(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 655 482 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.10.2007 Patentblatt 2007/41

(21) Anmeldenummer: **05109372.2**

(22) Anmeldetag: **10.10.2005**

(51) Int Cl.:
F02M 61/18 *(2006.01)* ***F02M 61/08*** *(2006.01)*

(54) Ventil zum Einspritzen von Brennstoff

Valve for injecting fuel

Soupape pour injecter du carburant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **04.11.2004 DE 102004053351**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.05.2006 Patentblatt 2006/19

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Achleitner, Erwin**
  93083, Obertraubling (DE)
- **Anzinger, Claus**
  93073, Neutraubling (DE)
- **Schürz, Willibald**
  93188, Pielenhofen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-03/038271
US-A- 5 833 142
US-A1- 2003 201 344
US-B1- 6 173 912

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 015, Nr. 513 (M-1196), 26. Dezember 1991 (1991-12-26) & JP 03 225068 A (AISAN IND CO LTD), 4. Oktober 1991 (1991-10-04)**

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).

EP 1 655 482 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventil zum Einspritzen von Brennstoff, das einen Ventilkörper hat, in dem eine Ausnehmung ausgebildet ist und in der Ausnehmung eine Ventilnadel axial bewegbar angeordnet ist. Die Ventilnadel weist einen Schließkörper auf, der sich in einer Strömungsrichtung eines Brennstoffstroms kegelförmig oder kugelförmig weitet.

[0002] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ventil zu schaffen, bei dem ein Sprühbild des eingespritzten Brennstoffs dauerhaft vor ablagerungsbedingten Veränderungen geschützt ist.

[0003] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0004] Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Ventil zum Einspritzen von Brennstoff, das einen Ventilkörper hat, in dem eine Ausnehmung ausgebildet ist. Die Ausnehmung weitet sich in einem abströmseitigen Bereich in einer Strömungsrichtung des Brennstoffs kegelförmig oder kugelförmig hin zu einer Ablösekante. Eine Wandung der Ausnehmung in dem abströmseitigen Bereich bildet einen Ventilsitz. Das Ventil hat ferner eine Ventilnadel, die axial bewegbar in der Ausnehmung angeordnet ist und die an einem abströmseitigen Ende einen Schließkörper hat, der sich in der Strömungsrichtung kegelförmig oder kugelförmig hin zu einer ersten Kante weitet. Der Schließkörper sitzt in einer Schließposition auf dem Ventilsitz auf und unterbindet einen Brennstoffstrom und gibt diesen ansonsten frei. Die Ablösekante weist einen ersten Abstand zu dem Ventilsitz auf und die erste Kante weist einen zweiten Abstand zu dem Ventilsitz auf, wobei der erste Abstand kleiner ist als der zweite Abstand. Der Ventilkörper erstreckt sich stromabwärts der Ablösekante bis zu einer zweiten Kante, die einen dritten Abstand zu dem Ventilsitz aufweist, der mindestens so groß ist wie der zweite Abstand. Die Ausnehmung weitet sich stromabwärts der Ablösekante bis zu der zweiten Kante so, dass sich der Brennstoffstrom an der Ablösekante von dem Ventilkörper ablöst.

[0005] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass sich an Bereichen eines Ventils, die heißen Verbrennungsgasen ausgesetzt sind und die nicht von dem Brennstoffstrom mit einer hohen Strömungsgeschwindigkeit angeströmt werden, während des Betriebs Ablagerungen bilden. Diese Ablagerungen, die im Wesentlichen aus Kohlenstoff bestehen, können bei hohen Temperaturen durch ein Verkoken von Brennstoffrückständen an der Einspritzdüse oder durch Verbrennungsrückstände aus den Verbrennungsgasen entstehen. Diese Ablagerungen können so weit anwachsen, dass sie sich bis in den Brennstoffstrom erstrecken und so den Brennstoffstrom unerwünscht aus der stromaufwärts vorherrschenden Strömungsrichtung ablenken. Ein Sprühbild des Ventils kann dadurch nachteilig verändert sein.

[0006] Durch das Erstrecken des Ventilkörpers stromabwärts der Ablösekante bis zu der zweiten Kante hat der Ventilkörper die Funktion einer Abschirmung, die verhindert, dass heiße Verbrennungsgase einen Bereich an der ersten Kante aufheizt und Ablagerungen verursacht. Das Entstehen von Ablagerungen und von Verkokung in diesem Bereich kann so zuverlässig verhindert werden. Durch das Weiten der Ausnehmung stromabwärts der Ablösekante bis zu der zweiten Kante ist erreichbar, dass das Sprühbild eine gewünschte Form und Qualität aufweist. Da der Brennstoffstrom sich bereits an der Ablösekante von dem Ventilkörper ablöst, ist das Sprühbild von dem Ventilkörper stromabwärts der Ablösekante nicht beeinflusst.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Ventils bildet eine Gerade, die die Ablösekante und die zweite Kante berührt und die in der gleichen Ebene wie eine Längsachse der Ausnehmung liegt, mit der Längsachse der Ausnehmung einen um einen Winkel größeren Winkel als eine Tangente der Wandung der Ausnehmung unmittelbar stromaufwärts der Ablösekante.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Ventils beträgt eine Differenz des dritten Abstands und des ersten Abstands zwischen größer 0 und 15 Mikrometern. Dies hat den Vorteil, dass die Differenz so groß ist, dass der Bereich um die erste Kante gut gegenüber den heißen Verbrennungsgasen abgeschirmt ist und dass die Differenz so klein ist, dass der Ventilkörper sich nicht unnötig weit über die Ablösekante hinaus erstreckt und so nicht unnötig der Verkokung ausgesetzt ist.

[0009] In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, dass die Differenz des dritten Abstands und des ersten Abstands zwischen 10 und 15 Mikrometer beträgt. Dies hat den Vorteil, dass die Wirkung der Abschirmung besonders hoch ist.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Ventils ist die Weitung der Ausnehmung zwischen der Ablösekante und der zweiten Kante als Fase ausgeführt. Der Vorteil ist, dass die Fase sehr einfach herstellbar ist.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Ventils beträgt der Winkel zwischen der Tangente der Wandung der Ausnehmung unmittelbar stromaufwärts der Ablösekante und der Geraden, die die Ablösekante und die zweite Kante berührt, zwischen 8 und 15 Grad. Der Vorteil ist, dass dieser Winkel so groß ist, das Ablösen des Brennstoffstroms von der Ablösekante zu ermöglichen, und der Winkel so klein ist, dass die Abschirmung zuverlässig Ablagerungen und Verkokung in dem Bereich um die erste Kante verhindern kann. Ferner ist dieser Winkel fertigungstechnisch zuverlässig herstellbar.

[0012] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert.

[0013] Es zeigen:

Figur 1 ein Ventil,

Figur 2 ein abströmseitiger Bereich des Ventils gemäß Figur 1,
Figur 3 ein vergrößerter Ausschnitt des abströmseitigen Bereichs des Ventils gemäß Figur 2, und
Figur 4 ein weiterer vergrößerter Ausschnitt des abströmseitigen Bereichs des Ventils gemäß Figur 2.

[0014] Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0015] Figur 1 zeigt ein Ventil zum Einspritzen von Brennstoff, insbesondere für Brennkraftmaschinen in Kraftfahrzeugen zum Einspritzen von Kraftstoff. Das Ventil hat ein Injektorgehäuse 1, in dem eine Bohrung 2 ausgebildet ist, und einen Anschluss 3, der mit der Bohrung 2 gekoppelt ist und durch den dem Ventil Kraftstoff zugeführt werden kann. Das Ventil umfasst ferner einen Ventilkörper 4 mit einer Ausnehmung 5, in der eine Ventilnadel 6 axial bewegbar angeordnet ist, die in einer Schließposition eine Einspritzdüse 7 verschließt und andernfalls einen Brennstoffstrom durch die Einspritzdüse 7 zulässt. Das Ventil umfasst ferner eine Hubvorrichtung mit einem Aktor 8 und einem Ausgleichselement 9, die in axialer Richtung miteinander gekoppelt sind. Der Aktor 8 ist beispielsweise ein Piezoaktor. Der Hub der Hubvorrichtung ist abhängig von der axialen Ausdehnung des Aktors 8, die abhängig ist von einem Stellsignal. Die Hubvorrichtung ist gekoppelt mit der Ventilnadel 6 und wirkt derart mit der Ventilnadel 6 zusammen, dass der Hub der Hubvorrichtung auf die Ventilnadel 6 übertragen wird und dass die Ventilnadel 6 so in ihre Schließposition oder in eine Offenposition bewegt wird.

[0016] Figur 2 zeigt einen abströmseitigen Bereich des Ventils mit einem angedeuteten, hohlkegelförmigen Sprühbild 10. Figur 3 und Figur 4 zeigen einen vergrößerten Ausschnitt des abströmseitigen Bereichs des Ventils gemäß Figur 2. Die Ausnehmung 5 in dem Ventilkörper 4 weitet sich in einem abströmseitigen Bereich des Ventilkörpers 4 kegelförmig hin zu einer Ablösekante 11 und bildet so einen Innenkegel 12 des Ventilkörpers 4. Der Innenkegel 12 des Ventilkörpers 4 weist einen Einstellwinkel a auf, der auf eine Längsachse 13 der Ausnehmung 5 bezogen ist.

[0017] Die Ventilnadel 6 hat an ihrem abströmseitigen Ende einen Schließkörper 14, der einen ersten Kegel 15 und einen zweiten Kegel 16 aufweist. Ein Einstellwinkel des ersten Kegels 15 ist etwas kleiner als der Einstellwinkel α des Innenkegels 12 des Ventilkörpers 4 und ein Einstellwinkel des zweiten Kegels 16 ist etwas größer als der Einstellwinkel α des Innenkegels 12 des Ventilkörpers 4. Die Einstellwinkel des ersten Kegels 15 und des zweiten Kegels 16 sind ebenso bezogen auf die Längsachse 13 der Ausnehmung 5 wie der Einstellwinkel α.

[0018] Zwischen dem ersten Kegel 15 und dem zweiten Kegel 16 ist ein Dichtband 17 vorgesehen. Der Innenkegel 12 des Ventilkörpers 4 bildet einen Ventilsitz 18, auf dem der Schließkörper 14 mit dem Dichtband 17 in einer Schließposition der Ventilnadel 6 aufsitzt und so den Brennstoffstrom unterbindet. Das Dichtband 17 zwischen dem ersten Kegel 15 und dem zweiten Kegel 16 kann abgerundet sein oder einen weiteren Kegel aufweisen, dessen Einstellwinkel vorzugsweise etwa gleich dem Einstellwinkel α des Innenkegels 12 des Ventilkörpers 4 ist. Ebenso können der erste Kegel 15 und der zweite Kegel 16 unmittelbar aneinander grenzen. Somit ist sichergestellt, dass auch bei fertigungstechnisch unvermeidlichen Toleranzen bei der Herstellung des Innenkegels 12 des Ventilkörpers 4, des ersten Kegels 15 oder des zweiten Kegels 16 das Ventil in der Schließposition zuverlässig den Brennstoffstrom unterbindet.

[0019] Aufgrund der unterschiedlichen Einstellwinkel des ersten Kegels 15 und des Einstellwinkels α des Innenkegels 12 des Ventilkörpers 4 ist stromabwärts des Ventilsitzes 18 ein Spalt 19 zwischen dem ersten Kegel 15 und dem Innenkegel 12 des Ventilkörpers 4 ausgebildet. Der Innenkegel 12 des Ventilkörpers 4, der erste Kegel 15, der zweite Kegel 16 und das Dichtband 17 bilden die Einspritzdüse 7.

[0020] Die Ablösekante 11 hat von dem Ventilsitz 18 einen ersten Abstand. Der erste Kegel 15 erstreckt sich stromabwärts des Ventilsitzes 18 bis zu einer ersten Kante 20, die von dem Ventilsitz 18 einen zweiten Abstand hat. Es hat sich gezeigt, dass es vorteilhaft ist, den ersten Abstand kleiner auszubilden als den zweiten Abstand. Das Sprühbild 10 hat dann eine für die Verbrennung besonders günstige Form.

[0021] Die Ausnehmung 5 in dem Ventilkörper 4 weitet sich stromabwärts der Ablösekante 11 bis zu einer zweiten Kante 21, die einen dritten Abstand von dem Ventilsitz 18 hat. Eine solche Weitung der Ausnehmung 5 bewirkt, dass sich der Brennstoffstrom von der Ablösekante 11 ablöst und stromabwärts der Ablösekante 11 nicht der Kontur des Ventilkörpers 4 folgt. Dadurch ist das Sprühbild 10 stromabwärts der Ablösekante 11 unbeeinflusst von einer Ausgestaltung des Ventilkörpers 4.

[0022] Durch Ausbilden des Ventilkörpers 4 derart, dass der dritte Abstand mindestens so groß ist wie der zweite Abstand, ist die erste Kante 20 von heißen Verbrennungsgasen und Verbrennungsrückständen abgeschirmt, sodass dort keine Ablagerungen oder Verkokungen entstehen können. Besonders günstig ist die abschirmende Wirkung des Ventilkörpers 4, wenn der dritte Abstand größer ist als der zweite Abstand. Als besonders günstig hat sich herausgestellt, wenn eine Differenz des dritten Abstands und des zweiten Abstands etwa zwischen 10 und 15 Mikrometern beträgt. Die abschirmende Wirkung ist dann hoch und der abströmseitige Bereich des Ventils hat eine strömungsgünstige Form, die das Bilden von Ablagerungen an dem Ventilkörper 4 erschwert.

[0023] Die Weitung der Ausnehmung 5 zwischen der Ablösekante 11 und der zweiten Kante 21 ist so ausgebildet, dass eine Gerade, die die Ablösekante 11 und die zweite Kante 21 berührt und die in der gleichen Ebene wie die Längsachse 13 der Ausnehmung 5 liegt, mit der

Längsachse 13 der Ausnehmung 5 einen um einen Winkel β größeren Winkel bildet als der Einstellwinkel α des Innenkegels 12 des Ventilkörpers 4. Anders ausgedrückt ist der Winkel β zwischen einer Tangente der Wandung der Ausnehmung 5 in dem abströmseitigen Bereich an der Ablösekante 11 und der Geraden gebildet. Der Winkel β beträgt vorzugsweise zwischen 8 und 15 Grad. Der Winkel β ist dann groß genug, um sicherstellen zu können, dass der Brennstoffstrom stromabwärts der Ablösekante 11 nicht der Kontur des Ventilkörpers folgen kann und das Sprühbild 10 stromabwärts der Ablösekante 11 nicht durch die Ausgestaltung des Ventilkörpers 4 beeinflusst ist. Ferner ist der Winkel β klein genug, um die erste Kante 20 gut vor heißen Verbrennungsgasen abzuschirmen. Dadurch kann das Verkoken der Ventilnadel 6 an der ersten Kante 20 verhindert werden.

[0024] Vorteilhafterweise ist die Weitung der Ausnehmung 5 zwischen der Ablösekante 11 und der zweiten Kante 21 als eine Fase 22 ausgeführt (Figur 3), wobei der Fasenwinkel gleich dem Winkel β ist. Dies hat den Vorteil, dass eine solche Fase sehr einfach herstellbar ist. Die Weitung der Ausnehmung 5 zwischen der Ablösekante 11 und der zweiten Kante 21 kann ebenso anders ausgeführt sein, beispielsweise stufenförmig (Figur 4) oder verrundet, solange sichergestellt ist, dass sich der Brennstoffstrom an der Ablösekante 11 von dem Ventilkörper 4 ablöst und der Kontur des Ventilkörpers 4 stromabwärts der Ablösekante 11 nicht folgen kann.

Patentansprüche

1. Ventil zum Einspritzen von Brennstoff,

- das einen Ventilkörper (4) hat,
- in dem eine Ausnehmung (5) ausgebildet ist,
- die Ausnehmung (5) sich in einem abströmseitigen Bereich in einer Strömungsrichtung des Brennstoffs kegelförmig oder kugelförmig hin zu einer Ablösekante (11) weitet und
- eine Wandung der Ausnehmung (5) in dem abströmseitigen Bereich einen Ventilsitz (18) bildet, und
- das eine Ventilnadel (6) hat, die axial bewegbar in der Ausnehmung (5) angeordnet ist und die an einem abströmseitigen Ende einen Schließkörper hat, der sich in der Strömungsrichtung kegelförmig oder kugelförmig hin zu einer ersten Kante (20) weitet und der Schließkörper (14) in einer Schließposition auf dem Ventilsitz (18) aufsitzt und einen Brennstoffstrom unterbindet und diesen ansonsten freigibt,

wobei

- die Ablösekante (11) einen ersten Abstand zu dem Ventilsitz (18) aufweist,
- die erste Kante (20) einen zweiten Abstand zu dem Ventilsitz (18) aufweist,
- der erste Abstand kleiner ist als der zweite Abstand,
- der Ventilkörper (4) sich stromabwärts der Ablösekante (11) bis zu einer zweiten Kante (21) erstreckt, die einen dritten Abstand zu dem Ventilsitz (18) aufweist, der mindestens so groß ist wie der zweite Abstand, und
- die Ausnehmung (5) sich stromabwärts der Ablösekante (11) bis zu der zweiten Kante (21) so weitet, dass sich der Brennstoffstrom an der Ablösekante (11) von dem Ventilkörper (4) ablöst.

2. Ventil nach Anspruch 1, bei dem eine Gerade, die die Ablösekante (11) und die zweite Kante (21) berührt und die in der gleichen Ebene wie eine Längsachse (13) der Ausnehmung (5) liegt, mit der Längsachse (13) der Ausnehmung (5) einen um einen Winkel (β) größeren Winkel bildet als eine Tangente der Wandung der Ausnehmung (5) unmittelbar stromaufwärts der Ablösekante (11).

3. Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem eine Differenz des dritten Abstands und des ersten Abstands zwischen größer 0 und 15 Mikrometern beträgt.

4. Ventil nach Anspruch 3, bei dem die Differenz des dritten Abstands und des ersten Abstands zwischen 10 und 15 Mikrometern beträgt.

5. Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Weitung der Ausnehmung (5) zwischen der Ablösekante (11) und der zweiten Kante (21) als Fase (22) ausgeführt ist.

6. Ventil nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem der Winkel (β) zwischen 8 und 15 Grad beträgt.

Claims

1. Valve for injecting fuel,

- said valve having a valve body (4)
- in which a recess (5) is formed,
- the recess (5) widening conically or spherically in an area on the downstream side in a direction of flow of the fuel towards a separation edge (11) and
- a wall of the recess (5) forms a valve seat (18) in the area on the downstream side, and
- said valve having a valve needle (6) which is disposed in an axially movable manner in the recess (5) and which has, at an end on the downstream side, a closing body which widens conically or spherically in the direction of flow towards a first edge (20) and in a closed position

the closing body (14) sits on the valve seat (18) and prevents a flow of fuel and otherwise releases said flow of fuel,

wherein

- the separation edge (11) has a first clearance relative to the valve seat (18),
- the first edge (20) has a second clearance relative to the valve seat (18),
- the first clearance is smaller than the second clearance,
- the valve body (4) extends downstream of the separation edge (11) as far as a second edge (21) which has a third clearance relative to the valve seat (18), said clearance being at least as large as the second clearance, and
- the recess (5) widens downstream of the separation edge (11) as far as the second edge (21) in such a way that the flow of fuel separates from the valve body (4) at the separation edge (11).

2. Valve according to claim 1, wherein a straight line which touches the separation edge (11) and the second edge (21) and which lies in the same plane as a longitudinal axis (13) of the recess (5) forms an angle with the longitudinal axis (13) of the recess (5) which is greater by an angle (β) than a tangent of the wall of the recess (5) immediately upstream of the separation edge (11).

3. Valve according to one of the preceding claims, wherein a difference between the third clearance and the first clearance is between greater than 0 and 15 micrometers.

4. Valve according to claim 3, wherein the difference between the third clearance and the first clearance is between 10 and 15 micrometers.

5. Valve according to one of the preceding claims, wherein the widening of the recess (5) between the separation edge (11) and the second edge (21) is implemented as a bevel (22).

6. Valve according to one of claims 2 to 5, wherein the angle (β) is between 8 and 15 degrees.

Revendications

1. Soupape pour l'injection de combustible,

- qui a un corps de soupape (4),
- dans lequel est réalisé un évidement (5),
- l'évidement (5) s'élargissant dans une zone côté écoulement dans une direction d'écoulement du combustible en forme de cône ou de sphère en direction d'une arête de décollement (11) et
- une paroi de l'évidement (5) formant un siège de soupape (18) dans la zone côté écoulement, et
- qui a une aiguille de soupape (6), qui est disposée dans l'évidement (5) de façon axialement mobile et qui a sur une extrémité côté écoulement un corps de fermeture qui s'élargit dans la direction d'écoulement en forme de cône ou de sphère en direction d'une première arête (20) et le corps de fermeture (14) repose sur le siège de soupape (18) dans une position de fermeture et interdit un flux de combustible et libère autrement celui-ci,
- l'arête de décollement (11) présentant une première distance au siège de soupape (18),
- la première arête (20) présentant une seconde distance au siège de soupape (18),
- la première distance étant inférieure à la seconde distance,
- le corps de soupape (4) s'étendant en aval de l'arête de décollement (11) jusqu'à une seconde arête (21), qui présente une troisième distance au siège de soupape (18) qui est au moins aussi grande que la seconde distance, et
- l'évidement (5) s'élargissant en aval de l'arête de décollement (11) jusqu'à la seconde arête (21) de telle sorte que le flux de combustible se décolle sur l'arête de décollement (11) du corps de soupape (4).

2. Soupape selon la revendication 1, dans laquelle une droite, qui touche l'arête de décollement (11) et la seconde arête (21) et qui se situe dans le même plan qu'un axe longitudinal (13) de l'évidement (5), forme avec l'axe longitudinal (13) de l'évidement (5) un angle supérieur d'un angle (β) qu'une tangente de la paroi de l'évidement (5) directement en amont de l'arête de décollement (11).

3. Soupape selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle une différence entre la troisième distance et la première distance se situe entre plus de 0 et 15 microns.

4. Soupape selon la revendication 3, dans laquelle la différence entre la troisième distance et la première distance se situe entre 10 et 15 microns.

5. Soupape selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'élargissement de l'évidement (5) entre l'arête de décollement (11) et la seconde arête (21) est réalisé sous forme de chanfrein (22).

6. Soupape selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans laquelle l'angle (β) se situe entre 8 et 15

degrés.

FIG 1

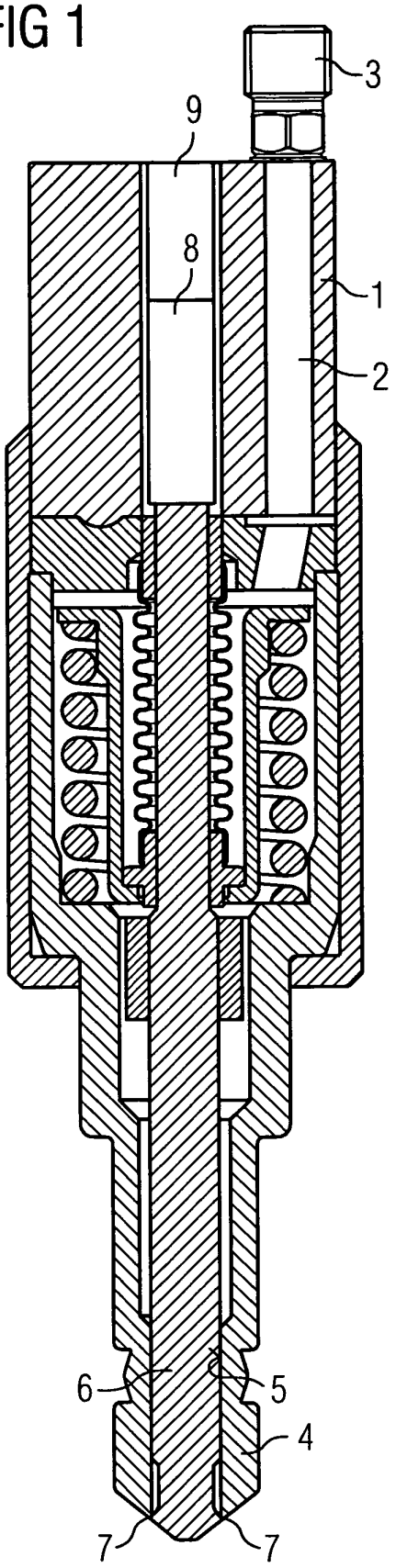


FIG 2

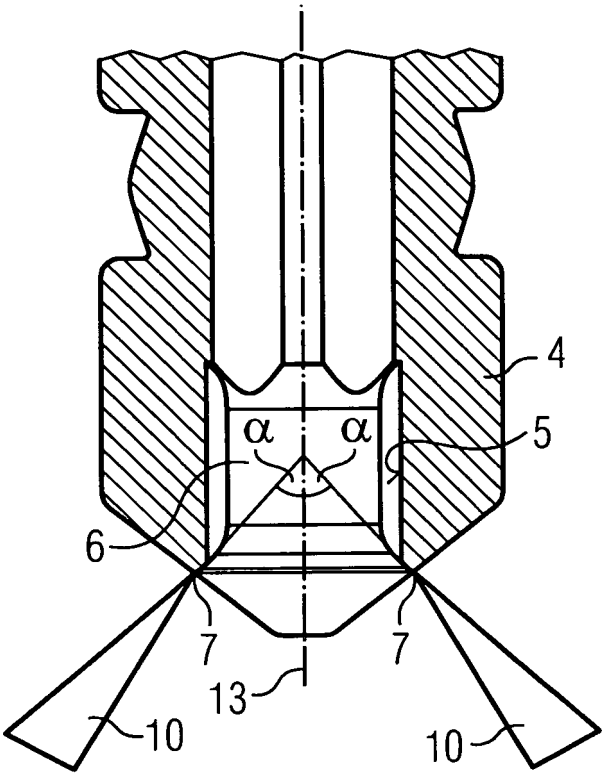


FIG 3

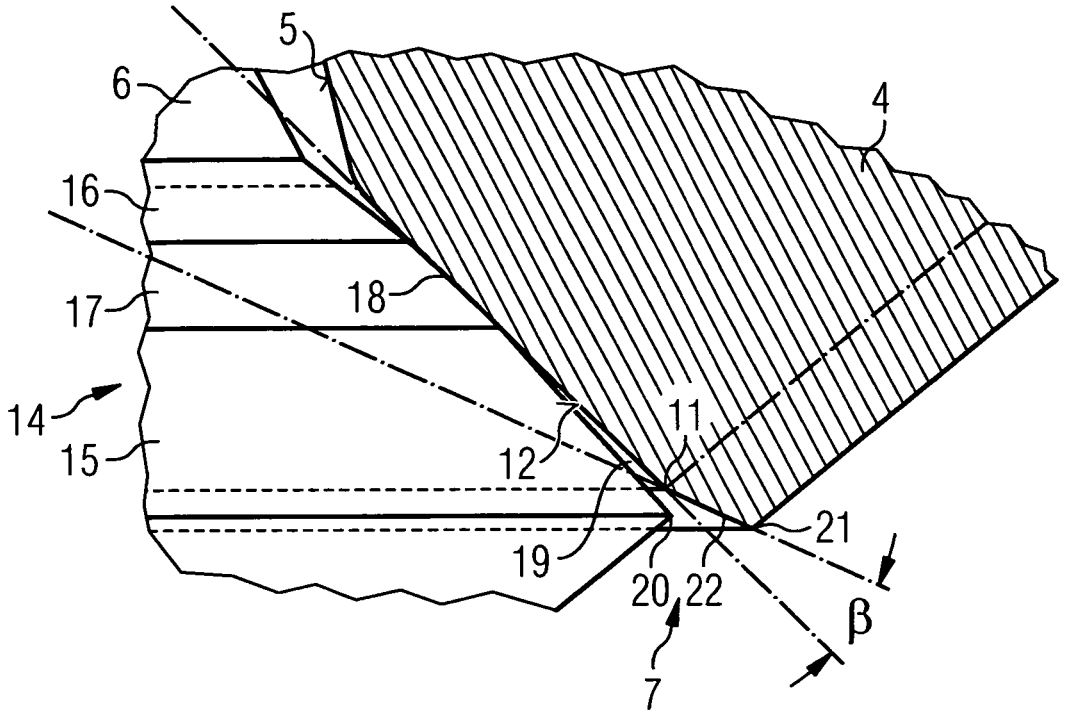
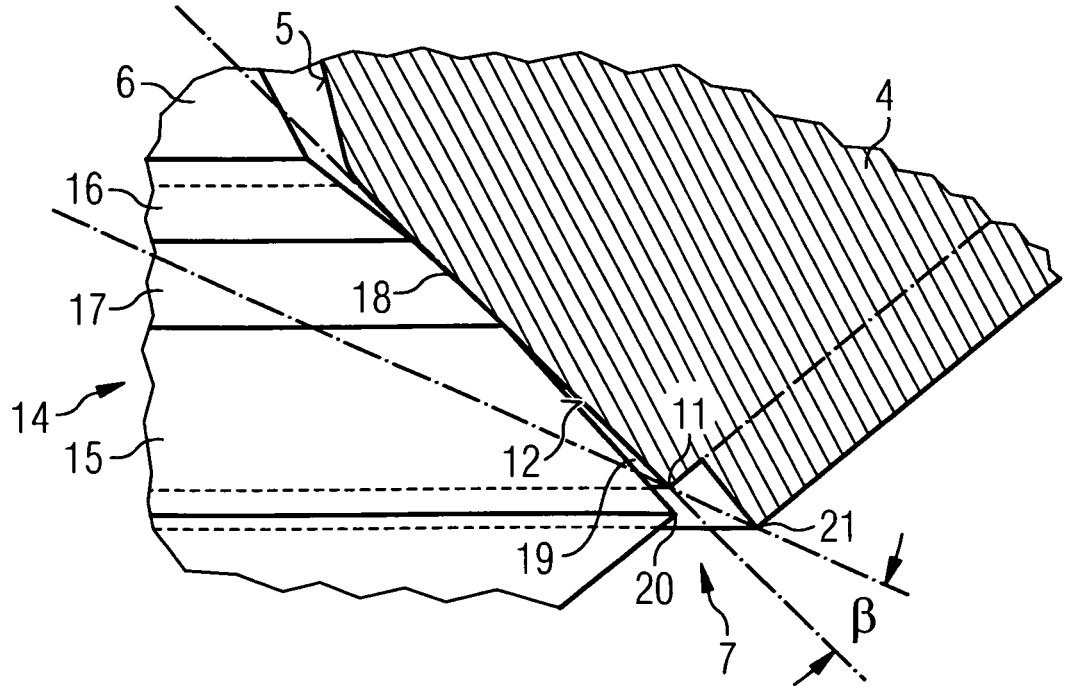

5
6
4
16
18
17
14
15
12
11
21
19
20
22
β
7

FIG 4


5
6
4
16
18
17
14
15
12
11
21
19
20
β
7