

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 498 931 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91119200.3**

(51) Int. Cl.⁵: **F02M 61/18, B05B 1/04**

(22) Anmeldetag: **12.11.91**

(30) Priorität: **09.02.91 DE 4104019**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.08.92 Patentblatt 92/34

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 30 02 20
W-7000 Stuttgart 30(DE)

(72) Erfinder: **Marek, Jiri, Dr.-Ing.**
Leiblstrasse 10/1
W-7410 Reutlingen 22(DE)
Erfinder: **Maier, Martin, Dipl.-Ing.**
Meisenweg 12
W-7141 Moeglingen(DE)
Erfinder: **Trah, Hans-Peter, Dipl.-Min.**
Burkhardt-Weber-Strasse 37
W-7410 Reutlingen(DE)
Erfinder: **Buchholz, Juergen, Dipl.-Ing. (FH)**
Schillerstrasse 32
W-7128 Lauffen/N(DE)

(54) **Lochplatte und Brennstoffeinspritzventil mit einer Lochplatte.**

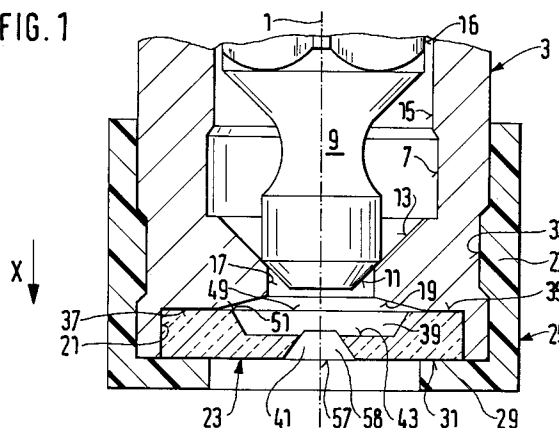
(57) Bekannt ist ein Brennstoffeinspritzventil mit einer stromabwärts eines Ventilsitzes angeordneten Silizium-Lochplatte, die eine sich in Strömungsrichtung erweiternde Zerstäubungsöffnung aufweist. Durch diese Zerstäubungsöffnung wird ein Schnurstrahl mit einer relativ schlechten Zerstäubung des Brennstoffs erzeugt, so daß die Bildung eines weitestgehend homogenen Brennstoff-Luft-Gemisches nicht gewährleistet ist.

Die neue Silizium-Lochplatte (23) weist an einer der Ventilsitzfläche (13) zugewandten oberen Stirnseite (35) zumindest eine längliche Ausnehmung (39) auf, die sich jeweils teilweise mit einer sich bis zu einer unteren Stirnseite (31) der Lochplatte (23) erstreckenden Zumeßöffnung (41) überschneidet. Die erfindungsgemäße Lochplatte (23) ermöglicht die Bildung von Flachstrahlen, so daß eine sehr feine Zerstäubung des abgegebenen Brennstoffs erzielt wird. Die Ausbildung der länglichen Ausnehmungen (39) und Zerstäubungsöffnungen (41) durch Ätzen ermöglicht eine hohe Fertigungsgenauigkeit bei geringem Fertigungsaufwand.

Die Lochplatte und das Brennstoffeinspritzventil eignen sich besonders für Einspritzanlagen von ge-

mischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.

FIG. 1



Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Lochplatte bzw. einem Brennstoffeinspritzventil mit einer Lochplatte nach der Gattung des Anspruches 1 bzw. 11. Aus der EP O 354 659 A2 ist ein Brennstoffeinspritzventil mit einem stromabwärts eines Ventilsitzes angeordneten Siliziumdüsenplättchen bekannt, das eine sich in Strömungsrichtung erweiternde Zerstäubungsöffnung aufweist. Durch diese Zerstäubungsöffnung wird ein Schnurstrahl mit einer relativ schlechten Zerstäubung des Brennstoffs erzeugt, so daß die Bildung eines weitestgehend homogenen Brennstoff-Luft-Gemisches nicht gewährleistet ist.

Die Erzeugung von Flachstrahlen oder Fächerstrahlen, die eine bessere Zerstäubung des Brennstoffs ermöglichen, ist aus der DE 39 04 446 A1 bekannt. Dort ist in der Lochplatte zumindest eine längliche Einprägung vorgesehen, die in jeweils eine Zerstäubungsöffnung mündet. Der Fertigungsaufwand für die möglichst enge Maßtoleranzen aufweisenden Einprägungen ist jedoch sehr groß, so daß die Herstellung einer solchen Lochplatte mit hohen Kosten verbunden ist. Zudem bereitet die Einhaltung der engen Fertigungstoleranzen der Einprägungen bei einer Serienfertigung Schwierigkeiten.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lochplatte mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 hat demgegenüber den Vorteil, aufgrund der zumindest einen in jeweils eine Zumeßöffnung mündenden länglichen Ausnehmung der Lochplatte die Bildung von Flachstrahlen zu ermöglichen und so eine wesentlich bessere Zerstäubung des abgegebenen Brennstoffs zu erzielen. Die Ausbildung der länglichen Ausnehmungen und der Zerstäubungsöffnungen in der Silizium-Lochplatte durch Ätzen ermöglicht eine hohe Fertigungsgenauigkeit. Die erfindungsgemäße Lochplatte ist auf einfache und kostengünstige Art und Weise herstellbar, da der Fertigungsaufwand auch bei den geforderten engen Fertigungstoleranzen gering ist. Bei dem in der Halbleitertechnik üblichen Fertigungsverfahren, dem Batchverfahren, können viele Lochplatten gleichzeitig hergestellt werden.

Durch eine Variation der Geometrie der länglichen Ausnehmungen und der Zerstäubungsöffnungen, also z.B. durch eine Veränderung der Querschnitte und/oder der Ätztiefen der länglichen Ausnehmungen und der Zerstäubungsöffnungen lassen sich die Größe des Strahl- und des Zerstäubungswinkels beeinflussen.

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs

11 hat den Vorteil, den Brennstoff besonders fein zerstäubt abzugeben und so die Bildung eines besonders homogenen Brennstoff-Luft-Gemisches zu ermöglichen. Die Ausbildung der zumindest einen länglichen Ausnehmung und der jeweiligen Zerstäubungsöffnung durch Ätzen der Silizium-Lochplatte erlaubt eine einfache und kostengünstige Herstellung des Brennstoffeinspritzventils.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Lochplatte und des im Anspruch 11 angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Für eine besonders einfache und kostengünstige Herstellung der Lochplatte bzw. des Brennstoffeinspritzventils ist es vorteilhaft, wenn die zumindest eine längliche Ausnehmung ausgehend von der oberen Stirnseite und die zumindest eine Zerstäubungsöffnung ausgehend von der unteren Stirnseite der Lochplatte durch zweiseitiges anisotropes Ätzen ausgeformt sind.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn die zumindest eine längliche Ausnehmung zwei einander gegenüberliegende, sich in Richtung der Zerstäubungsöffnung erstreckende Längsflächen hat, deren mit der oberen Stirnseite der Lochplatte gebildeten Längskanten parallel zueinander und zu einer Längsachse der länglichen Ausnehmung verlaufen, die zumindest eine Zerstäubungsöffnung viereckförmig ausgebildet ist und die Längsachse der länglichen Ausnehmung parallel zu einer zwei gegenüberliegende Ecken der Zerstäubungsöffnung miteinander verbindenden Diagonalen der viereckförmigen Zerstäubungsöffnung verläuft. Hierdurch wird der Brennstoff flachstrahlförmig und besonders fein zerstäubt aus der Zerstäubungsöffnung abgegeben.

Zu diesem Zweck ist es vorteilhaft, wenn die beiden einander gegenüberliegenden Längsflächen der länglichen Ausnehmung parallel zueinander und senkrecht zu der oberen Stirnseite der Lochplatte verlaufen und die Längskanten der beiden Längsflächen die größte Länge aller mit der oberen Stirnseite der Lochplatte gebildeten Kanten der länglichen Ausnehmung aufweisen.

Vorteilhaft ist es, wenn die Lochplatte zwei nebeneinander angeordnete längliche Ausnehmungen mit je einer Zerstäubungsöffnung hat. Eine solche Lochplatte eignet sich besonders gut für Brennstoffeinspritzventile für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen mit zwei Einlaßventilen.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Figur 1

zeigt ein teilweise dargestelltes Brennstoffeinspritzventil mit einer gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels ausgebildeten Lochplatte, Figur 2 eine Draufsicht der Lochplatte gemäß des ersten Ausführungsbeispiels in Richtung des Pfeiles X in Figur 1, Figur 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III in Figur 2, Figur 4 eine Draufsicht einer Lochplatte gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels, Figur 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V und Figur 6 einen Schnitt entlang der Linie VI-VI in Figur 4, wobei in den Figuren 4 bis 6 der Strömungsverlauf des Brennstoffs und die Strahlbildung angedeutet sind, Figur 7 eine Draufsicht einer Lochplatte gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels, in der der Strömungsverlauf und die Strahlbildung des Brennstoffs angedeutet sind, Figur 8 einen Schnitt entlang der Linie VIII-VIII in Figur 7, Figur 9 eine Draufsicht einer Lochplatte gemäß eines vierten Ausführungsbeispiels, Figur 10 einen Schnitt entlang der Linie X-X in Figur 9, Figur 11 einen Schnitt entlang der Linie XI-XI in Figur 9, Figur 12 einen Schnitt entlang der Linie XII-XII in Figur 9 und Figur 13 einen Schnitt entlang der Linie XIII-XIII in Figur 9.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Figur 1 zeigt ein teilweise dargestelltes, beispielsweise für Einspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen verwendbares Brennstoffeinspritzventil mit einer Lochplatte gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels. Konzentrisch zu einer Ventillängsachse 1 weist ein Düsenkörper 3 des Brennstoffeinspritzventils eine abgestufte Durchgangsöffnung 7 auf. In der Durchgangsöffnung 7 ist ein Ventilschließkörper 9 angeordnet. Mit seinem stromabwärtigen Ende, das z.B. als stromabwärts sich konisch verjüngender Dichtbereich 11 ausgebildet ist, wirkt der Ventilschließkörper 9 mit einer sich beispielsweise in Strömungsrichtung konisch verjüngenden Ventilsitzfläche 13 der abgestuften Durchgangsöffnung 7 des Düsenkörpers 3 zusammen. Ein stromaufwärts der Ventilsitzfläche ausgebildeter Führungsabschnitt 15 der Durchgangsöffnung 7 dient zur Führung des Ventilschließkörpers 9 an dessen zumindest einem Führungsbereich 16.

Die Axialbewegung des Ventilschließkörpers 9 und damit das Öffnen und Schließen des Ventils erfolgt beispielsweise in bekannter Weise mechanisch oder elektromagnetisch.

An die Ventilsitzfläche 13 schließen sich in stromabwärtiger Richtung ein z.B. zylinderförmiger Strömungsabschnitt 17, ein sich in Strömungsrichtung radial nach außen erweiternder Übergangsabschnitt 19 sowie ein Aufnahmeabschnitt 21 der Durchgangsöffnung 7 an, dessen Wandung parallel zu der Ventillängsachse 1 verläuft. In dem Aufnah-

meabschnitt 21 ist eine Lochplatte 23 so angeordnet, daß die Lochplatte 23 durch die Wandung des Aufnahmeabschnittes 21 eng umgeben ist.

Um die Lochplatte 23 vor Beschädigungen zu schützen, ist an dem stromabwärtigen Ende des Düsenkörpers 3 eine Schutzkappe 25 angeordnet, die mit einem Zylinderabschnitt 27 den Umfang des Düsenkörpers 3 im Bereich seines stromabwärtigen Endes umgibt und mit einem stromabwärts der Lochplatte 23 radial nach innen weisenden Radialabschnitt 29 an einer der Ventilsitzfläche 13 abgewandten unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23 anliegt. Die Schutzkappe 25 wird durch eine Rastverbindung 33 an dem Umfang des Düsenkörpers 3 gehalten. Es ist aber auch möglich, daß eine metallene Schutzkappe 25 mittels einer Laserschweißung an dem Umfang des Düsenkörpers 3 befestigt ist.

Mit ihrer der Ventilsitzfläche 13 zugewandten oberen Stirnseite 35 liegt die Lochplatte 23 an einem der Lochplatte zugewandten, in radialer Richtung ausgehend von dem Aufnahmeabschnitt 21 nach innen verlaufenden Halteabsatz 37 der abgestuften Durchgangsöffnung 7 des Düsenkörpers 3 an.

Die Lochplatte 23 ist aus monokristallinem Silizium ausgebildet. Die Figur 2 zeigt eine Draufsicht der Lochplatte 23 in Richtung des Pfeiles X in Figur 1 und die Figur 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III in Figur 2. Ausgehend von der oberen Stirnseite 35 ist in der Lochplatte 23 beispielsweise durch anisotropes Ätzen zumindest eine längliche Ausnehmung 39 ausgebildet, die sich in Richtung zur unteren Stirnseite 31 hin in die Lochplatte 23 bis zu einem ebenen Boden 43 erstreckt. Die beispielsweise eine längliche Ausnehmung 39 überschneidet sich zum Teil mit einer Zerstäubungsöffnung 41, die sich bis zu der unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23 erstreckt, so daß die Ausnehmung 39 und die Zerstäubungsöffnung 41 zusammen einen die Lochplatte 23 durchdringenden Strömungskanal bilden. Die Zerstäubungsöffnung 41 ist beispielsweise ausgehend von der unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23 durch anisotropes Ätzen ausgebildet. Zur Reduzierung der Herstellkosten einer solchen Lochplatte 23 ist es möglich, die längliche Ausnehmung 39 und die Zerstäubungsöffnung 41 in einem gemeinsamen Arbeitsgang durch beidseitiges anisotropes Ätzen auszubilden. Dadurch ergeben sich für die längliche Ausnehmung 39 und für die Zerstäubungsöffnung 41 identische Ätztiefen und damit identische Erstreckungen in Richtung der Ventillängsachse 1.

Die längliche Ausnehmung 39 weist an der oberen Stirnseite 35 einen rechteckförmigen Öffnungsquerschnitt auf, der sich der unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23 zugewandt bis zu dem Boden 43 der länglichen Ausnehmung 39 verjüngt.

Die Wandung der länglichen Ausnehmung 39 wird durch jeweils zwei zu der Ventillängsachse 1 geneigt verlaufende Längsflächen 45 und Querflächen 47 gebildet. Die Längsflächen 45 bilden mit der oberen Stirnseite 35 der Lochplatte 23 je eine Längskante 49 und die Querflächen 47 je eine Querkante 51 aus, wobei die beiden Längskanten 49 parallel zueinander und die beiden Querkanten 51 parallel zueinander verlaufen. Die Längskanten 49 weisen bei dem ersten, in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel eine größere Kantenlänge auf als die Querkanten 51 der länglichen Ausnehmung 39. Parallel zu den Längskanten 49 weist die längliche Ausnehmung 39 eine Längsachse 53 und senkrecht dazu eine parallel zu den Querkanten 51 verlaufende Querachse 55 auf, wobei sowohl die Längsachse 53 als auch die Querachse 55 wie Symmetrieachsen der länglichen Ausnehmung verlaufen und sich die Längsachse 53 und die Querachse 55 beispielsweise in einem Punkt der Ventillängsachse 1 schneiden. Vom Boden 43 der länglichen Ausnehmung 39 ausgehend erstreckt sich die beispielsweise rechteckförmige Zerstäubungsöffnung 41 z.B. konzentrisch zu der länglichen Ausnehmung 39 in Richtung zur unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23. Dabei erweitert sich der Querschnitt der Zerstäubungsöffnung 41 in Strömungsrichtung.

Die Zerstäubungsöffnung 41 weist zwei einander gegenüberliegende Längsflächen 58 auf, die mit der unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23 jeweils eine Längskante 57 bilden. Die Längskanten 57 der Zerstäubungsöffnung 41 verlaufen parallel zu der Längsachse 53 der länglichen Ausnehmung 39 und weisen eine wesentlich kürzere Kantenlänge auf als die Längskanten 49 der länglichen Ausnehmung 39, wobei das Verhältnis der Kantenlängen der Längskanten 49 der länglichen Ausnehmung 39 zu den Längskanten 57 der Zerstäubungsöffnung 41 etwa 1,5 : 1 bis 10 : 1 beträgt. Senkrecht zu den Längskanten 57 verläuft jeweils eine mit der unteren Stirnseite 31 gebildete Querkante 60 einer Querfläche 61 der Zerstäubungsöffnung 41. Die Querkanten 60 haben auch aus Fertigungsgründen eine etwas, beispielsweise um 5 bis 30 µm größere Kantenlänge als die Querkanten 51 der länglichen Ausnehmung 39. Die Querkanten 60 der Zerstäubungsöffnung 41 können eine bis zu zweimal größere Kantenlänge aufweisen als die Querkanten 51. Hierdurch wird die Erstreckung der Längsflächen 45 der länglichen Ausnehmung 39 in Richtung der Ventillängsachse 1 beim teilweisen Überschneiden der länglichen Ausnehmung 39 und der Zerstäubungsöffnung 41 im Bereich der Längsflächen 58 der Zerstäubungsöffnung 41 verringert und so die Ablenkung des Brennstoffstrahls beim Austritt aus der Zerstäubungsöffnung 41 in Richtung der Querachse 55 verkleinert.

Die Figuren 4 bis 6 zeigen ein zweites erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, bei dem gleiche und gleichwirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind wie in den Figuren 1 bis 3. Die Lochplatte 23 weist zwei mit Abstand nebeneinanderliegende längliche Ausnehmungen 39 auf, die sich jeweils teilweise mit einer Zerstäubungsöffnung 41 überschneiden. Die beiden länglichen Ausnehmungen 39 sind dabei so angeordnet, daß ihre beiden Längsachsen 53 parallel zueinander auf einer gemeinsamen Linie verlaufen. Die länglichen Ausnehmungen 39 und die Zerstäubungsöffnungen 41 sind dabei genauso ausgebildet wie bei dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel. In den Figuren 4 bis 6 ist der Strömungsverlauf des Brennstoffs durch Pfeile 56 angedeutet, um die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Lochplatte zu verdeutlichen. Die Geometrie der länglichen Ausnehmung 39 und der Zerstäubungsöffnung 41 bewirkt, wie in den Figuren 4 bis 6 dargestellt, eine Umlenkung der Strömung 56 des Brennstoffs. Im Bereich der länglichen Ausnehmung 39 wird die Strömung 56 in Richtung des Bodens 43 umgelenkt, so daß zwei Strömungshälften des Brennstoffs, die in Richtung der Längsachse 53 aufeinander zuströmen, über der Zerstäubungsöffnung 41 aufeinander prallen. Durch den Übergang der länglichen Ausnehmung 39 in die einen engen Querschnitt aufweisende Zerstäubungsöffnung 41 und den Aufprall der Strömungshälften aufeinander wird die Brennstoffströmung 56 beim Austritt aus der Zerstäubungsöffnung 41 in Richtung der Querachse 55 flachstrahlförmig aufgeweitet und zerstäubt, wie es die gestrichelte Linie 59 andeutet. Dieser durch die gestrichelte Linie 59 angedeutete, flachstrahlförmig abgegebene Brennstoffstrom hat den Vorteil einer besonders feinen Zerstäubung.

Durch die Veränderung der Geometrie der Ausnehmungen 39 und der Zerstäubungsöffnungen 41, also z.B. durch eine Variation der Ätztiefen und der Querschnittsgrößen der länglichen Ausnehmungen 39 und der Zerstäubungsöffnungen 41 läßt sich die Form des durch die gestrichelte Linie 59 gekennzeichneten Flachstrahls und die Größe des Zerstäubungswinkels beeinflussen.

Wird z.B. die Erstreckung 63 des Bodens 43 der länglichen Ausnehmung 39 in Richtung der Längsachse 53 der Lochplatte 23 verändert, so verändert sich auch die Weite 65 des durch die gestrichelte Linie 59 gekennzeichneten Flachstrahls in Richtung der Querachse 55 der Lochplatte 23 und damit die Größe des Zerstäubungswinkels.

Die in den Figuren 4 bis 6 dargestellte Lochplatte gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels eignet sich besonders für die Verwendung in Brennstoffeinspritzventilen für Brennkraftmaschinen mit zwei Einlaßventilen je Zylinder, wobei jeder

Flachstrahl entsprechend der gestrichelten Linie 59 jeweils einem Einlaßventil zugeordnet ist.

Es ist aber auch möglich, in der Lochplatte 23 drei oder mehr längliche Ausnehmungen 39 und Zerstäubungsöffnungen 41 vorzusehen.

Die in den Figuren 7 und 8, die einen Schnitt entlang der Linie VIII-VIII in Figur 7 zeigt, dargestellte Lochplatte 23 gemäß des dritten Ausführungsbeispiels weist ebenso wie die Lochplatte gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels zwei nebeneinanderliegende rechteckförmige längliche Ausnehmungen 39 auf, die sich jeweils teilweise mit einer rechteckigen Zerstäubungsöffnung 41 überschneiden. Gleiche und gleichwirkende Teile sind durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet wie in den Figuren 1 bis 6. Im Gegensatz zu dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel sind bei dem dritten Ausführungsbeispiel die längliche Ausnehmung 39 und die Zerstäubungsöffnung 41 nicht konzentrisch zueinander ausgeformt. Die Zerstäubungsöffnung 41 der linken länglichen Ausnehmung 39 ist nach links verschoben und die Zerstäubungsöffnung 41 der rechten länglichen Ausnehmung 39 nach rechts. Hierdurch wird erreicht, daß die beiden aus den asymmetrisch zu den länglichen Ausnehmungen 39 liegenden zwei Zerstäubungsöffnungen 41 abgegebenen Flachstrahlen, wie in der Figur 7 durch die gestrichelten Linien 59 angedeutet, ebenfalls in voneinander abgewandter Richtung asymmetrisch zur jeweiligen Querachse 55 versetzt sind. Wie durch die gestrichelte Linie 59 angedeutet, erfolgt die Ablenkung des Flachstrahles von der Querachse 55 weg zu der Seite der länglichen Ausnehmung 39 hin, zu der hin die Zerstäubungsöffnung 41 entlang der Längsachse 53 verschoben ist. Diese Ausführungsform mit den beiden divergierenden Flachstrahlen hat sich als vorteilhaft erwiesen, da so ein Vermischen der beiden Flachstrahlen des Brennstoffs und damit eine gegenseitige Beeinflussung wirkungsvoll vermieden wird.

Ein viertes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel eines Lochplättchens ist in den Figuren 9 bis 13 dargestellt. Gleiche und gleichwirkende Teile sind durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet wie in den Figuren 1 bis 8. In der Figur 9 ist eine aus monokristallinem Silizium ausgebildete Lochplatte 23 mit beispielsweise zwei geometrisch identischen länglichen Ausnehmungen 39 dargestellt, die zueinander beabstandet sind und der unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23 zugewandt sich jeweils zum Teil mit einer rechteckförmigen Zerstäubungsöffnung 41 überschneiden, wobei auch die beiden Zerstäubungsöffnungen 41 geometrisch identische Abmessungen haben. Die Figur 10 zeigt einen Schnitt entlang der Linie X-X in Figur 9, die Figur 11 einen Schnitt entlang der Linie XI-XI in Figur 9, die Figur 12 einen Schnitt entlang

der Linie XII-XII in Figur 9 und die Figur 13 einen Schnitt entlang der Linie XIII-XIII in Figur 9. Die beiden länglichen Ausnehmungen 39 weisen, wie aus der Draufsicht der Lochplatte 23 in Figur 9 zu erkennen, an der oberen Stirnseite 35 einen sechseckigen Öffnungsquerschnitt auf, der sich in Richtung des Bodens 43 der länglichen Ausnehmung 39 der unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23 zugewandt verjüngt.

Die Wandung der länglichen Ausnehmung 39 wird durch zwei senkrecht zu der oberen Stirnseite 35 der Lochplatte 23 verlaufende Längsflächen 45 und vier geneigt zu der Ventillängsachse 1 verlaufenden Querflächen 47 gebildet, wobei jeweils zwei Querflächen 47 aneinander grenzen. Die Längsflächen 45 bilden mit der oberen Stirnseite 35 der Lochplatte 23 je eine Längskante 49 und die Querflächen 47 je eine Querkante 51 aus. Die beiden Längskanten 49 und jeweils zwei gegenüberliegende Querkanten 51 verlaufen parallel zueinander. In dem dargestellten vierten Ausführungsbeispiel weisen die Längskanten 49 eine wesentlich größere Kantenlänge auf als die Querkanten 51. Die beiden Querkanten 51 der aneinander grenzenden Querflächen 47 bilden einen rechten Winkel zueinander und weisen die gleiche Länge auf. Mit ihren anderen Enden grenzen diese Querkanten 51 stumpfwinklig an die Längskanten 49 der länglichen Ausnehmung 39. Parallel zu den Längskanten 49 weisen die länglichen Ausnehmungen 39 eine Längsachse 53 und senkrecht dazu eine Querachse 55 auf, die wie Symmetrieachsen der länglichen Ausnehmung 39 verlaufen. Die Längsachse 53 und die Querachse 55 schneiden sich in dem Mittelpunkt der länglichen Ausnehmung 39.

Vom Boden 43 der länglichen Ausnehmung 39 ausgehend erstreckt sich die viereckförmige, beispielsweise rechteckförmige oder quadratische Zerstäubungsöffnung 41 konzentrisch zu der länglichen Ausnehmung 39 in Richtung der unteren Stirnseite 31 der Lochplatte 23. Dabei erweitert sich der Querschnitt der Zerstäubungsöffnung 41 in Strömungsrichtung. Die längliche Ausnehmung 39 und die Zerstäubungsöffnung 41 sind dabei so zueinander angeordnet, daß die Längsachse 53 der länglichen Ausnehmung 39 parallel zu und beispielsweise deckungsgleich mit einer zwei gegenüberliegende Ecken der Zerstäubungsöffnung 41 miteinander verbindenden Diagonalen 67 der quadratischen Zerstäubungsöffnung 41 verläuft.

Durch das Zusammenwirken der länglichen Ausnehmung 39 mit der zum Boden 43 nur teilweise offenen quadratischen Zerstäubungsöffnung 41 ergibt sich ein sechseckförmiger Öffnungsquerschnitt der Lochplatte 23.

Die Gestaltung der länglichen Ausnehmung 39 und der Zerstäubungsöffnung 41 bewirkt an den schrägen Querflächen 47 und dem Boden 43 eine

Umlenkung der Brennstoffströmung. Im Bereich der länglichen Ausnehmung 39 prallen durch die Umlenkung am Boden 43 zwei in Richtung der Längsachse 53 aufeinander zuströmende Strömungshälften des Brennstoffs aufeinander. Durch den Übergang der länglichen Ausnehmung 39 im Bereich ihres Bodens 43 in die Zerstäubungsöffnung 41 und das Aufeinanderprallen der beiden Strömungshälften wird die Brennstoffströmung flachstrahlförmig aufgeweitet und so eine besonders feine Zerstäubung des Brennstoffs erzielt.

Wie bei den ersten drei Ausführungsbeispielen läßt sich auch bei dem vierten Ausführungsbeispiel durch eine Veränderung der Geometrie der länglichen Ausnehmungen 39 und der Zerstäubungsöffnungen 41 sowie deren Lage zueinander die Form und die Richtung des Flachstrahls und die Größe des Zerstäubungswinkels des Brennstoffs beeinflussen.

Die erfindungsgemäße Lochplatte 23 bzw. das Brennstoffeinspritzventil mit einer erfindungsgemäßen Lochplatte 23 ermöglicht eine sehr feine Zerstäubung des abgegebenen Brennstoffs. Durch die Ausbildung der länglichen Ausnehmung 39 und der Zerstäubungsöffnung 41 in der Silizium-Lochplatte durch Ätzen wird eine hohe Fertigungsgenauigkeit bei dennoch geringem Fertigungsaufwand erreicht.

Patentansprüche

1. Lochplatte aus monokristallinem Silizium mit zumindest einer Zerstäubungsöffnung, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochplatte (23) an einer oberen Stirnseite (35) zumindest eine durch Ätzen ausgebildete längliche Ausnehmung (39) hat, die sich zum Teil mit jeweils einer bis zu einer unteren Stirnseite (31) der Lochplatte (23) erstreckenden, durch Ätzen ausgeformten Zerstäubungsöffnung (41) überschneidet.
2. Lochplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine längliche Ausnehmung (39) ausgehend von der oberen Stirnseite (35) und die zumindest eine Zerstäubungsöffnung (41) ausgehend von der unteren Stirnseite (31) der Lochplatte (23) durch zweiseitiges anisotropes Ätzen ausgeformt sind.
3. Lochplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine längliche Ausnehmung (39) zwei einander gegenüberliegende, sich in Richtung der Zerstäubungsöffnung (41) erstreckende Längsflächen (45) hat, deren mit der oberen Stirnseite (35) der Lochplatte (23) gebildeten Längskanten (49) parallel zueinander und zu einer Längsachse (53) der Ausnehmung (39) verlaufen, daß die zumindest

eine Zerstäubungsöffnung (41) viereckförmig ausgebildet ist und daß die Längsachse (53) der länglichen Ausnehmung (39) parallel zu einer zwei gegenüberliegende Ecken der Zerstäubungsöffnung (41) miteinander verbindenden Diagonalen (67) der viereckförmigen Zerstäubungsöffnung (41) verläuft.

4. Lochplatte nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden einander gegenüberliegenden Längsflächen (45) der länglichen Ausnehmung (39) parallel zueinander und senkrecht zu der oberen Stirnseite (35) der Lochplatte (23) verlaufen.
5. Lochplatte nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Längskanten (49) der Längsflächen (45) die größte Länge aller mit der oberen Stirnseite (35) der Lochplatte (23) gebildeten Kanten der länglichen Ausnehmung (39) aufweisen.
6. Lochplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die zumindest eine längliche Ausnehmung (39) in Richtung zur Zerstäubungsöffnung (41) hin verjüngt.
7. Lochplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Zerstäubungsöffnung (41) sich zur unteren Stirnseite (31) der Lochplatte (23) hin erweitert.
8. Lochplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochplatte (23) zwei nebeneinander angeordnete längliche Ausnehmungen (39) mit einer Zerstäubungsöffnung (41) hat.
9. Lochplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die längliche Ausnehmung (39) und die Zerstäubungsöffnung (41) konzentrisch zueinander ausgebildet sind.
10. Lochplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die längliche Ausnehmung (39) und die Zerstäubungsöffnung (41) asymmetrisch zueinander ausgebildet sind.
11. Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen mit einer Lochplatte, die stromabwärts einer Ventilsitzfläche eines Düsenkörpers des Brennstoffeinspritzventils angeordnet ist, zumindest eine Zerstäubungsöffnung aufweist und aus mono-

kristallinem Silizium ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochplatte (23) an einer der Ventilsitzfläche (13) zugewandten oberen Stirnseite (35) zumindest eine durch Ätzen ausgebildete längliche Ausnehmung (39) hat, die sich zum Teil mit jeweils einer sich bis zu einer unteren Stirnseite (31) der Lochplatte (23) erstreckenden, durch Ätzen ausgeformten Zerstäubungsöffnung (41) überschneidet.

5

10

12. Ventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine längliche Ausnehmung (39) der Lochplatte (23) zwei einander gegenüberliegende, sich in Richtung der Zerstäubungsöffnung (41) erstreckende Längsflächen (45) hat, deren mit der oberen Stirnseite (35) der Lochplatte (23) gebildeten Längskanten (49) parallel zueinander und zu einer Längsachse (53) der länglichen Ausnehmung (39) verlaufen, daß die Zerstäubungsöffnung (41) viereckförmig ausgebildet ist und daß die Längsachse (53) der länglichen Ausnehmung (39) parallel zu einer zwei gegenüberliegende Ecken der Zerstäubungsöffnung (41) miteinander verbindenden Diagonalen (67) der viereckförmigen Zerstäubungsöffnung (41) verläuft.

15

20

25

13. Ventil nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden einander gegenüberliegenden Längsflächen (45) der länglichen Ausnehmung (39) parallel zueinander und senkrecht zu der oberen Stirnseite (35) der Lochplatte (23) verlaufen.

30

14. Ventil nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Längskanten (49) der Längsflächen (45) die größte Länge aller mit der oberen Stirnseite (35) der Lochplatte (23) gebildeten Kanten der länglichen Ausnehmung (39) aufweisen.

35

40

15. Ventil nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochplatte (23) zwei nebeneinander angeordnete längliche Ausnehmungen (39) mit einer Zerstäubungsöffnung (41) hat.

45

16. Ventil nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die längliche Ausnehmung (39) und die Zerstäubungsöffnung (41) der Lochplatte (23) konzentrisch zueinander ausgebildet sind.

50

17. Ventil nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die längliche Ausnehmung (39) und die Zerstäubungsöffnung (41) der Lochplatte (23) asymmetrisch zueinander ausgebildet sind.

55

FIG. 1

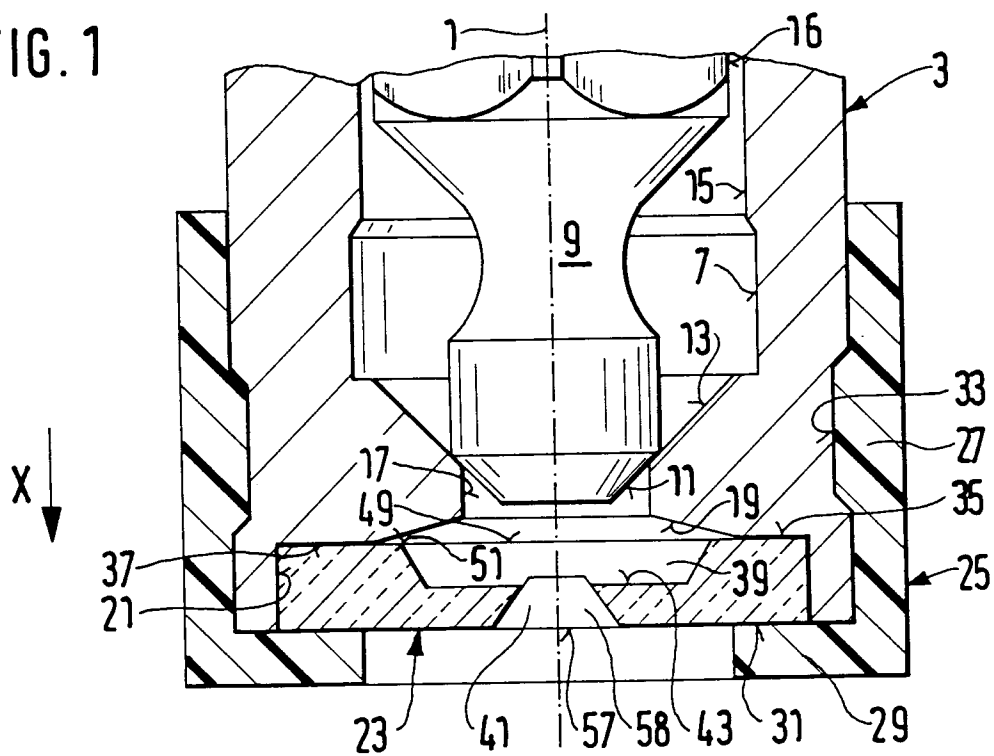


FIG. 2

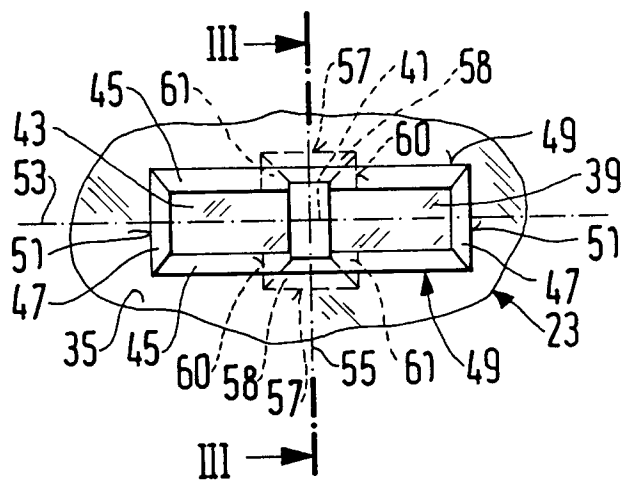
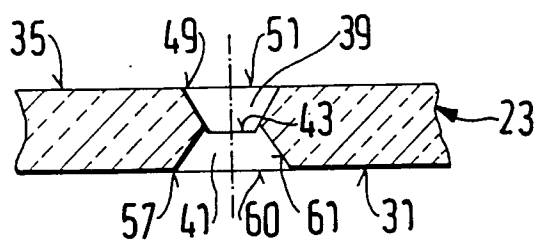


FIG. 3



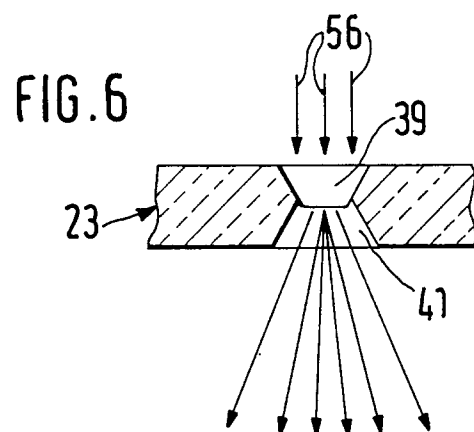
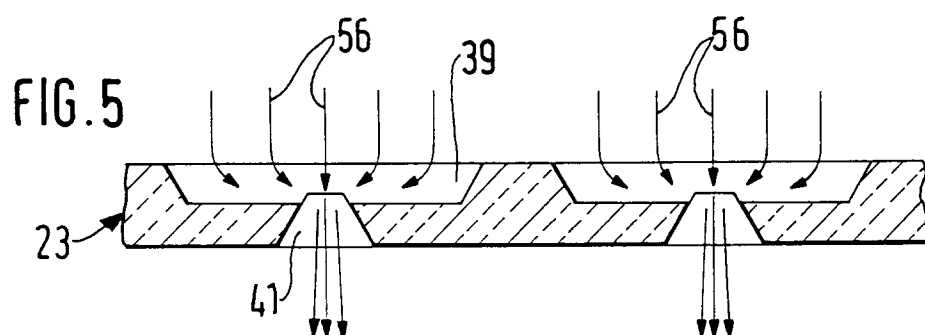
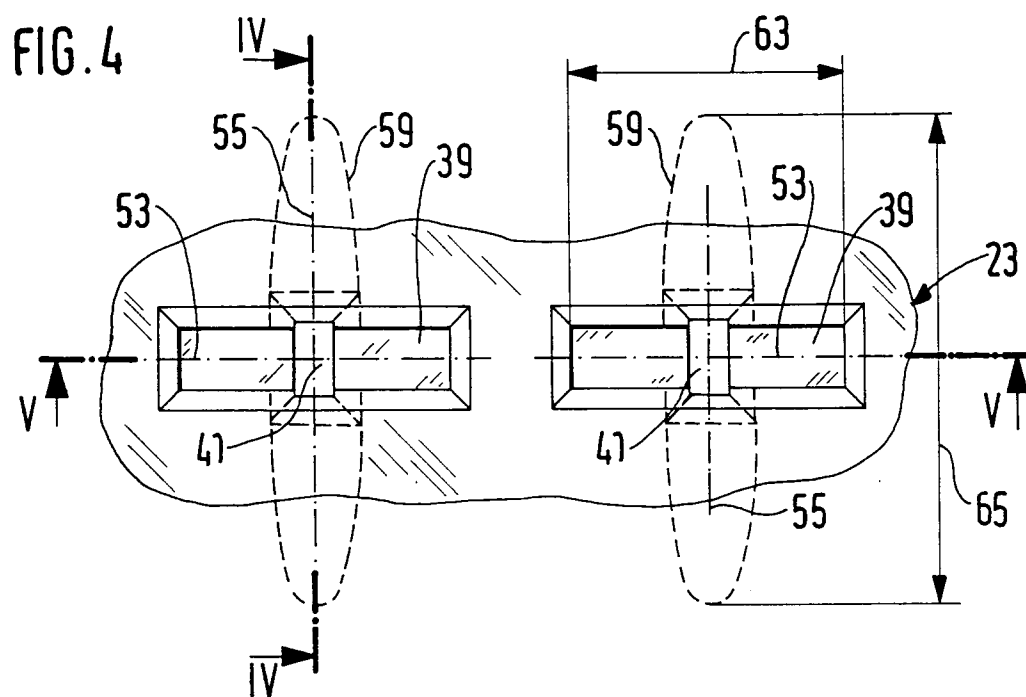


FIG. 7

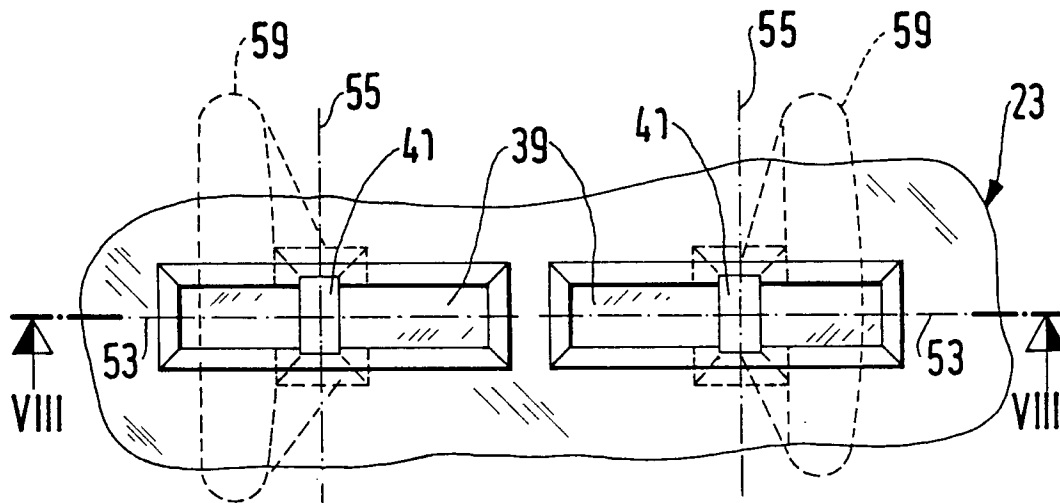


FIG. 8

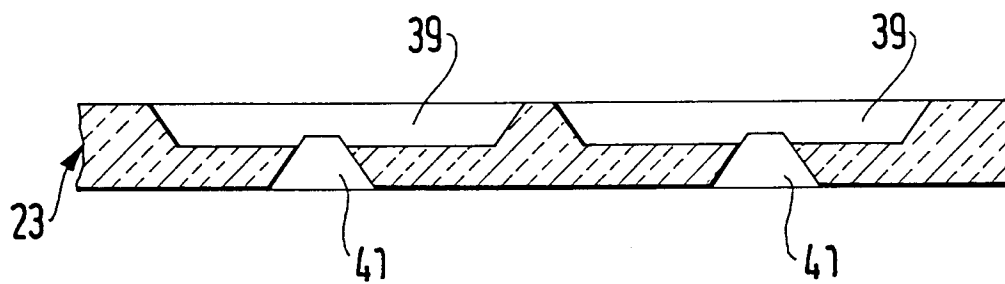


FIG. 9

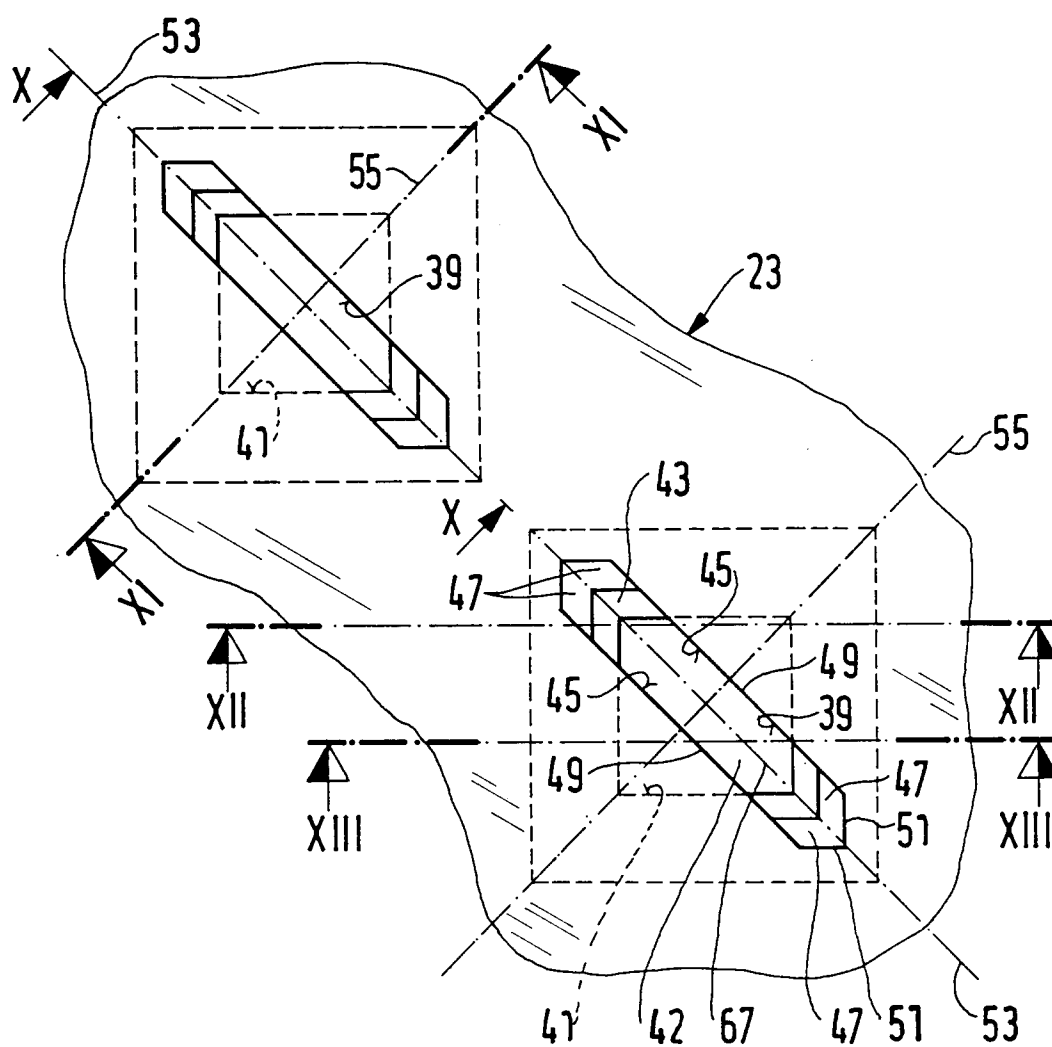


FIG. 10

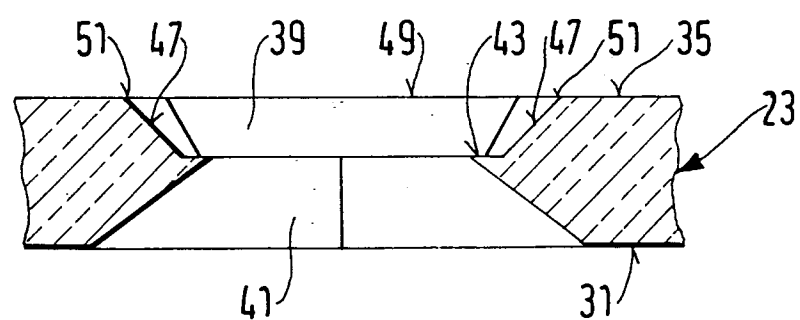


FIG. 11

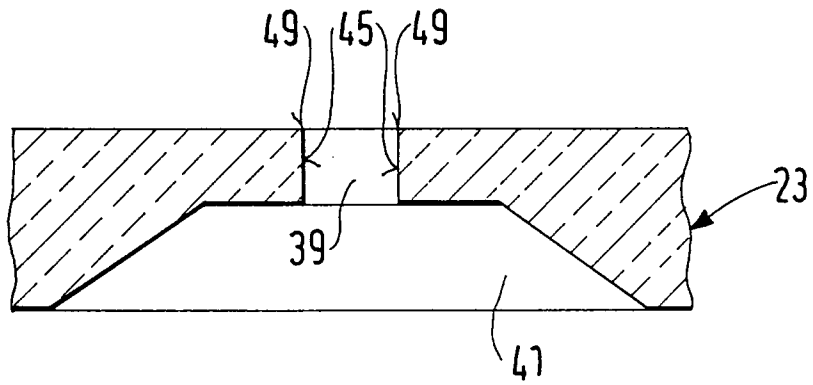


FIG. 12

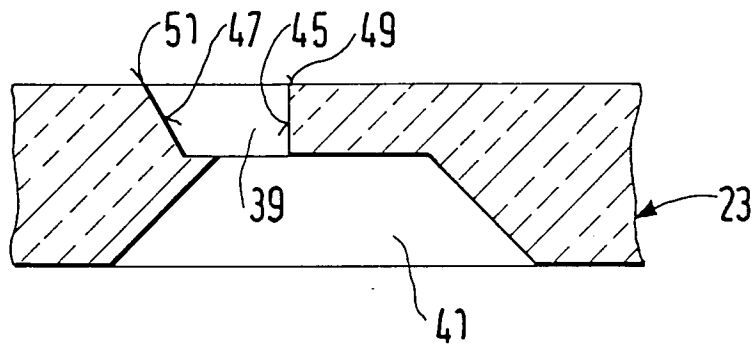
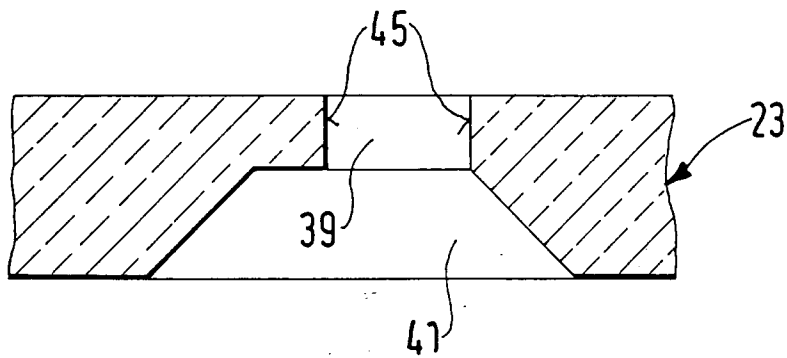


FIG. 13





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 9200

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN Bd. 21, Nr. 6, November 1978, Seiten 2585 - 2586; T.S.KUAN ET AL.: 'Two-sided groove etching method to produce silicon ink jet nozzles' ---	1,2,6-8	F02M61/18 B05B1/04
X	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN Bd. 19, Nr. 6, November 1976, Seiten 2311 - 2312; E.BASSOUS AND R.KURTH: 'Fabricating long arrays of nozzles in large diameter wafers' ---	1,2,6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 126 (M-142)10. Juli 1982 & JP-A-57 053 366 (RICOH) 30. März 1982 * Zusammenfassung *	1,2,6,7,9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 7 (C-087)16. Januar 1982 & JP-A-56 130 252 (RICOH) 13. Januar 1981 * Zusammenfassung *	1,2,6,7	
Y	DE-A-3 801 778 (VDO ADOLF SCHINDLING) * Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 60 *	11,16	
Y,D	DE-A-3 904 446 (ROBERT BOSCH GMBH) * das ganze Dokument *	11,16	
A	US-A-4 357 614 (TAMAI) ---		
A	US-A-4 828 184 (GARDNER) ---		
A	EP-A-0 328 281 (FORD MOTOR COMPANY LIMITED) ---		
A	EP-A-0 197 723 (XEROX CORPORATION) ---		
A	DE-A-2 918 737 (HITACHI) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenamt DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21 APRIL 1992	Prüfer FRIDEN C.M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			