



12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②¹ Anmeldenummer: 90114186.1

⁽⁵¹⁾ Int. Cl.⁵: **F02M 45/08**, **F02M 61/18**

②② Anmeldetag: 24.07.90

③ Priorität: 17.08.89 AT 1951/89

④³ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.02.91 Patentblatt 91/08

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT NL SE

71 Anmelder: **STEYR-DAIMLER-PUCH**
Aktiengesellschaft
Postfach 62 Franz-Josefs-Kai 51
A-1011 Wien(AT)

(72) Erfinder: **Schmidt, Harald, Ing.**

Geissfussgasse 2-6

A-1100 Wien(AT)

Erfinder: **Kaub, Theodor, Versuchstechniker**
Bernhardstalgasse 37/8/6

A-1100 Wien(AT)

Erfinder: **Morell, Josef, Konstrukteur**

Wohndorf Weg 9

A-3001 Tulbinger Kugel(AT)

74 Vertreter: **Schieschke, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. E. Eder Dipl.-Ing. K.
Schieschke Elisabethstrasse 34
D-8000 München 40(DE)

54 Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen vom Mehrlochtyp mit einem in einer Düsenkuppe 3 endenden Düsengehäuse 1 und einer in diesem geführten Düsennadel 7, welche innenseitig einen konischen Ventilsitz 4 für die an ihrem Ende ebenfalls konische, federnd gegen den Ventilsitz 4 gedrückte Düsennadel 7 bildet und im Bereich dieses Ventilsitzes wenigstens eine bei geschlossenem Ventil vom konischen Ende 8 der Düsennadel 7 überdeckte Ausspritzbohrung 15 aufweist, wobei der konische Ventilsitz 4 scharfkantig in ein Sackloch 6 übergeht und der konische Abschnitt 8 der Düsennadel 7 gegen das Sackloch hin durch eine Kante 16 begrenzt ist. Unter dem Druck des zugeführten Kraftstoffes hebt sich die Düsennadel 7 in einer ersten Hubphase gegen die Kraft einer Feder vom Ventilsitz ab und legt sich an einen Anschlag an, der seinerseits in einer zweiten Hubphase gegen die Kraft einer weiteren Feder begrenzt verschiebbar ist. Der Mittelpunkt des Eintrittsloches 17 der Ausspritzbohrung 15 bzw. wenigstens einer der Ausspritzbohrungen 15 besitzt bei geschlossenem Ventil von den beiden am Übergang des Ventilsitzes 4 zum Sackloch und an der Grenze des konischen Abschnittes 8 der Düsennadel 7 vorgesehenen Kanten 5; 16 jeweils einen kurzen Abstand a bzw. A, welcher zu der einen Kante 5; 16 höchstens das Eineinhalbfache des Durchmessers

des Eintrittsloches 17 beträgt und zu der anderen Kante 16; 5 gleich oder größer als dieser Betrag gewählt ist.

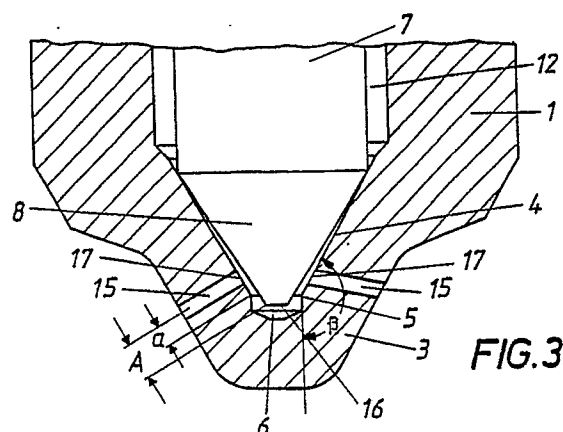


FIG.3

KRAFTSTOFF-EINSPRITZDÜSE FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen vom Mehrlochtyp mit einem in einer Düsenkuppe endenden Düsengehäuse und einer in diesem geführten Düsennadel, wobei die Düsenkuppe innenseitig einen konischen Ventilsitz für die an ihrem Ende ebenfalls konische, als Ventilkörper federnd gegen den Ventilsitz gedrückte Düsennadel bildet und im Bereich dieses Ventilsitzes wenigstens eine bei geschlossenem Ventil vom konischen Ende der Düsennadel überdeckte Ausspritzbohrung aufweist und wobei der konische Ventilsitz scharfkantig in ein Sackloch übergeht und der konische Abschnitt der Düsennadel gegen das Sackloch hin durch eine Kante begrenzt ist und wobei sich die Düsennadel unter dem Druck des zugeführten Kraftstoffes in einer ersten Hubphase gegen die Kraft einer Feder vom Ventilsitz abhebt und an einen Anschlag anlegt, der seinerseits in einer zweiten Hubphase gegen die Kraft einer weiteren Feder begrenzt verschiebbar ist.

Eine derartige Kraftstoff-Einspritzdüse ist bereits bekannt (US-PS 4.715.541). Dabei ist aber die Anordnung der Ausspritzbohrungen beliebig getroffen, d.h. es bestehen keine besonderen Beziehungen zwischen der Eintrittsöffnung der Ausspritzbohrungen und den beiden vorhandenen Kanten an der Düsennadel und am Übergang vom Ventilsitz zum Sackloch bzw. zwischen den Eintrittsöffnungen. Die Folge davon ist, daß sich zum Sackloch gerichtete nicht funktionsoptimierte Kraftstoffströme ergeben können, die undefiniert sind, wodurch die Zuströmung zu den Eintrittsöffnungen hinsichtlich Menge, Strömungsgeschwindigkeit und Richtung nicht am ganzen Umfang der Eintrittsöffnungen gleich ist und somit stellenweise ungünstige Strömungsverläufe sowie geringe Strömungsgeschwindigkeiten aufweist. Durch diese verzögerten, kaum zur Turbulenz neigenden Teilströme wird nachteiligerweise der Zerstäubungseffekt beeinträchtigt.

Zum Stand der Technik zählt weiterhin eine Kraftstoff-Einspritzdüse mit zwei Gruppen von Ausspritzbohrungen, welche in einem zylindrischen und einem konischen Teil des Düsenkörpers angeordnet sind (DE-OS 27 11 350). In der ersten Hubphase werden nur die dem Kuppenscheitel nächstliegenden Ausspritzbohrungen freigegeben, wohingegen die Freigabe der vom Kuppenscheitel entfernteren Ausspritzbohrungen erst in der zweiten Hubphase erfolgt. Zwei nacheinander zur Wirkung gelangende Federn haben hierbei die Aufgabe, der Düsennadel ein Öffnen der beiden Gruppen druckabhängig in zeitlicher Abfolge zu ermöglichen. Nachteilig ist bei dieser bekannten Konstruktion, daß sich beim Öffnen der vom Kuppenscheitel ent-

fernteren Ausspritzbohrungen durch ein schleifendes Glied ein schwankender Brennstoffstrahl, Streuung des Spritzbeginnes und eine ungünstige Unstetigkeitsstelle in der Kennlinie der Fördermenge ergeben, was zu ungleichmäßigem Verbrennungsverlauf und Geräuschentwicklung führt.

Somit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, diesen Mangel zu beseitigen und die eingangs geschilderte Kraftstoff-Einspritzdüse mit einfachen Mitteln so zu verbessern, daß in der ersten Hubphase höchste Zerstäubung und in der zweiten Hubphase optimale Zerstäubung bei ausreichender Eindringtiefe gewährleistet ist.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß der Mittelpunkt des Eintrittsloches der Ausspritzbohrung bzw. wenigstens einer der Ausspritzbohrungen bei geschlossenem Ventil von den beiden am Übergang des Ventilsitzes zum Sackloch und an der Grenze des konischen Abschnittes der Düsennadel vorgesehenen Kanten jeweils einen kürzesten Abstand besitzt, der zu der einen Kante höchstens das Eineinhalbfache des Durchmesser des Eintrittsloches beträgt und zu der anderen Kante gleich oder größer als dieser Betrag gewählt ist.

Durch die besonderen Abstände der Mittelpunkte der Eintrittslöcher der Ausspritzbohrungen von den beiden Kanten wird erreicht, daß die zunächst zwischen den Eintrittslöchern hindurchtretende Strömung an den Kanten noch mit ausreichender Geschwindigkeit ankommt, um in das Sackloch hinein verwirbelt zu werden, und dann auch wieder mit ausreichender Geschwindigkeit aufwärts zum unteren Rand der Eintrittslöcher strömt, daß also jeweils um das ganze Eintrittsloch der Ausspritzbohrung herum etwa die gleichen intensiv turbulenten Strömungsverhältnisse herrschen und damit auch eine entsprechende Verwirbelung am ganzen Umfang des Eintrittsloches stattfindet, der sich dann bei der Umlenkung in die Ausspritzbohrung noch eine zweite Turbulenz überlagert, was die Zerstäubung und Auffächerung des eingespritzten Brennstoffes wesentlich verbessert.

Eine ganz wesentliche Voraussetzung dafür sind allerdings die scharfen Kanten am Übergang vom konischen Ventilsitz zum Sackloch, die die für die Verwirbelung in das Sackloch hinein erforderliche Strömungsgestaltung ermöglichen, bei der auch die Strömungsablösung eine Rolle spielt.

Die Erfindung ist besonders wirkungsvoll bei Einspritzdüsen mit zweiphasigem Hub der Düsennadel, weil sich in der ersten Hubphase, die entsprechend lange andauern kann, die Düsennadel nur wenig vom Ventilsitz abhebt und nur ein geringer Durchlaßspalt entsteht, der tatsächlich für die

gewünschten Strömungsverhältnisse im Bereich der Ausspritzbohrungen sorgt und eine gleichmäßige definierte Zerstäubung mit sich bringt. Je größer der Durchlaßspalt und damit die zufließende Kraftstoffmenge wird, umso weniger können Kanten und Löcher die Strömungsverhältnisse beeinflussen, wenngleich sie auch noch während der zweiten Hubphase, in der die Einström-Mantelfläche wie üblich über 133 % der Querschnittsfläche der Ausspritzbohrung beträgt, eine marginale Zerstäubung bewirken, ohne die in dieser Phase durch die weiter angehobene Düsennadel größere Einspritztiefe zu beeinträchtigen.

Ähnliches wird durch die vorgegebene Wahl der Abstände zwischen den Ausspritzbohrungen erreicht, da die verhältnismäßig geringe Entfernung deren Eintrittslöcher voneinander eine sonst auftretende Verzögerung der Strömungen des Kraftstoffes zwischen den Eintrittslöchern unterbindet, so daß auch keine abgebremste Rückströmung aus dem Sackloch mit ungleichmäßiger Geschwindigkeitsverteilung am Umfang der Eintrittslöcher und ungleichmäßiger Zerstäubung als Folge zu befürchten ist. Je geringer nämlich der Abstand zwischen den Eintrittslöchern in die Ausspritzbohrungen ist, umso größer wird die Geschwindigkeit der Strömung zwischen den Eintrittslöchern; es erfolgt also eine verbesserte bzw. beschleunigte und stark umgelenkte Zuströmung zum Sackloch und damit auch eine entsprechend günstigere Rückströmung von diesem. Dabei wird dieser Effekt mit einfachsten technischen Mitteln erreicht, die ja nur darin bestehen, die Ausspritzbohrungen an bestimmten Stellen anzuordnen.

Beträgt jeweils die Mantelfläche des sich in Verlängerung der Ausspritzbohrungen zwischen dem Rand deren Eintrittsloches und der Oberfläche der am Ende der ersten Hubphase vom Ventilsitz abgehobenen Düsennadel ergebenden gedachten Zylinders etwa 15 bis 50 % der Querschnittsfläche der Ausspritzbohrungen, treten besonders günstige Verhältnisse auf, da so erst im Bereich der Ausspritzbohrungen eine Drosselstelle entsteht und der gewünschte Einfluß der scharfen Brennstoffumlenkung vor Eintritt in die Eintrittslöcher, unterstützt durch die Kanten- und Lochabstände, auf die räumliche Turbulenz und somit auf die Zerstäubung besonders gut zur Geltung kommt.

In der Regel wird man mehrere Ausspritzbohrungen vorsehen und alle so anordnen, daß sie die erfindungsgemäßen Bedingungen erfüllen. Es kann aber auch von Vorteil sein, nur eine Ausspritzbohrung oder nur einen Teil der Ausspritzbohrungen in dieser Weise vorzusehen und die übrigen Ausspritzbohrungen ohne besondere Beziehung zu den am Nadel- bzw. Sitzende vorhandenen Kanten zu belassen, und zwar dann nämlich, wenn es sich beispielsweise um einen großen Brennraum einer

Brennkraftmaschine mit stark exzentrisch angeordneter Einspritzdüse handelt.

In diesem Fall soll aus der zu der am nächsten liegenden Brennraumwand gerichteten Ausspritzbohrung der durch die erfindungsgemäße Ausbildung fein zerstäubte Kraftstoff austreten, wogegen die zur entfernten Brennraumwand gerichteten Ausspritzbohrungen einer anderen Ausbildung bzw. Anordnung bedürfen, um entsprechend weite, die Brennraumwand erreichende Kraftstoffstrahlen zu erzielen.

Um auf rationelle Weise für diese unterschiedlichen Ausspritzbedingungen zu sorgen, kann erfindungsgemäß die an der Grenze des konischen Abschnittes an der Düsennadel vorgesehene Kante zumindest teilweise einen vom Verlauf in einer Normalebene zur Düsennadelachse abweichenden Verlauf besitzen und die Düsennadel drehfest geführt sein, so daß durch einen geeigneten Kantenverlauf für die eine oder andere Ausspritzbohrung geänderte Strömungs- und Ausspritzverhältnisse entstehen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, daß bei abgehobener Düsennadel die Kante des konischen Abschnittes tiefer liegt als der untere Mündungsrand des Einspritzloches. Wenn diese Bedingung auch in der zweiten Hubphase erfüllt ist, erfolgt in dieser die vorerwähnte marginale Zerstäubung bei im wesentlichen unverminderter Einspritztiefe.

Optimale Strömungsverhältnisse liegen vor, wenn die Erzeugenden von konischem Ventilsitz und Sackloch einen Winkel von 120° bis maximal 145° einschließen. So wird beste Strömungsablösung ohne Bildung von Totzonen, in denen Kavitationsgefahr besteht, erreicht.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt, und zwar zeigen

Fig. 1 die erfindungswesentlichen Teile einer Kraftstoff-Einspritzdüse mit zweiphasigem Nadelhub in vereinfachter Darstellung im Axialschnitt,

Fig. 2 den Bereich einer Ausspritzbohrung als vergrößertes Detail,

Fig. 3 das Ende des Düsengehäuses mit der Düsenskuppe und auf den Ventilsitz gedrückter Düsennadel, ebenfalls im Axialschnitt größeren Maßstabes,

Fig. 4 und 5 zwei Ausführungsvarianten in gleicher Darstellungsweise,

Fig. 6 das Ende des Düsengehäuses bei in der ersten Hubphase vom Ventilsitz abgehobener Düsennadel mit angedeuteter Kraftstoffströmung in weiterer Vergrößerung,

Fig. 7 einen Teil des Ventilsitzes der Düsenskuppe in Abwicklung mit angedeuteter Kraftstoffströmung und

Fig. 8 und 9 Anordnungsmöglichkeiten der Eintrittslöcher in die Ausspritzbohrungen in einer

der Fig. 7 entsprechenden Darstellungsweise.

Das Düsengehäuse 1, das durch eine Überwurfmutter 2 mit den übrigen Vorrichtungsteilen verbunden ist, endet in einer Düsenkuppe 3, die innenseitig einen konischen Ventilsitz 4 aufweist, der mit scharfer Kante 5 mit einem Winkel β von etwa 145° (siehe Fig. 3) in ein Sackloch 6 übergeht. Im Düsengehäuse 1 ist eine Düsennadel 7 geführt, die federnd gegen den konischen Ventilsitz 4 gedrückt wird und ebenfalls einen konischen Endabschnitt 8 besitzt, so daß die Düsennadel 2 mit ihrem Endabschnitt 8 zusammen mit dem Ventilsitz 4 in Ventil bildet, das in den Fig. 1, 3, 4 und 5 in geschlossener Stellung dargestellt ist. Auf die Düsennadel 7 wirkt zunächst eine schwächere Feder 9 ein, die von einer wesentlich stärkeren Feder 10 umschlossen ist. Der Kraftstoff wird von einer nicht dargestellten Kraftstoffpumpe einem Kanal 11 zugeführt und gelangt in einen Sammelraum 12, von wo er entlang der Düsennadel 7 bis zum Ventilsitz 4 vordringt.

Steigt der Pumpendruck an, so wird die Düsennadel 7 bzw. deren Endabschnitt 8 gegen die Kraft der Feder 9 vom Ventilsitz 4 so weit abgehoben, bis sie sich gegen die Fläche des Anschlags 13 legt. Das ist die erste Hubphase, in der die Mantelfläche des gedachten Zylinders max. 75 % des Querschnittes der Ausspritzbohrung beträgt. Erst bei weiterem Anstieg des Kraftstoffdruckes wird dann auch der Anschlag 13 gegen die Kraft der Feder 10 bis zum Anlegen an eine Innenschulter 14a einer Hülse 14 angehoben. Das ist die zweite Hubphase, in der die Mantelfläche größer als der Querschnitt der Ausspritzbohrung ist.

Die Düsenkuppe 3 weist im Bereich des Ventilsitzes 4 Ausspritzbohrungen 15 auf, die bei geschlossenem Ventil vom konischen Endabschnitt 8 der Düsennadel 7 überdeckt sind. Dieser konische Abschnitt 8 ist gegen das Sackloch 6 hin durch eine Kante 16 begrenzt.

Wie in Fig. 2 angedeutet, soll nun für besonders gute Resultate nach der ersten Hubphase der Düsennadel 7 jeweils die Mantelfläche M des sich in Verlängerung der Ausspritzbohrung 15 zwischen deren innerem Rand R und der Oberfläche des konischen Endabschnittes 8 sich ergebenden gedachten Zylinders nur 15 - 50 % der Querschnittsfläche der Ausspritzbohrung 15 betragen, so daß es erst im Bereich der Ausspritzbohrungen 15 zu einer Drosselung der Kraftstoffströmung kommt, die wegen der hohen und rund um die Eintrittslöcher gleichen Geschwindigkeiten zu einer besonders feinen Zerstäubung führt.

Aus Fig. 3 ist ersichtlich, daß der Mittelpunkt der Eintrittslöcher 17 in die Ausspritzbohrungen 15 von der Kante 5 am Übergang zum Sackloch 6 einen Abstand a aufweist, der etwas kleiner ist als das Eineinhalbfache des Durchmessers des Ein-

trittsloches 17. Dagegen hat dieser Mittelpunkt des Eintrittsloches 17 bei geschlossenem Ventil einen Abstand A von der Kante 16 der Düsennadel 7, der bei diesem Ausführungsbeispiel größer als dieser Betrag bemessen ist.

Die Ausbildung nach Fig. 4 unterscheidet sich von jener nach Fig. 3 nur dadurch, daß der Abstand a des Mittelpunktes der Eintrittslöcher 17 in die Ausspritzbohrung 15 von der Kante 5 größer ist als der Abstand A von der Begrenzungskante 16 des kegeligen Abschnittes 8 der Düsennadel 7, wobei auch hier als Grenzmaß das Eineinhalbfache des Durchmessers des Eintrittsloches 17 gilt. Der Begrenzungskante 16 ist hier noch ein Kegelstumpf 18 vorgesetzt.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 verläuft die Begrenzungskante 16a des kegeligen Endabschnittes 8 der Düsennadel 7 in einer zur Düsenachse schrägen Ebene, so daß die Abstandsbedingungen nur für die links dargestellte Ausspritzbohrung 15 gelten, nicht aber für die rechts dargestellte, die nicht vom konischen Abschnitt 8 überdeckt wird, was gezielt unterschiedliche Ausspritzbedingungen für die Bohrungen 15 ergibt.

Aus Fig. 5 ist weiterhin erkennbar, daß hier zwischen der Wandung des konischen Ventilsitzes und dem Endabschnitt 8 der Ventilsitze ein spitzer Winkel Δ gebildet ist, welcher beispielsweise in den Grenzen zwischen $0,2$ bis $1,0^\circ$ liegen kann. Hierdurch ergibt sich der Vorteil einer guten Dichtung, und zwar immer genau über der Ausspritzbohrung.

In Fig. 6 ist die Kraftstoffströmung bei in der ersten Hubphase vom Ventilsitz 4 abgehobener Düsennadel 7 bzw. abgehobenem Endabschnitt 8 der Düsennadel 7 durch Pfeile angedeutet. Es ist ersichtlich, daß die Kanten 5 und 16 bei der Beschleunigung bzw. Verwirbelung des Kraftstoffes im Bereich des Eintrittsloches 17 in die Ausspritzbohrung 15 gerade in dieser Hubphase, in der es nur zu einem schmalen Spalt zwischen Endabschnitt 8 und Ventilsitz 4 und dadurch nur zu einem dünnen Kraftstofffilm im Übergangsbereich zu den Ausspritzbohrungen 15 kommt, entscheidenden Anteil haben.

Diese Strömungsverhältnisse in der ersten Hubphase sind in der Abwicklung des Ventilsitzes nach Fig. 7 noch besser verdeutlicht: der Brennstoff tritt vom Sammelraum 12 in den Raum zwischen konischem Ventilsitz 4 und dem konischen Endabschnitt 8 der Düsennadel 2. Die Stromfäden 20 verlaufen so, daß sie gleichmäßig zum oberen Rand der Eintrittslöcher 17 führen, wobei einige bereits merklich umgelenkt werden. Die Stromfäden 21 schießen bereits über eine gedachte Verbindungslinie der Mittelpunkte der Eintrittslöcher 17 hinaus, so daß sie um mehr als 90° umgelenkt werden müssen. Die Stromfäden 22 sind soweit

von den Eintrittslöchern entfernt, daß sie die Kante 5 erreichen, unter Bildung von Sekundärwirbeln 23 in das Sackloch 6 eintreten, dort umgelenkt werden und wieder an der Kante 5 vorbei dem unteren Rand der Eintrittslöcher 17 zulaufen. Dadurch ist bei erfindungsgemäßem Abstand zwischen den Eintrittslöchern 17 und Abstand der Eintrittslöcher 17 von der Kante 5 bzw. 16 eine am Umfang der Eintrittslöcher gleichmäßig verteilte, vorverwirbelte Strömung entstanden und beste Zerstäubung gewährleistet.

Aus Fig. 6 geht darüber hinaus deutlich hervor, daß bei abgehobener Düsennadel 7 die Kante 16 des konischen Abschnittes 8 tiefer als der untere Mündungsrand des Eintrittsloches 17 der Ausspritzbohrung 15 liegt. Damit tritt eine scharfe Umlenkung des Kraftstoffes von jeder Seite des Mündungsrandes des Eintrittsloches 17 ein, wodurch eine Verbesserung des Zerstäubungseffektes gegeben ist.

Aus der Abwicklung des Ventilsitzes 4 nach den Fig. 8 und 9 ergibt sich, daß die Eintrittslöcher 17 eine entlang des Ventilsitzes 4 gemessene Entfernung E voneinander besitzen, die höchstens das Dreieinhalbfache des Durchmessers bzw. bei unterschiedlichen Durchmessern des kleinsten Durchmessers der Löcher 17 beträgt, wodurch die Ausspritzbedingungen hinsichtlich des Zerstäubungsverhaltens weiter verbessert werden.

Allen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist gemeinsam, daß der kegelige Ventilsitz 4 über eine scharfe Kante 5 in das Sackloch 6 übergeht, welches seinerseits zunächst zylinderförmig ausgebildet ist und dann - wiederum über eine scharfe Kante, die einen Winkel von 120° bis 145° , vorzugsweise etwa 135° bildet, in eine Kegelstumpfform mündet. Es ergeben sich damit jeweils stark ausgeprägte Kanten, welche das Strömungsverhalten zusätzlich günstig beeinflussen.

Ansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen vom Mehrlochttyp mit einem in einer Düsenkuppe endenden Düsengehäuse und einer in diesem geführten Düsennadel, welche Düsenkuppe innenseitig einen konischen Ventilsitz für die an ihrem Ende ebenfalls konische, als Ventilkörper federnd gegen den Ventilsitz gedrückte Düsennadel bildet und im Bereich dieses Ventilsitzes wenigstens eine bei geschlossenem Ventil vom konischen Ende der Düsennadel überdeckte Ausspritzbohrung aufweist, wobei der konische Ventilsitz scharfkantig in ein Sackloch übergeht und der konische Abschnitt der Düsennadel gegen das Sackloch hin durch eine Kante begrenzt ist und wobei sich die Düsennadel unter dem Druck des zugeführten Kraftstoffes in

einer ersten Hubphase gegen die Kraft einer Feder vom Ventilsitz abhebt und an einen Anschlag anlegt, der seinerseits in einer zweiten Hubphase gegen die Kraft einer weiteren Feder begrenzt verschiebbar ist, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Mittelpunkt des Eintrittsloches (17) der Ausspritzbohrungen (15) bzw. wenigstens einer der Ausspritzbohrungen (15) bei geschlossenem Ventil von den beiden am Übergang des Ventilsitzes (4) zum Sackloch und an der Grenze des konischen Abschnittes (8) der Düsennadel (7) vorgesehenen Kanten (5; 16) jeweils einen kürzesten Abstand (a; A) besitzt, der zu der einen Kante (5; 16) höchstens das Eineinhalbfache des Durchmessers des Eintrittsloches (17) beträgt und zu der anderen Kante (16; 5) gleich oder größer als dieser Betrag gewählt ist.

2. Kraftstoff-Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anordnung von zwei oder mehreren Ausspritzbohrungen (15) die Mittelpunkte deren Eintrittslöcher (17), gemessen entlang der Fläche des Ventilsitzes (4), höchstens um das Dreieinhalbfache des Lochdurchmessers voneinander entfernt sind.

3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die Mantelfläche (M) des sich in Verlängerung der Ausspritzbohrungen (15) zwischen dem Rand (R) deren Eintrittsloches (17) und der Oberfläche der am Ende der ersten Hubphase vom Ventilsitz abgehobenem Düsennadel (7) ergebenden gedachten Zylinders etwa 15 - 50 % der Querschnittsfläche der Ausspritzbohrung (15) beträgt.

4. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anordnung von zwei oder mehreren Ausspritzbohrungen (15) die an der Grenze des konischen Abschnittes (8) an der Düsennadel (7) vorgesehene Kante (16a) zumindest teilweise einen vom Verlauf in einer Normalebene zur Düsennadelachse abweichenden Verlauf besitzt und die Düsennadel (7) drehfest geführt ist.

5. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Wandung des konischen Ventilsitzes (4) und dem Endabschnitt (8) der Ventilspitze ein spitzer Winkel (Δ) gebildet ist, welcher in den Grenzen zwischen $0,2$ bis $1,0^\circ$ liegt.

6. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei abgehobener Düsennadel (7) die Kante (16) des konischen Abschnittes (8) tiefer als der untere Mündungsrand des Eintrittsloches (17) der Ausspritzbohrung liegt.

7. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugenden des konischen Ventilsitzes und die in derselben Axialebene liegende Erzeugende des Sackloches einen Winkel β von

maximal 145° einschließen.

8. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sackloch (6) in eine Kegelstumpfform mündet, welche einen Winkel von 120° bis 145° bildet.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

FIG. 1

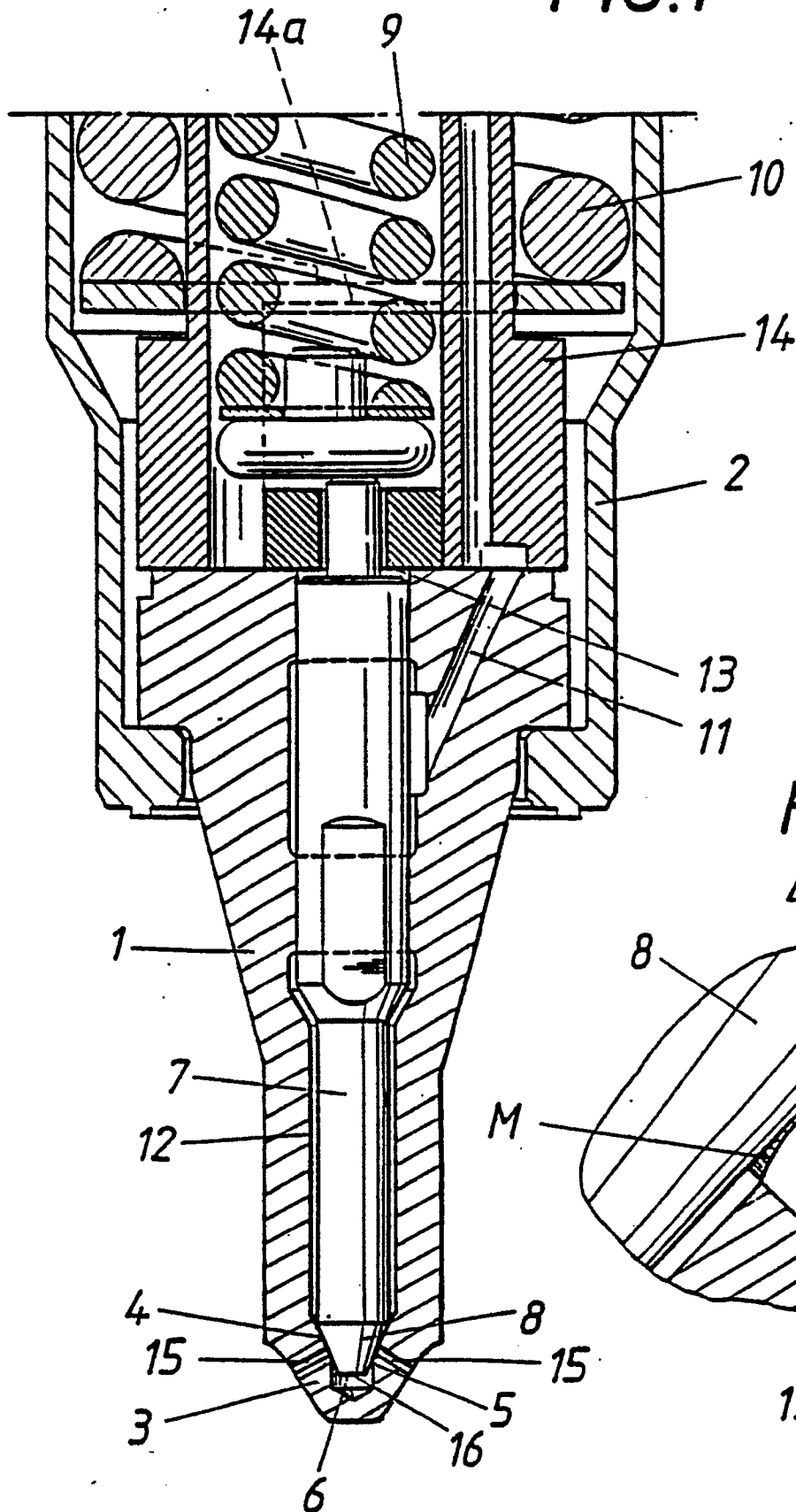
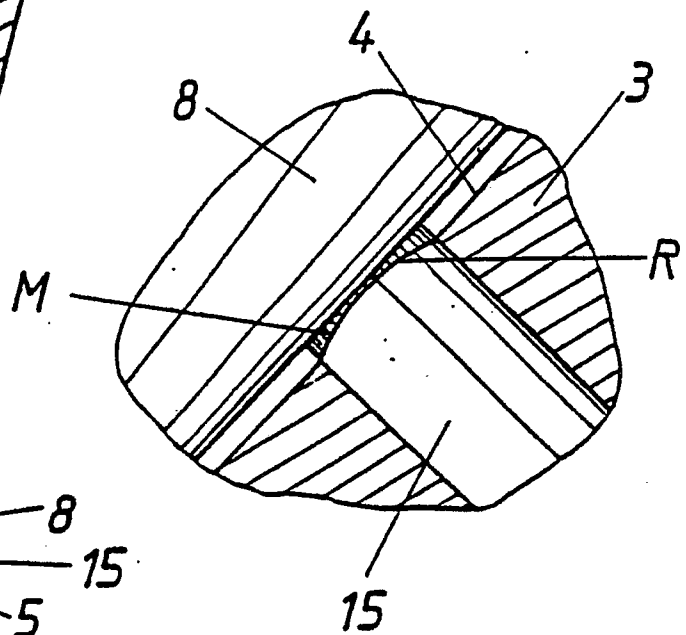


FIG. 2



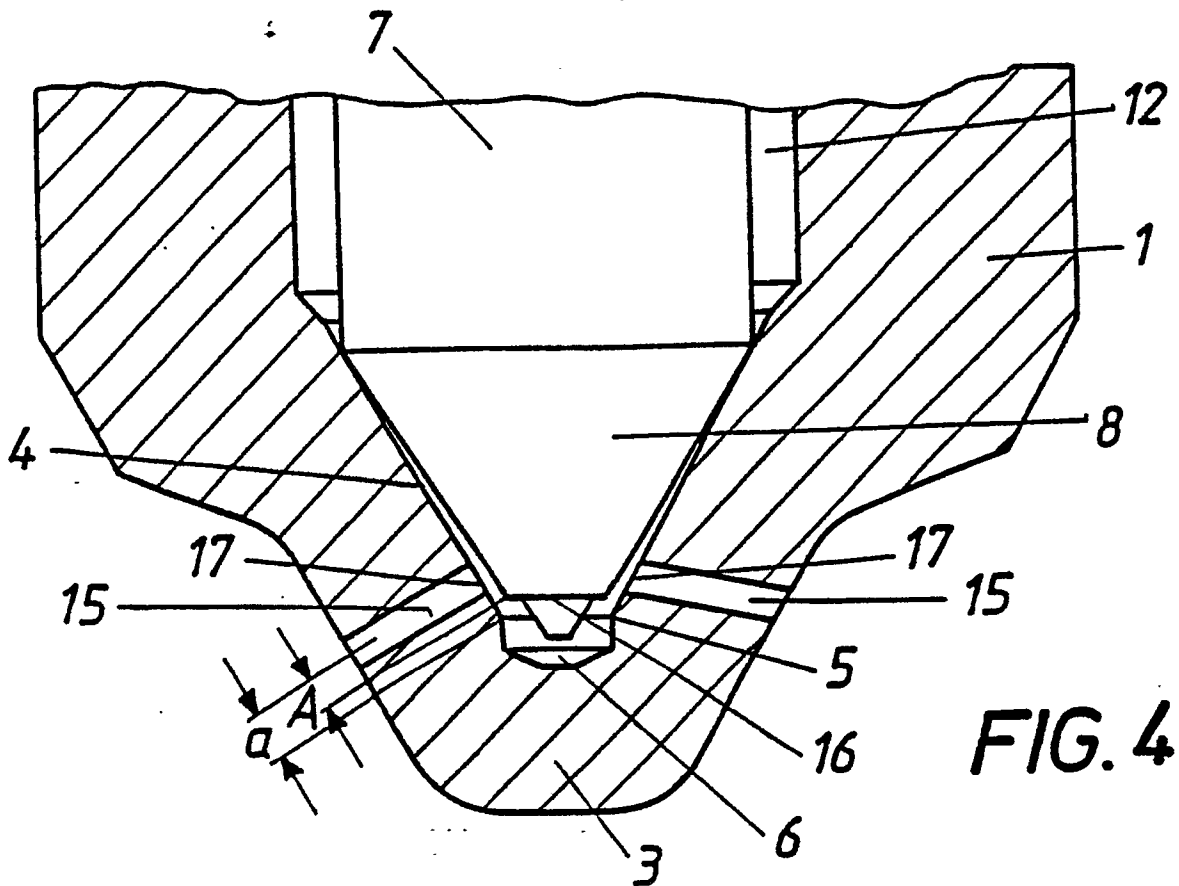
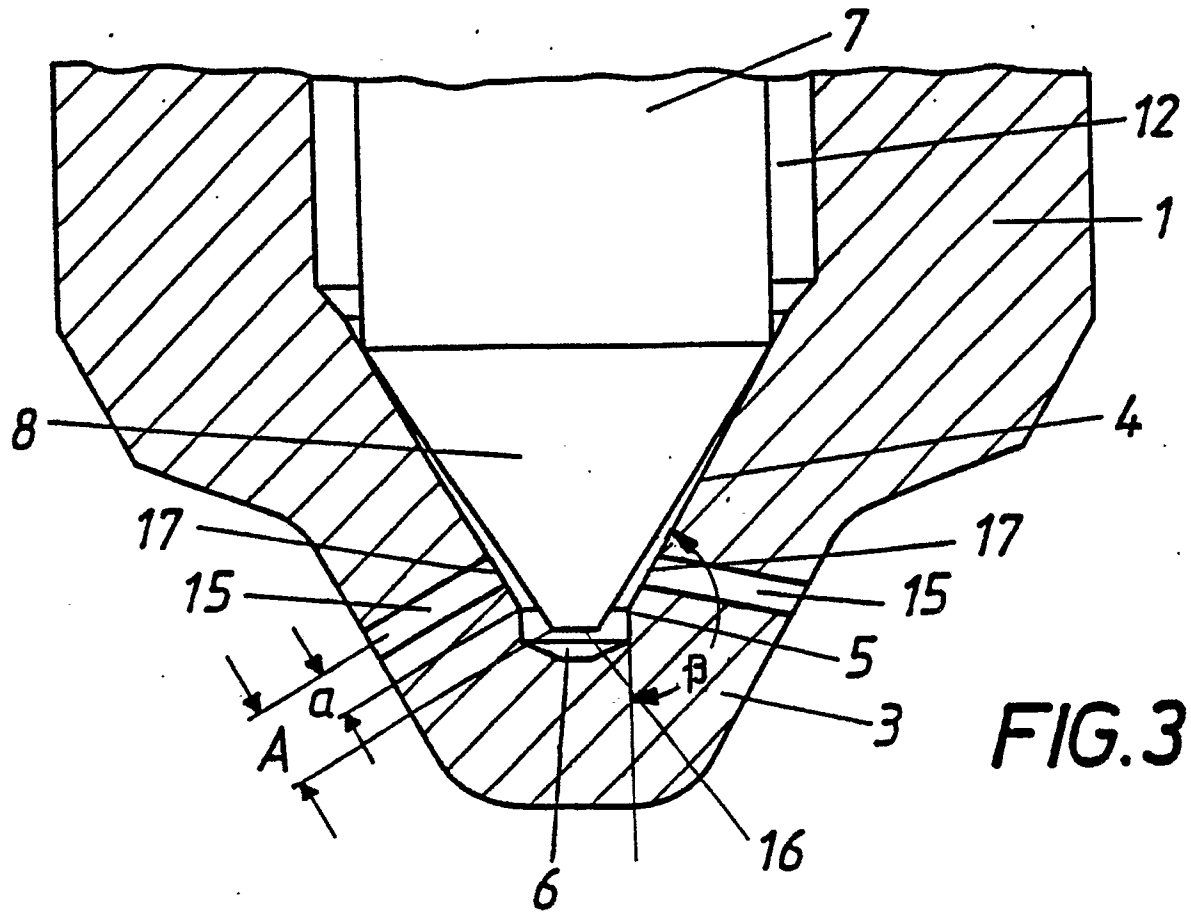
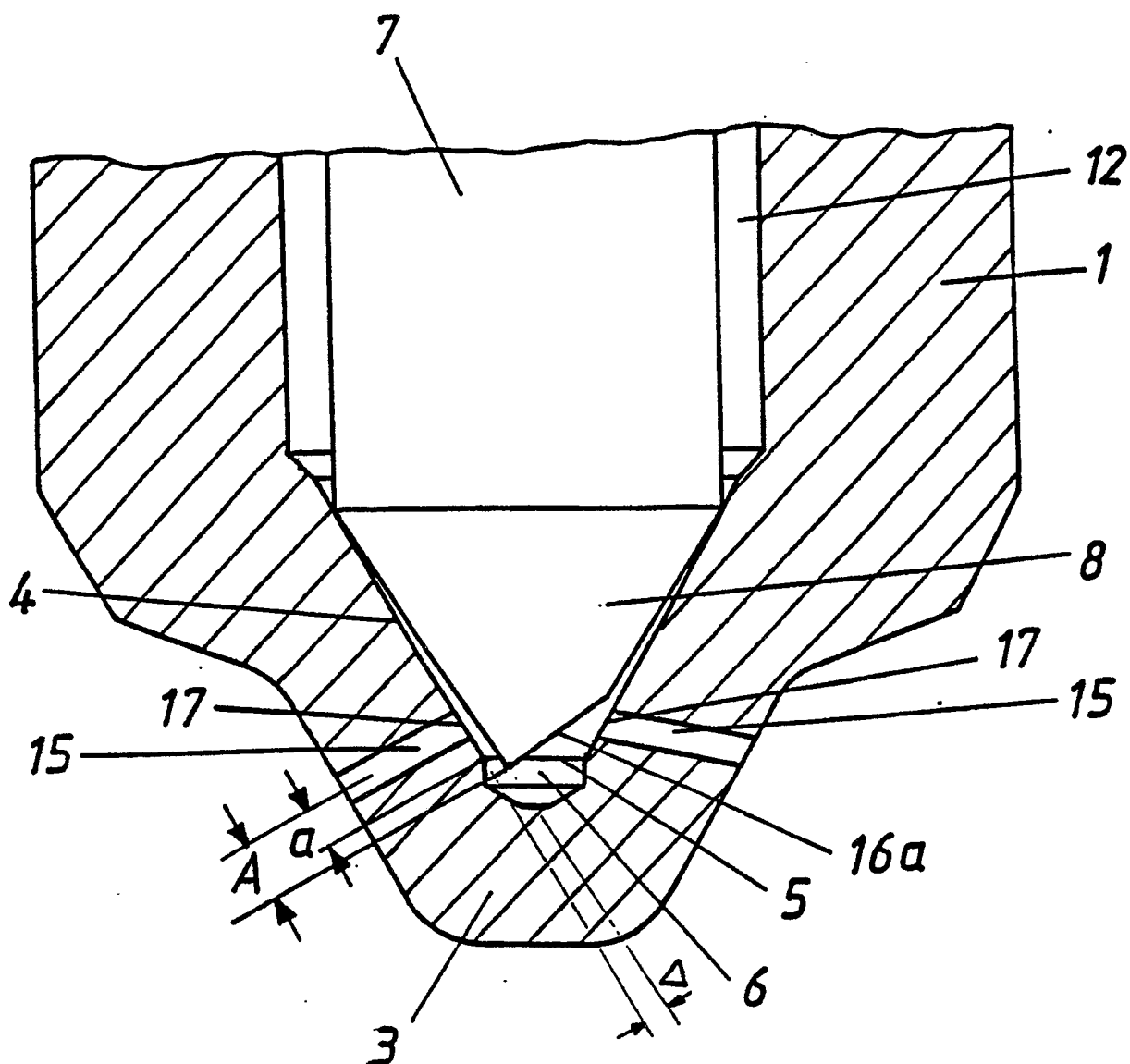


FIG. 5



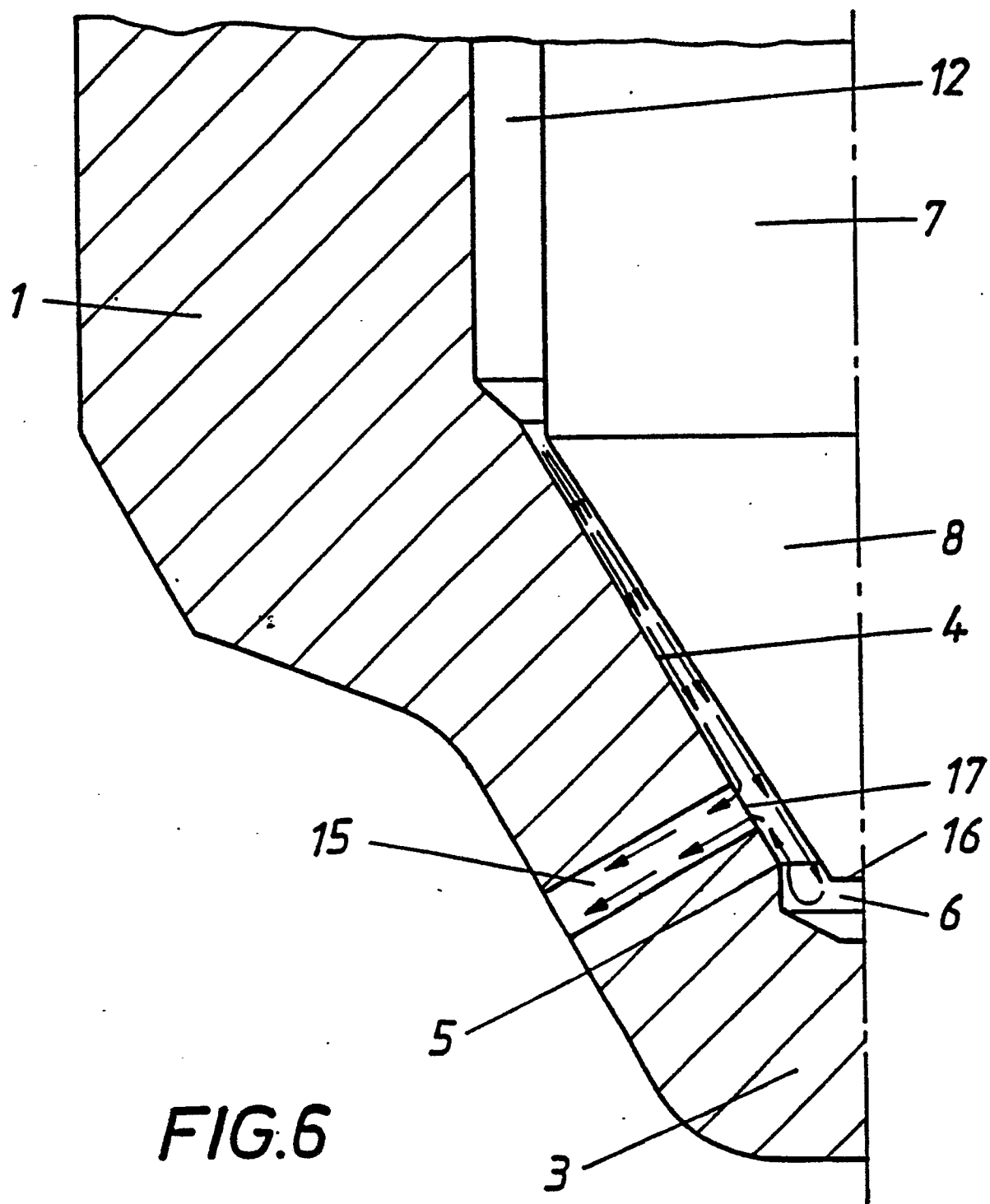


FIG. 7

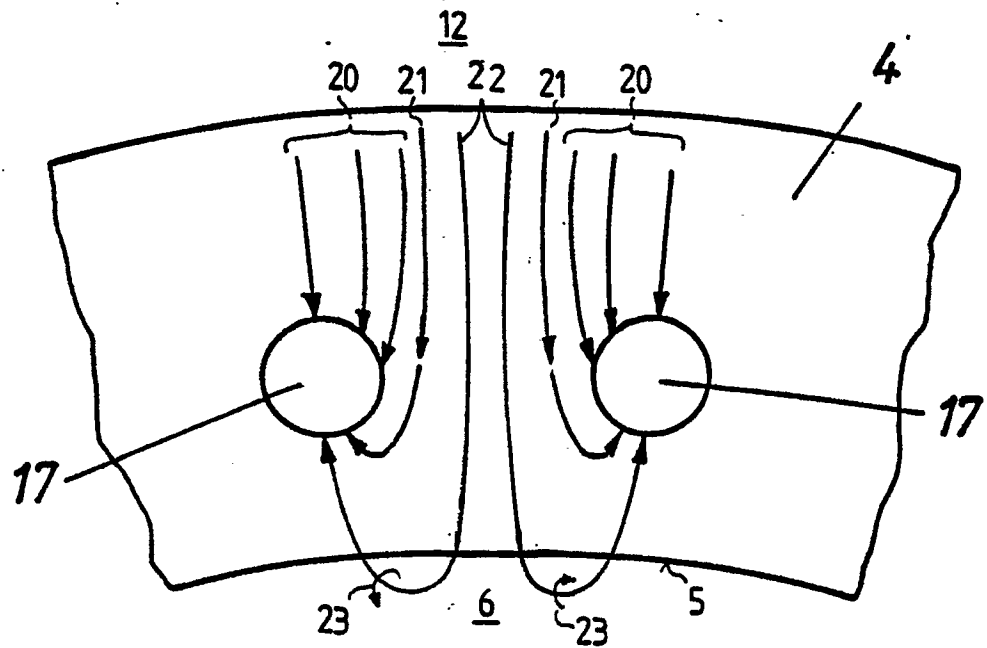


FIG. 8

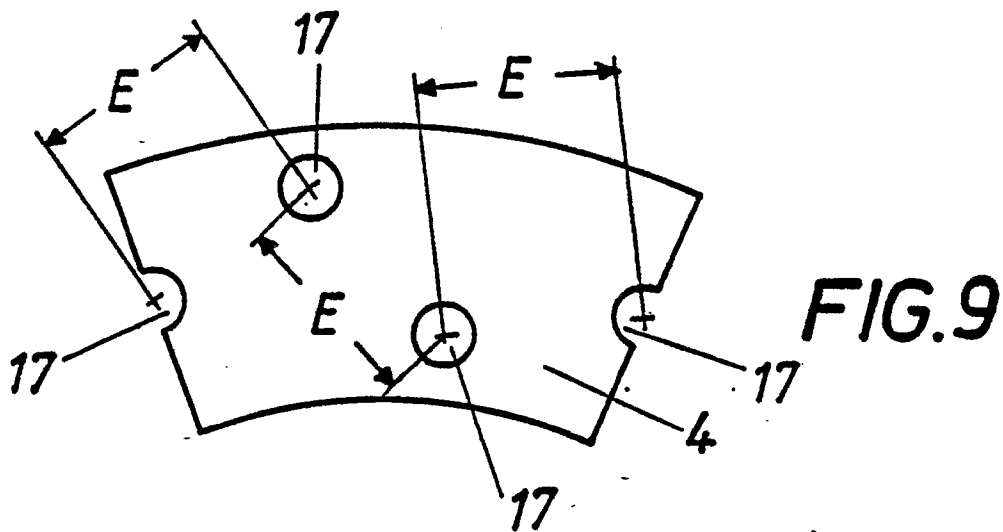
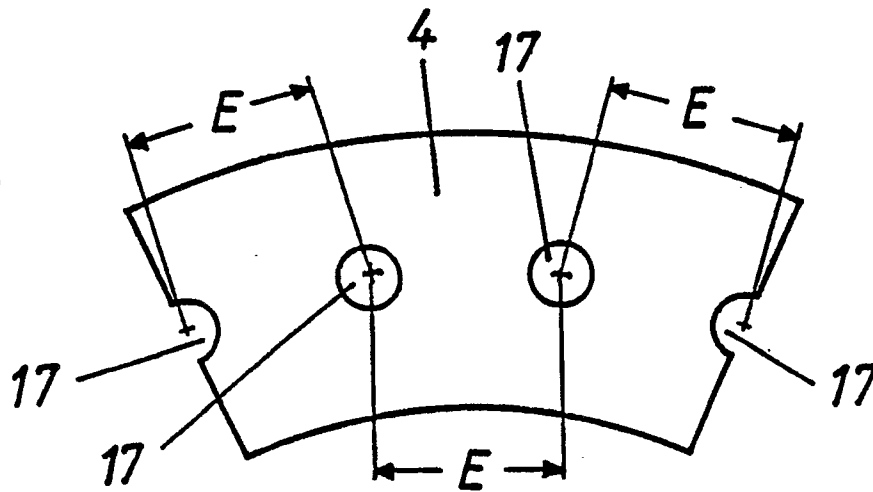


FIG. 9