhohlnadel **8** reduziert, so dass jetzt die hydraulische Öffnungskraft die Schließkraft übertrifft. Dadurch ergibt sich eine resultierende Kraft auf die Ventilhohlnadel **8**, die diese vom Ventilsitz **18** wegbewegt. Die äußeren Einspritzöffnungen **20** werden somit freigegeben und Kraftstoff kann aus dem Druckraum **14** zwischen der Ventildichtfläche **35** und dem Ventilsitz **18** hindurch zu den äußeren Einspritzöffnungen **20** fließen und wird durch diese hindurch in den Brennraum eingespritzt. Die Ventilnadel **10** verharrt vorerst in ihrer Schließstellung, in der die inneren Einspritzöffnungen **22** verschlossen sind. Da bis jetzt nur ein Teil der Einspritzöffnungen **20**, **22** geöffnet ist, wird der Kraftstoff mit einer relativ geringen Rate eingespritzt, die beispielsweise für eine Voreinspritzung nötig ist. Nach dem Abheben der Ventilhohlnadel **8** vom Ventilsitz **18** wird die Ventilnadel **10** vom Kraftstoffdruck beaufschlagt, so dass sich auch auf die Ventilnadel **10** eine hydraulische Öffnungskraft ergibt, die der entsprechenden Schließkraft entgegengerichtet ist. Sobald die Öffnungskraft überwiegt, bewegt sich auch die Ventilnadel **10** vom Ventilsitz **18** weg, wodurch die inneren Einspritzöffnungen **22** freigegeben werden. Jetzt wird Kraftstoff durch sämtliche Einspritzöffnungen **20**, **22** mit einer erheblich höheren Rate eingespritzt, wie es beispielsweise für die Haupteinspritzung nötig ist.

[0018] Es kann auch vorgesehen sein, dass die Schließkraft auf die Ventilhohlnadel **8** stets konstant bleibt. In diesem Fall wird der Kraftstoffdruck im Druckraum **14** erst vor Beginn der Einspritzung er-

hört, bis der ansteigende Kraftstoffdruck durch die hydraulischen Kräfte auf die Ventilhohlnadel **8** die Schließkraft überwiegen. Alternativ kann es auch vorgesehen sein, dass die Ventilnadel **10** durch eine entsprechend große Schließkraft geschlossen bleibt und die Ventilhohlnadel **8** nach dem Öffnen in ihre Schließstellung zurückgleitet. Eine solche Einspritzung wird beispielsweise für eine von der Haupteinspritzung zeitlich getrennte Vor- oder Piloteinspritzung benötigt.

[0019] Die **Fig. 3** zeigt einen vergrößert dargestellten Ausschnitt der Ventilhohlnadel **8** im Bereich der Ventildichtfläche **35**, wobei dieser Ausschnitt in **Fig. 2** mit III bezeichnet ist. Die Ventildichtfläche **35** weist eine erste Konusfläche **30**, eine zweite Konusfläche **31** und eine dritte Konusfläche **32** auf, die in dieser Reihenfolge in stromabwärtiger Richtung an der Ventildichtfläche **35** ausgebildet sind. Die erste Konusfläche **30** grenzt direkt an die zweite Konusfläche **31**, so dass am Übergang eine Kante **34** ausgebildet ist. Hierbei ist der Öffnungswinkel a_1 der ersten Konusfläche **30** kleiner als der Öffnungswinkel a_2 der zweiten Konusfläche **31**. Der Öffnungswinkel a_3 der dritten Konusfläche **32** ist gleich dem der zweiten Konusfläche **31**, und beide Konusflächen **31**, **32** liegen auf einer gemeinsamen, gedachten Kegelfläche. Zwischen der zweiten Konusfläche **31** und der dritten Konusfläche **32** ist eine Ringnut **37** ausgebildet, deren stromaufwärtige Kante **45** und stromabwärtige Kante **46** bei Anlage der Ventildichtfläche **35** auf dem Ventilsitz **18** stromaufwärts bzw. stromabwärts der äußeren Einspritzöffnungen **20** liegen. Der Ventilsitz **18** ist ebenfalls konisch ausgebildet und weist einen Öffnungswinkel b auf, der gleich dem Öffnungswinkel a_2 der zweiten Konusfläche **31** und dem Öffnungswinkel a_3 der dritten Konusfläche **32** ist. Dadurch kommt in Schließstellung der Ventilhohlnadel **8** sowohl die zweite Konusfläche **31**, die den ersten Dichtbereich bildet, als auch die dritte Konusfläche **32**, die den zweiten Dichtbereich bildet, am Ventilsitz **18** zur Anlage, so dass die äußeren Einspritzöffnungen **20** zum Druckraum **14** und stromabwärts in Richtung der inneren Einspritzöffnungen **22** abgedichtet werden. Da die Ringnut **37** relativ flach ausgebildet ist und die beiden Dichtbereiche der Ventilnadel **8** die Ringnut **37** ausreichend abdichten, ergibt sich über den äußeren Einspritzöffnungen **20** nur ein geringes Kraftstoffvolumen, das bei geschlossenem Kraftstoffeinspritzventil in den Brennraum gelangen kann.

[0020] **Fig. 4** zeigt dieselbe Ansicht wie **Fig. 3** eines weiteren Ausführungsbeispiels. Die zweite Konusfläche **31** weist hier jedoch einen Öffnungswinkel a_2 auf, der größer als der Öffnungswinkel b des konischen Ventilsitzes **18** ist. Hierdurch ist die Kante **34**, die am Übergang der ersten Konusfläche **30** zur zweiten Konusfläche **31** angeordnet ist, als Dichtkante ausgebildet und bildet den ersten Dichtbereich. Die dritte Konusfläche **32** ist gegenüber dem in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsbeispiel unverändert. Die Kante **34** und die dritte Konusfläche **32**, also die beiden Dichtberei-

che, sind so in Bezug auf den Ventilsitz **18** angeordnet, dass im Neuzustand des Kraftstoffeinspritzventils die Kante **34** zuerst am Ventilsitz **18** anliegt, während die dritte Konusfläche **32** noch vom Ventilsitz **18** beabstandet ist, jedoch nur durch einen sehr dünnen Spalt, was eine ausreichende, aber nicht völlige Abdichtung ergibt. Im Betrieb hämmert sich die Kante **34** etwas in den Ventilsitz **18** ein, bis die dritte Konusfläche **32** in Schließstellung der Ventilhohlnadel **8** auf dem Ventilsitz **18** aufliegt, so dass dann eine Abdichtung an beiden Dichtbereichen gegeben ist bei hoher Flächenpressung und damit guter Abdichtung im ersten Dichtbereich, der gegen den Hochdruck des Druckraums dichtet. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass beim neuen Kraftstoffeinspritzventil die beiden Dichtbereiche so ausgerichtet sind, dass die Ventilhohlnadel **8** zuerst mit dem zweiten Dichtbereich, also der dritten Konusfläche **32**, auf dem Ventilsitz **18** aufsetzt. Durch das Zusammenwirken mit dem Ventilsitz **18** wird die Ventilhohlnadel im Bereich der dritten Konusfläche **32** etwas elastisch nach innen verformt, soweit, dass die Kante **34** auf dem Ventilsitz **18** aufsitzt. So ergibt sich ebenfalls eine entsprechende Abdichtung stromaufwärts und stromabwärts der äußeren Einspritzöffnungen **20**.

[0021] Ein weiteres Ausführungsbeispiel in gleicher Darstellung wie **Fig. 3** zeigt **Fig. 5**. Hier ist sowohl der Öffnungswinkel a_2 der zweiten Konusfläche **31** als auch der Öffnungswinkel a_3 der dritten Konusfläche **32** größer als der Öffnungswinkel b des konischen Ventilsitzes **18**. Die stromabwärtige Kante **46** der Ringnut **37** bildet hier den zweiten Dichtbereich, der gegenüber dem ersten Dichtbereich, also der Kante **34**, so ausgebildet ist, dass entweder der erste oder der zweite Dichtbereich zuerst auf dem Ventilsitz **18** aufliegt. Kommt der erste Dichtbereich, also die Kante **34**, zuerst zur Anlage, so erfolgt die vollständige Abdichtung am zweiten Dichtbereich erst im Betrieb, bei dem sich die Kante **34** etwas in den Ventilsitz **18** einschlägt, bis die stromabwärtige Kante **46** der Ringnut **37** auf dem Ventilsitz **18** aufliegt. Liegt hingegen der zweite Dichtbereich, also die stromabwärtige Kante **46**, zuerst auf dem Ventilsitz **18** auf, so dichtet der erste Dichtbereich, wie bei dem in **Fig. 4** gezeigten und oben beschriebenen Ausführungsbeispiel, wenn die Ventilhohlnadel **18** an ihrer Spitze elastisch nach innen verformt wird.

[0022] **Fig. 6** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in derselben Darstellung wie **Fig. 5**. Der Öffnungswinkel a_1 der ersten konischen Fläche **30** ist kleiner als der Öffnungswinkel b des konischen Ventilsitzes **18**, so dass am Übergang der ersten Konusfläche **30** zur Ringnut **37** eine stromaufwärtige Kante **45** ausgebildet ist, die den ersten Dichtbereich bildet. Die stromabwärtige Kante **46** der Ringnut **37** ist als zweiter Dichtbereich ausgeführt, an den sich ein konvexer Endabschnitts **39** anschließt. Das Zusammenspiel von stromaufwärtiger Kante **45** und stromabwärtiger Kante **46** der Ringnut **37** ist analog zu dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 5**. Es kann also sowohl vorge-

sehen sein, dass die stromaufwärtige Kante **45** vor der stromabwärtigen Kante **46** am Ventilsitz **18** anliegt als auch umgekehrt.

[0023] Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in **Fig. 7** dargestellt. Die Ventilhohlnadel **8** weist neben der ersten Konusfläche **30** und der dritten Konusfläche **32**, die gleich den Konusflächen in **Fig. 5** angeordnet sind, statt einer Ringnut eine obere Konusfläche **31a** und eine untere Konusfläche **31b** auf. Am Übergang der ersten Konusfläche **30** zur oberen Konusfläche **31a** ist der erste Dichtbereich in Form einer stromaufwärtigen Kante **45** ausgebildet und entsprechend am Übergang der unteren Konusfläche **31b** zur dritten Konusfläche **32** eine stromabwärtige Kante **46**, die den zweiten Dichtbereich bildet. Der Vorteil dieser Anordnung ist die gute Fertigbarkeit, da mit den gleichen Werkzeugen sämtliche Konusflächen an der Ventilhohlnadel **8** geschliffen werden können. Die Dichtfunktionen am ersten und zweiten Dichtbereich ist analog zu dem in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsbeispiel.

[0024] Das Abdichten an beiden Dichtbereichen durch elastisches Verformen der Ventilhohlnadel **8** ist auch das Prinzip bei dem in **Fig. 8** dargestellten Ausführungsbeispiel, bei dem die identischen Teile der Ventilhohlnadel mit den gleichen Bezugsziffern wie in den **Fig. 3, 4** und **5** bezeichnet sind. Statt der Ringnut **37** und der dritten Konusfläche **32** ist hier eine Auskehlung **50** vorgesehen, durch die eine Dichtlippe **52** gebildet ist. An der Dichtlippe **52** ist eine Dichtkante **48** vorgesehen, die den zweiten Dichtbereich bildet. Durch die Auskehlung ist die Dichtlippe **52** relativ dünn ausgebildet, so dass eine gute elastische Verformbarkeit gegeben ist. Das Dichtprinzip ist, wie oben bereits beschrieben, dadurch gegeben, dass bei der Schließbewegung der Ventilhohlnadel **8** zuerst die Dichtkante **48** auf dem konischen Ventilsitz **18** aufsetzt. Durch die Andruckkraft der Ventilhohlnadel **8** auf den Ventilsitz **18** wird die Dichtlippe **52** elastisch nach innen verformt, bis die Kante **34**, die analog zu dem in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen der ersten Konusfläche **30** und der zweiten Konusfläche **31** ausgebildet ist, auf dem Ventilsitz **18** aufsetzt.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (**1**), in dem eine Bohrung (**3**) ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem Ventilsitz (**18**) begrenzt wird, von dem wenigstens eine Einspritzöffnung (**20**) ausgeht, und mit einer Ventilhohlnadel (**8**), die längsverschiebbar in der Bohrung (**3**) angeordnet ist und die an ihrem dem Ventilsitz (**18**) zugewandten Ende eine Ventildichtfläche (**35**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Ventildichtfläche (**35**) ein erster Dichtbereich (**31; 34**) und ein zweiter Dichtbereich (**32; 46; 48**) ausgebildet sind, wobei die Ventilhohlnadel (**8**) so mit dem Ventilsitz (**18**) zusammenwirkt,

dass bei Anlage der Ventilhohlnadel (**8**) am Ventilsitz (**18**) der erste Dichtbereich (**31; 34**) stromaufwärts und der zweite Dichtbereich (**32; 46; 48**) stromabwärts der wenigstens einen Einspritzöffnung (**20**) eine Abdichtung zwischen Ventildichtfläche (**35**) und Ventilsitz (**18**) bewirkt.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtbereich (**31; 34**) als Konusfläche (**31**) ausgebildet ist, die bei Anlage der Ventilhohlnadel (**8**) auf dem Ventilsitz (**18**) flächig auf diesem aufliegt.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts der konischen Fläche (**31**) an der Ventilhohlnadel (**8**) eine Auskehlung (**50**) vorgesehen ist, so dass eine Dichtlippe (**52**) ausgebildet ist, an der der zweite Dichtbereich (**48**) ausgebildet ist, wobei die Dichtlippe (**52**) elastisch nach innen verformbar ist.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtbereich (**31; 34**) als Konusfläche (**32**) ausgebildet ist, die bei Anlage der Ventilhohlnadel (**8**) auf dem Ventilsitz (**18**) flächig auf diesem aufliegt.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Dichtbereich (**31; 34**) und dem zweiten Dichtbereich (**32; 46**) eine umlaufende Ringnut (**37**) an der Ventildichtfläche (**35**) ausgebildet ist.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (**37**) die wenigstens eine Einspritzöffnung (**20**) überdeckt.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtbereich (**45**) durch die stromaufwärtige Kante (**45**) der Ringnut (**37**) gebildet wird, die die Grenzlinie zwischen einer ersten Konusfläche (**30**) und der Ringnut (**37**) bildet.

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtbereich (**32; 46; 48**) durch eine Kante (**46**) gebildet wird, die am Übergang der Ringnut (**37**) zum stromabwärts der Ringnut (**37**) gelegenen Teil der Ventildichtfläche (**35**) ausgebildet ist.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der stromabwärts der Ringnut (**37**) gelegene Teil der Ventildichtfläche (**35**) als konvexer Endabschnitt (**39**) ausgebildet ist.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventildichtfläche (**35**) eine erste Konusfläche (**30**), eine stromabwärts zur ersten Konusfläche (**30**) angeordnete zweite Ko-

nusfläche (31) und eine stromabwärts zur zweiten konischen Fläche (31) angeordnete dritte Konusfläche (32) umfasst.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Konusfläche (30) einen kleineren Öffnungswinkel aufweist als die zweite Konusfläche (31), so dass an der Grenzlinie zwischen den Konusflächen (30; 31) der erste Dichtbereich als umlaufende Kante (34) ausgebildet ist.

12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Konusfläche (32) einen größeren Öffnungswinkel aufweist als der konische Ventilsitz (18).

13. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zweiten Konusfläche (31) und der dritten Konusfläche (32) eine Ringnut (37) ausgebildet ist, die die Einspritzöffnungen (20) überdeckt.

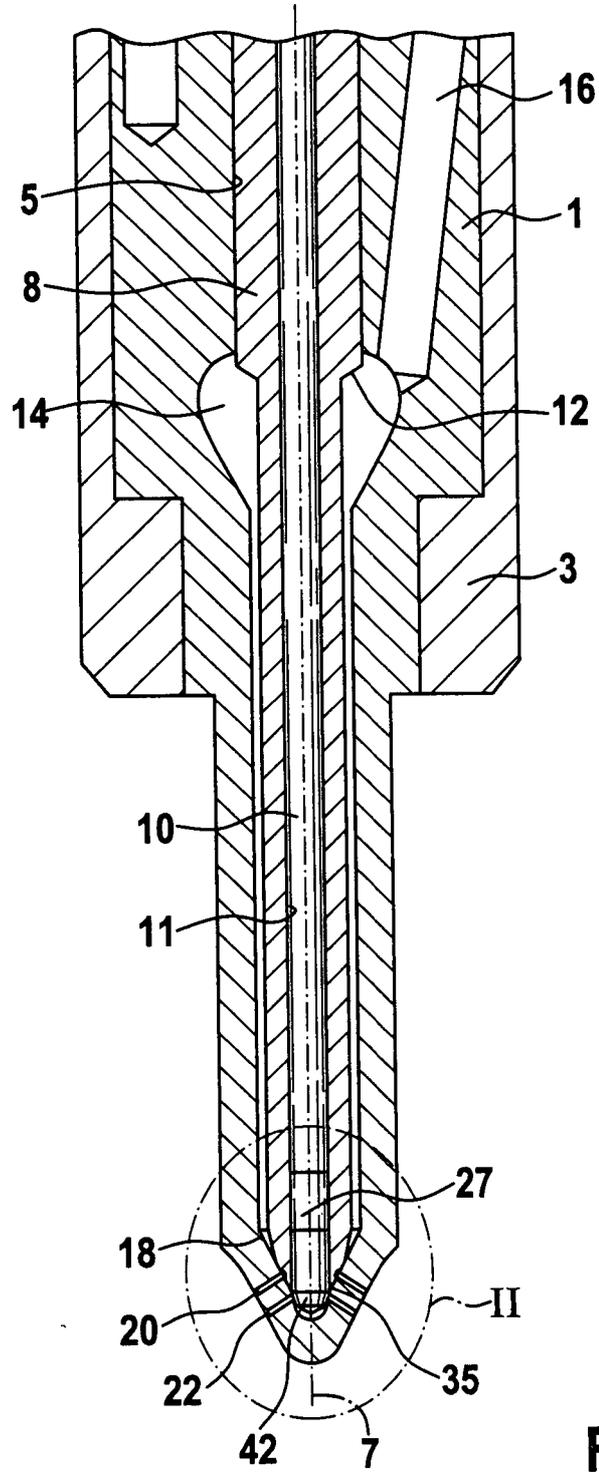
14. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventildichtfläche (35) eine erste Konusfläche (30), eine stromabwärts zur ersten Konusfläche (30) angeordnete obere Konusfläche (31a), eine stromabwärts dazu angeordnete untere Konusfläche (31b) und eine stromabwärts dazu angeordnete dritte Konusfläche (32) umfasst, wobei der erste Dichtbereich durch die Kante (45) zwischen der ersten Konusfläche (30) und der oberen Konusfläche (31a) gebildet wird und der zweite Dichtbereich zwischen der unteren Konusfläche (31b) und der dritten Konusfläche (32).

15. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtbereich (32; 46; 48) vor dem ersten Dichtbereich (31; 34) bei der Bewegung der Ventilhohlnadel (8) auf den Ventilsitz (18) zu am Ventilsitz (18) zur Anlage kommt.

16. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ventilhohlnadel (8) eine Ventilhohlnadel (10) längsverschiebbar angeordnet ist, die die Öffnung wenigstens einer weiteren Einspritzöffnung (22), die vom Ventilsitz (18) ausgeht, steuert.

17. Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Brennraum und wenigstens einem Kraftstoffeinspritzventil, durch das Kraftstoff in den Brennraum einspritzbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffeinspritzventil gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16 ausgebildet ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen



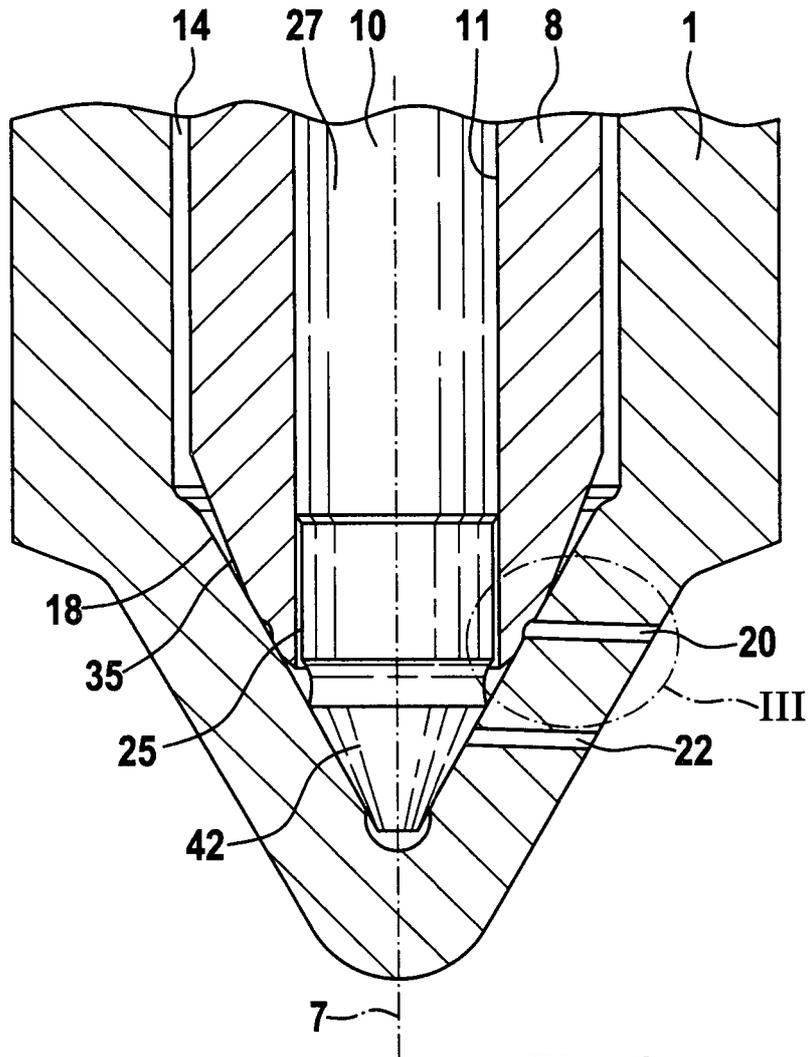


Fig. 2

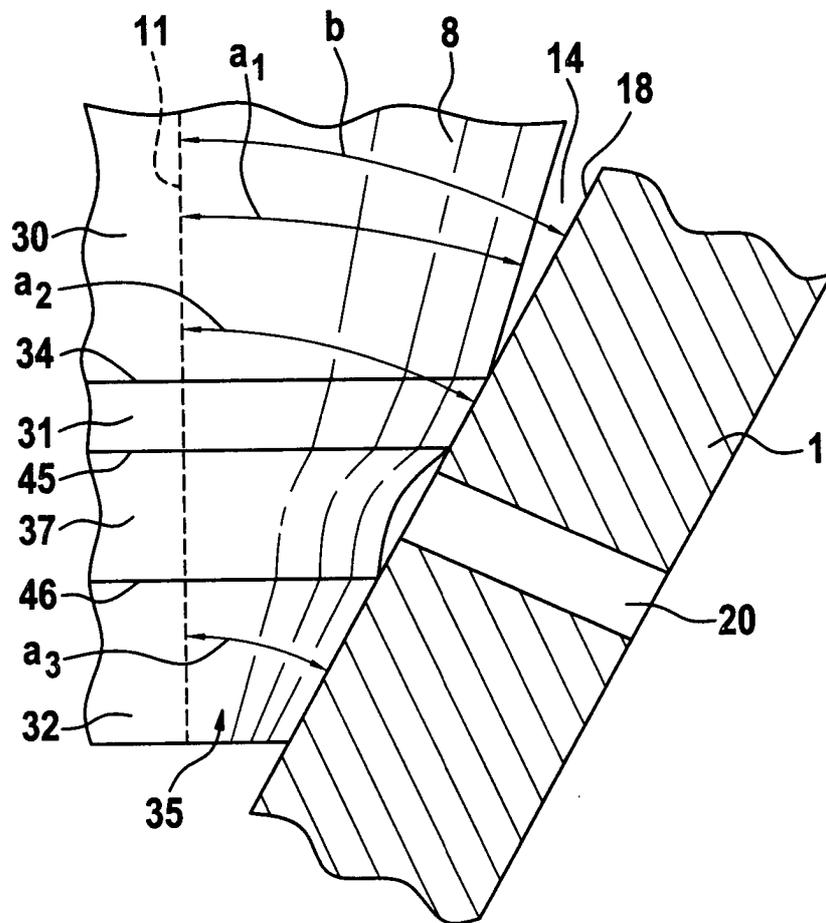


Fig. 3

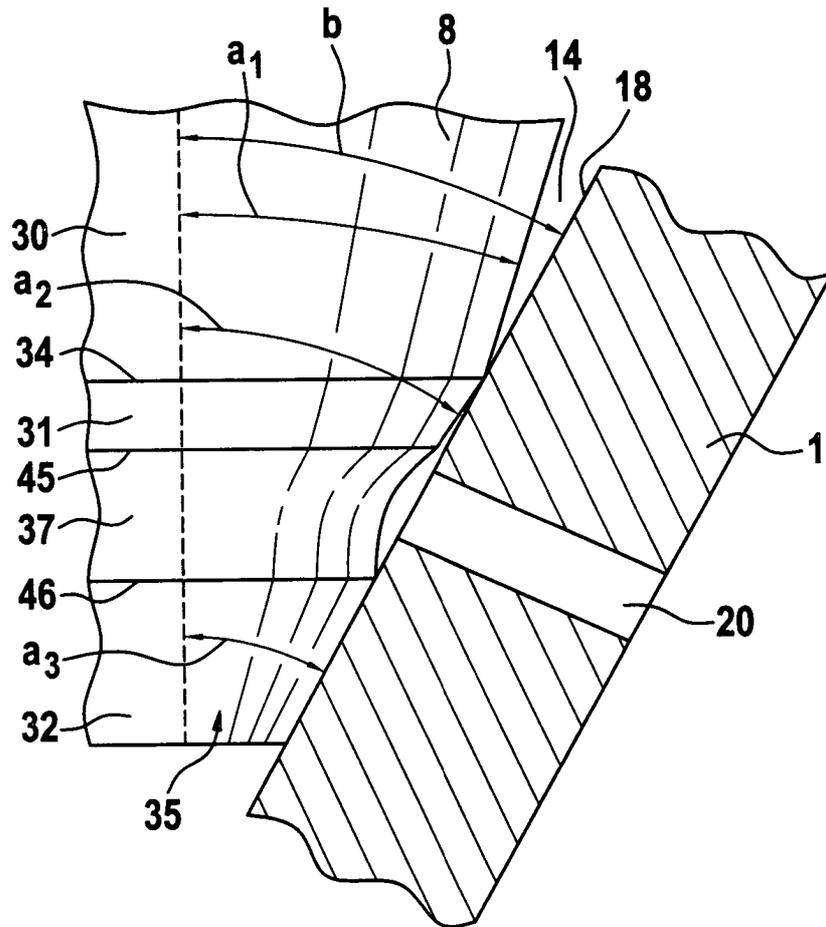


Fig. 4

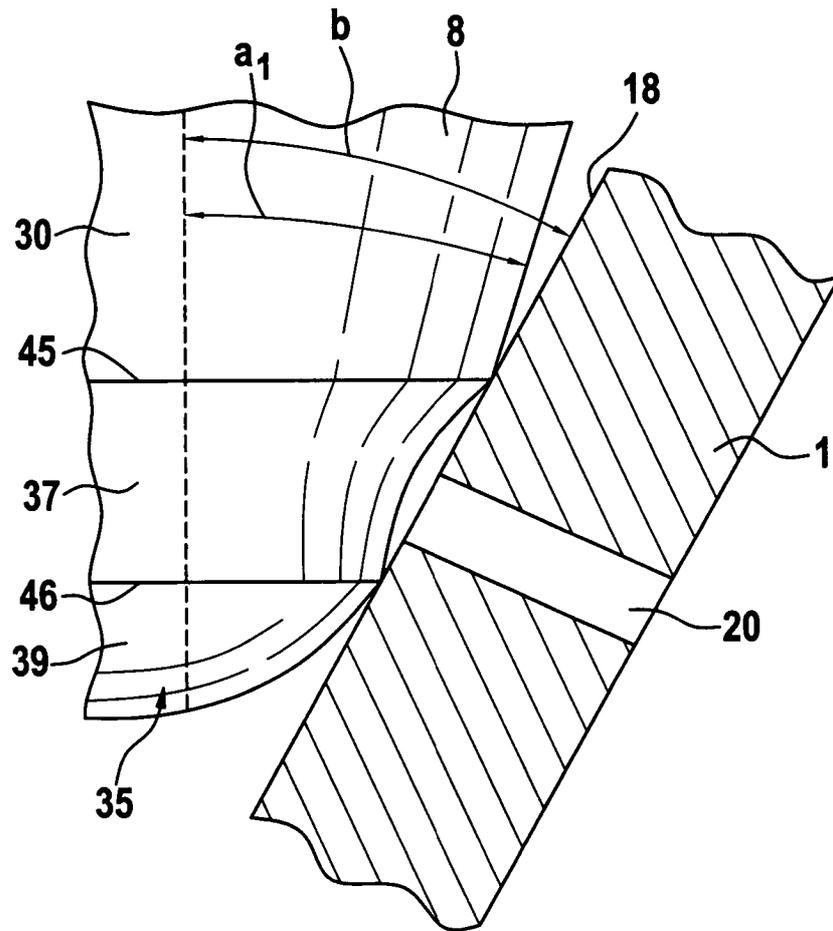


Fig. 6

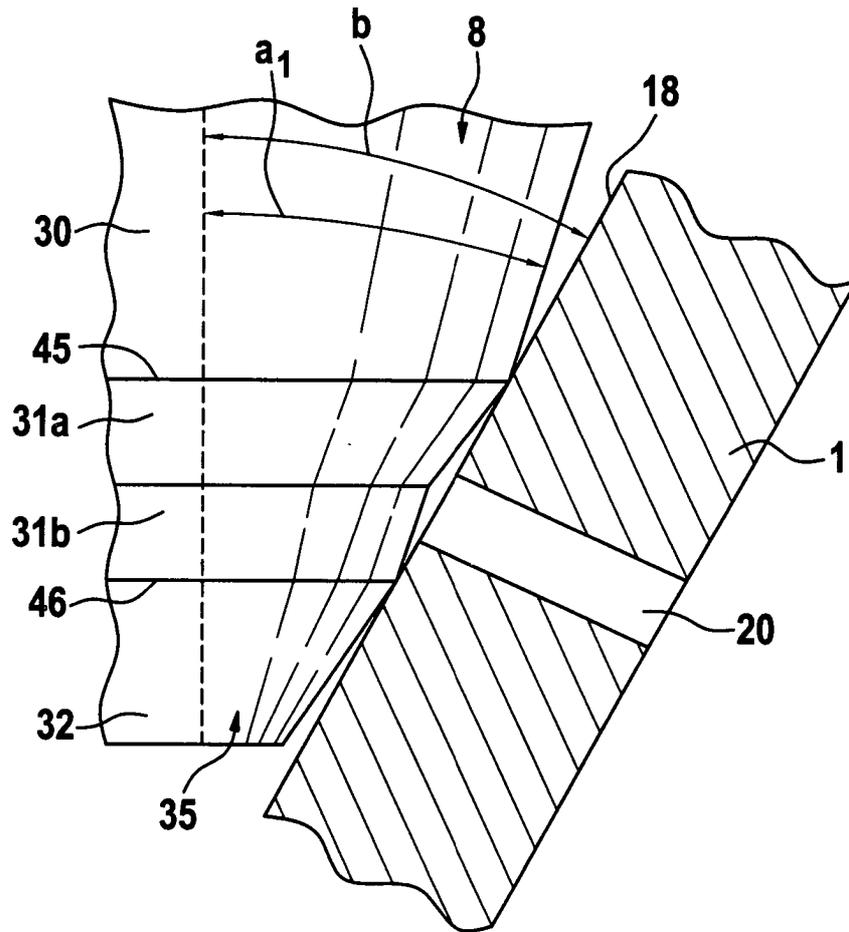


Fig. 7

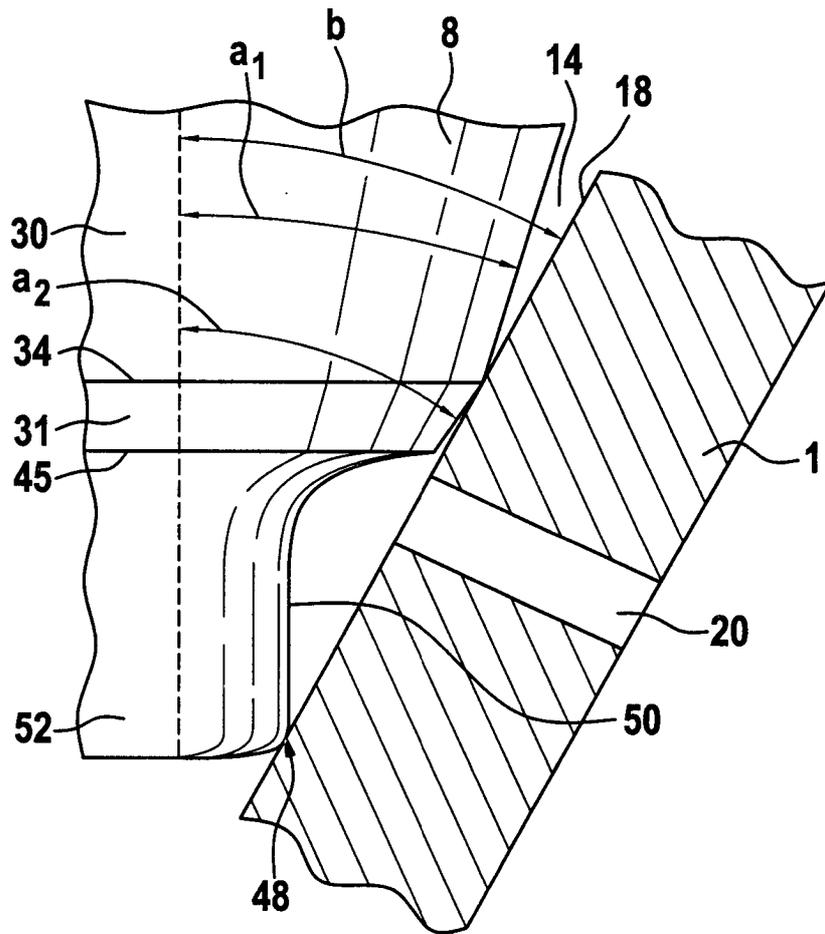


Fig. 8