



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 19 007 T2 2006.10.19**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 128 062 B1**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 61/18 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 19 007.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 104 258.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.08.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.04.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.10.2006**

(30) Unionspriorität:

2000048812 25.02.2000 JP

2000075824 17.03.2000 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

(72) Erfinder:

Harata, c/o Denso Corporation, Akinori,

Kariya-city, Aichi-pref.,448-8661, JP; Sawada, c/o

Denso Corporation, Yukio, Kariya-city,

Aichi-pref.,448-8661, JP

(74) Vertreter:

TBK-Patent, 80336 München

(54) Bezeichnung: **Fluid-Einspritzdüse**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Fluideinspritzdüse mit einer Einspritzanschlussplatte und auf eine Kraftstoffeinspritzdüse zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine.

2. Beschreibung des zugehörigen Standes der Technik:

[0002] Aus dem Stand der Technik ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, bei dem eine dünne Einspritzanschlussplatte mit einer Vielzahl Einspritzanschlüsse an der stromabwärtigen Kraftstoffseite einer Ventileinheit angeordnet ist, die aus einem Ventilelement und einem Ventilsitz ausgebildet ist, so dass der Kraftstoff aus den einzelnen Einspritzanschlüssen eingespritzt wird. Wie dies in den [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) gezeigt ist, ist es üblich, dass die Einspritzanschlüsse **301**, die in der Einspritzanschlussplatte **300** ausgebildet sind, einen konstanten Durchmesser von dem Einspritzanschlusseinlass zu dem Einspritzanschlussauslass aufweisen. Kraftstoff, der in den Einspritzanschluss **301** mit dem konstanten Durchmesser strömt, verteilt sich nicht entlang eines Einspritzanschlussumfangs **302**, und er wird als eine Flüssigkeitssäule eingespritzt. Die Flüssigkeitssäule des Kraftstoffes wird kaum zerstäubt. In der US-4 907 748 ist im Gegensatz dazu eine Einspritzanschlussplatte offenbart, bei der die Einspritzanschlüsse radial vergrößert werden, so dass sie zu der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes divergieren.

[0003] Jedoch divergieren die divergierenden Einspritzanschlüsse, wie sie in der US-4 907 748 offenbart sind, im Wesentlichen homogen zu der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes, so dass der Kraftstoff, der durch die Einspritzanschlüsse hindurch treten soll, mit den Einspritzanschlussumfangen der Einspritzanschlussplatte in Kontakt gelangt, die die Einspritzanschlüsse bildet, und das er in flüssigen Säulen eingespritzt wird, ohne dass er sich verteilt. Dies macht es schwierig, den Kraftstoff ausreichend zu zerstäuben.

[0004] Bei einem anderen Stand der Technik wurde ein elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil vorgeschlagen (JP-9-14090A oder dergleichen), das mit einem Mechanismus (zum Beispiel eine Öffnungsplatte **406**) zum Fördern der Zerstäubung eines Kraftstoffsprays versehen ist, das bei einer korrekten Zeitgebung in die Nähe des Einlassventils der Brennkraftmaschine wie zum Beispiel eine Brennkraftmaschine einzuspritzen ist.

[0005] Das elektromagnetische Kraftstoffeinspritz-

ventil ist so aufgebaut, wie dies in den [Fig. 22](#), [Fig. 23A](#) und [Fig. 23B](#) gezeigt ist, wobei es folgendes aufweist: einen zylindrischen Ventilkörper **403** mit einer Öffnung **401** an dem mittleren Abschnitt von seinem vorderen Ende und einem Ventilsitz **402** an der stromaufwärtigen Seite der Öffnung **401**; ein Nadelventil **405**, das gleitbar in dem Ventilkörper **403** aufgenommen ist und einen Sitzabschnitt **404** an dem Außenumfang von seinem vorderen Endabschnitt aufweist, damit dieser an den Ventilsitz **402** anschlägt; und die Öffnungsplatte **406**, die an der vorderen Endseite des Ventilkörpers **403** zum Verschließen der Öffnung **401** angeordnet ist. In der Öffnungsplatte **406** sind außerdem runde Einspritzanschlüsse (Öffnungen) **408** ausgebildet, die mit einem vorbestimmten Winkel A (Grad) von ihren Kraftstoffeinlässen zu ihren Kraftstoffauslässen zu der stromaufwärtigen Seite zurück geneigt sind, und zwar hinsichtlich der Kraftstoffströmungsrichtung eines Kraftstoffkanals **407**.

[0006] Bei dem elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventil des Standes der Technik strömt jedoch in dem Kraftstoffkanal **407**, der zwischen der vorderen Endseite des Nadelventils **405** und der Kanalwandseite der Öffnungsplatte **406** ausgebildet ist, der Kraftstoff, der zwischen dem Ventilsitz **402** und dem Sitzabschnitt **404** eingeströmt ist, entlang der Kanalwandseite der Öffnungsplatte **406** zu dem Kraftstoffeinlass der Öffnung **408**, und dann in die Öffnung **408**.

[0007] Wie dies in den [Fig. 23A](#) und [Fig. 23B](#) gezeigt ist, wird jedoch ein Flüssigsäulenabschnitt **409** in der Strömung des Kraftstoffes in der Öffnung **408** eingerichtet. Da die Kapazität von diesem Flüssigsäulenabschnitt **409** der Kraftstoffströmung größer ist, ist der Flächeninhalt des Flüssigsäulenabschnitts **409** der Kraftstoffströmung kleiner, so dass die Fläche, die mit der Luft in Kontakt gelangt, so reduziert wird, dass die Spaltung verhindert wird. Infolge dessen tritt ein Problem hinsichtlich einer Verschlechterung der Wirkung zum Fördern der Zerstäubung des Kraftstoffsprays auf, der in die Nähe des Einlassventils von der Öffnung **108** eingespritzt wird, die durch die Öffnungsplatte **406** ausgebildet ist.

[0008] Die Druckschrift DE 199 13 317 A1 offenbart eine Fluideinspritzdüse mit einem Ventilkörper mit einem Innenumfang, der einen Fluidkanal bildet und zu einer stromabwärtigen Seite des Fluids konvergiert, und der einen Ventilsitz an dem Innenumfang aufweist. Darüber hinaus ist eine Einspritzanschlussplatte an der stromabwärtigen Seite des Fluidkanals des Ventilsitzes angeordnet und hat einen Einspritzanschluss zum Einspritzen eines Fluids, damit es aus dem Fluidkanal herausströmt. Ein Ventilelement ist zum Verschließen des Fluidkanals vorgesehen, wenn es an den Ventilsitz gesetzt wird, und zum Öffnen des Fluidkanals, wenn es nicht an dem Ventilsitz gesetzt wird. Die Einspritzanschlussachse, die eine

Mitte eines Fluideinlasses mit einer Mitte eines Fluid-einlasses des Einspritzanschlusses verbindet, ist hinsichtlich einer Mittelachse der Einspritzanschlussplatte geneigt. Zwei Schnittlinien zwischen einer virtuellen Ebene, die die Einspritzanschlussplatte enthält und die normal zu der Einspritzanschlussplatte ist, und einem Einspritzanschlussinnenumfang der Einspritzanschlussplatte, die den Einspritzanschluss bildet, sind in der selben Richtung wie die Einspritzanschlussachse hinsichtlich der Mittelachse geneigt. Darüber hinaus ist eine erste Schnittlinie an der Seite eines stumpfen Winkels durch die Einspritzanschlussachse und einer Endseite an der Seite des Fluideinlasses der Einspritzanschlussplatte mit einem ersten Neigungswinkel θ_1 hinsichtlich der Mittelachse gebildet, und eine zweite Schnittlinie ist an der Seite eines spitzen Winkels durch eine Einspritzanschlussachse und die Endseite an der Seite des Fluideinlasses mit einem zweiten Neigungswinkel θ_2 gebildet, wobei $\theta_1 < \theta_2$ gilt.

[0009] Die Druckschrift US-5 540 200 offenbart eine Vielzahl Ausführungsbeispiele für ein Kraftstoffeinspritzventil mit vielen Ausführungsbeispielen, die ähnlich wie die Gestaltung gemäß der Druckschrift DE 199 13 317 gestaltet sind. Darüber hinaus offenbart diese Druckschrift Ausführungsbeispiele mit Einspritzlöcher, die entgegen der Definition der Richtung ausgerichtet sind, die bei der Druckschrift DE 199 13 317 A1 betrachtet wird. Diese Ausführungsbeispiele haben teilweise Einspritzlöcher, die einen sich vergrößernden Durchmesser zeigen.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fluideinspritzdüse zum Zerstäuben eines Fluidsprays vorzusehen, wie dies in Anspruch 1 definiert ist.

[0011] Der Einspritzanschluss ist diametral an der Einspritzanschlussachse zur Seite des Fluidauslasses so vergrößert, dass der Flächeninhalt des Einspritzanschlussumfanges größer als der Flächeninhalt des Einspritzanschlusses mit gleichem Durchmesser ist. Außerdem tritt niemals ein Fehler auf, dass der Kraftstoff, der in den Einspritzanschluss fließen soll, mit dem Einspritzanschlussinnenumfang in Kontakt gelangt, der die erste Schnittlinie enthält, so dass er sich verteilt, während er geführt wird. Daher wird das einzuspritzende Fluid aus dem Einspritzanschluss nicht zu der Flüssigkeitssäule, sondern es wird zu einem Flüssigkeitsfilm verteilt, so dass es in einfacher Weise zerstäubt wird.

[0012] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist der Einspritzanschluss mehrfach angeordnet, so dass die Einspritzrate für einen Einspritzanschluss reduziert ist, so dass der Einspritzanschlussdurchmesser reduziert ist. Daher ist es mög-

lich, die Zerstäubung des Fluidsprays zu fördern.

[0013] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Fluidkammer, die direkt über den Fluideinlässe der Einspritzanschlüsse ausgebildet ist, diametral größer als das offene Ende an der stromabwärtigen Seite des Fluids, dass durch den Innenumfang gebildet ist. Außerdem münden die Einspritzanschlüsse an ihren Fluideinlässe in den Innenumfang und den Außenumfang der virtuellen Hülle, an der die virtuelle Ebene, die sich von dem Innenumfang zu der stromabwärtigen Seite des Fluids erstreckt, die Einspritzanschlussplatte schneidet. Das Fluid strömt aus dem Außenumfang zu dem Innenumfang der Einspritzanschlussplatte in die inneren Einspritzanschlüsse, die an der Seite des Innenumfanges der virtuellen Hülle positioniert sind, und das Fluid strömt von dem Innenumfang zu dem Außenumfang der Einspritzanschlussplatte in die äußeren Einspritzanschlüsse, die an der Außenumfangsseite der virtuellen Hülle positioniert sind. Die Fluide strömen in den Auslassrichtungen in die inneren Einspritzanschlüsse und die äußeren Einspritzanschlüsse, so dass eine Überlappung des Fluidsprays aus den inneren Einspritzanschlüssen mit dem Fluidspray aus den äußeren Einspritzanschlüssen direkt unter den Einspritzanschlüssen verhindert wird. Daher wird die Zerstäubung des Fluidsprays gefördert.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in einfacher Weise aus der folgenden detaillierten Beschreibung ihrer bevorzugten Ausführungsbeispiele ersichtlich, wenn diese zusammen mit den beigefügten Zeichnungen betrachtet werden, wobei:

[0015] [Fig. 1A](#) zeigt eine vergrößerte Schnittansicht einer Kraftstoffeinspritzdüse eines Kraftstoffeinspritzventils (erstes Ausführungsbeispiel);

[0016] [Fig. 1B](#) zeigt eine Draufsicht einer Einspritzanschlussplatte (erstes Ausführungsbeispiel);

[0017] [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Kraftstoffeinspritzventils (erstes Ausführungsbeispiel);

[0018] [Fig. 3](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Umgebung eines Einspritzanschlusses (erstes Ausführungsbeispiel);

[0019] [Fig. 4A](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang einer Linie IVA-IVA in der [Fig. 3B](#) (erstes Ausführungsbeispiel);

[0020] [Fig. 4B](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang einer Linie IVB-IVB in der [Fig. 4A](#) (erstes Ausführungsbeispiel);

- [0021] [Fig. 5](#) zeigt eine Schnittlinie zwischen einer virtuellen Ebene, die senkrecht zu einer Einspritzanschlussachse ist, und einem Einspritzanschlussin-nenumfang (erstes Ausführungsbeispiel);
- [0022] [Fig. 6](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Abwandlung mit einer unterschiedlichen Divergenz des Einspritzanschlusses bei dem gleichen Schnitt, wie er in der [Fig. 4B](#) gezeigt ist (erstes Ausführungsbeispiel);
- [0023] [Fig. 7A](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Kraftstoffströmung (erstes Ausführungsbeispiel);
- [0024] [Fig. 7B](#) zeigt eine schematische perspektivische Ansicht der Kraftstoffströmung (erstes Ausführungsbeispiel);
- [0025] [Fig. 8A](#) zeigt ein charakteristisches Diagramm, das eine Beziehung zwischen θ_1 und der Kraftstoffpartikelgröße aufzeichnet (erstes Ausführungsbeispiel);
- [0026] [Fig. 8B](#) zeigt ein charakteristisches Diagramm, das eine Beziehung zwischen θ_3 und der Kraftstoffpartikelgröße aufzeichnet (erstes Ausführungsbeispiel);
- [0027] [Fig. 8C](#) zeigt ein charakteristisches Diagramm, das eine Beziehung zwischen t/d und der Kraftstoffpartikelgröße aufzeichnet (erstes Ausführungsbeispiel);
- [0028] [Fig. 9A](#) zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht einer Kraftstoffeinspritzdüse eines Kraftstoff-einspritzventils (zweites Ausführungsbeispiel);
- [0029] [Fig. 9B](#) zeigt eine Draufsicht einer Einspritz-anchlussplatte (zweites Ausführungsbeispiel);
- [0030] [Fig. 10](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Kraftstoffeinspritzdüse (drittes Ausführungsbeispiel);
- [0031] [Fig. 11A](#) zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht einer Kraftstoffeinspritzdüse eines Kraftstoff-einspritzventils (viertes Ausführungsbeispiel);
- [0032] [Fig. 11B](#) zeigt eine Draufsicht einer Ein-spritzanschlussplatte (viertes Ausführungsbeispiel);
- [0033] [Fig. 12A](#) zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht einer Kraftstoffeinspritzdüse eines Kraftstoff-einspritzventils (fünftes Ausführungsbeispiel);
- [0034] [Fig. 12B](#) zeigt eine Draufsicht einer Ein-spritzanschlussplatte (fünftes Ausführungsbeispiel);
- [0035] [Fig. 13A](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Kraftstoffströmung (Stand der Technik);
- [0036] [Fig. 13B](#) zeigt eine schematische perspektivische Ansicht der Kraftstoffströmung (Stand der Technik);
- [0037] [Fig. 14](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines ganzen elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0038] [Fig. 15](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines wesentlichen Teils des elektromagnetischen Kraftstoff-einspritzventils (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0039] [Fig. 16](#) zeigt eine Draufsicht einer Kanalwandseite einer Öffnungsplatte (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0040] [Fig. 17A](#) zeigt eine vergrößerte Draufsicht der Nähe eines Kraftstoffeinlasses einer Öffnung (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0041] [Fig. 17B](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XVIIIB-XVIIIB in der [Fig. 17A](#) (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0042] [Fig. 18](#) zeigt eine Ansicht von I in der [Fig. 17B](#) (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0043] [Fig. 19A](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Kraftstoffströmung in einem Kraftstoffkanal und einer Öffnung (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0044] [Fig. 19B](#) zeigt eine darstellende Ansicht eines Flüssigsäulenabschnittes der Kraftstoffströmung in der Öffnung (sechstes Ausführungsbeispiel);
- [0045] [Fig. 20](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines wesentlichen Teiles eines elektromagnetischen Kraftstoff-einspritzventils (siebtes Ausführungsbeispiel);
- [0046] [Fig. 21](#) zeigt eine Draufsicht einer Kanalwandseite einer Öffnungsplatte (siebtes Ausführungsbeispiel);
- [0047] [Fig. 22](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines wesentlichen Teils eines elektromagnetischen Kraftstoff-einspritzventils (Stand der Technik);
- [0048] [Fig. 23A](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer Kraftstoffströmung in einem Kraftstoffkanal und einer Öffnung (Stand der Technik), und
- [0049] [Fig. 23B](#) zeigt eine darstellende Ansicht eines Flüssigsäulenabschnittes der Kraftstoffströmung in der Öffnung (Stand der Technik).
- [0050] Die [Fig. 14](#) bis [Fig. 21](#) stellen Beispiele dar, die nicht gemäß der vorliegenden Erfindung sind.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0051] Eine Vielzahl Ausführungsbeispiel der Erfindung, die ihre Betriebsweisen zeigen, wird unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0052] In der [Fig. 2](#) ist ein Beispiel gezeigt, bei dem eine Fluideinspritzdüse gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung für ein Kraftstoffeinspritzventil einer Benzinkraftmaschine verwendet wird.

[0053] Ein Gehäuse **11** eines Kraftstoffeinspritzventils **1** ist aus einem Kunstharz gegossen, das ein magnetisches Rohr **12**, einen Stator Kern **30**, eine um einen Spulenkörper **40** gewickelte Spule **41** und dergleichen abdeckt. Ein Ventilkörper **13** ist an das magnetische Rohr **12** durch Laserschweißen oder dergleichen gefügt. Eine Düsennadel **20** als ein Ventilelement ist so in das magnetische Rohr **12** und den Ventilkörper **13** gepasst, dass es hin und her bewegbar ist, und ihr Anschlagsabschnitt **21** kann an einen Ventilsitz **14a** gesetzt werden, der an einer inneren Fläche **14** des Ventilkörpers **13** ausgebildet ist. Die innere Fläche **14** ist mit einer konischen Form an der Innenumfangswand des Ventilkörpers **13** ausgebildet, um so einen Kraftstoffkanal **50** als einen Fluidkanal zu bilden, und er konvergiert zu der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffs.

[0054] Wie dies in der [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist die Einspritzdüse des Kraftstoffeinspritzventils **1** so aufgebaut, dass sie den Ventilkörper **13**, die Düsennadel **20** und eine Einspritzanschlussplatte **25** beinhaltet. Eine Kraftstoffkammer **51** als eine Fluidkammer ist durch die vordere Endseite **20a** der Düsennadel **20**, eine Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses der Einspritzanschlussplatte **25** und der inneren Fläche **14** geteilt, und sie ist mit einer abgeflachten im Allgemeinen scheibenförmigen Form ausgebildet.

[0055] Die Düsennadel **20** ist an ihrer vorderen Endseite **20a** mit einer ebenen Form ausgebildet. Wie dies ein der [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist ein Fügeabschnitt **22**, wie er an der Düsennadel **20** an der anderen Seite des Anschlagsabschnittes **21** vorgesehen ist, an einen bewegbaren Kern **31** gefügt. Ein Stator Kern **30** und ein nicht magnetisches Rohr **32** sowie dieses nicht magnetische Rohr **32** und das magnetische Rohr **12** sind einzeln durch Laserschweißen oder dergleichen gefügt.

[0056] An einem Endabschnitt an der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes des Ventilkörpers **13**, wie dies in der [Fig. 1A](#) gezeigt ist, ist die Einspritzanschlussplatte **25** angeordnet, die mit einer dünnen scheibenförmigen Form ausgebildet ist. Die [Fig. 1A](#)

stellt einen Querschnitt dar, der derart gefaltet geschnitten ist, damit die Schnittformen der Einspritzanschlüsse verständlich sind. Die Einspritzanschlussplatte **25** liegt an der Endseite **13a** des Ventilkörpers **13** an der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes an, und sie ist mit der Einspritzanschlussplatte **25** lasererschweißt. In dieser Einspritzanschlussplatte **25**, wie es in der [Fig. 1B](#) gezeigt ist, sind vier Einspritzanschlüsse **25a**, **25b**, **25c** und **25d** ausgebildet, die Kraftstoffeinlässe an einem gemeinsamen Kreis an einer Mittelachse **27** der Einspritzanschlussplatte **25** aufweisen. Die Einspritzanschlüsse **25a**, **25b**, **25c** und **25d** sind in der Krafteinspritzrichtung von der Mittelachse **27** der Einspritzanschlussplatte **25** beabstandet ausgebildet. Die Einspritzanschlüsse **25a**, **25b**, **25c** und **25d** sind hinsichtlich der Formen und der Größen identisch, und sie haben gleiche Größen θ_1 , θ_2 und θ_3 , wie dies nachfolgend beschrieben wird.

[0057] Die Einspritzanschlüsse **25a** und **25b** sowie die Einspritzanschlüsse **25c** und **25d** sind individuell in den selben Richtungen hinsichtlich der Mittelachse **27** der Einspritzanschlussplatte **25** ausgebildet. Die Einspritzrichtung der Einspritzanschlüsse **25a** und **25b** sowie die Einspritzrichtung der Einspritzanschlüsse **25c** und **25d** sind um 180° entgegen gesetzt, so dass das Kraftstoffeinspritzventil **1** zwei Einspritzrichtungen bewirkt.

[0058] Die [Fig. 4A](#) zeigt eine virtuelle Ebene, die eine Einspritzanschlussachse **100** enthält, die sich durch die Mitte des Kraftstoffeinlasses und die Mitte des Kraftstoffauslasses des entsprechenden Einspritzabschnittes erstreckt, und die normal zu der Einspritzanschlussplatte **25** ist, d. h. der Schnitt der Einspritzanschlussplatte **25**, wenn er entlang der Linie IV-IV gemäß der [Fig. 3](#) betrachtet wird. Von Schnittlinien zwischen der virtuellen Ebene, die die Einspritzanschlussachse **100** enthält und orthogonal zu der Einspritzanschlussplatte **25** ist, und einem Einspritzanschlussumfang **101** der Einspritzanschlussplatte **25**, die den Einspritzanschluss bildet, wird angenommen, dass eine erste Schnittlinie **102**, die durch die Einspritzanschlussachse **100** und die Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses gebildet wird, und sich an der Seite des stumpfen Winkels befindet, einen ersten Neigungswinkel θ_1 mit der Mittelachse **27** bildet, und dass eine zweite Schnittlinie **103**, die durch die Einspritzanschlussachse **100** und die Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses der Einspritzanschlussplatte **25** gebildet wird und sich an der Seite des spitzen Winkels befindet, einen zweiten Neigungswinkel θ_2 mit der Mittelachse **27** bildet. Unter diesen Annahmen gilt $\theta_1 < \theta_2$. Anders gesagt ist bei jedem Einspritzanschluss der Einspritzanschlussumfang **101**, wenn er von der Mittelachse **27** der Einspritzanschlussplatte **25** hinsichtlich der Einspritzanschlussachse **100** weiter entfernt ist, hinsichtlich der Mittelachse **27** stärker geneigt als der

Einspritzanschlussumfang **101**, wenn er von der Mittelachse **27** der Einspritzanschlussplatte **25** hinsichtlich der Einspritzanschlussachse **100** weniger weit entfernt ist.

[0059] In der [Fig. 4B](#), die einen Schnitt darstellt, der die Einspritzanschlussachse **100** enthält und der orthogonal zu dem Querschnitt ist, der in der [Fig. 4A](#) gezeigt ist, erstreckt sich der Einspritzanschluss gleichsam zu den beiden Seiten. Wenn $\theta_3 = \theta_2 - \theta_1$ gilt, und wenn der Einspritzanschluss einen divergierenden Winkel θ_4 aufweist, dann gilt $\theta_4 \leq \theta_3$. Wie bei einer Einspritzanschlussplatte **110** einer Abwandlung, die in der [Fig. 6](#) gezeigt ist, kann sich der Einspritzanschluss im Gegensatz dazu nur zu einer Seite divergieren. Wenn der Einspritzanschluss in diesem Fall einen divergierenden Winkel θ_5 aufweist, dann gilt $\theta_5 \leq \theta_3/2$.

[0060] In der [Fig. 4A](#) ist ein Teil einer geschlossenen Kurve einer Schnittlinie zwischen einer virtuellen Ebene, die orthogonal zu der Einspritzanschlussplatte **100** ist, und dem Einspritzanschlussumfang **101** eine Ellipse **105**, wie dies in der [Fig. 5](#) gezeigt ist. Ein kleiner Durchmesser „a“ und ein großer Durchmesser „b“ der Ellipse **105** sind so festgelegt, dass $0,5 \leq a/b \leq 1$ ungeachtet der Drehposition der Ellipse **105** gilt.

[0061] An der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes von einem Einstellrohr **34**, wie dies in der [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist eine Feder **35** angeordnet, um die Düsenadel **20** zu dem Ventilsitz **14a** vorzuspannen. Durch Ändern der axialen Position des Einstellrohres **34** kann die Vorspannkraft der Feder **35** zum Vorspannen der Düsenadel **20** eingestellt werden.

[0062] Die Spule **41**, die um den Spulenkörper **40** gewickelt ist, ist so in dem Gehäuse **11** positioniert, dass sie die einzelnen Endabschnitte des Statorkerns **30** und des magnetischen Rohres **12** abdeckt, die quer zu dem nicht magnetischen Rohr **32** positioniert sind, und den Umfang des nicht magnetischen Rohres **32**. Die Spule **41** ist mit einem Anschluss **42** elektrisch verbunden, so dass einen auf den Anschluss **42** aufgebrachte elektrische Spannung in die Spule **41** eingespeist wird.

[0063] Ein Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils **1** wird nachfolgende beschrieben.

[0064] Während die Leistung zu der Spule **41** ausgeschaltet ist, werden der bewegbare Kern **31** und die Düsenadel **20** zu dem Ventilsitz **14a** durch die Vorspannkraft der Feder **35** bewegt, so dass der Anschlagsabschnitt **21** an den Ventilsitz **14a** gesetzt wird. Daher wird der Kraftstoffkanal **50** so verschlossen, dass der Kraftstoff nicht aus den einzelnen Einspritzanschlüssen eingespritzt wird.

[0065] Wenn die Leistung zu der Spule **41** eingeschaltet wird, dann wird in der Spule **41** eine elektromagnetische Anziehungskraft erzeugt, die den bewegbaren Eisenkern **31** zu dem Statorkern **30** anziehen kann. Wenn der bewegbare Kern **31** zu dem Statorkern **30** durch die elektromagnetische Anziehungskraft angezogen wird, dann wird die Düsenadel **20** zu dem Statorkern **30** bewegt, so dass der Anschlagsabschnitt **21** den Ventilsitz **14a** verlässt. Infolge dessen strömt der Kraftstoff aus dem offenen Abschnitt zwischen dem Anschlagsabschnitt **21** und dem Ventilsitz **14a** in die Kraftstoffkammer **51**. Somit tritt der Kraftstoff, der in die Kraftstoffkammer **51** eingeströmt ist, zu dem mittleren Abschnitt der Kraftstoffkammer **51**. Die Kraftstoffe, die zu dem mittleren Abschnitt strömen, kollidieren an dem mittleren Abschnitt zusammen, so dass eine radial nach außen verlaufende Strömung gebildet wird, die über den einzelnen Einspritzanschlüssen gegen den Kraftstoff kollidiert, der in einer Richtung zu dem mittleren Abschnitt strömt. Die Kraftstoffströmung, die über den entsprechenden Einspritzanschluss kollidiert ist, strömt in den entsprechenden Einspritzanschluss. Es ist wünschenswert, dass die Kraftstoffströmung, die in den Einspritzanschluss hineingeströmt ist, entlang des Einspritzanschlussumfangs **101** zu einer Richtung einheitlich expandiert, die die Einspritzanschlussachse **100** schneidet.

[0066] Gemäß dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel sind „a“ und „b“ ungeachtet der Drehposition der Ellipse **105** so festgelegt, dass $0,5 \leq a/b \leq 1$ gilt. Im Gegensatz dazu, wenn $0,5 > a/b$ gilt, dann wird die Ellipse **105** oval, so dass die Geschwindigkeit des Kraftstoffes, der entlang des Einspritzanschlussumfangs **101** zu jener Richtung strömt, die die Einspritzanschlussachse **100** schneidet, gemäß der Umfangsposition der Ellipse **105** stark verändert wird. Wenn die Geschwindigkeit der Kraftstoffströmung verändert wird, dann expandiert der Kraftstoff, der entlang des Einspritzanschlussumfangs **101** zu jener Richtung strömt, die die Einspritzanschlussachse **100** schneidet, in unzureichender Weise entlang des Einspritzanschlussumfangs **101**. Somit wird kein flüssiger Kraftstoff-Film mit einer einheitlichen Dicke ausgebildet, wodurch eine Kraftstoffzerstäubung verschlechtert wird.

[0067] Wenn „a“ und „b“ so festgelegt sind, dass $0,5 \leq a/b \leq 1$ gilt, und wenn verhindert wird, dass die Ellipse **105** oval wird, dann expandiert der Kraftstoff entlang des Einspritzanschlussumfangs **101** zu jener Richtung, die die Einspritzanschlussachse **100** schneidet. Somit wird die Dicke des flüssigen Kraftstoff-Films ungeachtet der Umfangsposition der Ellipse **105** einheitlich. Da die Dicke des flüssigen Kraftstoff-Films einheitlich ist, und der Kraftstoff wie ein Trichter eingespritzt wird, der sich in einer Einspritzrichtung spreizt, wird die Kraftstoffzerstäubung verbessert. Wenn des weiteren die Ellipse **105** vollstän-

dig rund ist, dann ist der Einspritzanschluss durch einen konischen Stempel ausgebildet, so dass der Einspritzanschluss in einfacher Weise und genau ausgebildet wird.

[0068] Des Weiteren expandiert der Einspritzanschluss von einem Kraftstoffeinlass zu einem Kraftstoffauslass, und die erste Schnittlinie **102** und die zweite Schnittlinie **103** sind hinsichtlich der Mittelachse **27** in der selben Richtung wie die Einspritzanschlussachse geneigt. Somit strömt der Kraftstoff, der über jedem Einspritzanschluss kollidiert ist, und in den Einspritzanschluss hineingeströmt ist, zu einem Einspritzauslassanschluss, wie dies in der **Fig. 7** gezeigt ist, während er entlang des Einspritzanschlussinnenumfangs **101** expandiert. Der Kraftstoff strömt von dem Einspritzanschlusseinlass zu dem Einspritzanschlussauslass, während er entlang des Einspritzanschlussinnenumfangs **101** einheitlich expandiert, er wird zu einem flüssigen Kraftstoff-Film mit einer einheitlichen Dicke, und er wird aus dem Einspritzanschluss eingespritzt. Da der Kraftstoff als ein flüssiger Film eingespritzt wird, und nicht als eine Flüssigsäule, hat er eine einheitliche Dicke wie der Trichter, der sich zu der Einspritzrichtung spreizt, und der Kraftstoff wird in einfacher Weise zerstäubt.

[0069] Hierbei werden die gewünschten Auslegungswerte der Kraftstoffeinspritzdüse beschrieben, die für eine Zerstäubung des Kraftstoffsprays festgelegt werden.

[0070] Der Abstand von dem Schnittpunkt zwischen der zweiten Schnittlinie **103** und der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses zu der ersten Schnittlinie **102**, d. h. ein Einspritzanschlussdurchmesser d , und ein Abstand h zwischen der vorderen Endseite **20a** der Düsennadel **20** gegenüber der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses bei der Hubzeit der Düsennadel **20** und der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses sind so festgelegt, dass die folgende Beziehung (1) erfüllt ist:

$$h < 1,5d \quad (1).$$

[0071] Das Festlegen des Abstandes h und des Einspritzanschlussdurchmessers d der Art, dass sie die Beziehung (1) erfüllen, wird begründet. Wenn die Düsennadel **20** den Innenumfang **14** des Ventilkörpers **13** verlässt, dann schreitet der Kraftstoff in den Zwischenraum zwischen dem Anschlagsabschnitt **21** und dem Innenumfang **14** zu der Einspritzanschlussplatte **25** fort, und die Kraftstoffströmung wird zu der Kraftstoffkammer **51** umgelenkt, wenn sie gegen die Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses der Einspritzanschlussplatte **25** kollidiert, so dass eine Kraftstoffströmung entlang der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses gebildet wird. Diese Kraftstoffströmung wird in eine Strömung direkt zu dem Einspritzanschluss und in eine Strömung geteilt,

die zwischen den Einspritzanschlüssen hindurch tritt, so dass die Strömung, die zwischen den Einspritzanschlüssen hindurch getreten ist, U-förmig zu dem Einspritzanschluss durch die Gegenströmung an der Mitte der Einspritzanschlussplatte **25** umgelenkt wird. Diese Kraftstoffströmungen, die zu dem Einspritzanschluss in den radial entgegen gesetzten Richtungen gerichtet sind, kollidieren direkt über dem Einspritzanschluss, so dass sie sich stören und die Zerstäubung des Kraftstoffes fördern.

[0072] Einen normalen Abstand h von dem ringartigen Sitzabschnitt des Ventilsitzes **14a**, an den die Düsennadel **29** gesetzt wird, zu der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses der Einspritzanschlussplatte **25** und der Einspritzanschlussdurchmesser d sind so festgelegt, dass die folgende Beziehung (2) erfüllt ist:

$$H < 4d \quad (2).$$

[0073] Kurz gesagt wird der Ventilsitz **14a**, wenn er an dem Einlass des Kraftstoffes zu der Kraftstoffkammer **15** positioniert wird, nahe der Einspritzanschlussplatte **25** angeordnet. Der Innenumfang **14** konvergiert stromabwärts von dem Kraftstoff, und der normale Abstand h zwischen dem Ventilsitz **14a** und der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses und der Einspritzanschlussdurchmesser d sind so festgelegt, dass die Beziehung (2) erfüllt ist. Wenn die Düsennadel **20** und der Ventilkörper **13** voneinander beabstandet sind, dann kann der Kraftstoff, der zwischen dem Anschlagsabschnitt **21** und dem Ventilsitz **14a** entlang des Innenumfangs **14** in die Kraftstoffkammer **51** strömen soll, entlang der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses strömen.

[0074] Andererseits sind der Durchmesser DH eines Umfangs, der sich durch die Kraftstoffeinlässe der Einspritzanschlüsse erstreckt, und der Sitzdurchmesser Ds der Düsennadel **20**, die an den Ventilsitz **14a** zu setzen ist, so festgelegt, dass die folgenden Beziehungen (3) erfüllt sind:

$$1,5 < Ds/Dh < 6 \quad (3).$$

[0075] Wenn die Düsennadel **20** und der Ventilkörper **13** voneinander beabstandet sind, dann strömt der Kraftstoff, der zwischen dem Anschlagsabschnitt **21** und dem Ventilsitz **14** in die Kraftstoffkammer **51** strömen soll, entlang des Innenumfangs **14**, und er schreitet dann, nach dem er durch die Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses der Einspritzanschlussplatte **25** umgelenkt wurde, während er nicht direkt in die Einspritzanschlüsse strömt, über eine vorbestimmte Distanz zwischen der Endseite **26** an der Seite des Kraftstoffeinlasses und der vorderen Endseite **20a** fort. Infolge dessen gelangt die Hauptströmung des Kraftstoffes nicht direkt in die Einspritzanschlüsse, so dass der Kraftstoff in wirksamer Wei-

se zerstäubt werden kann. Falls die Beziehungen (3) erfüllt sind, dann können die Einspritzanschlüsse innerhalb eines Bereiches angeordnet werden, der weder übermäßig nahe an der Mitte der Einspritzanschlussplatte **25** angeordnet ist noch übermäßig zu der Außenumfangsseite der Einspritzanschlussplatte **25** divergiert. Daher können die Intensitäten der Kraftstoffströmungen in den einzelnen Einspritzanschlüssen im Wesentlichen homogenisiert werden, und zwar unabhängig von den Einströmungsrichtungen. Infolge dessen kann die innere Energie des Kraftstoffes in wirksamer Weise in der Form von Störungen genutzt werden, die durch die Kollisionen der Strömungen selbst verursacht werden, so dass eine merklich ideale Zerstäubung verwirklicht werden kann. Außerdem können die homogenen Kollisionen an der Einlassmitte des Einspritzanschlusses so erreicht werden, dass die Zerstäubung mit einer ausgezeichneten Richtungsgebung entlang der Neigung des Einspritzanschlussinnenumfangs **101** eingrichtet werden kann, der die Einspritzanschlüsse bildet.

[0076] Hierbei werden die Bereiche von θ_1 , θ_3 und t/d spezifiziert, falls die Einspritzanschlussplatte **25** eine Dicke t aufweist, und falls das gewünschte Kraftstoffspray eine Partikelgröße von ungefähr 85 Mikrometer oder weniger aufweist.

(a) $\theta_3 = 24^\circ$, und $t/d = 0,67$. Falls der Wert von θ_1 verändert wird, dann beträgt die Partikelgröße ungefähr 85 Mikrometer oder weniger innerhalb des Bereiches von $\theta_1 \geq 15^\circ$. Für einen größeren θ_1 wird der Kraftstoff, der zu dem Einspritzanschlussinnenumfang **101** zu führen ist, der die erste Schnittlinie **102** enthält, so gespreizt, dass das Kraftstoffspray in einfacher Weise zerstäubt wird.

(b) $\theta_1 = 36^\circ$, und $t/d = 0,67$. Falls der Wert von θ_3 verändert wird, dann beträgt die Partikelgröße ungefähr 85 Mikrometer oder weniger. Für einen größeren θ_3 wird die Fläche des Einspritzanschlussinnenumfangs **101** vergrößert. Daher wird der Kraftstoff so gespreizt, dass das Kraftstoffspray in einfacher Weise zerstäubt wird.

(c) $\theta_1 = 36^\circ$ und $\theta_3 = 24^\circ$. Falls der Wert von t/d verändert wird, wie dies in der [Fig. 8C](#) gezeigt ist, dann beträgt die Partikelgröße ungefähr 85 Mikrometer oder weniger für einen Bereich von $0,5 \leq t/d \leq 1,2$. Falls $0,5 \geq t/d$ gilt, dann wird die Richtung des Kraftstoffsprays, der aus dem Einspritzanschluss einzuspritzen ist, zwar dispergiert, aber sie wird nicht stabilisiert. Falls $t/d > 1,2$ gilt, dann haften die Kraftstoffe, die durch die Einspritzanschlüsse hindurch treten, so aneinander, dass der homogene Film nicht erzeugt wird, so dass die Zerstäubung des Kraftstoffsprays behindert wird. Kurz gesagt, durch das Aufrechterhalten der Beziehungen von $0,5 \leq t/d \leq 1,2$ ist es möglich, den Kraftstoff in einer vorbestimmten Richtung einzuspritzen und das Kraftstoffspray ausreichend zu zerstäuben.

[0077] Um die individuellen Charakteristika der drei Parameter θ_1 , θ_3 und t/d für die Zerstäubung des Kraftstoffsprays zu überprüfen, wurden die verbleibenden beiden Parameterwerte fixiert. Jedoch müssen diese verbleibenden zwei Parameter nicht auf die vorstehend erwähnten Werte fixiert werden, aber die Zerstäubung des Kraftstoffsprays kann besser gefördert werden, falls $\theta_1 \geq 15^\circ$, $\theta_3 \geq 15^\circ$ oder $0,5 \leq t/d \leq 1,2$ gilt.

[0078] Die vier Einspritzanschlüsse wurden bei dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet, aber ihre Anzahl kann eine andere als vier sein, zum Beispiel nur eins, solange $\theta_1 < \theta_2$ erfüllt ist.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0079] Eine Kraftstoffeinspritzdüse gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) gezeigt. Die Konstruktionsabschnitte, die im Wesentlichen gleich dem ersten Ausführungsbeispiel sind, werden nicht beschrieben, wobei sie durch gemeinsame Bezugszeichen bezeichnet sind. Die [Fig. 9A](#) stellt einen gefalteten Schnitt zum besseren Verständnis der Schnittform der Einspritzanschlüsse dar.

[0080] Wie dies in der [Fig. 9B](#) gezeigt ist, sind in einer Einspritzanschlussplatte **60** zwölf Einspritzanschlüsse **60a**, **60b**, **60c**, **60d**, **60e**, **60f**, **60g**, **60h**, **60i**, **60j**, **60k** und **60m** ausgebildet. Die Einspritzanschlüsse **60a**, **60b**, **60c** und **60d** sind an ihren Kraftstoffeinlässen an dem Umfang der Innenumfangsseite angeordnet, und die Einspritzanschlüsse **60e**, **60f**, **60g**, **60h**, **60i**, **60j**, **60k** und **60m** sind an ihren Kraftstoffeinlässen an dem Umfang an der Außenumfangsseite angeordnet. Die Richtung der Einspritzanschlüsse **60a**, **60b**, **60e**, **60f**, **60g** und **60h** zum Einspritzen des Kraftstoffes ist um 180° zu der Richtung der Einspritzanschlüsse **60c**, **60d**, **60i**, **60j**, **60k** und **60m** entgegen gesetzt, um so den Kraftstoff derart einzuspritzen, dass zwei Einspritzrichtungen verwirklicht werden. Bei jedem Einspritzanschluss sind die Beziehungen zwischen θ_1 , θ_2 und θ_3 identisch zu dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0081] Da die Kraftstoffeinspritzraten gleich dem ersten Ausführungsbeispiel sind, kann die Einspritzrate pro Einspritzanschluss abgesenkt werden, so dass der Einspritzanschlussdurchmesser reduziert ist, so dass die Zerstäubung des Kraftstoffsprays gefördert wird.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

[0082] Eine Kraftstoffeinspritzdüse gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der [Fig. 10](#) gezeigt. Der Aufbau des dritten Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen identisch dem ersten Ausführungsbeispiel, außer dass eine Düsennadel

65 des dritten Ausführungsbeispiels an ihrer vorderen Endseite **65a** so abgerundet ist, dass ein Ventilkörper **66** eine geringfügig geänderte Form aufweist, die zu der Form der vorderen Endseite **65a** passt. Eine Kraftstoffkammer **67** ist nicht mit der flachen scheibenförmigen Form ausgebildet. Durch Ausbilden des Einspritzanschlusses mit der selben Form und Größe wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel wird jedoch der Kraftstoff als ein flüssiger Film so eingespritzt, dass das Kraftstoffspray zerstäubt wird.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

[0083] Eine Kraftstoffeinspritzdüse gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) gezeigt. Die Konstruktionsabschnitte, die im Wesentlichen gleich dem ersten Ausführungsbeispiel sind, werden nicht beschrieben, wobei sie durch gemeinsame Bezugszeichen bezeichnet sind. Die [Fig. 11A](#) stellt einen gefalteten Schnitt zum besseren Verständnis der Schnittform der Einspritzanschlüsse dar.

[0084] Wie dies ein der [Fig. 9A](#) gezeigt ist, ist eine Aussparung **71** an dem Endabschnitt an der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes von einem Ventilkörper **70** ausgebildet. Eine Einspritzanschlussplatte **80** ist mit einer dünnen scheibenförmigen Form ausgebildet, und sie ist an einem Endabschnitt **70a** an der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes von dem Ventilkörper **70** angeordnet. Ein Anschlagsabschnitt **76**, der an einer Düsennadel **75** ausgebildet ist, kann an den Ventilsitz **14a** gesetzt werden. An dem Endabschnitt an der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes von dem Anschlagsabschnitt **76** ist eine Ausbauchung **77** ausgebildet, die zu der Einspritzanschlussplatte **80** ausgebaucht ist. Die Düsennadel **75**, die an dem vorderen Ende der Ausbauchung **77** ausgebildet ist, ist an ihrer vorderen Endseite **75a** abgeflacht.

[0085] Eine Kraftstoffkammer **90**, die durch die Aussparung **71** und die Einspritzanschlussplatte **80** als eine Fluidkammer aufgeteilt ist, ist mit einer flachen scheibenförmigen Form ausgebildet, und sie hat einen größeren Durchmesser als eine Öffnungskante **14b** an der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes oder als eine Öffnungskante an der stromabwärtigen Seite des Fluids von dem Innumfang **14**. Wie dies in der [Fig. 11B](#) gezeigt ist, sind innere Einspritzanschlüsse **80a**, **80b**, **80c** und **80d** an der Innumfangsseite einer virtuellen Hülle **200** ausgebildet, an der die virtuelle Ebene des Innumfangs **14**, der sich zu der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes erstreckt, die Endseite **81** an der Seite des Kraftstoffeinlasses von der Einspritzanschlussplatte **80** schneidet, und äußere Einspritzanschlüsse **80e**, **80f**, **80g**, **80h**, **80i**, **80j**, **80k** und **80m** sind an der Außennumfangsseite der virtuellen Hülle **200** ausgebildet. Die Richtung für die inneren Einspritzanschlüsse **80a**

und **80b** und für die äußeren Einspritzanschlüsse **80e**, **80f**, **80g** und **80h** sind um 180° von der Richtung für die inneren Einspritzanschlüsse **80c** und **80d** und für die äußeren Einspritzanschlüsse **80i**, **80j**, **80k** und **80m** entgegen gesetzt, so dass Einspritzungen mit zwei Richtungen verwirklicht werden. Die Formen und die Größen der einzelnen Einspritzanschlüsse sind identisch, und bei jedem Einspritzanschluss sind die Beziehungen zwischen θ_1 , θ_2 und θ_3 identisch zu dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0086] Die inneren Einspritzanschlüsse **80a**, **80b**, **80c** und **80d** sind an ihren Kraftstoffeinlässen an einem gemeinsamen Umfang positioniert, von dem angenommen wird, dass er einen Durchmesser DH1 aufweist. Die äußeren Einspritzanschlüsse **80e**, **80f**, **80g**, **80h**, **80i**, **80j**, **80k** und **80m** sind an ihren Kraftstoffeinlässen an einem gemeinsamen Umfang positioniert, von dem angenommen wird, dass er einen Durchmesser DH2 aufweist. Zwischen Ds, DH1 und DH2 gelten die folgenden Beziehungen (4):

$$1,5 < Ds/DH1 < 6; \text{ und } 0,5 < Ds/DH2 < 2 \quad (4).$$

[0087] Der Kraftstoff, der entlang des Innumfangs **14** zu der Einspritzanschlussplatte **80** strömen soll, kollidiert gegen die Einspritzanschlussplatte **80**, so dass er in die Strömung entlang der Einspritzanschlussplatte **80** von der virtuellen Hülle **200** zu dem Innumfang und in die Strömung entlang der Einspritzanschlussplatte **80** von der virtuellen Hülle **200** zu dem Außennumfang geteilt wird. Die Kraftstoffe, die in die inneren Einspritzanschlüsse **80a** und **80b** und in die äußeren Einspritzanschlüsse **80e**, **80f**, **80g** und **80h** strömen sollen, strömen in jene Richtungen, die einander entgegen gesetzt sind, und die Kraftstoffe, die in die inneren Einspritzanschlüsse **80c** und **80d** und in die äußeren Einspritzanschlüsse **80i**, **80j**, **80k** und **80m** strömen sollen, strömen in jene Richtungen, die einander entgegen gesetzt sind. Infolge dessen wird verhindert, dass die Kraftstoffe, die von den inneren Einspritzanschlüssen und den äußeren Einspritzanschlüssen eingespritzt werden sollen, die die einzelnen Sprays in den beiden Richtungen bilden, direkt unter den Einspritzanschlüssen miteinander kollidieren, um die Zerstäubung der Kraftstoffsprays zu fördern.

[0088] Außerdem gelten die folgenden Beziehungen (5) zwischen dem Abstand h1 zwischen der vorderen Endseite **75a** der Düsennadel **75** und der Endseite **81** an der Seite des Kraftstoffeinlasses, dem Abstand h2 zwischen der Bodenseite **71a** der Aussparung **71** und der Endseite **81** an der Seite des Kraftstoffeinlasses, und dem Einspritzanschlussdurchmesser d:

$$h1 \leq h2 < 1,5d \quad (5).$$

[0089] Wenn die Beziehungen (5) erfüllt sind, wenn

sich die Düsennadel **75** anhebt, dann wird der Kraftstoff, der in die Kraftstoffkammer **90** strömen soll, so geführt, dass er entlang der Endseite **81** an der Seite des Kraftstoffeinlasses durch die vordere Endseite **75a** der Düsennadel **75** strömt.

[0090] Bei dem vierten Ausführungsbeispiel ist die Ausbauchung **77** an dem vorderen Ende der Düsennadel **75** so ausgebildet, dass die Kapazität der Kraftstoffkammer **90** reduziert wird, während das Ventil geschlossen wird, während der Anschlagsabschnitt **76** an den Ventilsitz **14a** gesetzt wird. Das Verhältnis der Einspritzrate des Kraftstoffes, der in der Kraftstoffkammer **90** durch das geschlossene Ventil verbleibt, zu der gesamten Kraftstoffeinspritzrate wird so abgesenkt, dass die Kraftstoffeinspritzrate sehr genau gesteuert werden kann.

[0091] Bei dem vierten Ausführungsbeispiel wurde die Kraftstoffkammer **90** dadurch ausgebildet, dass die Aussparung **71** an dem Endabschnitt an der stromabwärtigen Seite des Kraftstoffes von dem Ventilkörper **70** ausgebildet wird. Im Gegensatz dazu kann ein Aufbau übernommen werden, bei dem eine scheibenförmige Kraftstoffkammer dadurch ausgebildet wird, dass die Aussparung an der Kraftstoffeinlassseite der Einspritzanschlussplatte ausgebildet wird.

(Fünftes Ausführungsbeispiel)

[0092] Die [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) zeigen eine Kraftstoffeinspritzdüse bei dem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die [Fig. 12A](#) stellt einen gefalteten Schnitt zum besseren Verständnis der Schnittform der Einspritzanschlüsse dar.

[0093] Wie dies in der [Fig. 12A](#) gezeigt ist, ist eine Düsennadel **115** in einem Ventilkörper **110** enthalten, während sie sich darin hin und her bewegen kann. Wie dies in der [Fig. 12B](#) gezeigt ist, sind 12 Einspritzanschlüsse **120a**, **120b**, **120c**, **120d**, **120e**, **120f**, **120g**, **120h**, **120i**, **120j**, **120k**, **120m** in einer Einspritzanschlussplatte **120** ausgebildet. Die Anordnungen der Einspritzanschlüsse **120a**, **120b**, **120c**, **120d**, **120e**, **120f**, **120g**, **120h**, **120i**, **120j**, **120k**, **120m** sind im Wesentlichen gleich wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, und die Beziehungen zwischen θ_1 , θ_2 , θ_3 bei jedem Einspritzanschluss sind gleich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0094] Wie dies in der [Fig. 12A](#) gezeigt ist, sind die Abschnitte, in denen die Einspritzanschlüsse **120a**, **120b**, **120c**, **120d**, **120e**, **120f**, **120g**, **120h**, **120i**, **120j**, **120k**, **120m** ausgebildet sind, zu der Seite der Kraftstoffeinspritzung konkav ausgebildet. Da die Einspritzanschlüsse im Voraus in der ebenen Einspritzanschlussplatte ausgebildet wurden, und die Abschnitte, in denen die Einspritzanschlüsse ausgebildet sind, zur Seite der Kraftstoffeinspritzung konkav

ausgebildet werden, können die Neigungswinkel der Einspritzanschlüsse reduziert werden, die in der ebenen Einspritzanschlussplatte ausgebildet sind. Da die Neigungswinkel klein sind, werden die Einspritzanschlüsse in einfacher Weise ausgebildet.

[0095] Bei den vielen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen, die die Betriebsweisen der Erfindung zeigen, soweit sie beschrieben sind, wurden die gewünschten Auslegungswerte für die Kraftstoffeinspritzdüse zum Zerstäuben des Kraftstoffsprays dargestellt. Falls festgelegt wird, dass zumindest $\theta_1 < \theta_2$ gilt, wird der Kraftstoff jedoch so geführt, dass er durch den Einspritzanschlussumfang gespreizt wird, und dass er als der flüssige Film so eingespritzt wird, dass das Kraftstoffspray zerstäubt werden kann.

[0096] Bei den vielen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wird die Kraftstoffeinspritzdüse der Erfindung als das Kraftstoffeinspritzventil der Benzinkraftmaschine verwendet. Zusätzlich kann die Kraftstoffeinspritzdüse der Erfindung für beliebige Anwendungen verwendet werden, falls dies zum Zerstäuben und Einspritzen der Flüssigkeit beabsichtigt ist.

(Sechstes Ausführungsbeispiel)

[0097] Die [Fig. 14](#) bis 19 zeigen ein sechstes Ausführungsbeispiel, das nicht gemäß der vorliegenden Erfindung ist. Die [Fig. 14](#) zeigt eine Ansicht des Gesamtaufbaus eines elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils, und die [Fig. 15](#) zeigt eine Ansicht eines wesentlichen Aufbaus des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils.

[0098] Ein elektronisch gesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem von diesem Ausführungsbeispiel ist so aufgebaut, dass es ein Kraftstoffzuführungssystem, ein Einlasssystem, Sensoren zum Erfassen der Fahrtzustände der Brennkraftmaschine und eine elektronische Steuereinheit (ECU) aufweist, um diese integriert zu steuern. Das Kraftstoffzuführungssystem ist ein System, das es ermöglicht, dass eine elektrische Kraftstoffpumpe (auch wenn diese nicht gezeigt ist) den Kraftstoff auf einen vorbestimmten Druck mit Druck beaufschlagt, und den Kraftstoff über ein Förderrohr (auch wenn dieses nicht gezeigt ist) zu einem elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventil **301** so zuführt, dass der Kraftstoff bei einer optimalen Zeitgebung eingespritzt werden kann.

[0099] Das elektromagnetische Kraftstoffeinspritzventil **301** ist eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einer Funktion (oder mit einer Öffnungsplatte) zum Fördern einer Zerstäubung eines gesprühten Kraftstoffes, der bei einer guten Zeitgebung in die Nähe (oder in den Einlassanschluss) eines Einlassventils (oder eines Saugventils) einer Brennkraftmaschine

(diese wird nachfolgend als die „Kraftmaschine“ bezeichnet) einzuspritzen ist, wie zum Beispiel eine Benzinkraftmaschine. Außerdem ist das elektromagnetische Kraftstoffeinspritzventil **301** mit einem Einlasskrümmer (oder mit einem Einlassrohr) montiert, das in einer Anzahl vorgesehen ist, die der Anzahl der Zylinder der Kraftmaschine entspricht, um die Luft für die Verbrennung zuzuführen.

[0100] Das elektromagnetische Kraftstoffeinspritzventil **301** ist so aufgebaut, dass es folgendes aufweist: Ein Gussgehäuse **302**, das mit dem Förderrohr zu montieren ist; eine elektromagnetische Spule (Solenoidspule) **304**, die um den Außenumfang einer Spulenhassel **303** gewickelt ist, die aus einem Kunstharz ausgebildet ist, und in dem Gussgehäuse **302** angeordnet ist; einen im Allgemeinen zylindrischen Stator Kern **305**, der in dem Gussgehäuse **302** befestigt ist; einen Anker **306**, der axial bewegbar ist; einen Ventilkörper **307**, der an der vorderen Endseite des Gussgehäuses **302** angeordnet ist; ein Nadelventil **308**, das in dem Ventilkörper **307** untergebracht ist; und eine Öffnungsplatte **310**, um einen Kraftstoffkanal **309** zwischen sich selbst und einer axialen Endseite (oder der vorderen Endseite) des Nadelventils **308** auszubilden.

[0101] Das Gussgehäuse **302** ist einstückig aus einem Kunstharzmaterial gegossen. Bei diesem Gussgehäuse **302** sind die Spulenhassel **303**, der Stator Kern **305** und ein äußerer Verbindungsstecker **311** einstückig vergossen. Um die Spulenhassel **303** und der elektromagnetischen Spule **304** ist außerdem ein Kunstharzformteil **335** einstückig vergossen, das die elektromagnetische Spule **304** umhüllt.

[0102] In dem gezeigten oberen Abschnitt des Gussgehäuses **302** ist andererseits eine Steckereinheit **312** angeordnet, die von der Außenwand des Gussgehäuses **302** vorsteht. Außerdem ist der äußere Steckeranschluss **311**, der mit der elektromagnetischen Spule **304** elektrisch zu verbinden ist, in der Steckereinheit **312** und einem Kunstharzformteil **336** eingebettet. Andererseits ist der äußere Steckeranschluss **311** mit der nicht gezeigten ECU über eine Verdrahtung verbunden.

[0103] Der Stator Kern **305** besteht aus einem ferromagnetischen Material, und er ist so in dem Kunstharzgussgehäuse **302** angeordnet, dass er von der gezeigten oberen Endseite des Gussgehäuses **302** nach oben vorsteht. In dem Stator Kern **305** ist außerdem ein axialer Kraftstoffkanal **313** ausgebildet. In dem Innenumfang des Stator Kerns **305** ist ein im Allgemeinen zylindrisches Einstellrohr **315** eingepasst, das darin ein axiales Loch **314** aufweist.

[0104] Das Einstellrohr **315** legt eine festgelegte Last fest, d. h. einen Ventilöffnungsdruck einer Schraubenfeder **306**, in dem es in der axialen Rich-

tung in dem Stator Kern **305** verschoben und befestigt wird, nach dem es in dem Innenumfang des Stator Kerns **305** festgelegt wurde. An der vorderen Endseite des Einstellrohrs **315** liegt außerdem ein Ende der Schraubenfeder **316** an. Das andere Ende von dieser Schraubenfeder **316** liegt an der gezeigten oberen Endseite des Nadelventils **308** an, das an den Anker **396** geschweißt und befestigt ist.

[0105] Die Schraubenfeder **316** spannt den Anker **306** und das Nadelventil **308** nach unten vor, wie dies gezeigt ist, um einen Sitzabschnitt **322** des Nadelventils **308** an einen Ventilsitz **321** des Ventilkörpers **307** zu setzen (unter Bezugnahme auf die [Fig. 15](#)). Wenn ein Erregerstrom von dem äußeren Steckerabschnitt **311** in die elektromagnetische Spule **304** durch die ECU einspeist wird, werden der Anker **306** und das Nadelventil **308** außerdem zu dem Stator Kern **305** gegen die Vorspannkraft (oder die Federkraft) der Schraubenfeder **316** angezogen.

[0106] An einer axialen Seite des Stator Kerns **305** sind andererseits ein nicht magnetisches Rohr **317** und ein magnetisches Rohr **318** angeordnet. Das nicht magnetische Rohr **317** besteht aus einem nicht magnetischen Material, und es ist mit einer im Allgemeinen zylindrischen Form ausgebildet. Diese nicht magnetische Rohr **317** ist mit dem gezeigten unteren Ende des Stator Kerns **305** verbunden. Andererseits besteht das magnetische Rohr **318** aus einem magnetischen Material, und es ist mit einer abgestuften Rohrform ausgebildet. Dieses magnetische Rohr **318** ist mit dem gezeigten unteren Ende des nicht magnetischen Rohres **317** verbunden. In den Innenräumen von diesem nicht magnetischen Rohr **317** und diesem magnetischen Rohr **318** ist der Anker **306** eingepasst, der aus einem magnetischen Material besteht und mit einer zylindrischen Form ausgebildet ist.

[0107] In das magnetische Rohr **318** ist außerdem durch ein hohles scheibenförmiges Abstandsstück **319** der Ventilkörper **307** eingefügt, der daran lasererschweißt ist. Die Dicke des Abstandsstückes **319** ist so eingestellt, dass der Luftspalt zwischen dem ortsfesten Eisen Kern **305** und dem bewegbaren Eisen Kern **306** auf einen vorbestimmten Wert gehalten wird. Hierbei sind das Gussgehäuse **302**, die elektromagnetische Spule **304**, der Stator Kern **305**, der Anker **6**, das nicht magnetische Rohr **317**, das magnetische Rohr **318** und dergleichen als ein elektromagnetischer Aktuator aufgebaut.

[0108] Hierbei werden die Aufbauten des Ventilkörpers **307** und des Nadelventils **308** des gegenwärtigen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) kurz beschrieben. Dieser Ventilkörper **307** und diese Nadelventil **308** sind aus einem metallischen Material wie zum Beispiel SUS mit einer vorbestimmten Form ausgebildet. Zwischen der zylindrischen Ebene **323** des Ventilkörpers **307** und

dem an vier Seiten gefassten Abschnitt, der an einem Gleitabschnitt **324** des Nadelventils **308** ausgebildet ist, ist außerdem ein Spalt ausgebildet, damit der Kraftstoff dort hindurch tritt. Außerdem bilden der Ventilsitz **321** des Ventilkörpers **307** und der Sitzabschnitt **322** an dem vorderen Ende des Nadelventils **308** eine Ventileinheit.

[0109] Das Nadelventil **308** entspricht einem Ventilelement, und es bildet einen Fügeabschnitt **325** in dem gezeigten oberen Abschnitt. Außerdem sind dieser Fügeabschnitt **325** und der Anker **306** laserver-schweißt, so dass der Anker **306** und das Nadelventil **308** einstückig verbunden sind. Der Fügeabschnitt **325** ist an seinem Außenumfang für einen Kraftstoffkanal mit einer Phase versehen. Andererseits ist das Nadelventil **308** soweit angehoben, wenn der Anker **306** durch den Stator Kern **305** durch eine magnetomotorische Kraft angezogen wird, die in der elektromagnetischen Spule **304** erzeugt wird, das ein Flanschabschnitt **326** in Anlage mit dem Abstandstück **319** gelangt. Hierbei bilden der Ventilkörper **307** und die Öffnungsplatte **310** den Ventilhauptkörper des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301**, und das Nadelventil **308** bildet das Ventilelement des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301**.

[0110] In dem gezeigten oberen Abschnitt des Kraftstoffkanals **313**, der in dem Stator Kern **305** ausgebildet ist, ist andererseits ein Filter **337** eingepasst. Dieser Filter **337** ist eine Einrichtung zum Reinigen von Fremdstoffen zum Reinigen des Kraftstoffes, wenn er aus dem Kraftstoffbehälter in das elektromagnetische Kraftstoffeinspritzventil **301** durch die Kraftstoffpumpe oder dergleichen gepumpt wird, und zwar Fremdstoffe, wie zum Beispiel Staub.

[0111] Hierbei wird der Aufbau der Öffnungsplatte **310** von diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die [Fig. 14](#) bis 19 kurz beschrieben. Die [Fig. 16](#) zeigt eine Darstellung der Kanalwandseite der Öffnungsplatte **310**, und die [Fig. 17](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht der Nähe eines Kraftstoffeinlasses der Öffnungsplatte **310**.

[0112] Die Öffnungsplatte **310** entspricht einer Einspritzanschlussplatte, und sie ist durch die Laserver-schweißung so an der vorderen Endseite des Ventilkörpers **307** befestigt, dass eine runde Öffnung **329** geschlossen wird, die an der gezeigten unteren Endseite (oder der vorderen Endseite) des Ventilkörpers **307** ausgebildet ist. Diese Öffnungsplatte **310** besteht aus einem metallischen Material wie zum Beispiel SUS. In der Öffnungsplatte **310** ist außerdem eine Vielzahl Öffnungen **330** zum Steuern der Richtungen des Kraftstoffsprays und zum Fördern der Zerstäubung des Kraftstoffsprays ausgebildet.

[0113] Diese Öffnungen **330** entsprechen Einspritzanschlüssen, und sie werden zum Beispiel durch

Funkenerosion oder Bohren so ausgebildet, dass vier Öffnungen an einem imaginären Kreis an der Mittelachse der Öffnungsplatte **310** angeordnet werden. Die Vielzahl Öffnungen **330** ist durch die Öffnungsplatte **310** von dem Kraftstoffeinlass zu dem Kraftstoffauslass der Öffnungen **330** so ausgebildet, dass sie mit einem vorbestimmten Winkel A (Grad) zur stromaufwärtigen Seite hinsichtlich der Kraftstoffströmungsrichtung des Kraftstoffkanals **309** nach hinten geneigt sind. In den Anschlusswänden der vielen Öffnungen **330** von den Kraftstoffeinlässen zu den Kraftstoffauslässen sind außerdem zwei erste und zweite gekrümmte Kreisabschnitte **331** und **332** ausgebildet, die Krümmungsmittelpunkte an der Mittelachse **333** der Öffnung **330** aufweisen, und die zur stromaufwärtigen Seite hinsichtlich der Kraftstoffströmungsrichtung des Kraftstoffkanals **309** nach hinten gerichtet sind.

[0114] Der erste gekrümmte Kreisabschnitt **331** befindet sich an der Seite der Mittelachse (in der Mittelrichtung des Einspritzventils) des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** der beiden ersten und zweiten gekrümmten Kreisabschnitte **331** und **332**. Dieser erste gekrümmte Kreisabschnitt **331** hat einen vorbestimmten Krümmungsradius, der dessen Mitte (C1) einer Krümmung aufweist, die sich an den Mittelpunkt des gekrümmten Kreises befindet. Andererseits befindet sich der zweite gekrümmte Kreisabschnitt **332** an der Seite gegenüber der Mittelachse (in der Sitzrichtung) des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** der beiden ersten und zweiten gekrümmten Kreisabschnitte **331** und **332**. Dieser zweite gekrümmte Kreisabschnitt **332** hat einen vorbestimmten Krümmungsradius, der dessen Mitte (C2) einer Krümmung aufweist, die sich an dem Mittelpunkt der Krümmung des Kreises befindet. Der Krümmungsradius des ersten gekrümmten Kreisabschnittes **331** und der Krümmungsradius des zweiten gekrümmten Kreisabschnittes **332** sind gleich (zum Beispiel ein Einspritzanschlussdurchmesser $\Phi d/2$).

[0115] Außerdem erfüllt die Form der Öffnung **330** folgende Beziehungen $0 \text{ (mm)} < L < 2R \text{ (mm)}$, falls eine Versetzung zwischen der Mitte (C1) der Krümmung des ersten gekrümmten Kreisabschnittes **331** und der Mitte (C2) der Krümmung des zweiten gekrümmten Kreisabschnittes **332** durch L (mm) bezeichnet wird, und falls der zweite gekrümmte Kreisabschnitt **332** einen Radius R ($\Phi d/2$) der Krümmung aufweist. Andererseits erfüllt der Neigungswinkel A (Grad) der Öffnung **330** hinsichtlich der dicken Richtung der Öffnungsplatte **310** die folgenden Beziehungen $0 < A < 90^\circ$. Hierbei ist bei dem elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventil **301** von diesem Ausführungsbeispiel das Verhältnis zwischen der Dicke t (mm) und dem Einspritzanschlussdurchmesser Φd (mm) innerhalb eines vorbestimmten Bereichs festgelegt, um so eine vorbestimmte Funktion zu fördern, der Zerstäubung aufrecht zu erhalten. Hierbei be-

zeichnet ein Bezugszeichen **334** einen Flüssigsäulenabschnitt, der in der Strömung des Kraftstoffes in der Öffnung **330** zu erzeugen ist.

[0116] Ein Betrieb des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** des gegenwärtigen Ausführungsbeispiels wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 14](#) bis 19 kurz beschrieben.

[0117] Wenn die elektromagnetische Spule **304** des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** durch die ECU erregt wird, dann wird der bewegbare Eisenkern **306** durch den Stator Kern **305** gegen die Vorspannkraft der Schraubenfeder **316** angezogen, so dass das Nadelventil **308** mit dem Fügeabschnitt **325**, der an dem Anker **306** laserverschweißt ist, so weit angehoben wird, dass der Flanschabschnitt **326** in Anlage mit dem Abstandstück **319** gelangt. Dann wird die Ventileinheit geöffnet, die aus dem Ventilsitz **321** des Ventilkörpers **307** und dem Sitzabschnitt **322** des Nadelventils **308** besteht.

[0118] Wenn infolge dessen der Kraftstoff auf einen vorbestimmten Druck durch die Kraftstoffpumpe mit Druck beaufschlagt wird, dann strömt er durch das Förderrohr und den Filter **337** in den Kraftstoffkanal **313**, der in dem ortsfesten Eisenkern **305** des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** ausgebildet ist. Der Kraftstoff tritt aus dem axialen Loch **314**, das in dem Einstellrohr **315** ausgebildet ist, durch den Spalt eines zweiseitig gefasteten Abschnittes hindurch, der an dem Fügeabschnitt **325** des Nadelventils **308** ausgebildet ist, und weiter durch den Spalt zwischen der zylindrischen Seite **323** des Ventilkörpers **307** und den vierseitigen gefasteten Abschnitt, der an dem Gleitabschnitt **324** des Nadelventils **308** ausgebildet ist, bis er das Innere des Kraftstoffkanals **309** zwischen dem Ventilsitz **321** des Ventilkörpers **307** und dem Sitzabschnitt **322** des Nadelventils **308** erreicht.

[0119] Außerdem kollidiert die Hauptströmung des Kraftstoffes, der zwischen den Ventilsitz **321** und den Sitzabschnitt **322** hindurch getreten ist, in dem Kraftstoffkanal **309** gegen die Kanalwandseite der Öffnungsplatte **310**, wie dies in der [Fig. 19A](#) gezeigt ist, so dass er entlang der Kanalwandseite der Öffnungsplatte **310** und zu der Mittelachse des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** wandert. Außerdem wandert die Hauptströmung des Kraftstoffes aus dem Kraftstoffkanal **309** in den Kraftstoffeinlass der Öffnung **330** von dem Inneren des Kraftstoffkanals **309**, ohne irgend einen Wirbel um den Kraftstoffeinlass der Öffnung **330**, wie dies in der [Fig. 19A](#) gezeigt ist, während er zu der Kanalwandseite des ersten gekrümmten Kreisabschnittes **331** der Öffnung **330** umgelenkt wird.

[0120] Wie dies in den [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) gezeigt ist, wird dabei in der Strömung des Kraftstoffes in der Öffnung **330** der Flüssigsäulenabschnitt **334**

erzeugt, der entlang einem Abschnitt **331** von den beiden ersten und zweiten gekrümmten Kreisabschnitten **331** und **332** dispergiert wird, der sich an der Seite der Mittelachse (in der Mittelrichtung des Einspritzventils) des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** befindet, so dass der Kraftstoff bei einer guten Zeitgebung aus dem Kraftstoffauslass der Öffnung **330** zur Nähe des Einlassventils der Kraftmaschine eingespritzt wird.

[0121] Bei dem elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventil **301** des gegenwärtigen Ausführungsbeispiels, das bereits beschrieben ist, wird der Flüssigsäulenabschnitt **334** der Strömung des Kraftstoffes in der Öffnung **330** an deren Fläche vergrößert, um seinen Kontaktbereich mit der Luft zu vergrößern, so dass die Abspaltung des Flüssigsäulenabschnittes **334** der Kraftstoffströmung in der Öffnung **330** gefördert wird. Daher kann die Kraftstoffströmung in wirksamer Weise dazu genutzt werden, dass eine bedeutend verbesserte Zerstäubung verwirklicht wird.

(Siebtes Ausführungsbeispiel)

[0122] Die [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) zeigen ein siebtes Ausführungsbeispiel, das nicht gemäß der vorliegenden Erfindung ist. Die [Fig. 20](#) zeigt eine Ansicht eines wesentlichen Aufbaus eines elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils, und die [Fig. 21](#) zeigt eine Ansicht einer Kanalwandseite einer Öffnungsplatte.

[0123] Wie bei den vielen Öffnungen **330** von diesem Ausführungsbeispiel sind 12 Öffnungen an imaginären Doppelkreisen an der Mittelachse der Öffnungsplatte **310** angeordnet. Diese Öffnungen **330** sind durch die Öffnungsplatte **310** von ihren Kraftstoffeinlässen zu ihren Kraftstoffauslässen so ausgebildet, dass sie mit einem vorbestimmten Winkel zur stromaufwärtigen Seite in der Kraftstoffströmungsrichtung des Kraftstoffkanals **309** nach hinten geneigt sind.

[0124] In den Anschlusswandseiten der vielen Öffnungen **330** von den Kraftstoffeinlässen zu den Kraftstoffauslässen sind außerdem individuell die beiden ersten und zweiten gekrümmten Kreisabschnitte **331** und **332** ausgebildet, die die Krümmungsmitten an der Mittelachse **333** der Öffnungen **330** aufweisen, und die von der Mittelachse des elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzventils **301** wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nach hinten (zu dem Sitz) gerichtet sind. Hierbei können die vielen Öffnungen **330** innerhalb eines Bereichs frei angeordnet werden, der die Wirkung zum Fördern der Zerstäubung des Kraftstoffsprays nicht verschlechtert.

(Abwandlungen)

[0125] Die gegenwärtigen Ausführungsbeispiele wurden als Beispiele beschrieben, bei denen das

Kraftstoffeinspritzventil für die Brennkraftmaschine wie zum Beispiel das elektromagnetische Kraftstoffeinspritzventil (Kraftstoffinjektor) **301** an dem Einlasskrümmer der Benzin-Kraftmaschine angebracht ist. Jedoch kann das Kraftstoffeinspritzventil für die Brennkraftmaschine an dem Zylinder der Kraftmaschine angebracht sein, oder das Kraftstoffeinspritzventil kann auch an einer Brennvorrichtung wie zum Beispiel ein Boiler oder ein Petroleumofen angebracht sein.

[0126] Die gegenwärtigen Ausführungsbeispiele wurden als Beispiele beschrieben, die auf das elektromagnetische Kraftstoffeinspritzventil **301** angewendet werden, bei dem das Ventilelement wie zum Beispiel das Nadelventil **308** in der axialen Richtung durch den elektromagnetischen Aktuator hin und her bewegbar angeordnet ist. Jedoch können diese Ausführungsbeispiele auf das Kraftstoffeinspritzventil angewendet werden, bei dem das Ventilelement in der axialen Richtung mechanisch hin und her bewegt wird. Zum Beispiel können diese Ausführungsbeispiele auf die Kraftstoffeinspritzdüse angewendet werden, die ein Ventilelement aufweist, das dann geöffnet wird, wenn der Kraftstoff so zugeführt wird, dass er eine vorbestimmte Hydraulikkraft erreicht.

Patentansprüche

1. Fluideinspritzdüse (**1**) mit:
 einem Ventilkörper (**13**) mit einem Innenumfang (**14**), der einen Fluidkanal (**50**) bildet und zu einer stromabwärtigen Seite des Fluides konvergiert, und der einen Ventilsitz (**14a**) an dem Innenumfang (**14**) aufweist; einer Einspritzanschlussplatte (**25**), die an dem Fluidkanal an der stromabwärtigen Seite von dem Ventilsitz (**14a**) angeordnet ist und einen Einspritzanschluss (**25a** bis **25d**) zum Einspritzen eines Fluides aufweist, damit es aus dem Fluidkanal (**50**) herausströmt, wobei eine Einspritzanschlussachse (**100**), die eine Mitte eines Fluideinlasses und eine Mitte eines Fluidauslasses des Einspritzanschlusses (**25a** bis **25d**) verbindet, hinsichtlich einer Mittelachse (**27**) der Einspritzanschlussplatte (**25**) geneigt ist, wobei die Fluideinspritzdüse (**1**) eine Vielzahl Einspritzanschlüsse (**25a** bis **25d**) aufweist und jede Einspritzanschlussachse (**100**) bezüglich der Mittelachse (**27**) der Einspritzanschlussplatte (**25**) von der stromaufwärtigen Seite zu der stromabwärtigen Seite so nach außen geneigt ist, dass sich die Einspritzanschlussachsen (**100**) an der stromabwärtigen Seite von der Einspritzanschlussplatte nicht miteinander schneiden; und
 einem Ventilelement (**20**) zum Schließen des Fluidkanales (**50**), wenn es an dem Ventilsitz (**14a**) gesetzt ist, und zum Öffnen des Fluidkanales (**50**), wenn es nicht an dem Ventilsitz (**14a**) gesetzt ist, wobei zwei Schnittlinien zwischen einer virtuellen Ebene, die die Einspritzanschlussachse (**100**) enthält und normal zu der Einspritzanschlussplatte (**25**) ist, und

einem Einspritzanschlussumfang (**101**) der Einspritzanschlussplatte (**25**), die den Einspritzanschluss (**25a** bis **25d**) bildet, in der selben Richtung wie die Einspritzanschlussachse (**100**) hinsichtlich der Mittelachse (**27**) geneigt sind, und wenn eine erste Schnittlinie (**102**), die an einer Seite eines stumpfen Winkels durch die Einspritzanschlussachse (**100**) und eine Endseite (**26**) an der Fluideinlassseite der Einspritzanschlussplatte (**25**) gebildet ist, einen ersten Neigungswinkel θ_1 hinsichtlich der Mittelachse (**27**) hat, und wenn eine zweite Schnittlinie (**103**), die an einer Seite eines spitzen Winkels durch die Einspritzanschlussachse (**100**) und der Endseite (**26**) an der Fluideinlassseite gebildet ist, einen zweiten Neigungswinkel θ_2 hat, dann gilt $\theta_1 < \theta_2$,

dadurch gekennzeichnet, dass sich der Innendurchmesser der Einspritzanschlüsse (**25a** bis **25d**) von dem Fluideinlass zu dem Fluidauslass gleichmäßig vergrößert.

2. Fluideinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1, wobei $\theta_1 \geq 15^\circ$ oder größer ist.

3. Fluideinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1, wobei $\theta_3 = \theta_2 - \theta_1$ und $\theta_3 \geq 15^\circ$ gelten.

4. Fluideinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1, wobei wenn der Abstand von einem Schnittpunkt zwischen der zweiten Schnittlinie (**103**) und der Endseite (**81**) an der Seite des Fluideinlasses zu der ersten Schnittlinie (**102**) durch d bezeichnet wird, und wenn die Einspritzanschlussplatte (**25**) eine Dicke t aufweist, dann gilt die folgende Beziehung:

$$0,5 \leq t/d \leq 1,2.$$

5. Fluideinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1, wobei in einer Ebene, in der eine Schnittlinie zwischen einer virtuellen Ebene, die senkrecht zu der Einspritzanschlussachse (**100**) ist, und dem Einspritzanschlussumfang (**101**) eine Ellipse ist, wobei ein Durchmesser einer Nebenachse der Ellipse „ a “ ist und ein Durchmesser einer Hauptachse „ b “ ist, die folgende Beziehung gilt:

$$0,5 \leq a/b \leq 1.$$

6. Fluideinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1, wobei in einer Gruppe von Einspritzanschlüssen (**25a** bis **25d**), die um die Mittelachse (**27**) verteilt sind und ihre Fluideinlässe an einem gemeinsamen Umfang aufweisen, wobei der Umfang einen Durchmesser DH hat, wobei das Ventilelement (**20**), das an den Ventilsitz (**14a**) zu setzen ist, einen Sitzdurchmesser D_s aufweist, wobei ein Normalenabstand von einem ringartigen Sitzabschnitt des Ventilsitzes (**14a**), an den

das Ventilelement (**20**) zu setzen ist, zu der Endseite (**81**) an der Seite des Fluideinlasses durch H bezeichnet wird, und wobei ein Abstand zwischen einer vorderen Endseite (**20a**) des Ventilelementes (**20**) gegenüber der Endseite (**81**) an der Seite des Fluideinlasses und der Endseite (**81**) an der Seite des Fluideinlasses bei der Hubzeit des Ventilelementes (**20**) durch h bezeichnet ist, gleichzeitig die folgenden Beziehungen gelten:

$$1,5 \leq D_s/DH \leq 6, \text{ und } h < 1,5d; \text{ und } H < 4d$$

wobei der Abstand von einem Schnittpunkt zwischen der zweiten Schnittlinie (**103**) und der Endseite (**81**) an der Seite des Fluideinlasses zu der ersten Schnittlinie (**102**) durch d bezeichnet wird, und wobei die Einspritzanschlussplatte (**25**) eine Dicke t aufweist, wobei dann die folgende Beziehung gilt:

$$0,5 \leq t/d \leq 1,2.$$

7. Fluideinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1, wobei eine Fluidkammer (**51**), die direkt über der Seite des Fluideinlasses des Einspritzanschlusses (**80a** bis **80k**, **80m**) ausgebildet ist, diametral größer als eine stromabwärtige Öffnungskante ist, die durch den Innenumfang gebildet ist, und die Einspritzanschlüsse (**80a** bis **80k**, **80m**) an ihrem Fluideinlass in dem Innenumfang und dem Außenumfang einer virtuellen Hülle (**200**) münden, an der die virtuelle Ebene, die sich von dem Innenumfang zur stromabwärtigen Seite erstreckt, die Einspritzanschlussplatte (**80**) schneidet.

8. Fluideinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 7, wobei eine Gruppe von Einspritzanschlüssen (**80a** bis **80k**, **80m**), die um die Mittelachse (**27**) verteilt sind und ihre Fluideinlässe an einem gemeinsamen Umfang aufweisen, wobei der Umfang der Einspritzanschlussgruppe, die an der Innenumfangsseite der virtuellen Hülle (**200**) angeordnet ist, einen Durchmesser DH1 aufweist, und wobei der Umfang der Einspritzanschlussgruppe, die an der Außenumfangsseite der virtuellen Hülle (**200**) angeordnet ist, einen Durchmesser DH2 aufweist, gleichzeitig die folgenden Beziehungen gelten:

$$1,5 \leq D_s/DH1 \leq 6, \text{ und } 0,5 < DH2 < 2$$

wobei D_s der Sitzdurchmesser ist, wenn das Ventilelement (**20**) an den Ventilsitz (**14a**) gesetzt ist.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

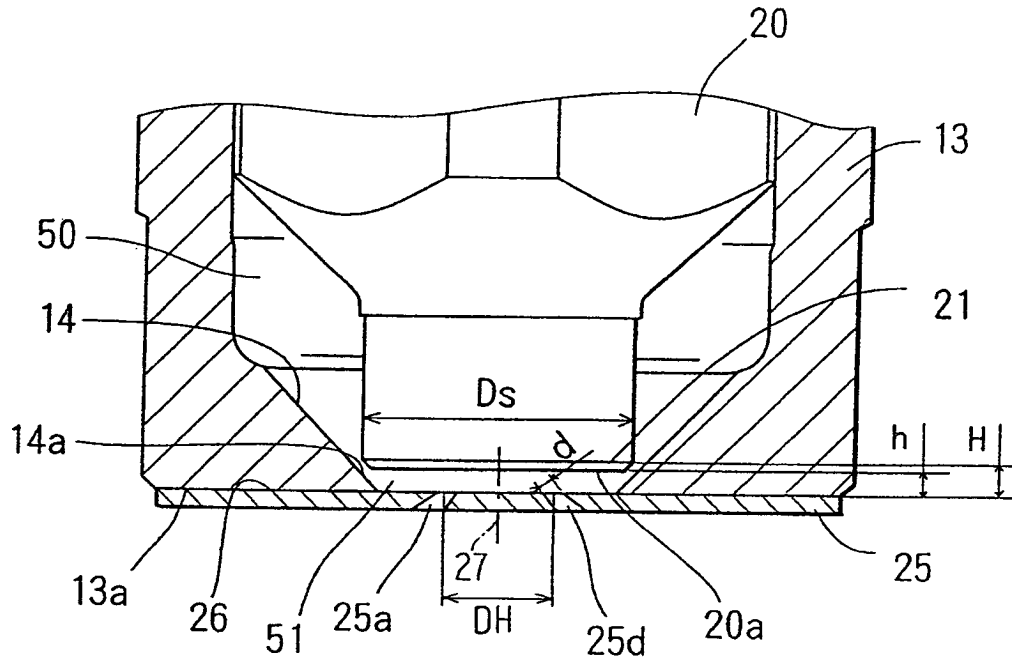


FIG. 1B

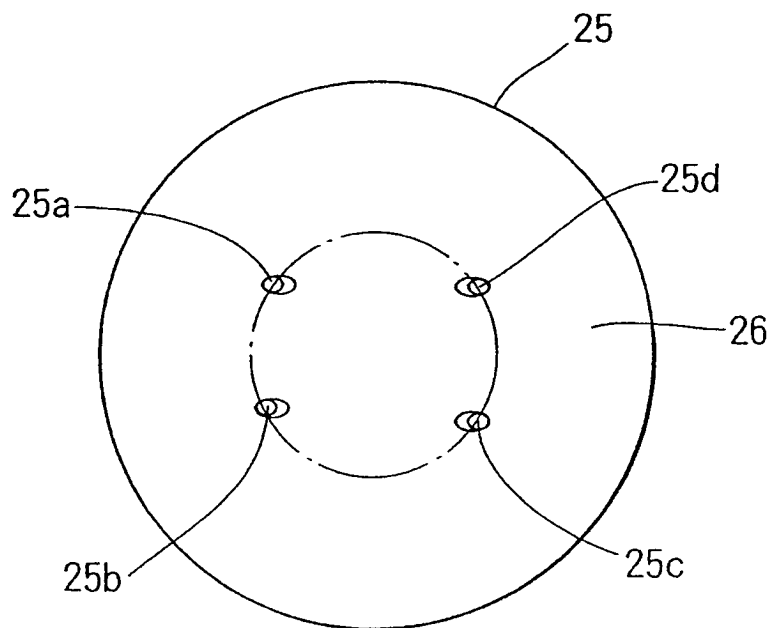


FIG. 2

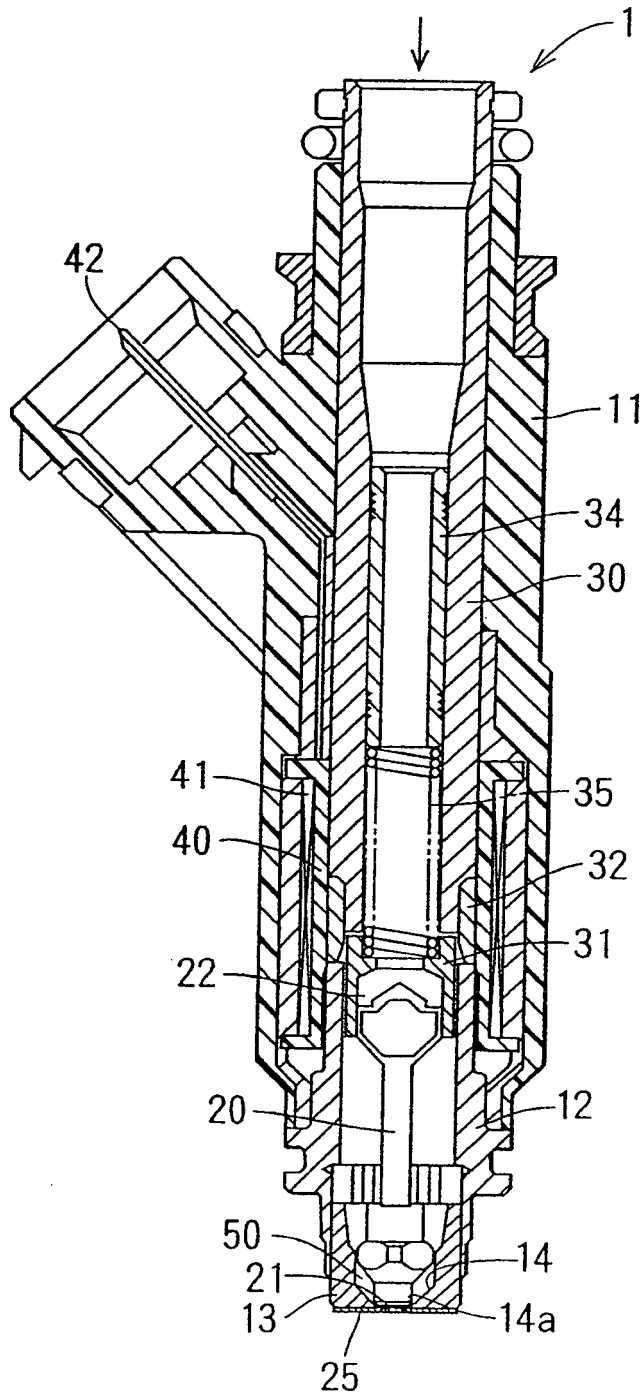


FIG. 3

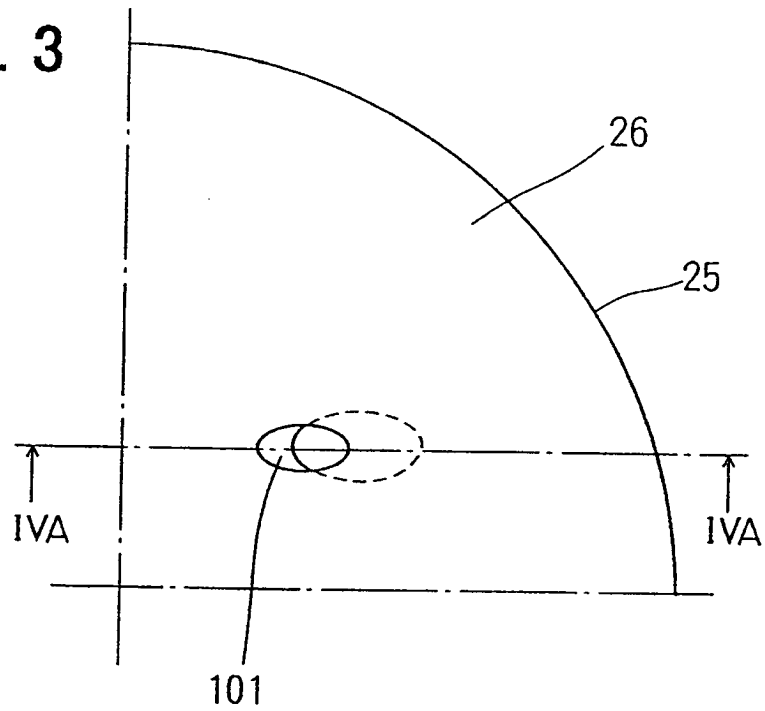


FIG. 4A

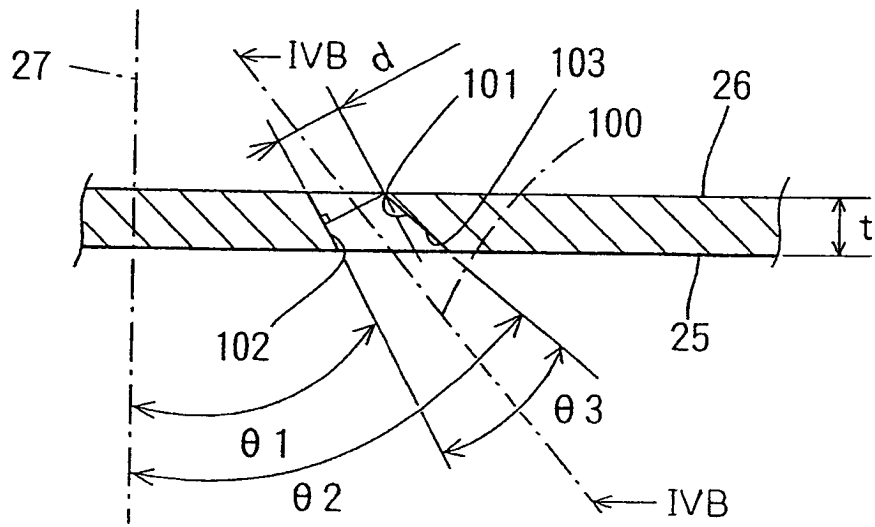


FIG. 4B

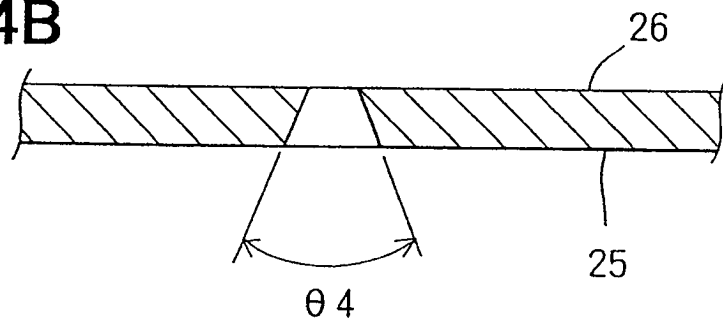


FIG. 5

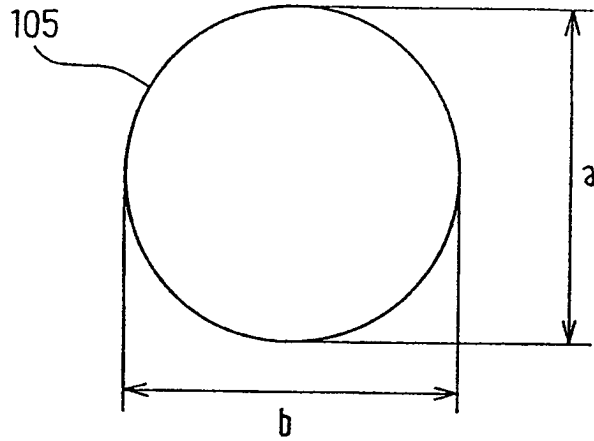


FIG. 6

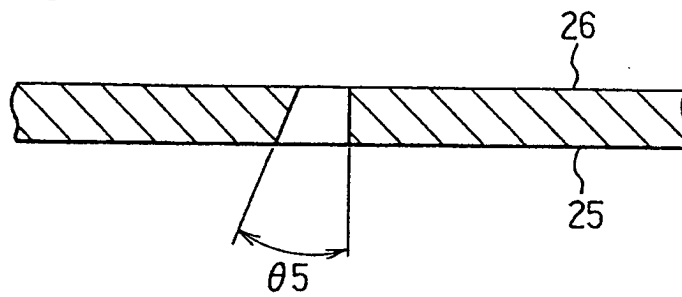


FIG. 7A

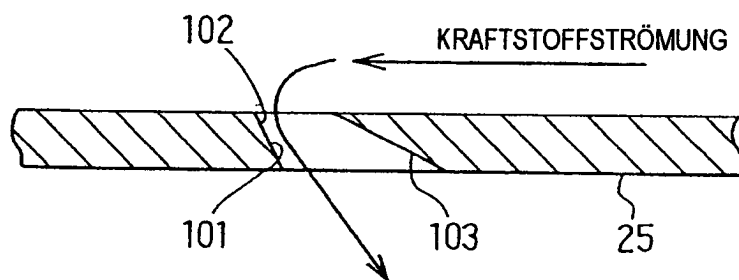


FIG. 7B

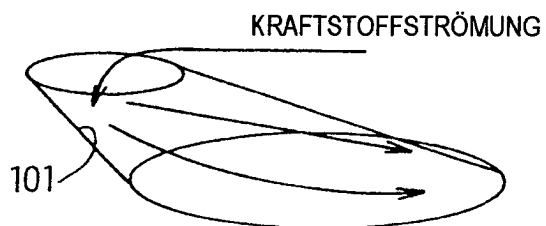


FIG. 8A

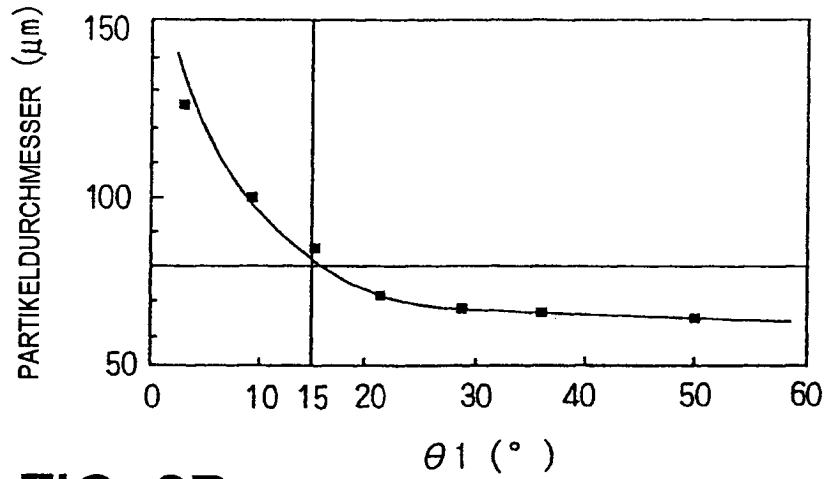


FIG. 8B

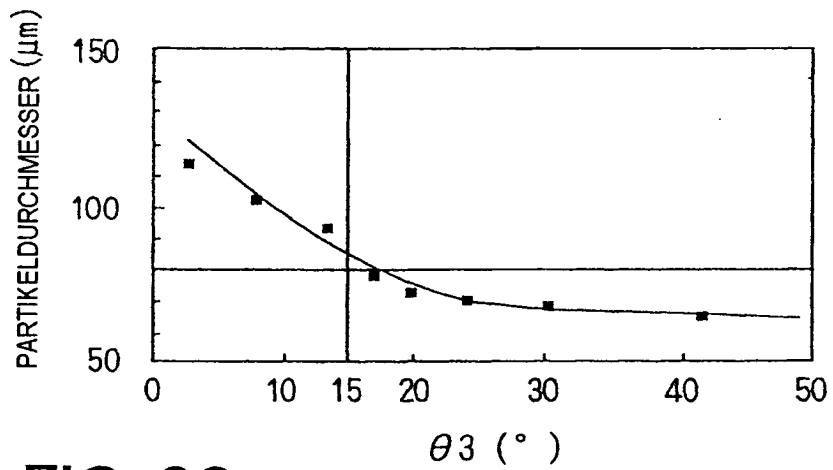


FIG. 8C

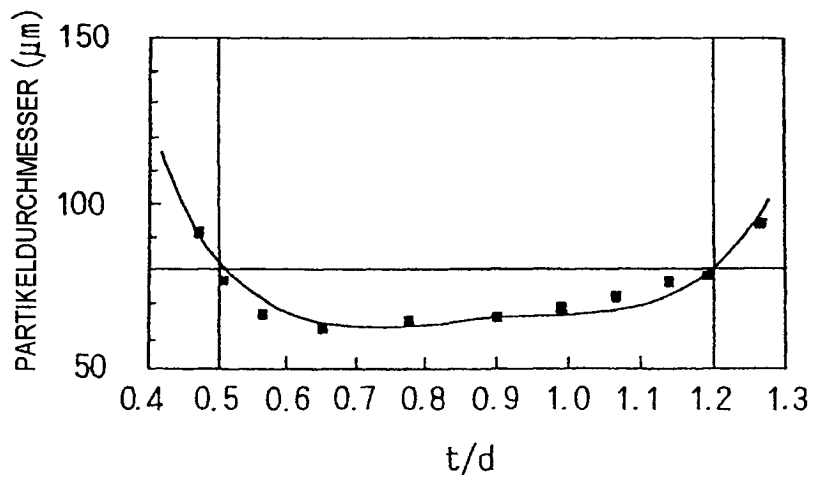


FIG. 9A

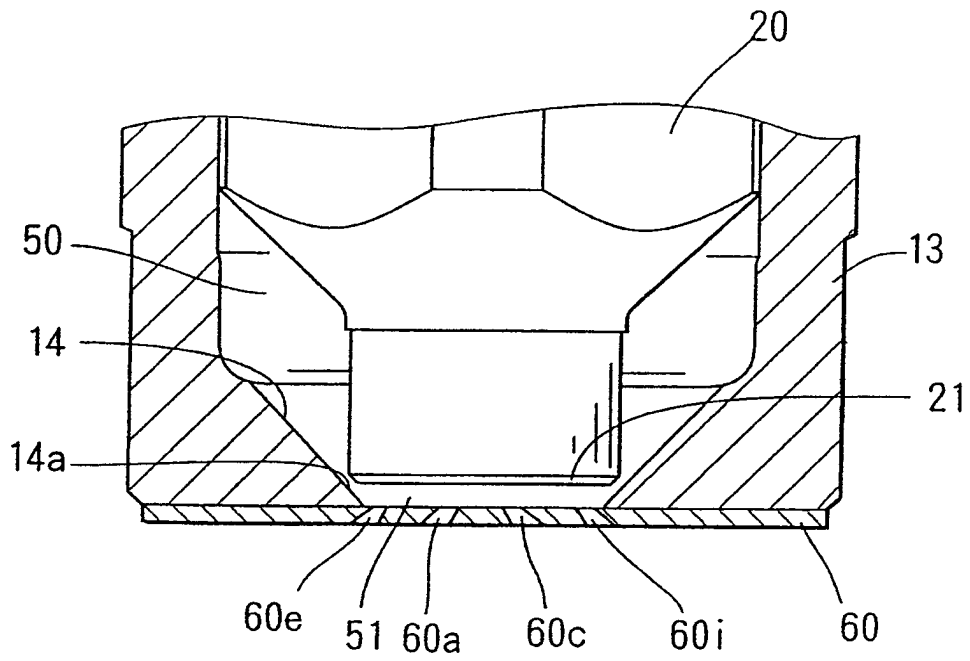


FIG. 9B

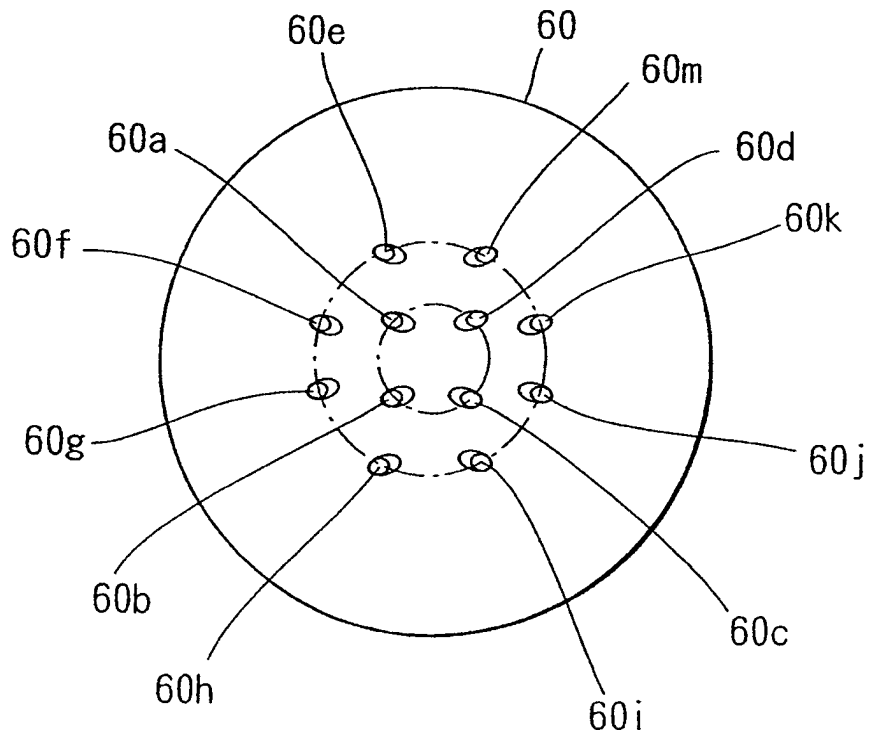


FIG. 10

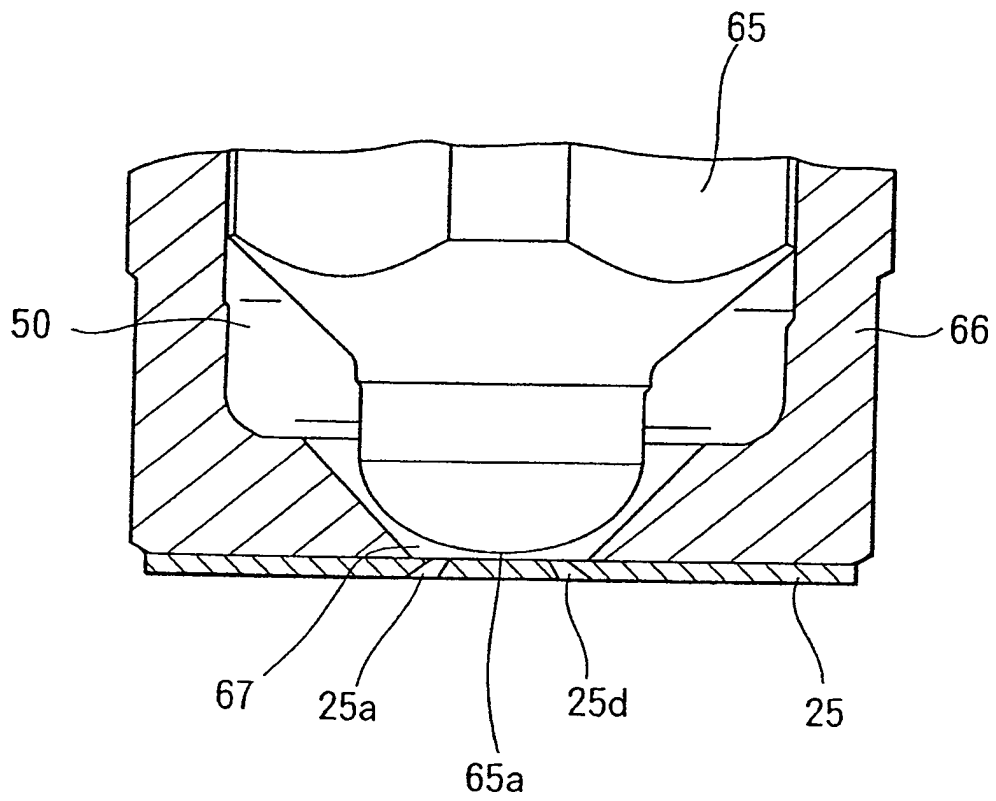


FIG. 11A

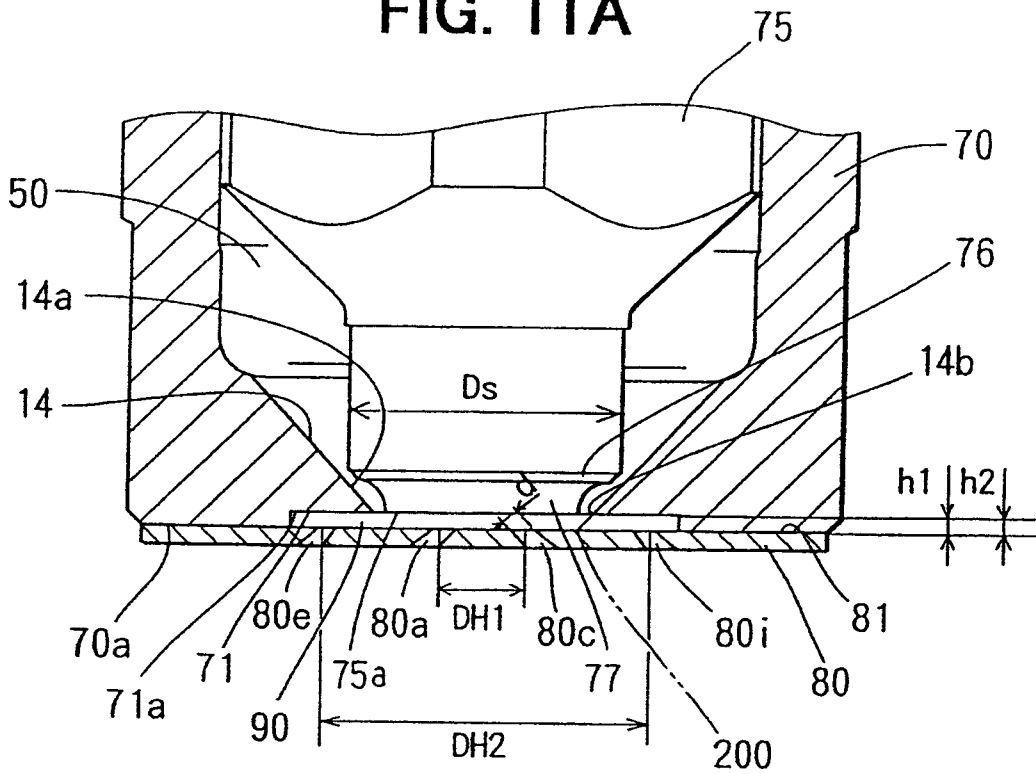


FIG. 11B

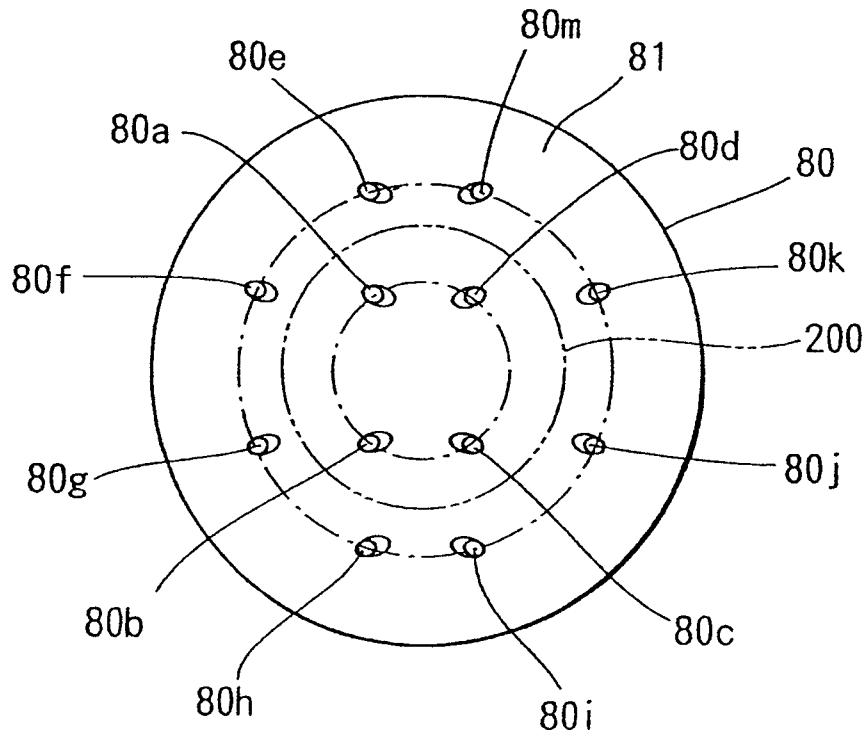


FIG. 12A

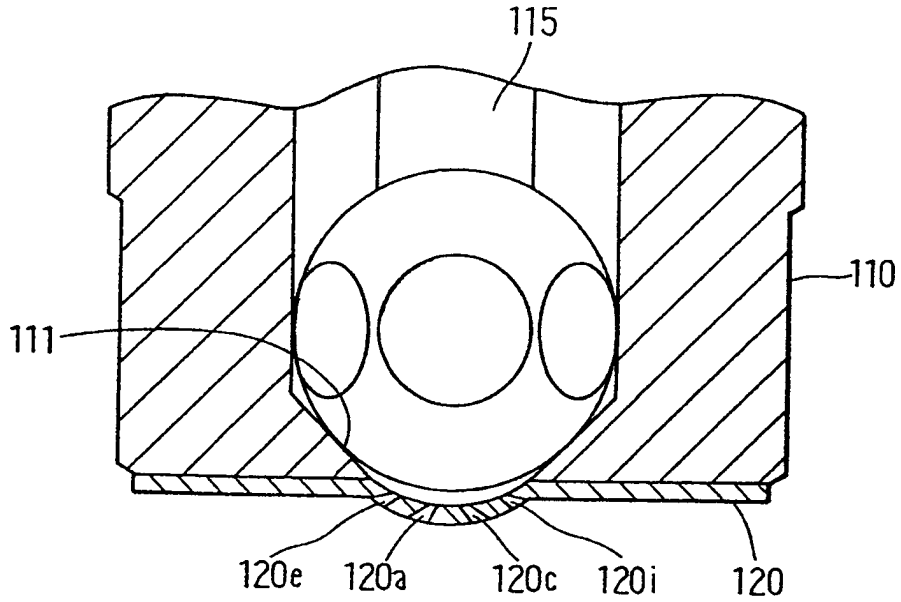


FIG. 12B

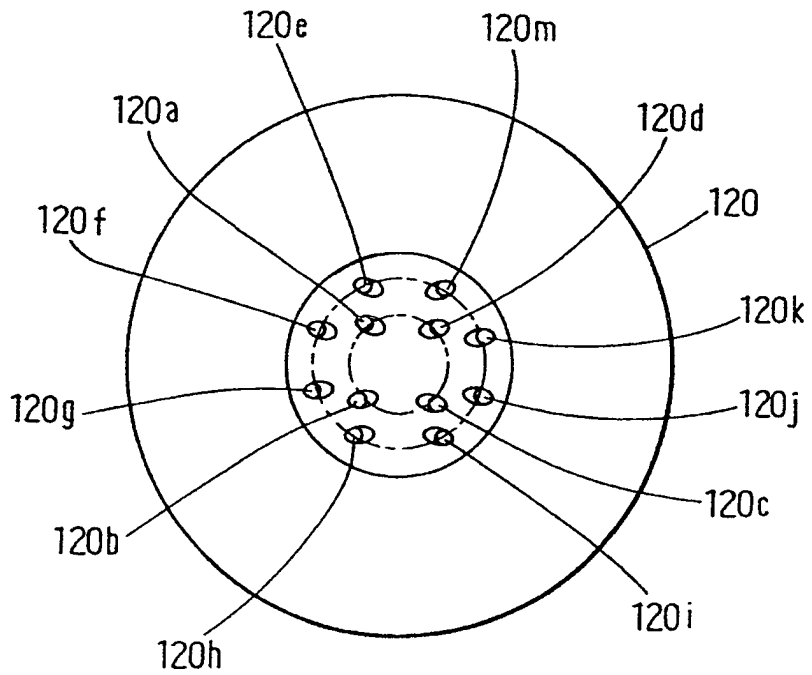


FIG. 13A STAND DER TECHNIK

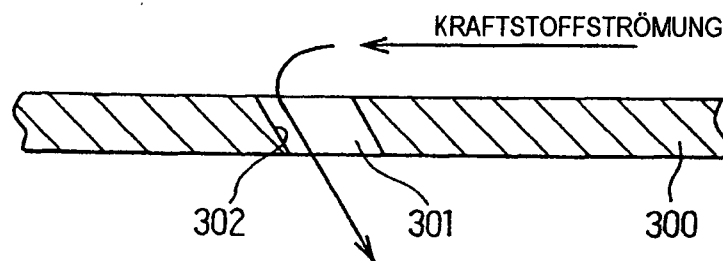


FIG. 13B STAND DER TECHNIK

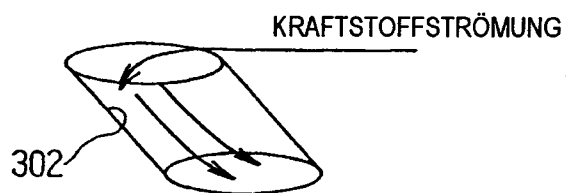


FIG. 14

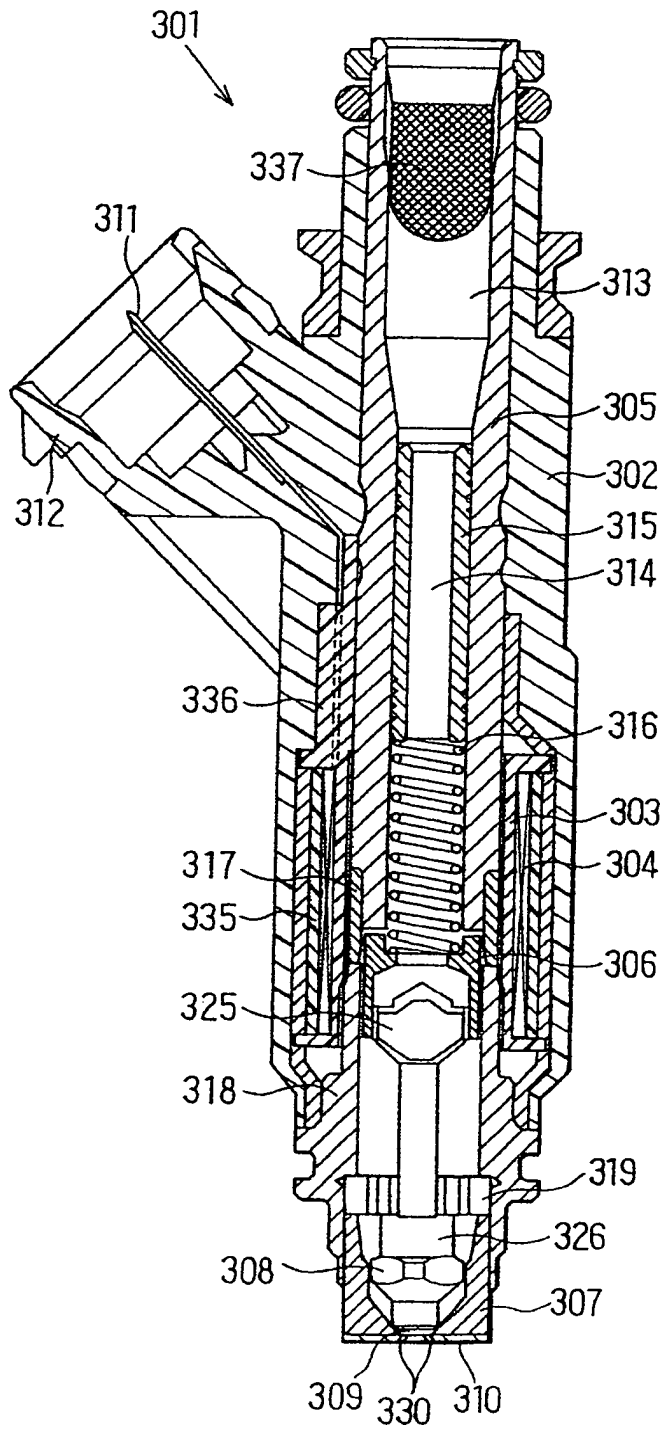


FIG. 15

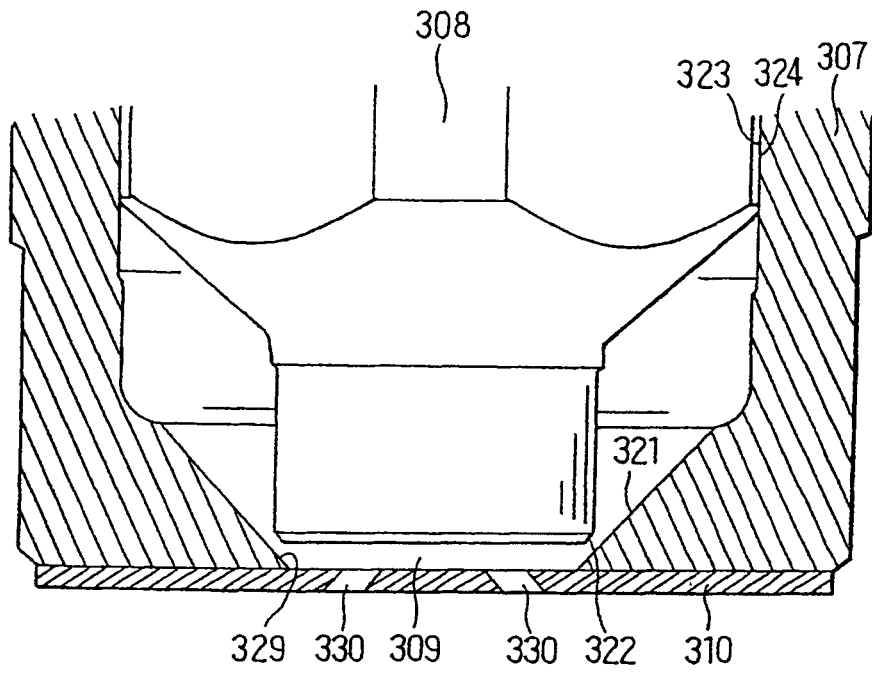


FIG. 16

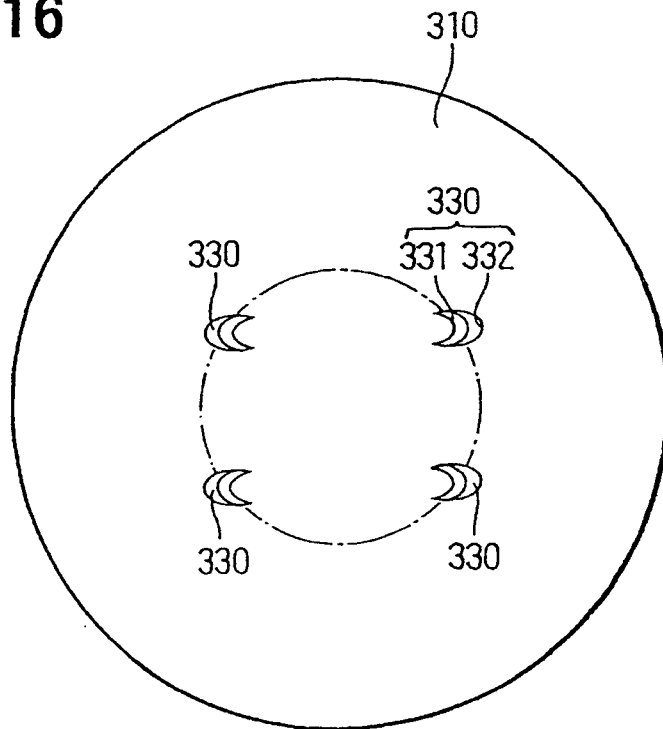


FIG. 17A

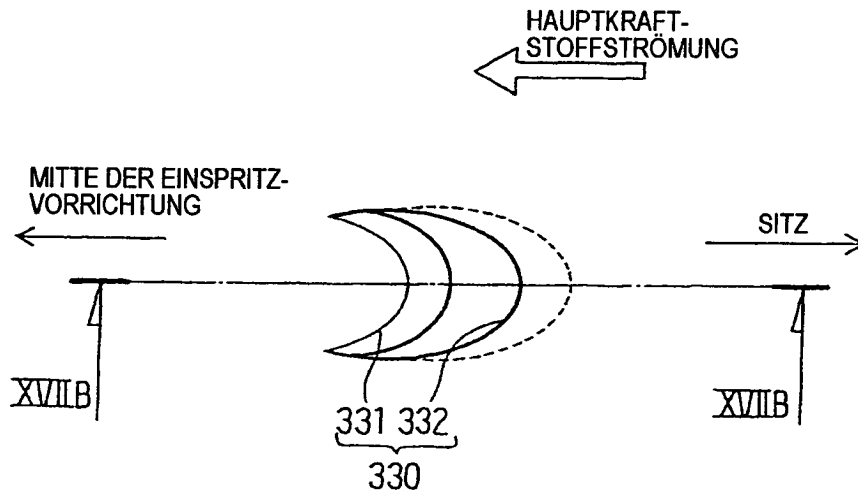


FIG. 17B

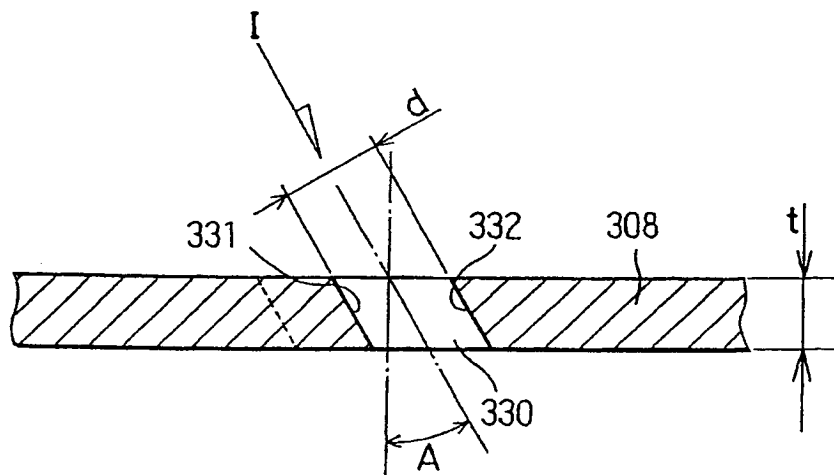


FIG. 18

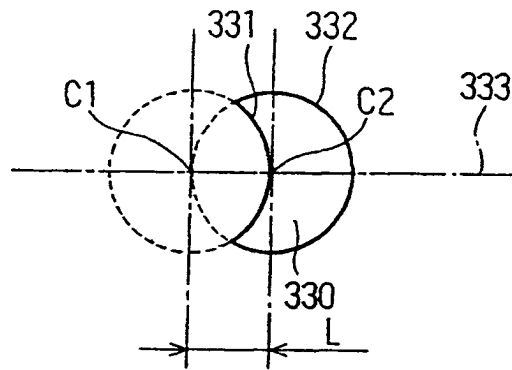


FIG. 19A

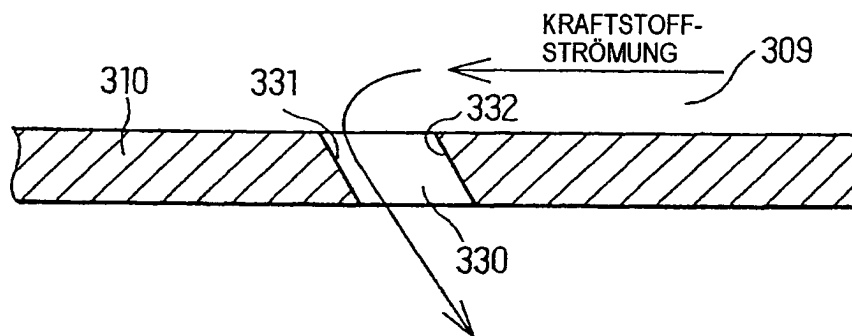


FIG. 19B

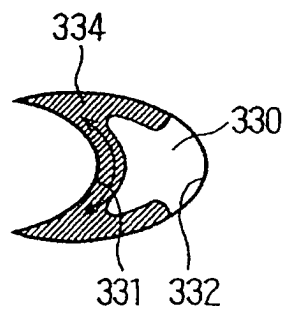


FIG. 20

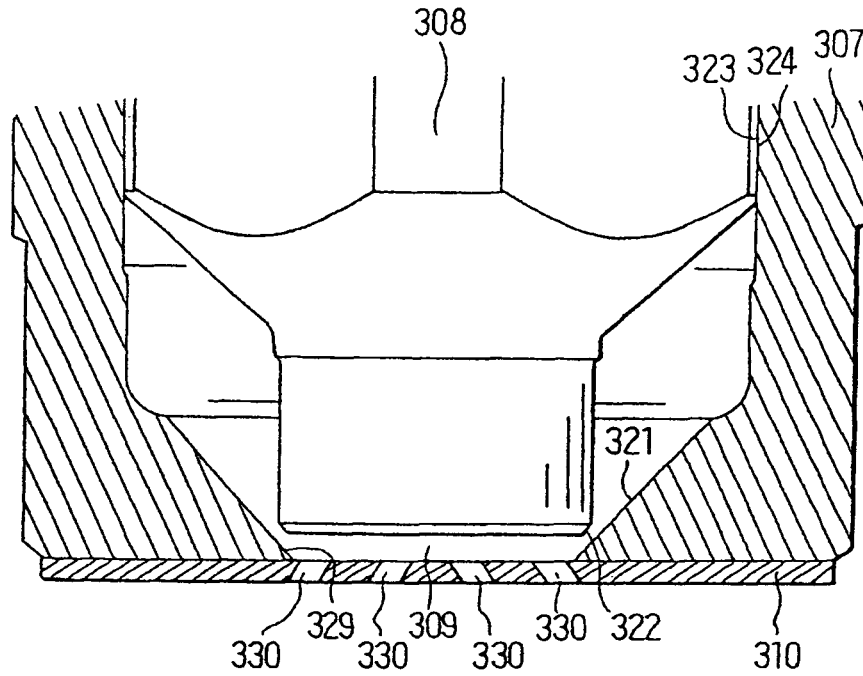


FIG. 21

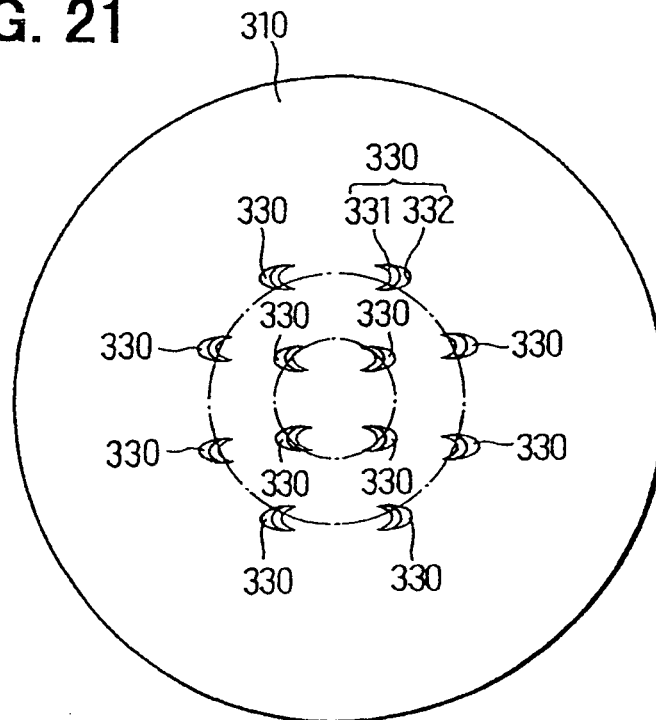


FIG. 22 STAND DER TECHNIK

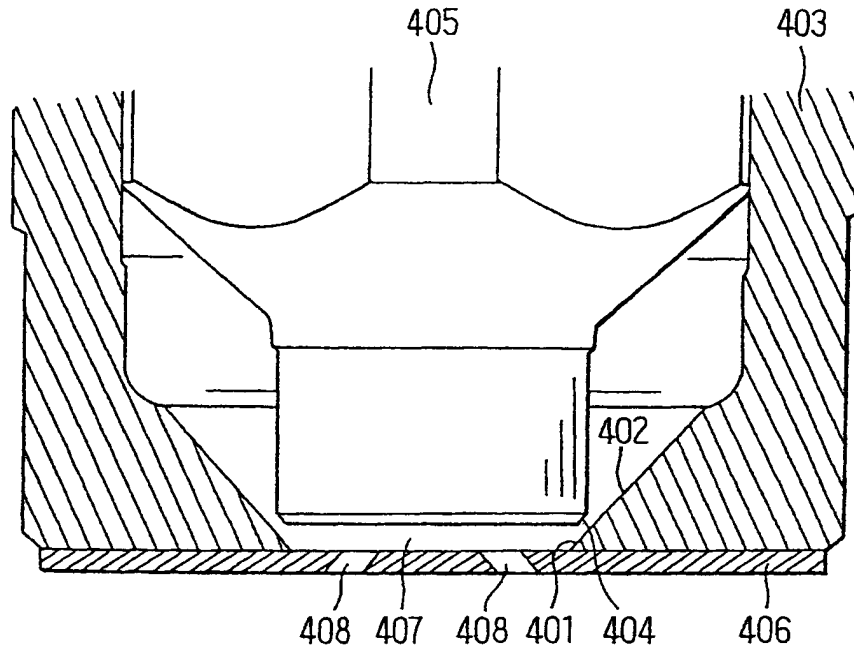


FIG. 23A
STAND DER TECHNIK

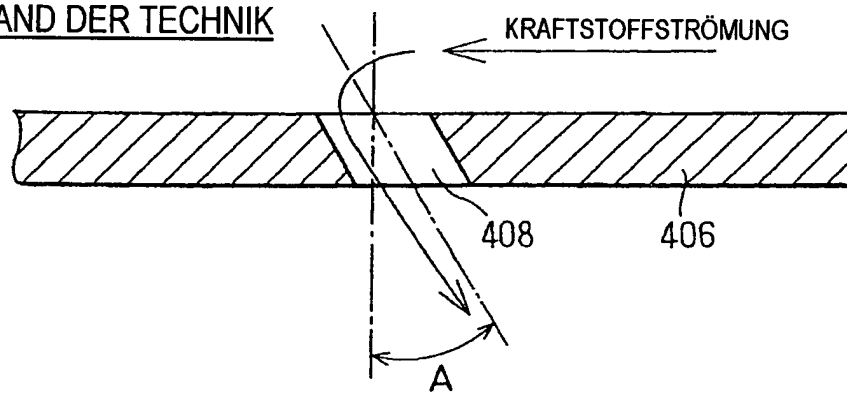


FIG. 23B
STAND DER TECHNIK

