



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 431 571 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.06.2004 Patentblatt 2004/26

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

(21) Anmeldenummer: **04000412.9**

(22) Anmeldetag: **01.04.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **27.06.1998 DE 19828849**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
99924738.0 / 1 032 762

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

(72) Erfinder:

- **Rieger, Franz**
71701 Schwieberdingen (DE)
- **Wuerfel, Gernot**
71665 Vaihingen/Enz (DE)
- **Kampmann, Stefan**
96050 Bamberg (DE)

Bemerkungen:

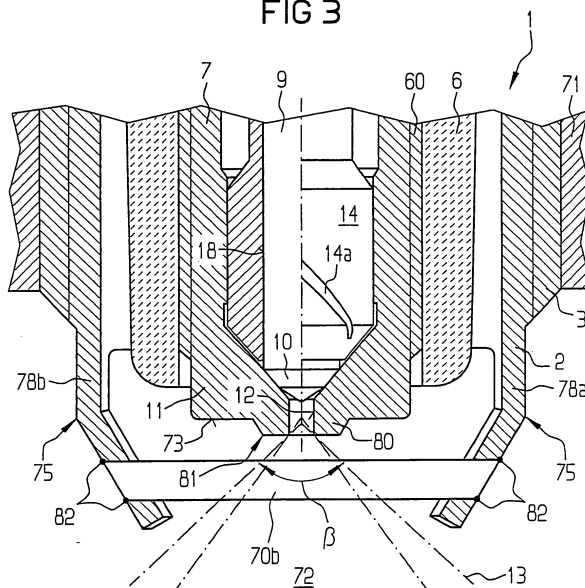
Diese Anmeldung ist am 12 - 01 - 2004 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze**

(57) Ein Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze (1) zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum (72) einer Brennkraftmaschine und zum Zünden des in den Brennraum (72) eingespritzten Brennstoffs weist einen Ventilkörper (7) auf, der zusammen mit einem Ventilschließkörper (10) einen Dichtsitz bildet. An den Dichtsitz schließt sich eine Abspritzöffnung (12) an, die an einer dem Brennraum (72) zugewandten Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) ausmündet. Ferner ist ein von dem Ventilkörper (7) isolierter Gehäusekörper (2) und eine mit dem Gehäusekörper (2)

verbundene drahtförmige Zündelektrode (70b) vorgesehen. Dabei wird ein Funkenüberschlag zwischen dem Ventilkörper (7) und der Zündelektrode (70b) erzeugt. Die Zündelektrode (70b) und der Ventilkörper (7) sind so geformt, daß der Funkenüberschlag zwischen der dem Brennraum (72) zugewandten Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) und der Zündelektrode (70b) erfolgt. Die Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) weist eine Erhöhung (80) mit einer Kante (81) auf, um die Position des Funkenüberschlags an der Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) bezüglich der Position der Abspritzöffnung (12) reproduzierbar festzulegen.

FIG 3



EP 1 431 571 A2

Beschreibung

Stand der Technik

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

[0002] Es ist bereits aus der EP 0 661 446 A1 ein Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze nach der Gattung des Hauptanspruchs bekannt. Das Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze dient zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine und zum Zünden des in den Brennraum eingespritzten Brennstoffs. Durch die kompakte Integration eines Brennstoffeinspritzventils mit einer Zündkerze kann Einbauraum am Zylinderkopf der Brennkraftmaschine eingespart werden. Das bekannte Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze weist einen Ventilkörper auf, der zusammen mit einem mittels einer Ventalnadel betätigbaren Ventilschließkörper einen Dichtsitz bildet, an welchen sich eine an einer dem Brennraum zugewandten Stirnfläche des Ventilkörpers ausmündende Abspritzöffnung anschließt. Der Ventilkörper ist durch einen keramischen Isolationskörper von einem in den Zylinderkopf der Brennkraftmaschine einschraubbaren Gehäusekörper hochspannungsfest isoliert. An dem Gehäusekörper befindet sich eine Masseelektrode, um ein Gegenpotential zu dem mit Hochspannung beaufschlagten Ventilkörper zu bilden. Bei Beaufschlagung des Ventilkörpers mit einer ausreichenden Hochspannung erfolgt ein Funkenüberschlag zwischen dem Ventilkörper und der mit dem Gehäusekörper verbundenen Masseelektrode.

[0003] Bei dem bekannten Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze ist jedoch nachteilig, daß die Position des Funkenüberschlags bezüglich des von der Abspritzöffnung abgespritzten Brennstoffstrahls nicht definiert ist, da der Funkenüberschlag an einer nahezu beliebigen Stelle im seitlichen Bereich eines Vorsprungs des Ventilkörpers erfolgen kann. Eine sichere Zündung der sogenannten Strahlwurzel des von der Abspritzöffnung abgespritzten Brennstoffstrahls ist bei dieser bekannten Bauweise nicht mit der notwendigen Sicherheit möglich. Eine sichere und zeitlich exakt definierte Entflammung des Brennstoffstrahls ist jedoch für eine Schadstoffreduzierung unbedingt erforderlich. Ferner kann an der Austrittsöffnung des Brennstoffstrahls eine stetig fortschreitende Verrußung oder Verkokung auftreten, die die abgespritzte Strahlform beeinflusst.

Vorteile der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Position des Funkenüberschlags bezüglich der Position der Abspritzöffnung re-

produzierbar und eindeutig festgelegt ist. Somit ist eine sichere Entflammung des abgespritzten Brennstoffstrahls gewährleistet. Die Position des Funkenüberschlags und somit die Zündstelle kann in den Bereich des abgespritzten Brennstoffstrahls mit den geringsten zyklischen Strahlschwankungen gelegt werden. Der Zeitpunkt der Entflammung des Brennstoffstrahls weist daher äußerst geringe Schwankungen von Einspritzzyklus zu Einspritzzyklus auf. Durch die Positionierung des Funkenüberschlags bzw. der Zündstelle in der Nähe der Abspritzöffnung wird einer Verrußung und Verkokung der Abspritzöffnung entgegengewirkt und somit einer dadurch bedingten Veränderung der Strahlgeometrie entgegengewirkt.

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

[0006] Die Kante zur Festlegung der Position des Funkenüberschlags kann entweder an der Stirnfläche des Ventilkörpers oder an den Zündelektroden vorgesehen sein. Die Kante kann an der Stirnfläche des Ventilkörpers durch eine Erhöhung oder Vertiefung gebildet sein. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Ventilkörper an der Erhöhung einen abgerundeten Flankenbereich aufweist, um die Luftströmung gezielt auf die Zündstelle zu richten. An dem Gehäusekörper können eine oder mehrere stiftartige Zündelektroden derart befestigt sein, daß sie unter einem vorgegebenen Neigungswinkel in Richtung auf die Stirnfläche des Ventilkörpers geneigt sind. Eine Kante der Zündelektroden bildet dabei die Stelle mit dem geringsten Abstand zu der Stirnfläche des Ventilkörpers und legt somit die Zündstelle fest. Wenn die die Zündstelle festlegende Kante an der Stirnfläche des Ventilkörpers ausgebildet ist, kann als Zündelektrode auch ein einfacher die Stirnfläche des Ventilkörpers überspannender Draht Verwendung finden, was eine besonders kostengünstige Ausgestaltung darstellt.

[0007] Besonders vorteilhaft kann die Zündelektrode ringförmig ausgestaltet sein und eine Öffnung für den von der Abspritzöffnung abgespritzten Brennstoffstrahl aufweisen. Die die Zündstelle festlegende Kante ist dabei an der Öffnung der ringförmigen Zündelektrode ausgebildet. Um den Brennstoffstrahl nicht zu behindern, ist es vorteilhaft, wenn die Öffnung der ringförmigen Zündelektrode sich in der Abspritzrichtung des Brennstoffstrahls konisch erweitert, wobei der Öffnungswinkel der Zündelektrode in vorteilhafter Weise an den Öffnungswinkel des Brennstoffstrahls angepaßt ist. Eine Ausbildung der Halterung für die Zündelektrode mit radial verteilt angeordneten stabförmigen Vorsprüngen und radial zu den Vorsprüngen geführten radial angeordneten Stiften gewährleistet eine ausreichende radiale Anströmung der Verbrennungsluft und unterstützt die sichere Entflammung des Brennstoffstrahls.

Zeichnung

[0008] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des abspritzseitigen Endbereichs des in Fig. 1 dargestellten Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze,
- Fig. 3 einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 4 einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 5 einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze entsprechend einem vierten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 6 einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze entsprechend einem fünften Ausführungsbeispiel, und
- Fig. 7 einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze entsprechend einem sechsten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0009] In Fig. 1 ist ein Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer gemischverdichteten, fremdgezündeten Brennkraftmaschine und zum Zünden des in den Brennraum eingespritzten Brennstoffs entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

[0010] Das allgemein mit dem Bezugszeichen 1 versehene Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze weist einen ersten Gehäusekörper 2, der mittels eines Gewindes 3 in eine Aufnahmebohrung eines in

Fig. 1 nicht dargestellten Zylinderkopfes einschraubbar ist, sowie einen zweiten Gehäusekörper 4 und einen dritten Gehäusekörper 5 auf. Das durch die Gehäusekörper 3, 4, 5 gebildete metallische Gehäuse umgibt einen Isolationskörper 6, der seinerseits einen Ventilkörper 7, einen Dralleinsatz 14 und eine sich im Inneren des Dralleinsatzes 14 über das zulaufseitige Ende 8 des Ventilkörpers 7 hinaus erstreckende Ventilnadel 9 zumindest teilweise radial außenseitig umgibt. Mit der Ventilnadel 9 ist ein abspritzseitig konisch ausgebildeter Ventilschließkörper 10 verbunden, der zusammen mit einer innenseitigen konischen Ventilsitzfläche an dem abspritzseitigen Ende 11 des Ventilkörpers 7 einen Dichtsitz bildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Ventilnadel 9 und der Ventilschließkörper 10 einteilig ausgebildet. Beim Abheben des Ventilschließkörpers 10 von der Ventilsitzfläche des Ventilkörpers 7 gibt der Ventilschließkörper 10 eine in dem Ventilkörper 7 ausgebildete Austrittsöffnung 12 frei, so daß ein kegelförmiger Brennstoffstrahl 13 abgespritzt wird. Zur besseren umfänglichen Verteilung des Brennstoffs ist im dargestellten Ausführungsbeispiel im Dralleinsatz 14 eine Drallnut 14a vorgesehen, wobei auch mehrere Drallnuten 14a vorgesehen sein können.

[0011] An dem ersten Gehäusekörper 2 sind erste Zündelektroden 70a zur Erzeugung eines Zündfunken vorgesehen. Die Zündelektroden 70a führen dabei Massepotential, während der Ventilkörper 7 mit einem Hochspannungspotential beaufschlagbar ist. Die Längen der Zündelektroden 70a sind dabei dem Strahlwinkel und der Strahlform des Brennstoffstrahls 13 anzupassen. Dabei können die Zündelektroden 70a entweder in den Brennstoffstrahl 13 eintauchen, oder der Brennstoffstrahl 13 kann in geringem Abstand an den Zündelektroden 70a vorbeigeführt werden, ohne daß die Zündelektroden 70a von dem Brennstoff benetzt werden. Denkbar ist auch ein Eintauchen der Zündelektroden 70a in Lücken von durch die Austrittsöffnung 12 oder mehrere Abspritzöffnungen erzeugte Einzelstrahlen.

[0012] Der Ventilkörper 7 ist vorzugsweise zweiteilig aus einem ersten Teilkörper 7a und einem zweiten Teilkörper 7b ausgebildet, die an einer Schweißstelle 17 zusammengeschweißt sind.

[0013] Die Ventilnadel 9 gliedert sich im Ausführungsbeispiel in einen ersten metallischen, abspritzseitigen Führungsabschnitt 9a, einen zweiten metallischen, zulaufseitigen Führungsabschnitt 9b und einen im Ausführungsbeispiel hülsenförmigen, keramischen Isolationsabschnitt 9c. Der erste Führungsabschnitt 9a ist in dem Dralleinsatz 14 geführt. Im Ausführungsbeispiel erfolgt die Führung durch die zylinderförmige Mantelfläche 18 des einteilig mit dem ersten Führungsabschnitt 9a ausgebildeten Ventilschließkörpers 10. Eine zweite Führung der Ventilnadel 9 erfolgt mittels des zweiten Führungsabschnitts 9b in dem Isolationskörper 6. Dazu wirkt die Mantelfläche 19 des zweiten Führungsabschnitts 9b mit einer Bohrung 20 in dem Isolationskörper

6 zusammen. Die der Führung dienenden Führungsabschnitte 9a und 9b sind als metallische Bauteile ausgebildet und können mit der für die Führung erforderlichen Fertigungsgenauigkeit hergestellt werden. Aufgrund der geringen Oberflächenrauigkeit der metallischen Bauteile ergibt sich ein nur geringer Reibungskoeffizient an den Führungen. Der Isolationsabschnitt 9c hingegen kann als Keramikteil hergestellt werden. Da der Isolationsabschnitt 9c nicht der Führung der Ventilnadel 9 dient, sind an die Maßgenauigkeit und die Oberflächenrauigkeit nur geringe Anforderungen zu stellen. Eine Überarbeitung des Keramikteils ist daher nicht erforderlich.

[0014] Die Führungsabschnitte 9a und 9b sind mit dem Isolationsabschnitt 9c nicht nur kraftschlüssig sondern auch formschlüssig verbunden. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Führungsabschnitte 9a und 9b jeweils einen Stift 21 bzw. 22 auf, der jeweils in eine als Bohrung 23 ausgebildete Ausnehmung des Isolationsabschnitts 9c eingeführt ist. Vorzugsweise ist die Verbindung zwischen den Stiften 21 und 22 der Führungsabschnitte 9a und 9b durch einen Reibschluß, durch Verkleben oder Aufschumpfen hergestellt.

[0015] Der Isolationsabschnitt 9c ist vorzugsweise hülsenförmig ausgebildet. Durch das gegenüber einem Vollkörper eingesparte Material ergibt sich eine Gewichtseinsparung, die zu kürzeren Schaltzeiten des Brennstoffeinspritzventils 1 führt.

[0016] Der zweite Führungsabschnitt 9b ist mit einem Anker 24 verbunden, der mit einer Magnetspule 25 zur elektromagnetischen Betätigung des Ventilschließkörpers 10 zusammenwirkt. Zur Bestromung der Magnetspule 25 dient ein Anschlußkabel 26. Die Aufnahme der Magnetspule 25 übernimmt ein Spulenträger 27. Ein hülsenförmiger Kern 28 durchdringt die Magnetspule 25 zumindest teilweise und ist von dem Anker 24 durch einen aus der Figur nicht erkennbaren Spalt in der geschlossenen Stellung des Brennstoffeinspritzventils 1 beabstandet. Der magnetische Flußkreis wird durch die ferromagnetischen Bauteile 29 und 30 geschlossen. Der Brennstoff strömt über einen Brennstoffeinlaßstutzen 31, der über ein Gewinde 32 mit einem nicht dargestellten Brennstoffverteiler verbindbar ist, in das Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze 1. Der Brennstoff durchströmt zunächst ein Brennstofffilter 33 und strömt dann in eine Längsbohrung 34 des Kerns 28. In der Längsbohrung 34 ist eine mit einer Hohlbohrung 35 versehene Einstellhülse 36 vorgesehen, die in die Längsbohrung 34 des Kerns 28 einschraubbar ist. Die Einstellhülse 36 dient zur Einstellung der Vorspannung einer Rückstellfeder 37, die den Anker 24 in Schließrichtung beaufschlagt. Zur Sicherung der Einstellung der Einstellhülse 36 dient eine Konterhülse 38.

[0017] Der Brennstoff strömt weiter durch eine Längsbohrung 39 in dem zweiten Führungsabschnitt 9b der Ventilnadel 9 und tritt an einer axialen Aussparung 40 in einen Hohlraum 41 des Isolationskörpers 6 ein. Der

Brennstoff strömt von dort in eine Längsbohrung 42 des Ventilkörpers 7, in der sich auch die Ventilnadel 9 erstreckt, und erreicht schließlich die bereits beschriebene Drallnut 14a am äußeren Umfang des Dralleinsatzes 14.

[0018] Wie bereits beschrieben, führen die mit dem Gehäusekörper 2 verbundenen Zündelektroden 70a Massepotential, während der Ventilkörper 7 mit einem Hochspannungspotential zur Erzeugung von Zündfunken beaufschlagbar sind. Zur Zuführung der Hochspannung dient ein Hochspannungskabel 50, das über eine seitliche, taschenartige Ausnehmung 51 in den Isolationskörper 6 eingeführt ist. Das abisolierte Ende 52 des Hochspannungskabels 50 ist an einer Löt- oder Schweißstelle 53 mit einer Kontaktklammer 54 verlötet oder verschweißt. Die Kontaktklammer 54 umklammert den Ventilkörper 7 und stellt einen sicheren elektrisch leitenden Kontakt zwischen dem abisolierten Ende 52 des Hochspannungskabels 50 und dem Ventilkörper 7 her. Zur besseren Zugänglichkeit der Löt- oder Schweißstelle 53 weist der Isolationskörper 6 eine radiale Bohrung 55 auf, über welche ein Löt- oder Schweißwerkzeug zu der Löt- oder Schweißstelle 53 geführt werden kann. Nach dem Herstellen der Löt- oder Schweißverbindung wird die taschenartige Ausnehmung 51 mit einer elektrisch isolierenden Vergußmasse 56 ausgegossen. Dabei kann ein in dem Hochspannungskabel 50 integrierter Abbrandwiderstand 57 in die Vergußmasse 56 mit eingegossen werden. Zur verbesserten Isolation der Löt- oder Schweißstelle 53 kann eine hochspannungsfeste Folie 58 in die taschenartige Ausnehmung 51 des Isolationskörpers 6 eingelegt und mit der Vergußmasse 56 ebenfalls vergossen werden. Als Vergußmasse 56 eignet sich z. B. Silikon.

[0019] Der Isolationskörper 6 und der Ventilkörper 7 können an einem Gewinde 60 miteinander verschraubt sein. Ferner kann der Isolationskörper 6 mit dem Gehäusekörper 2 an einem weiteren Gewinde 61 miteinander verschraubt sein. Vorzugsweise werden die Gewinde 60 und 61 mit einem geeigneten Klebstoff gesichert. Der Isolationskörper 6 kann als Spritzkeramikteil kostengünstig hergestellt werden. Der Ventilkörper 7 und der Isolationskörper 6 können mit einem Montagehorn verschraubt und verklebt werden, um Fluchtfehler in der Führung der Ventilnadel 9 auszugleichen.

[0020] Die räumlich nahe Anordnung des Abbrandwiderstands 57 zu den Zündelektroden 70a reduziert den Abbrand an den Zündelektroden 7a und erlaubt trotz einer erhöhten elektrischen Kapazität eine metallische Vollummantelung des Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze 1 durch die metallischen Gehäusekörper 2, 4 und 5.

[0021] Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung des abspritzseitigen Endbereichs des in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiels des Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze 1. Neben dem Ventilschließkörper 10 und der als Zylinderbohrung ausgebildeten Austrittsöffnung 12 sind die Zündelektroden 70a

in dieser Darstellung besonders gut zu erkennen. Das Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze 1 ist in der Darstellung der Fig. 2 in einen Zylinderkopf 71 einer Brennkraftmaschine eingeschraubt, so daß die Zündelektroden 70a in einen Brennraum 72 der Brennkraftmaschine ragen.

[0022] Zur Befestigung der in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 stiftartig, z. B. zylinderförmig ausgebildeten Zündelektroden 70a dienen mehrere Vorsprünge 78 des Gehäusekörpers 2. Die Vorsprünge 78 des Gehäusekörpers 2 sind dabei an dem Gehäusekörper 2 umfänglich versetzt zueinander angeordnet, wobei zwischen den einzelnen Vorsprüngen 78 relativ große Zwischenräume gebildet sind, um einen ungehinderten Zustrom der Verbrennungsluft zu der Ausmündung der Austrittsöffnung 12 an der dem Brennraum 72 zugewandten Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 zu ermöglichen. An jedem der Halterung dienenden Vorsprung 78 des Gehäusekörpers 2 ist jeweils eine Zündelektrode 70a angeordnet und an dem zugeordneten Vorsprung 78 z. B. durch Verschweißen oder Verschrauben befestigt. Die Zündelektroden 70a sind jeweils gegenüber der Ebene der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 um einen vorgegebenen Neigungswinkel α in Richtung auf die Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 geneigt. Dabei liegt der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 jeweils eine Kante 74 der stiftförmigen Zündelektroden 70a gegenüber. Die Position der Kanten 74 definiert dabei die Stelle des geringsten Abstandes zwischen den Zündelektroden 70a und der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 und legt somit die Zündstelle fest. Aufgrund der kantenförmigen Ausbildung ergibt sich an dieser Stelle eine erhöhte elektrische Feldstärke, die die Plasmaentladung des Zündfunken hervorruft. Die durch die Kanten 74 festgelegte Zündstelle ist daher von Einspritzzyklus zu Einspritzzyklus reproduzierbar. Die günstigste Position der Zündstelle kann durch Versuche optimiert werden und liegt im Bereich der sogenannten Strahlwurzel des von der Austrittsöffnung 12 abgespritzten Brennstoffstrahls 13. Durch Veränderung der Länge und des Neigungswinkels α der Zündelektroden 70a kann die Position der Kanten 74 an den Öffnungswinkel β des von der Austrittsöffnung 12 bereits abgespritzten Brennstoffstrahls 13 angepaßt werden. Der Abstand der Kanten 74 der Zündelektroden 70a von der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 kann durch Verbiegen einer Knickstelle 75 der Vorsprünge 78 fertigungstechnisch exakt eingestellt werden.

[0023] Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze 1 entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

[0024] Der Unterschied zu dem anhand der Fig. 1 und 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel besteht im wesentlichen darin, daß die Kante zur Festlegung der Position des Funkenüberschlags und somit der Zündstelle

nicht an der Zündelektrode 70, sondern an der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 ausgebildet ist. Dabei weist die Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 eine Erhöhung 80 mit einer umlaufenden Kante 81 auf. An der Kante 81 entsteht bei Beaufschlagung des Ventilkörpers 7 mit einer Hochspannung eine erhöhte elektrische Feldstärke, die die Plasmaentladung des Zündfunken auslöst. Die Position der Zündstelle kann in bezug auf die Position der Austrittsöffnung 12 durch geeignete Dimensionierung des Durchmessers der Erhöhung 80 exakt festgelegt werden. Die das Massepotential führende Zündelektrode 70b kann bei diesem Ausführungsbeispiel durch einen einfachen Draht gebildet werden, der zwischen einem ersten Vorsprung 78a des Gehäusekörpers 2 und einem zweiten Vorsprung 78b des Gehäusekörpers 2 verspannt ist und durch Schweißnähte 82 fixiert sein kann. Durch die drahtförmige Zündelektrode 70b ergibt sich eine Ausgestaltung mit besonders geringem Fertigungsaufwand. Anstatt einer Erhöhung 80 kann an der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 auch eine Vertiefung vorgesehen sein, an deren Begrenzung ebenfalls eine Kante zur punktuellen Erhöhung der elektrischen Feldstärke ausgebildet ist.

[0025] Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines dritten Ausführungsbeispiels eines Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze 1. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

[0026] Im Unterschied zu den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen ist bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel die Zündelektrode 70c ringförmig ausgebildet und weist eine Öffnung 90 für den von der Austrittsöffnung 12 abgespritzten Brennstoffstrahl 13 auf. Die Öffnung 90 der ringförmigen Zündelektrode 70c ist vorzugsweise mit einer konischen Innenfläche ausgebildet und erweitert sich in der Abspritzrichtung 91 des Brennstoffstrahls 13. Der Öffnungswinkel β' der Öffnung 90 der ringförmigen Zündelektrode 70c ist vorzugsweise an den Öffnungswinkel β des Brennstoffstrahls 13 angepaßt. Vorzugsweise stimmt der Öffnungswinkel β' der Öffnung 90 mit dem Öffnungswinkel β des Brennstoffstrahls 13 überein. An dem inneren, der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 gegenüberliegenden Ende weist die Öffnung 90 eine spitzwinklige Kante 92 auf, die bei diesem Ausführungsbeispiel die Zündstelle festlegt. Die ringförmige Zündelektrode 70c ist über Verbindungsstifte 93 an den Vorsprüngen 78 des Gehäusekörpers 2 befestigt. Die Vorsprünge 78 sind radial umfänglich an dem Gehäusekörper 2 verteilt. Beispielsweise sind 3 oder 4 derartige Vorsprünge 78 vorgesehen. Jedem Vorsprung 78 ist ein Verbindungsstift 93 zugeordnet. Die Vorsprünge 78 und die Verbindungsstifte 93 sind relativ schmal ausgeführt, so daß zwischen den Vorsprüngen 78 und den Verbindungsstiften 93 relativ große Lücken verbleiben, durch welche die Verbrennungsluft ungehindert zu der Ausmündung der Austrittsöffnung 12 und zu der durch die umlaufende Kante 92 festgelegten Zündstelle strömen kann. Ein ungehinder-

ter Zustrom der Verbrennungsluft ist für eine sichere Entflammung des Brennstoffstrahls 13 und eine geringe Verrußung und Verkokung an der Ausmündung der Austrittsöffnung 12 wesentlich.

[0027] Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch das abspritzseitige Ende eines Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze 1 entsprechend einem vierten Ausführungsbeispiel. Bereits beschriebene Elemente sind auch hier mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Der Unterschied zu dem bereits anhand von Fig. 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel besteht im wesentlichen darin, daß die ringförmige Zündelektrode 70c einen abschrägten Abschnitt 96 aufweist, an welchen sich die Verbindungsstifte 93 in einer Fluchtlinie anschließen. Dadurch werden Kanten am Übergang zwischen den Stiften 93 und der ringförmigen Zündelektrode 70c vermieden, so daß an diesen Stellen keine erhöhte Feldstärke auftritt, die zu einer parasitären Zündstelle führen könnten.

[0028] Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch das abspritzseitige Ende eines Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze 1 entsprechend einem fünften Ausführungsbeispiel. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Das in Fig. 6 dargestellte Ausführungsbeispiel stellt eine Kombination der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiele dar. Dabei ist eine Ringelektrode 70c vorgesehen, deren Öffnung 90 an dem der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 gegenüberliegenden Ende eine Kante 92 aufweist. Die Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 weist eine Erhöhung 80 mit einer umlaufenden Kante 81 auf. Die umlaufende Kante 81 der Erhöhung 80 befindet sich in der Nähe der umlaufenden Kante 92 der ringförmigen Zündelektrode 70c. Die Zündstelle befindet sich zwischen den beiden umlaufenden Kanten 92 und 81, da dort der Ventilkörper 7 und die Zündelektrode 70c einerseits den geringsten Abstand voneinander haben und andererseits an dieser Stelle aufgrund der Kanten 81 und 92 eine besonders hohe elektrische Feldstärke auftritt.

[0029] Fig. 7 zeigt einen Schnitt durch den abspritzseitigen Endbereich eines Brennstoffeinspritzventils mit integrierter Zündkerze 1 entsprechend einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Das in Fig. 7 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht weitgehend dem bereits anhand von Fig. 6 beschriebenen Ausführungsbeispiel mit dem Unterschied, daß der Flankenbereich 97 der Erhöhung 80 der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 konkav abgerundet ist. Dadurch wird die seitlich anströmende Verbrennungsluft zu dem Brennstoffstrahl 13 und der durch die umlaufenden Kanten 81 und 92 festgelegten Zündstelle hingeführt. Es ergibt sich daher eine besonders gute Einlaufeometrie für die Verbrennungsluft, so daß eine sichere Entflammung des Brennstoffstrahls 13 und eine schadstoffarme Verbrennung gewährleistet sind. Einer Verrußung und Verkokung der Ausmündung

der Austrittsöffnung 12 wird entgegengewirkt.

[0030] Verglichen mit bekannten langen und dünnen Fingerelektroden wird durch die Form und Gestaltung der Zündelektroden 70a - 70c der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele eine unbeabsichtigte Glühentzündung vermieden. Ferner weisen die erfindungsgemäß gestalteten Zündelektroden 70a bis 70c eine erhöhte mechanische Stabilität und eine verlängerte Lebensdauer auf. Durch die Geometrie der Zündelektroden 70a bis 70c und des Ventilkörpers 7 wird an der Zündstelle ein gleichbleibendes Brennstoff-Luftgemisch mit Lambda zwischen 0,6 und 1,0 erreicht. Die Zündstelle liegt im Bereich der geringsten zyklischen Schwankungen des Brennstoffstrahls. Durch die Zündfunken werden sich eventuell an der Stirnfläche 73 des Ventilkörpers 7 ablagernde Verunreinigungen entsprechend einem Selbstreinigungseffekt abgebrannt.

20 Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze (1) zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum (72) einer Brennkraftmaschine und zum Zünden des in den Brennraum (72) eingespritzten Brennstoffs mit einem Ventilkörper (7), der zusammen mit einem Ventilschließkörper (10) einen Dichtsitz bildet, an welchen sich zumindest eine an einer dem Brennraum (72) zugewandten Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) ausmündende Austrittsöffnung (12) anschließt, und einen von dem Ventilkörper (7) isolierten Gehäusekörper (2), wobei an dem Gehäusekörper (2) zumindest eine Zündelektrode (70a) vorgesehen ist, um einen Funkenüberschlag zwischen dem Ventilkörper (7) und der Zündelektrode (70a) zu erzeugen, wobei die Zündelektrode (70a) und der Ventilkörper (7) so geformt sind, daß der Funkenüberschlag zwischen der dem Brennraum (72) zugewandten Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) und der Zündelektrode (70a) erfolgt, und die dem Brennraum (72) zugewandte Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) und/oder die Zündelektrode (70a) in der Nähe der Austrittsöffnung (12) eine Kante (81) aufweist, um die Position des Funkenüberschlags an der Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) bezüglich der Position der Austrittsöffnung (12) reproduzierbar festzulegen, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** die Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) in einem vorgegebenen Abstand zu der Austrittsöffnung (12) eine Erhöhung (80) oder Vertiefung mit einer die Erhöhung (80) bzw. Vertiefung begrenzenden Kante (81) aufweist und an dem Gehäusekörper (2) zumindest zwei die Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) überragende Halterungen (78a, 78b) vorgesehen sind, zwischen welchen sich zumindest ei-

ne drahtförmige Zündelektrode (70b) erstreckt.

2. Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze
nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, 5
daß die Stirnfläche (73) des Ventilkörpers (7) eine
Erhöhung (80) mit einem abgerundeten Flankenbe-
reich (97) aufweist.
3. Brennstoffeinspritzventil mit integrierter Zündkerze 10
nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die drahtförmige Zündelektrode (70b) an den
zumindest zwei Halterungen (78a, 78b) mittels
Schweißnähten (82) befestigbar ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

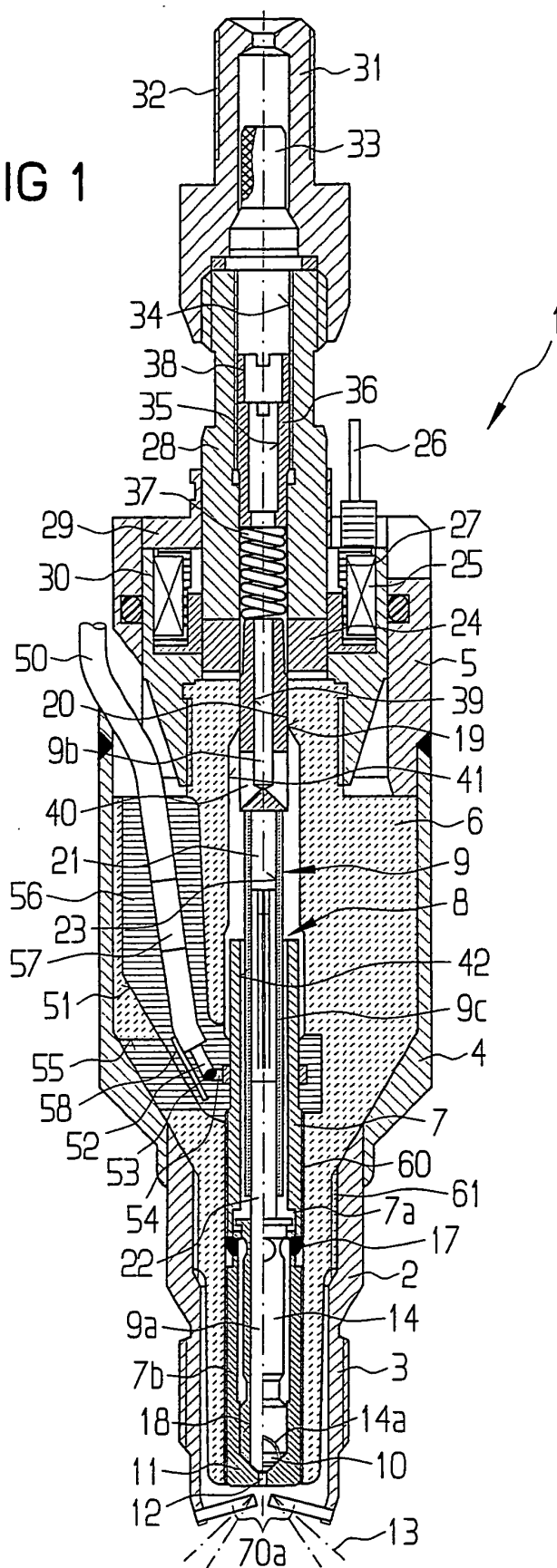


FIG 2

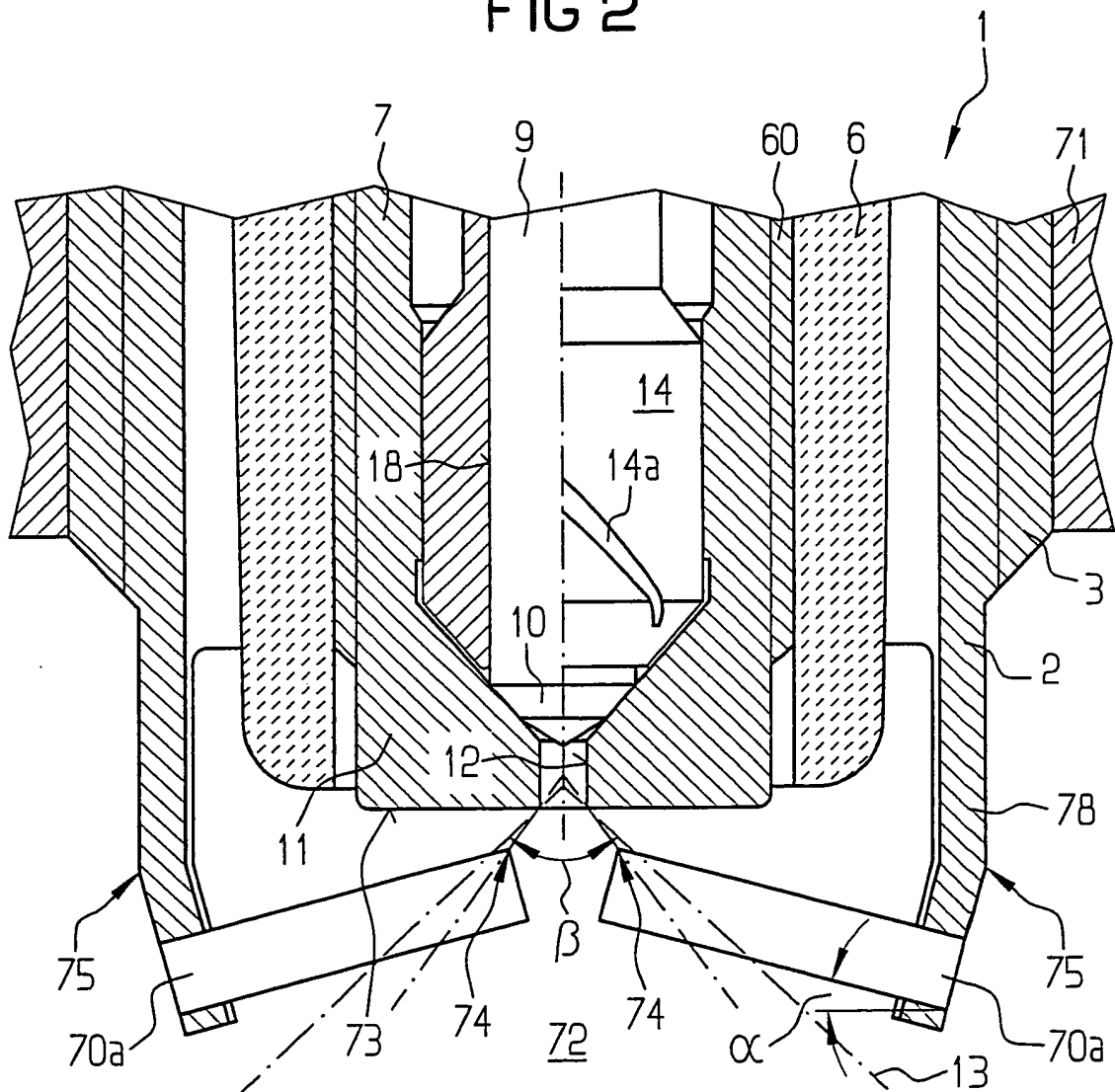


FIG 3

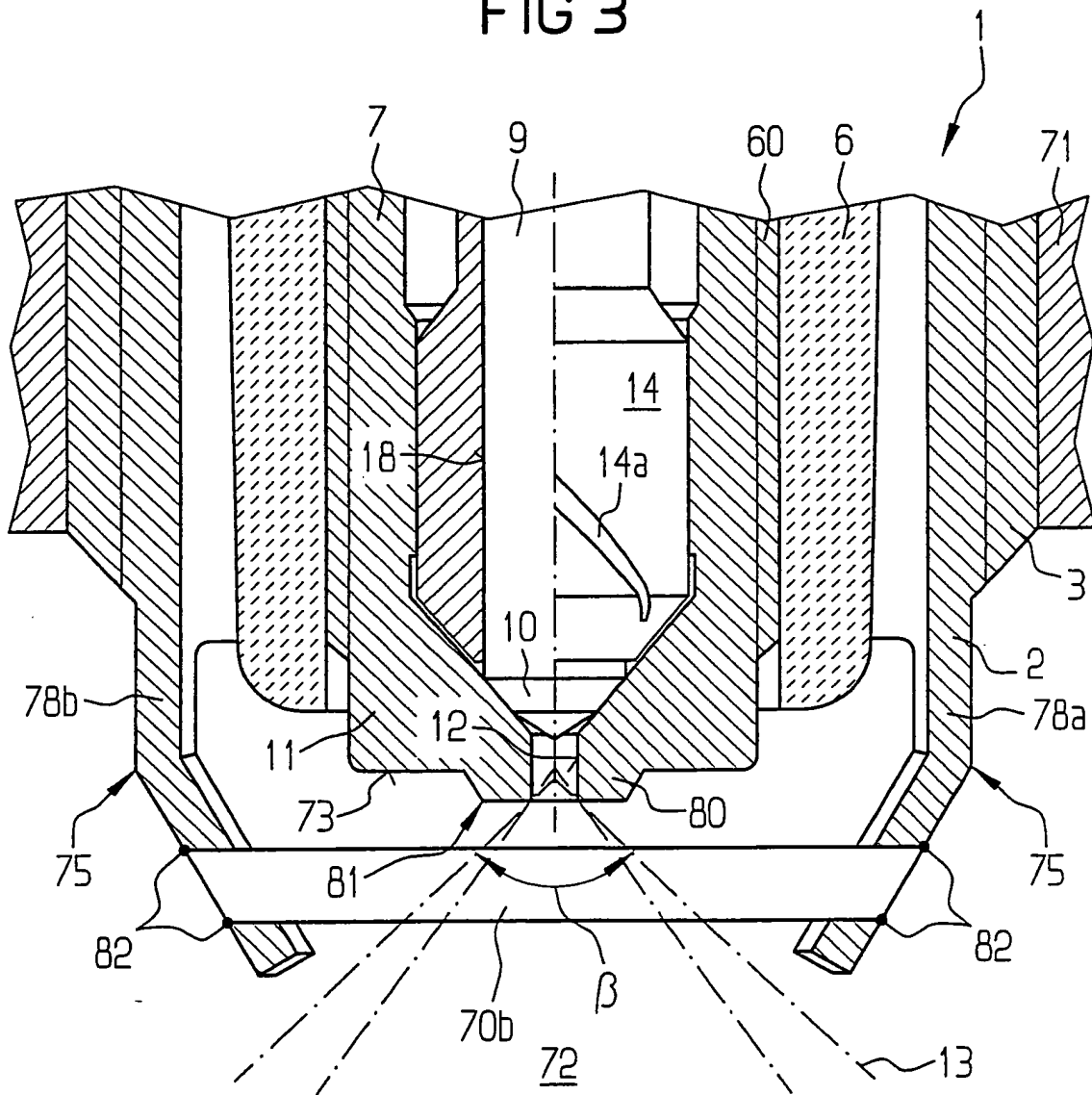


FIG 4

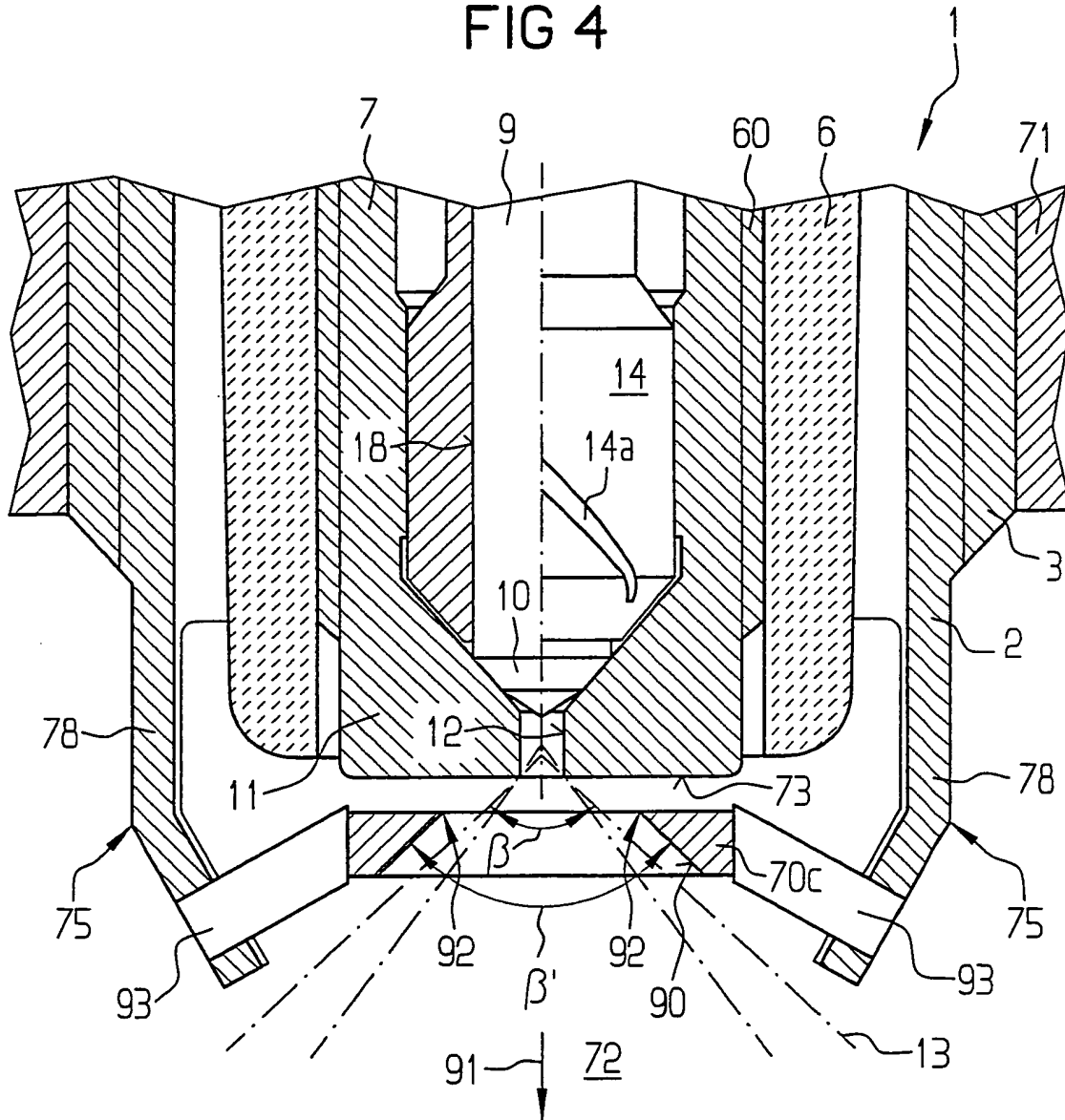


FIG 5

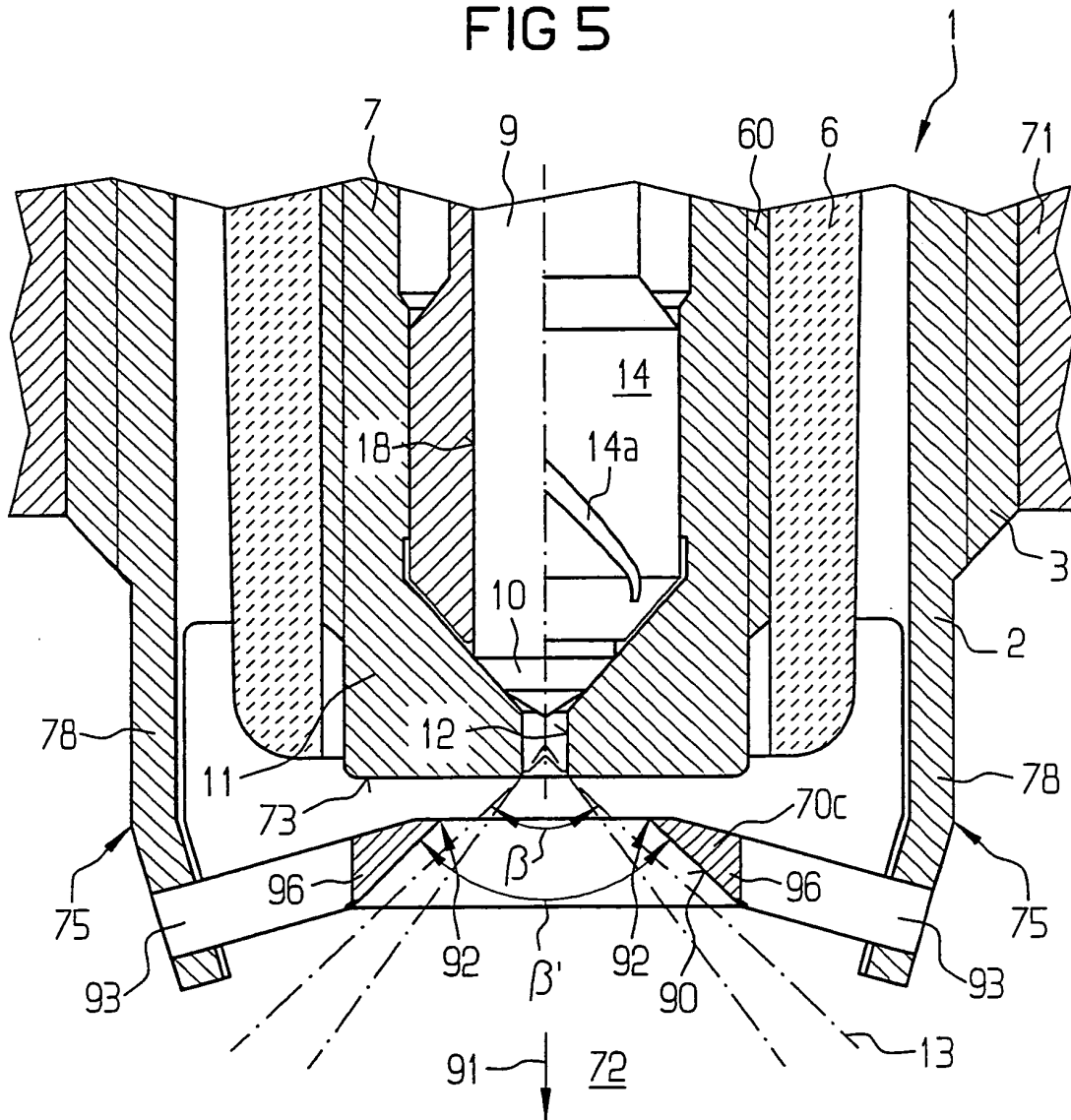


FIG 6

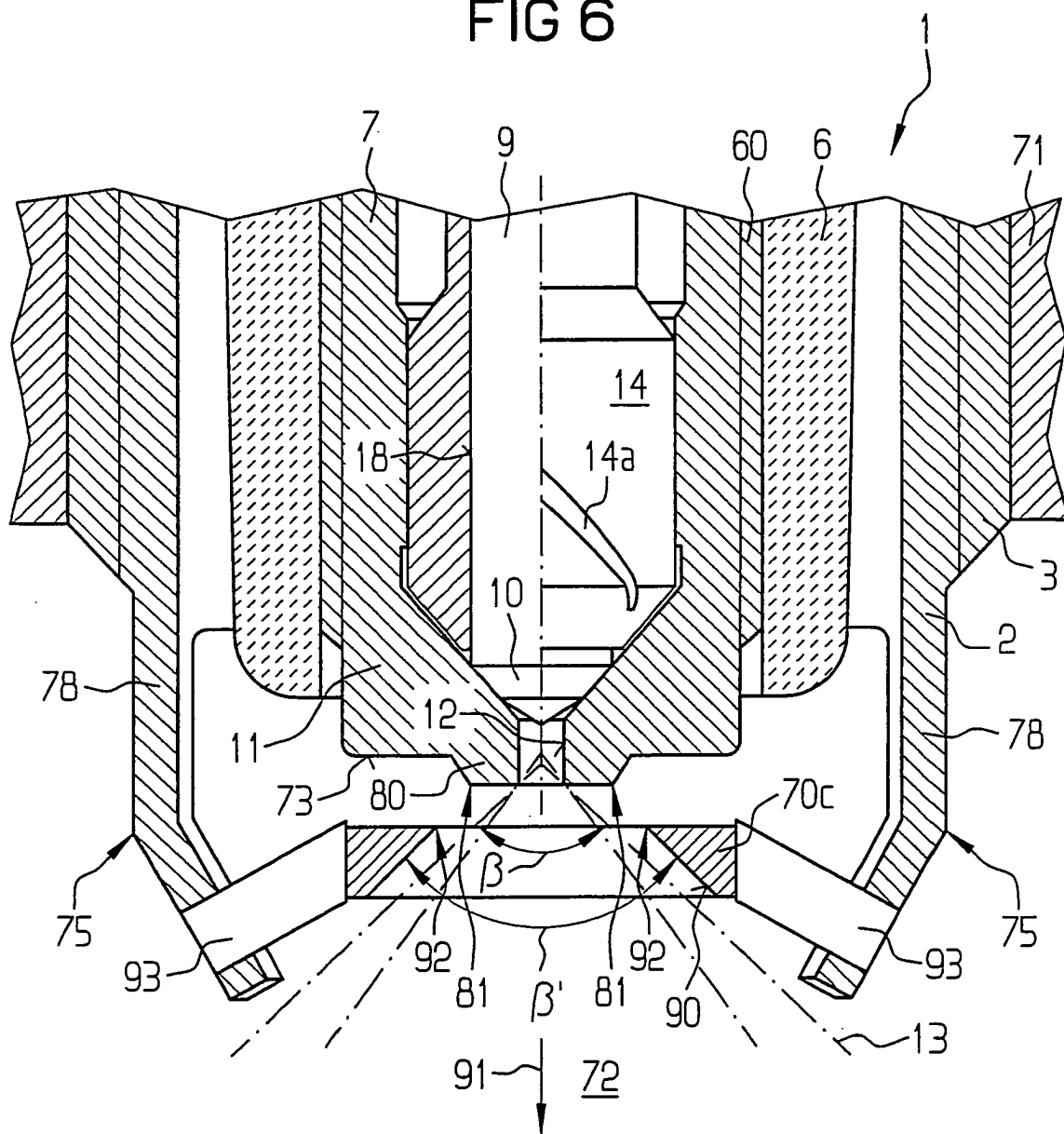


FIG 7

