



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 30 124 B4** 2009.01.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 30 124.6**
 (22) Anmeldetag: **25.07.1996**
 (43) Offenlegungstag: **30.01.1997**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **08.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 47/02** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
P 7-190464 26.07.1995 JP

(73) Patentinhaber:
Denso Corp., Kariya-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
 KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(72) Erfinder:
**Toyao, Tetsuya, Kariya, Aichi, JP; Matsumoto,
 Shuichi, Kariya, Aichi, JP; Murakami, Masashi,
 Kariya, Aichi, JP; Arakoma, Yukihisa, Kariya,
 Aichi, JP; Kuroyanagi, Masatoshi, Kariya, Aichi,
 JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
CH 2 97 135 A
US 52 44 150 A
US 51 69 066 A
US 9 94 268 A
EP 03 33 097 A2

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher zum Einspritzen von gespeichertem, unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in einen Zylinder einer Verbrennungsmaschine, wobei die Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) aufweist:

einen Steuerkolben (22) zum Steuern einer Verbindung zwischen einem Hochdruckkraftstoffdurchlass, der dazu geeignet ist, einer Einspritzöffnung (11a) einer Einspritzdüse (10) Hochdruckkraftstoff zuzuführen, und der Einspritzöffnung (11a);

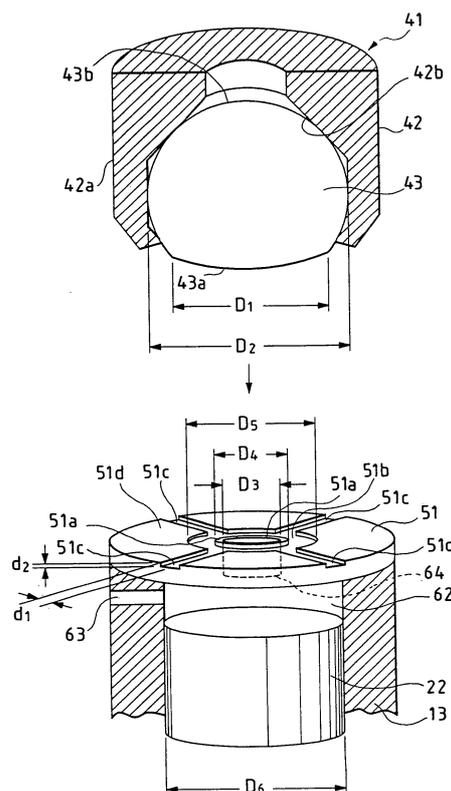
eine Drucksteuerkammer (62) zum Zwangsbewegen des Steuerkolbens (22) in eine Richtung zur Unterbrechung der Kraftstoffeinspritzung unter Verwendung eines Kraftstoffdrucks von 100 MPa oder mehr, der von einem Hochdruck-Kraftstoffdurchlass (61) herkommt;

eine Begrenzerbohrung (64), die zwischen einem Niederdruckdurchlass (52a, 40a) und der Drucksteuerkammer (62) ausgebildet ist; und

ein Magnetventil (30) zur Steuerung einer Verbindung zwischen dem Niederdruckdurchlass und der Drucksteuerkammer (62), dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetventil (30) aufweist:

einen flachen Ventil Sitz (51), der um die Begrenzerbohrung (64) ausgebildet ist;

ein Ventiltteil (41) mit einem Schaftteil (42) und einem kugelförmigen Bauteil (43), das gleitbeweglich und gegen...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung und insbesondere eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher für eine Verbrennungsmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 2 bzw. für einen Dieselmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13, bei der unter hohem Druck stehender Kraftstoff in einen Zylinder eingespritzt wird.

[0002] Ein Kraftstoffeinspritzsystem ist bekannt, bei dem unter hohem Druck stehender Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe herkommend einer Einspritzvorrichtung oder einer Einspritzdüse direkt oder nach dem Zwischenspeichern in einem Druckspeicher, um konstanten Druck zu haben, zugeführt wird und wobei der Kraftstoffdruck in einer Drucksteuerkammer seitens eines Ventiltails vorgesehen ist, das die Einspritzöffnung der Einspritzdüse öffnet und schließt, von der Einspritzöffnung abgewandt an einem Zweiweg-Ventil eingestellt wird, um Kraftstoffeinspritz-Zeitpunkt und Kraftstoffeinspritz-Menge einzustellen. Die ungeprüften Japanischen Patentveröffentlichungen Nr. 5-133296 und 1-232161 beschreiben jeweils ein derartiges System.

[0003] Bei der ungeprüften Japanischen Patentveröffentlichung Nr. 5-133296 wird das Abgeben von unter hohem Druck stehendem Kraftstoff von einer Drucksteuerkammer mittels eines dichten Kontaktes zwischen einer ebenen Oberfläche eines Ventiltails und einem ebenen Ventilsitz unterbunden. Da die ebenen Oberflächen aneinander anliegen, ist das Bearbeiten der aneinander anliegenden Teile im Vergleich mit konischen aneinanderliegenden Flächen vereinfacht. Da weiterhin die Anlagefläche erhöht werden kann, wird Abrieb der aneinander anliegenden Teile verringert, um ausgezeichnete Dichtungseigenschaften sicherzustellen.

[0004] Bei dem in der Japanischen Patentveröffentlichung Nr. 5-133296 beschriebenen System ist jedoch, da der Kraftstoffdruck in der Drucksteuerkammer auf die ebene Oberfläche des Ventiltails in Ventilöffnungsrichtung einwirkt, die Last einer Feder zum Vorspannen des Ventiltails in Richtung Ventilsitzes zu erhöhen. Somit muß notwendigerweise die Anziehungskraft des Magnetventils zum Abheben des Ventiltails vom Ventilsitz gegen die Vorspannkraft der Feder erhöht werden, so daß das Magnetventil groß baut.

[0005] Die weiter oben genannte Japanische Patentveröffentlichung Nr. 1-232161 trachtet danach, den Aufschlag ("bounce") beim Schließen des Ventils zu verringern, ohne den Ventilöffnungsvorgang zu verschlechtern. Genauer gesagt, es wird eine Anordnung vorgeschlagen, bei der durch Erhöhen einer Anlagefläche im dichten Kontaktbereich, um den

Dämpfungskoeffizient zu verbessern, der Aufschlag verringert wird und wobei der Hydraulikdruck in den dichten Kontaktbereich beim Öffnen des Ventiles eingebracht wird, um das Öffnen des Ventils zu erleichtern.

[0006] Verwendet wird das Phänomen, das zwei hochglanzbearbeitete ebene metallische Oberflächen unter einem gewissen Druck (in dieser Veröffentlichung Atmosphärendruck) nicht voneinander ohne Einbringen des Umgebungsdruckes in den dichten Kontaktbereich zwischen den beiden Oberflächen getrennt werden können.

[0007] In der Japanischen Patentveröffentlichung Nr. 1-232161 ist Voraussetzung, daß die Anlageoberfläche relativ zum Öffnungsbereich des Ventilelementes ausreichend groß ist. Bei dieser Anordnung wird der Rückschlag des Ventilelementes, der unmittelbar nach Ventilverschließung erzeugt wird, verringert, um den Auftreffschlag zu unterdrücken. Naturgemäß muß zum Öffnen des Ventiles zu einem gegebenen Ventilöffnungszeitpunkt in diesem Zustand die Öffnungskraft (Anziehungskraft des Zweiweg-Magnetventils) größer als im Vergleich zu dem Fall sein, wo die Anlagefläche kleiner ist. Angesichts hiervon ist eine Kraftstoffkerbe, die sich vom Nahbereich der Kraftstoffdurchlaßöffnung in Richtung der Außenseite des dichten Kontaktbereiches erstreckt, wenigstens entweder im Ventilelement oder im Ventilsitz vorgesehen. Durch Einbringen von unter niedrigem Druck stehendem Kraftstoff in diese Kraftstoffkerbe wird das Ventilöffnen erleichtert.

[0008] Da es jedoch im voranstehenden Aufbau des Zweiweg-Magnetventils notwendig ist, die Anlagefläche im Sitzbereich (Ventilelement und Ventilsitz) stark zu erhöhen, wird die Hydrauliklast, die in Magnetventil-Öffnungsrichtung ausgeübt wird erhöht, oder die Abdichteigenschaften des Ventiles werden empfindlich gegenüber Neigungen oder Verkippen des Ventilelementes oder gegenüber Oberflächenrauigkeit der aneinander anliegenden Oberflächen. Somit kann diese bekannte Struktur nicht bei Zweiweg-Magnetventilen verwendet werden, die zum Schalten von Hochdruck-Kraftstoff verwendet werden, wo 100 MPa überschritten werden. Insbesondere kann Kraftstoffaustritt nicht auf einen geringen Wert unterdrückt werden. Wenn weiterhin der festgesetzte Hubbetrag des Ventilelementes klein ist oder wenn der Zustand eines geringen Hubes unmittelbar nach Ventilöffnen vorliegt, ist, da die Öffnungsfläche klein ist und weiterhin die Durchlaßlänge entsprechend der erhöhten Anlagefläche verlängert ist, der Strömungskoeffizient stark verringert. Infolgedessen ergibt sich auch ein Problem, daß Druckverluste unnötig anwachsen. Somit ergeben sich neue Probleme, daß der abzugebende Druck nahe des Sitzbereiches nicht ausreichend abgesenkt werden kann, selbst wenn das Ventil geöffnet ist und es benötigt

eine extrem lange Zeit (Totzeit), bis der Druck tatsächlich abgesenkt worden ist, nachdem ein Ventilöffnungssignal dem Magneten zugesandt wurde. Da weiterhin der Rückschlagkoeffizient durch Erleichtern der Ventilöffnung unter Verwendung der Kerbe erhöht wird, kann der Auftreffschlag-Verringerungseffekt in der Praxis nicht erwartet werden, selbst wenn die Anlagefläche erhöht wird. Somit ist es möglich, daß die Abdichteigenschaften verschlechtert werden. Dieses Problem ist noch erheblicher, wenn eine Anwendung auf eine kleinbauende Diesel-Kraftstoffeinspritzvorrichtung oder Einspritzdüse angewendet wird. Mit anderen Worten, wenn die voranstehende herkömmliche Technik bei kleinbauenden Zweiweg-Magnetventilen angewendet wird, die zum Schalten von Hochdruckkraftstoff von nicht weniger als 100 MPa mit geringer Kraft verwendet werden, ergeben sich in der Praxis keine Vorteile.

[0009] Weitere Kraftstoffeinspritzvorrichtungen sind aus der US 5 169 066 A, der US 5 244 150 A, der EP 0 333 097 A2, der US 994 268 A und der CH 297 135 A bekannt.

[0010] Von daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher zu schaffen.

[0011] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die in den Ansprüchen 1 bzw. 2 bzw. 13 aufgeführten Merkmale.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

[0013] Weitere Einzelheiten, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen anhand der Zeichnung.

[0014] Es zeigt:

[0015] [Fig. 1](#) eine Darstellung eines wesentlichen Teils eines Magnetventils, das in einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendbar ist.

[0016] [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) Darstellungen einer flachen Platte, die in der Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher gemäß der ersten Ausführungsform verwendbar ist, wobei [Fig. 2A](#) eine Draufsicht und [Fig. 2B](#) eine Schnittdarstellung entlang Linie B-B in [Fig. 2A](#) ist;

[0017] [Fig. 3](#) eine Schnittdarstellung durch einen Hauptteil einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher gemäß der ersten Ausführungsform;

[0018] [Fig. 4](#) eine Schnittdarstellung durch die

Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform;

[0019] [Fig. 5A](#) eine Darstellung der Lagebeziehung zwischen Druckverteilungen mit und ohne Kraftstoffablaß-Durchlässen und einem Sitz des Magnetventils, wobei durchgezogene Linien die Druckverteilung mit Kraftstoffablaß-Durchlässen und gestrichelte Linien die Druckverteilung ohne diese Durchlässe darstellen;

[0020] [Fig. 5B](#) eine graphische Darstellung zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen den Druckverteilungen mit und ohne den Kraftstoffablaß-Durchlässen und Abständen in radialer Richtung des Sitzes des Magnetventils, wobei durchgezogene Linien die Druckverteilung mit den Kraftstoffablaß-Durchlässen und gestrichelte Linien die Druckverteilung ohne diese Durchlässe darstellen;

[0021] [Fig. 6](#) eine graphische Darstellung von Hydrauliklasten mit und ohne Kraftstoffablaß-Durchlässen;

[0022] [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) Darstellungen einer flachen Platte gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 7A](#) eine Draufsicht und [Fig. 7B](#) eine Schnittdarstellung entlang Linie B-B in [Fig. 7A](#) ist;

[0023] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) Darstellungen einer flachen Platte gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 8A](#) eine Draufsicht und [Fig. 8B](#) eine Schnittdarstellung entlang Linie B-B in [Fig. 8A](#) ist;

[0024] [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) Darstellungen einer flachen Platte gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 9A](#) eine Draufsicht und [Fig. 9B](#) eine Schnittdarstellung entlang Linie B-B in [Fig. 9A](#) ist;

[0025] [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) Darstellungen einer flachen Platte gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 10A](#) eine Draufsicht und [Fig. 10B](#) eine Schnittdarstellung entlang Linie B-B in [Fig. 10A](#) ist;

[0026] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) Darstellungen einer flachen Platte gemäß einer sechsten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 11A](#) eine Draufsicht und [Fig. 11B](#) eine Schnittdarstellung entlang Linie B-B in [Fig. 11A](#) ist;

[0027] [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) Darstellungen eines Ventilschaftes und eines kugelförmigen Bauteils gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 12A](#) eine Seitenansicht und [Fig. 12B](#) eine Darstellung in Richtung des Pfeiles B in [Fig. 12A](#) ist;

[0028] [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) Darstellungen einer flachen Platte gemäß einer siebten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 13A](#) eine Draufsicht und [Fig. 13B](#) eine Schnittdarstellung entlang Linie B-B in [Fig. 13A](#) ist;

[0029] [Fig. 14](#) eine Seitenansicht eines Ventilschaftes und eines kugelförmigen Bauteils gemäß einer achten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0030] [Fig. 15](#) eine Seitenansicht eines Ventilschaftes und eines kugelförmigen Bauteils gemäß einer neunten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0031] [Fig. 16](#) eine Seitenansicht eines Ventilschaftes und eines kugelförmigen Bauteils gemäß einer zehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0032] [Fig. 17](#) eine Schnittdarstellung durch den Hauptteil einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher gemäß einer elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0033] [Fig. 18](#) eine Seitenansicht eines Ventilschaftes und eines kugelförmigen Bauteils gemäß einer elften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0034] [Fig. 19](#) eine Seitenansicht eines Ventilschaftes und eines kugelförmigen Bauteils gemäß einer zwölften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0035] [Fig. 20](#) eine Seitenansicht eines Ventilschaftes und eines kugelförmigen Bauteils gemäß einer dreizehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0036] [Fig. 21](#) eine graphische Darstellung zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einer Magnetventil-Anziehungskraft und dem äußeren Durchmesser einer Einspritzdüse.

[0037] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert.

[0038] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) zeigen eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung **1** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0039] In [Fig. 4](#) wird eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung **1** mit dem gespeicherten, unter hohem Druck stehenden Kraftstoff mit konstantem Druck über eine Kraftstoffleitung und einen Kraftstofffilter **60** versorgt.

[0040] Die Kraftstoffeinspritzvorrichtung **1** weist

eine Einspritzdüse **10** an der Einspritzseite auf. Ein Düsenkörper **11** der Einspritzdüse **10** hält eine Düsennadel **20**, die in dem Düsenkörper **11** vor- und zurückbeweglich ist, um Einspritzöffnungen **11a** zu schließen und zu öffnen. Die Düsennadel **20** ist gestuft ausgeführt mit einem Durchmessersprung zwischen einem Abschnitt größeren Durchmessers und einem Abschnitt kleineren Durchmessers. Der Düsenkörper **11** und ein Gehäuse **13** der Kraftstoffeinspritzvorrichtung sind miteinander über eine Haltemutter **14** verbunden mit einem zwischengeschalteten Abstandshalter **12**. An der Seite der Düsennadel **20** entfernt von den Einspritzöffnungen **11a** sind ein Druckstift **21** und ein Steuerkolben **22**, der an dem Druckstift **21** gegenüber den Einspritzöffnungen **11a** anliegt oder hiermit verbunden ist, angeordnet. Der Druckstift **21** verläuft durch eine Feder **23**, die den Druckstift **21** in [Fig. 4](#) nach unten vorspannt. Eine Drucksteuerkammer **62** ist abgewandt von den Einspritzöffnungen **11a** an dem Steuerkolben **22** angeordnet.

[0041] Der von dem Kraftstoff-Filter **60** herkommende, unter hohem Druck stehende Kraftstoff gelangt über eine Hochdruck-Kraftstoffleitung **61** in eine ringförmig umlaufende Kraftstoffwanne **24**, die im Bereich des erläuterten Durchmessersprunges um die Düsennadel **20** herum angeordnet ist, sowie in die Drucksteuerkammer **62**. Der Druck des unter hohem Druck stehenden Kraftstoffes innerhalb der Kraftstoffwanne **24** zwingt die Düsennadel **20** in Hubrichtung, das heißt in die Ventilöffnungsrichtung. Andererseits zwingt der Druck des unter hohem Druck stehenden Kraftstoffes innerhalb der Drucksteuerkammer **62** den Steuerkolben **22** in [Fig. 3](#) nach unten.

[0042] Ein Magnetventil **30** ist in Form eines Zweibege-Magnetventiles ausgelegt, um eine Verbindung zwischen der Drucksteuerkammer **62** und einer Niederdruckseite zu ermöglichen oder zu sperren. Eine flache Platte **51**, die als ebener Federsitz dient und ein Zylinder **52** sind mittels einer Haltemutter **40** mit dem Gehäuse **13** verbunden. Weiterhin ist ein Kern **31** des Magnetventiles **30** am Ende der Haltemutter **40** verstemmt oder verspreizt.

[0043] Ein Solenoid **32** ist in dem Kern **31** gewickelt und erhält über einen Anschluß **58** elektrische Energie. Ein Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **34** ist in dem Kern **31** ausgebildet. Weiterhin ist ein Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **55a** in einer Mutter **55** ausgebildet, um mit dem Kraftstoffdurchlaß **34** in Verbindung zu stehen. Überschüssiger Kraftstoff in der Einspritzvorrichtung **1** wird über die Kraftstoffdurchlässe **34** und **55a** abgegeben. Auf die Schraubenmutter **55** sind Dichtungen **56** aufgesetzt.

[0044] Ein Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **65** ist vorgesehen, um austretendem Kraftstoff aus Gleitspiel-Abständen um den Steuerkolben **22** und der

Düsennadel **20** herum aufzunehmen. Der Durchlaß **65** steht mit einem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** in Verbindung.

[0045] Gemäß [Fig. 3](#) umfaßt ein Ventilteil **41** des Magnetventiles **30** einen Ventilschaft **42** und ein kugelförmiges Bauteil **43**. Der Schaft **42** ist an einer Innenwand des Zylinders **52** so gestützt, daß er sich nach hinten und vorne bewegen kann, während das kugelförmige Bauteil **43** gleitbeweglich an einer Spitze des Schaftes **42** gelagert ist. Ein Anker **33** ist an dem Schaft **42** an der Seite nahe des Solenoiden **32** befestigt. Wenn der Solenoid **32** abgeschaltet ist, sitzt das kugelförmige Bauteil **43** auf der flachen Platte **51** aufgrund der Vorspannkraft einer Feder **44** auf, die mit einem Ende mit einem Anschlag **53** in Anlage ist. Wenn andererseits der Solenoid **32** erregt wird, wird der Anker **33** in Richtung des Solenoiden **32** aufgrund einer von dem Solenoiden **32** erzeugten Magnetkraft gezogen. Der Schaft **42** wird somit in [Fig. 3](#) angehoben, so daß das kugelförmige Bauteil **43** von der flachen Platte **51** abhebt. Durch Ändern der Länge eines Abstandshalters **54** kann der Hub des Ventilteils **41** eingestellt werden.

[0046] Der Hochdruck-Kraftstoffdurchlaß **61** steht mit der Drucksteuerkammer **62** über eine erste Begrenzerbohrung **63** in Verbindung, welche den Kraftstoff-Fluß von dem Hochdruck-Kraftstoffdurchlaß **61** zur Drucksteuerkammer **62** reguliert. Die flache Platte **51** weist eine zweite Begrenzerbohrung **64** auf, die als Verbindungsdurchlaß einen Durchlaßwiderstand kleiner als die erste Begrenzerbohrung **63** hat und sich axial durch die flache Platte **51** erstreckt. Wenn das Ventilteil **41** von der flachen Platte **51** abhebt, steht die zweite Begrenzerbohrung **64** mit dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** in Verbindung. Somit wird der unter hohem Druck stehende Kraftstoff in der Drucksteuerkammer **62** von der Einspritzvorrichtung **1** über die zweite Begrenzerbohrung **64**, den Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a**, die Niederdruck-Kraftstoffkammer **40a** und die Niederdruck-Kraftstoffdurchlässe **53a**, **31a**, **34** und **55a** abgegeben.

[0047] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, weist der Schaft **42** an seiner Spitze einen konkaven Abschnitt in Form eines kegelstumpfförmigen Konus auf, der durch eine zylindrische Innenwand und eine konische konkave Oberfläche **42b** eines zylindrischen Abschnittes **40a** gebildet wird, der als Stützteil dient. Indem ein Spitzenbereich des zylindrischen Abschnittes **42a** nach innen verstemmt oder verspreizt wird, wird das kugelförmige Bauteil **43** daran gehindert, aus dem Schaft **42** zu fallen. Da ein Abstand von einigen Mikrometern zwischen dem zylindrischen Abschnitt **42a** und dem kugelförmigen Bauteil **43** vorliegt, ist das kugelförmige Bauteil **43** relativ zu dem Schaft **42** gleitbeweglich. Das kugelförmige Bauteil **43** wird durch spanabhebendes Bearbeiten eines Teils einer Stahlkugel durch

Nachbearbeiten gebildet. Möglichkeiten sind Schneiden oder Schleifen.

[0048] Wie in den [Fig. 1](#) und [2](#) gezeigt, ist auf einer oberen Oberfläche der flachen Platte **51** eine umlaufende Sitzfläche **51a** ausgebildet, welche die Öffnung der Begrenzerbohrung **64** umfaßt. Um die Sitzfläche **51a** herum ist eine ringförmige Kerbe oder Ausnehmung ausgebildet, durch welche ein ringförmiger Kerbendurchlaß **51b** gebildet wird. Vier Kerben sind ausgebildet, die sich radial nach außen von der ringförmigen Kerbe erstrecken, so daß im wesentlichen kreuzförmige Kerben gebildet werden, durch die Kraftstoff-Kerbendurchlässe **51c** gebildet sind. Ein Ende eines jeden Kerbendurchlasses **51c** steht mit dem ringförmigen Durchlaß **51b** in Verbindung, wohingegen das andere Ende mit dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** in Verbindung steht. Der ringförmige Kerbendurchlaß **51b** und die Kraftstoff-Kerbendurchlässe **51c** bilden Kraftstoffablaß-Durchlässe. Diese Ablass-Durchlässe sind so angeordnet, daß sie mit dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** auch dann in Verbindung stehen, wenn das kugelförmige Bauteil **43** auf der flachen Platte **51** aufsitzt. Vier propellerartige Sitzflächen **51d** werden durch den ringförmig umlaufenden Kerbendurchlaß **51b** und die Kraftstoff-Kerbendurchlässe **51c** definiert.

[0049] Ein ebener Abschnitt **43a** des kugelförmigen Bauteiles **43** kann auf der Sitzfläche **51a** und Teilen der Sitzflächen **51d** aufsitzen, wenn das Magnetventil **30** geschlossen ist. Die Sitzfläche **51a** liegt in gleicher Höhenlage wie die Sitzflächen **51d**. Wenn das kugelförmige Bauteil **43** auf der flachen Platte **51** aufsitzt, wird eine Verbindung zwischen der zweiten Begrenzerbohrung **64** und dem Kerbendurchlaß **51b** unterbrochen.

[0050] In dieser Ausführungsform ist eine Dicke der Sitzfläche **51a** entlang eines Durchmessers gemessen kleiner als ein Durchmesser D3 der zweiten Begrenzerbohrung **64**, das heißt, $D3 > (D4 - D3)/2$, wobei D4 einen Innendurchmesser des Kerbendurchlasses **51b** darstellt.

[0051] Ein spezielles Beispiel der verschiedenen Abmessungen von [Fig. 1](#) wird nachfolgend angegeben:

D1 (Durchmesser des ebenen Abschnittes **43a**) = 1,43 mm, D2 (Durchmesser des kugelförmigen Bauteils **43**) = 2,0 mm, D3 (Durchmesser der zweiten Begrenzerbohrung **64**) = 0,4 mm, D4 (Innendurchmesser des Kerbendurchlasses **51b**) = 0,5 mm, D5 (Aussendurchmesser des Kerbendurchlasses **51b**) = 1,0 mm, D6 (Durchmesser des Steuerkolbens **22**) = 4,5 mm, d1 (Weite des Kerbendurchlasses **51c**) = 0,4 mm, d2 (Tiefe des Kerbendurchlasses **51c**) = 0,1 mm und Schnittbreite am kugelförmigen Bauteil **43** = 0,3 mm.

[0052] Die Arbeitsweise der bisher beschriebenen Einspritzvorrichtung wird nachfolgend beschrieben.

(1) Der unter hohem Druck stehende Kraftstoff wird in die Hochdruck-Kraftstoffleitung **61** der Einspritzvorrichtung **1** über die Kraftstoffanordnung eingebracht. Der unter hohem Druck stehende Kraftstoff wird in die Kraftstoffwanne **24** und die Drucksteuerkammer **62** eingebracht. Während der Solenoid **32** abgeschaltet ist, ist, da das kugelförmige Bauteil **43** auf der flachen Platte **51** aufsitzt, eine Verbindung zwischen der zweiten Begrenzerbohrung **64** und dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** unterbunden. Zu diesem Zeitpunkt kann angenommen werden, daß der Kraftstoffdruck in der Drucksteuerkammer **62** und der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffwanne **24** gleich sind. Da der Durchmesser D6 (Durchmesser des Steuerkolbens **22**) = 4,5 mm gemäß obiger Beschreibung ist, und die Durchmesser der Abschnitte größeren und kleineren Durchmessers der Düsennadel **20** auf 4,0 mm und 2,25 mm gesetzt sind, beträgt ein Unterschied zwischen einer druckaufnehmenden Fläche des Steuerkolbens **22**, die einer Kraft in Düsen-schließrichtung aufgrund des Kraftstoffdruckes in der Drucksteuerkammer **62** und einer druckaufnehmenden Fläche der Düsennadel **20**, die einer Kraft in Düsenöffnungsrichtung aufgrund eines Kraftstoffdruckes in der Kraftstoffwanne **24** unterliegt, ungefähr 11 mm. Somit wirkt, wenn die Kraftstoffdrücke in der Kraftstoffwanne **24** und der Drucksteuerkammer **62** gleich sind, die Summe der Hydrauliklasten an der Düsennadel **20** in Richtung Nadelschließung. Weiterhin wird der Druckstift **21** aufgrund der Feder **23** in Düsen-schließrichtung vorgespannt. Wenn demzufolge der Solenoid **32** abgeschaltet ist, verschließt die Düsennadel **20** die Einspritzöffnungen **11a**, so daß keine Kraftstoffeinspritzung von der Einspritzvorrichtung **1** durchgeführt wird.

[0053] Auch in einer Zeit unmittelbar nach Anlassen des Motors, wo der Druck des der Einspritzvorrichtung **1** zugeführten Kraftstoffes noch nicht ausreichend hoch ist, verschließt die Düsennadel **20** die Einspritzöffnungen **11a**, während der Solenoid **32** abgeschaltet ist, so daß keine Kraftstoffeinspritzung von der Einspritzvorrichtung **1** vorgenommen wird.

[0054] Die Last oder Kraft der Feder **44**, die das Ventilteil **41** in Richtung der flachen Platte **51** vorspannt wird auf 30 N bis 40 N eingestellt. Wenn andererseits beispielsweise der Kraftstoffdruck in der Drucksteuerkammer 150 MPa beträgt, wird die maximale hydraulische Last, die auf das Ventilteil **41** in Magnetventil-Öffnungsrichtung wirkt, 24 N. Somit wird das Magnetventil **30** nicht geöffnet, auch dann, wenn die maximale hydraulische Last anliegt.

(2) Wenn in diesem Zustand der Solenoid **32** erregt wird, wird der Anker **33** in Richtung des Solenoiden **32** aufgrund der erzeugten Magnetkraft

gezogen. Wenn die Druck in der Summe dieser Magnetkraft und einer Kraft von dem Kraftstoff-Drucksteuerkammer **62**, die an dem druckaufnehmenden Abschnitt des kugelförmigen Bauteils **43** anliegt, um das Ventilteil **41** in Magnetventil-Öffnungsrichtung zu bewegen, größer als die eingestellte Last der Feder **44** wird, die das Ventilteil **41** in Magnetventil-Schließrichtung spannt, hebt das kugelförmige Bauteil **43** von der flachen Platte **51** ab, so daß das Magnetventil **30** öffnet. In dieser Ausführungsform wird die voranstehend genannte Magnetkraft auf ungefähr 50 N gesetzt. Wenn das Magnetventil **30** öffnet, strömt der Kraftstoff aus der Drucksteuerkammer **62** über die zweite Begrenzerbohrung **64** und den Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** in die Niederdruck-Kraftstoffkammer **40a** und wird dann in eine Leitungsanordnung (nicht dargestellt) eingebracht, um den austretenden Kraftstoff über die Niederdruck-Kraftstoffdurchlässe **53a**, **33a**, **34** und **55a** zurückzuführen.

[0055] Nach einer Zeit seit dem Beginn des Ausströmens von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff aus der Drucksteuerkammer **62** wird der Druck in der Drucksteuerkammer **62** gegenüber dem Druck in dem Hochdruck-Kraftstoffdurchlaß **61** geringer. Dies deshalb, als der Durchlaßbereich der ersten Begrenzerbohrung **63** zum Regulieren des in der Drucksteuerkammer **62** eingebrachten Kraftstoffes kleiner als der Durchlaßbereich der zweiten Begrenzerbohrung **64** zum Regulieren des Kraftstoff-Flusses aus der Drucksteuerkammer **62** gemacht wird, so daß der Durchlaßwiderstand der zweiten Begrenzerbohrung **64** kleiner als derjenige der ersten Begrenzerbohrung **63** ist. Wenn der Druck in der Drucksteuerkammer **62** weiter absinkt, übersteigt die Hydrauliklast an der Düsennadel **20**, die in Düsenöffnungsrichtung wirkt, die Summe aus Hydrauliklast am Steuerkolben **22** in Düsen-schließrichtung und die eingestellte oder festgesetzte Last der Feder **23**. Somit wird die Düsennadel **20** angehoben, um den Kraftstoffeinspritzvorgang durch die Einspritzöffnungen **11a** zu beginnen.

[0056] Wenn der Solenoid **32** zu einem gegebenen Kraftstoffeinspritz-Beendigungszeitpunkt abgeschaltet wird, wird die den Anker **33** anziehende Magnetkraft Null. Somit sitzt aufgrund der Vorspannkraft der Feder **44** das kugelförmige Bauteil **43** wieder auf der flachen Platte **51** auf, so daß das Magnetventil **30** geschlossen ist. Dann steigt, da der unter hohem Druck stehende Kraftstoff in die Drucksteuerkammer **62** von dem Hochdruck-Kraftstoffdurchlaß **61** her eingebracht wird, der Druck in der Drucksteuerkammer **62** allmählich an. Wenn die Summe der Hydrauliklast an der Düsennadel **20** in Düsen-schließrichtung und der eingestellten Last der Feder **23** die Hydrauliklast an der Düsennadel **20** in Düsenöffnungsrichtung übersteigt, schließt die Düsennadel **20** die Einspritzöffnung **11a**, so daß die Einspritzdüse **10** geschlossen

wird, um den Einspritzvorgang zu beenden.

[0057] Nachfolgend wird der Vorteil näher beschrieben, der sich aus dem Bereitstellen der Kraftstoffablaß-Durchlässe ergibt.

[0058] [Fig. 5A](#) zeigt die Druckverteilungen an dem ebenen Abschnitt **43a** des kugelförmigen Bauteils **43** aufgrund von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in der Drucksteuerkammer **62**, wobei die durchgezogene Linie die Druckverteilung mit dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlaß **51b** und den Kerbendurchlässen **51c** zeigt, das heißt, beim Vorhandensein der Kraftstoffablaß-Durchlässe und die gestrichelte Linie zeigt die Druckverteilung ohne diese Kraftstoffablaß-Durchlässe. [Fig. 5B](#) zeigt theoretische Werte der Druckverteilungen relativ zu den Abständen in radialer Richtung des ebenen Abschnittes **43a** des kugelförmigen Bauteiles **43**, wobei die durchgezogene Linie die theoretischen Werte der Druckverteilung mit den Kraftstoffablaß-Durchlässen zeigt und die gestrichelte Linie zeigt die theoretischen Werte der Druckverteilung ohne diese Ablaß-Durchlässe. Die theoretischen Werte wurden unter Verwendung der voranstehenden Werte für die Abmessungen von [Fig. 1](#) erhalten. [Fig. 6](#) zeigt Werte, die erhalten werden, wenn die Hydrauliklasten an dem ebenen Abschnitt **43a** in Magnetventil-Öffnungsrichtung über den gesamten ebenen Abschnitt **43a** hinweg aufintegriert werden, wenn die zugehörige Druckverteilung von [Fig. 5B](#) angelegt wird.

[0059] Während das Magnetventil **30** geschlossen ist, um den unter hohem Druck stehenden Kraftstoff einzuschließen, tritt der unter hohem Druck stehende Kraftstoff in den dichten Kontaktabschnitt und Kontaktbereich zwischen der flachen Platte **51** und dem ebenen Abschnitt **43a** des kugelförmigen Bauteils **43** mit einer gewissen Druckverteilung aus. Da in dieser Ausführungsform der Kerbendurchlaß **51b** und die Kerbendurchlässe **51c** in diesem Kontaktbereich, das heißt auf der flachen Platte **51**, ausgebildet sind und mit dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** in Verbindung stehen, wird der Druck in dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlaß **51b** und in den Kerbendurchlässen **51c** auf den Druck in dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** abgesenkt (Senkendruck ≈ 0). Wie somit in [Fig. 5A](#) durch die durchgezogene Linie veranschaulicht, wird die Druckverteilung in dieser Ausführungsform eine bekannte Druckverteilung, welche durch den Spaltfluß zwischen parallelen Scheiben dargestellt ist, der erhalten wird durch eine Verbindung von der zweiten Begrenzerbohrung **64** zu dem Kerbendurchlaß **51b** unter Verwendung einer logarithmischen Funktion.

[0060] Im Falle einer herkömmlichen Kraftstoffeinspritzvorrichtung ohne den Kerbendurchlaß **51b** und die Kerbendurchlässe **51c**, die mit dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß **52a** in Verbindung stehen,

sinkt der Druck letztendlich auf den Senkendruck nur an der äußeren Umfangskante des ebenen Abschnittes des kugelförmigen Bauteiles ab, wie in [Fig. 5A](#) gestrichelt gezeigt. Somit wird die Druckverteilung in einer herkömmlichen Kraftstoffeinspritzvorrichtung in radialer Richtung des ebenen Abschnittes lang.

[0061] Man sieht aus [Fig. 6](#), daß die in Magnetventil-Öffnungsrichtung erzeugte Hydraulikkraft, wenn die Kraftstoffablaß-Durchlässe vorhanden sind, im Vergleich zu dem Fall ohne Kraftstoffablaß-Durchlässe um mehr als 70% verringert werden kann. Somit kann die Vorspannkraft der Feder **44** zum Spannen des Ventiltiles **41** in Magnetventil-Schließrichtung kleiner gemacht werden. Da weiterhin die Magnetkraft des Solenoiden **32** zum Anheben des Ventiltiles **41** entgegen der Kraft der Feder **44** auch kleiner gemacht werden kann, kann das Magnetventil in seiner Größe verringert werden.

[0062] Der voranstehende Effekt könnte auch dadurch erzielt werden, daß der Durchmesser von entweder dem ebenen Abschnitt **43a** des kugelförmigen Bauteils oder der flachen Platte **51** verringert wird. Wenn jedoch die Sitzfläche des Magnetventils durch Verringern der Durchmesser von entweder ebenen Abschnitt **43a** oder flacher Platte **51** extrem verringert wird, werden die Drücke auf die Sitzfläche extrem erhöht. Obgleich somit die Anfangsleistung gut erhalten werden kann, ergibt sich ein Problem bezüglich der Haltbarkeit, so daß keine Eignung für praktischen Einsatz vorhanden ist. Der voranstehende Effekt kann auch erhalten werden, wenn ein Spalt zwischen dem kugelförmigen Bauteil **43** und der flachen Platte **51** unmittelbar vor dem Schließen des Magnetventiles extrem klein ist.

[0063] Da in dieser Ausführungsform die ringförmig umlaufende Kerbendurchlässe **51b** und die Kerbendurchlässe **51c** punktsymmetrisch bezüglich der zweiten Begrenzerbohrung **64** ausgebildet sind, sind die auf den ebenen Abschnitt **43a** einwirkenden Drücke auf symmetrische Weise verteilt. Genauer gesagt, da die symmetrische Druckverteilung vom Mittelpunkt des ebenen Abschnittes **43a** aus radial nach außen erhalten werden kann, wird keine Verkipfung oder Exzentrizität des kugelförmigen Bauteiles **43** zum Öffnen und Schließen des Magnetventiles erzeugt, so daß ein zuverlässiger Öffnungs- und Schließvorgang des Magnetventiles hergestellt ist.

[0064] Weiterhin ist in dieser Ausführungsform das kugelförmige Bauteil **43** mit einer sphärischen konvexen Oberfläche gleitbeweglich in dem kegelstumpfförmigen konusförmigen konkaven Abschnitt des Schaftes **42** gehalten und der ebene Abschnitt **43a** des kugelförmigen Bauteiles **43** sitzt auf der flachen Platte **51** auf. Somit kann eine axiale Versetzung beim Aufsetzen des ebenen Abschnittes **43a** absorbiert werden, so daß ein zuverlässiges Verschließen

durch das kugelförmige Bauteil **43** zwischen der Drucksteuerkammer **62** und der Niederdruckseite sichergestellt ist. Da weiterhin das kugelförmige Bauteil **43** nicht aufgrund eines Fluides während Betätigung des Magnetventiles **43** versetzt wird, kann eine zuverlässige Steuerung des Fluides erhalten werden. Demzufolge ist die geschilderte Anordnung nicht auf das in dieser Ausführungsform dargestellte kugelförmige Bauteil beschränkt, sondern kann auch beispielsweise auf die Spitzenform eines Kugelventiles angewendet werden.

[0065] Nachfolgend erfolgt eine Erläuterung des Maximalwertes des inneren Durchmessers D4 des umlaufenden Kerbendurchlasses **51b**.

[0066] Es sei angenommen, daß die Einspritzvorrichtung eine kleine Einspritzvorrichtung zur Verwendung in einem PKW ist, wobei dann ein Außendurchmesser der Einspritzvorrichtung an dem Abschnitt zur Aufnahme des Magnetventiles **30** maximal 20 mm angesichts des zur Verfügung stehenden Einbauraumes beträgt. In diesem Falle ist gemäß [Fig. 21](#) die Anziehungskraft in dem Magnetventil **30** ungefähr 75 N. [Fig. 21](#) zeigt das Ergebnis einer theoretischen Rechnung zwischen Außendurchmesser der Einspritzvorrichtung und Anziehungskraft des Magnetventiles. Zum Öffnen des Magnetventiles sollte eine festgesetzte Last der Feder **44** nicht mehr als 75 N betragen und im Hinblick auf das Öffnungs-Ansprechverhalten des Ventiles ist es notwendig, die Last der Feder **44** auf nicht mehr als 65 N zu setzen. Weiterhin sollte im Hinblick auf ein zuverlässiges Halten des geschlossenen Zustandes des Magnetventiles die in Magnetventil-Öffnungsrichtung wirkende anliegende Hydrauliklast nicht mehr als 55 N betragen, auch im Hinblick auf das Ventilschließ-Ansprechverhalten.

[0067] Wird angenommen, daß D3 (Durchmesser der zweiten Begrenzerbohrung **64**) = 0,4 mm ist, beträgt D4 zum Erhalt der Hydrauliklast von 55 N ungefähr 1 mm, wenn auf gleiche Weise wie die Werte von [Fig. 6](#) gerechnet wird. Es ist somit bevorzugt, daß D4 größer als D3 und nicht mehr als 1 mm beträgt.

[0068] Bei der voranstehenden ersten bevorzugten Ausführungsform kann die Verteilung der Drücke am Ventiltteil **41** in Magnetventil-Öffnungsrichtung in radialer Richtung verkürzt werden, wenn das Magnetventil schließt oder während des geringfügigen Anhebens des Ventiltteiles unmittelbar vor dem Ventil schließen. Somit kann die Anziehungskraft des Solenoiden zum Anheben des Ventiltteils **41** entgegen der Kraft der Feder **44** kleiner gemacht werden, so daß der Solenoid in seiner Größe verringert werden kann. Dies wird ermöglicht ohne Anwachsen des Sitzflächendrucks mittels der Anordnung, wo das Ventiltteil **41** in dichtem Kontakt mit Abschnitten der propellerförmigen Sitzflächen **51d** zusätzlich zur Sitzfläche

51a ist. Somit wird die Haltbarkeit nicht verschlechtert. Da weiterhin das Versiegeln oder Einschließen von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff während des geschlossenen Zustandes des Magnetventiles zuverlässig möglich ist, kann Austreten von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff verringert werden, so daß die Belastung an der Hochdruckpumpe zum Zuführen des unter Hochdruck stehenden Kraftstoffes verringert wird. Somit kann auch die Hochdruckpumpe hinsichtlich ihres Antriebsdrehmomentes und ihrer Größe verringert werden. Da weiterhin die gleichförmige Druckverteilung gegenüber der Mittelachse des kugelförmigen Bauteiles **43** erhalten werden kann, ist eine Neigung oder Verkipfung oder Exzentrizität des kugelförmigen Bauteiles **43** nicht möglich, so daß ein stabiler Öffnungs- und Schließsteuervorgang des Magnetventiles sichergestellt ist. Dies stellt wiederum einen gleichmäßigen Kraftstoffeinspritzbetrag sicher, so daß die gewünschte zuverlässige Einspritzmengensteuerung realisiert werden kann. Insbesondere kann eine Steuerung für kleine Einspritzmengen stabil möglich gemacht werden.

[0069] Da weiterhin eine axiale Versetzung beim Aufsitzen des kugelförmigen Bauteiles absorbiert werden kann, kann ein dichter Kontakt zwischen kugelförmigen Bauteil und flacher Platte sichergestellt werden, so daß ein Kraftstoffaustritt beim Aufsetzen des kugelförmigen Bauteiles im wesentlichen auf Null verringert werden kann. Somit wird ein Austreten von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff verringert.

[0070] Die [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) zeigen eine flache Platte gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Elemente, Bauteile oder Abschnitte, welche im wesentlichen die gleichen wie in der ersten Ausführungsform sind, sind mit gleichen Bezugszeichen oder Symbolen versehen.

[0071] Auf einer flachen Platte **70** ist eine schräge Oberfläche **71** ausgebildet, welche der äußeren Umfangskante der umlaufenden Sitzfläche **51a** folgt und allmählich die Tiefe eines ringförmig umlaufenden Kerbendurchlasses **72** erhöht. Der Grund für diese Anordnung wird nachfolgend erläutert.

[0072] Da der Druck in der Drucksteuerkammer nicht weniger als 100 MPa beträgt, wird eine hohe Kraft auf die Sitzfläche **51a** nahe der zweiten Begrenzerbohrung **64** aufgebracht, so daß eine elastische Deformation auftreten kann. Durch Bereitstellen der schräg verlaufenden Oberfläche **71**, welche der äußeren Umfangskante der Sitzfläche **51a** folgt, um somit eine hohe Materialstärke nahe der zweiten Begrenzerbohrung **64** zu schaffen, wird die Deformation der Sitzfläche **51a** verhindert oder zumindest verringert, so daß die Abdichtung bei geschlossenem Magnetventil weiterhin verbessert wird.

[0073] Bei der Anordnung gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform, wo keine schräg verlaufende Oberfläche vorhanden ist, ist eine Dicke der Sitzfläche von nicht weniger als 0,2 mm notwendig (in Durchmesserrichtung gemessen), um ausgezeichnete Abdichteigenschaften bis zu Kraftstoffdrücken von ungefähr 150 MPa in der Drucksteuerkammer sicherzustellen. Wenn die schräg verlaufende Oberfläche **71** bereitgestellt wird, reicht eine Dicke von ungefähr 0,1 mm, um derartig gute Abdichteigenschaften zu haben.

[0074] Die [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) zeigen eine flache Platte gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Auch hier bezeichnen wieder gleiche Bezugszeichen gleiche oder einander entsprechende Teile, Abschnitte und Elemente wie in der ersten Ausführungsform.

[0075] In der dritten Ausführungsform sind fünf Kraftstoffdurchlässe **51c** gleichmäßig beabstandet und radial verlaufend bezüglich der zweiten Begrenzerbohrung **64** in einer flachen Platte **80** ausgebildet. Diese Anordnung verkürzt die in radialer Richtung gemessene Länge der am Ventiltteil **41** erzeugten Druckverteilung und ist besonders wirksam bei der Steuerung von hohen Drücken nicht unter 150 MPa. Insbesondere kann mit dieser Anordnung zuverlässig der Druck in dem ringförmigen Kerbdurchlaß **51b** auf Senkendruck abgesenkt werden, wenn der hohe Druck von nicht weniger als 150 MPa gesteuert werden soll. Die Wirksamkeit oder der erzielbare Effekt steigt mit der Anzahl von Kraftstoffdurchlässen an, so daß deren Anzahl nicht auf die dargestellten fünf beschränkt ist.

[0076] Die [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) zeigen eine flache Platte gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen wieder gleiche Elemente, Abschnitte oder Bauteile wie in den voranstehenden Ausführungsformen.

[0077] Eine flache Platte **81** ist mit vier Kraftstoffbohrungen **82** versehen, die um die zweite Begrenzerbohrung **64** herum ausgebildet sind. Die Kraftstoffbohrungen **82** sind in gleichmäßigen Abständen zueinander angeordnet und öffnen sich auf der Seite der flachen Platte **81**, die in Richtung des Ventiltteiles weist. Die Kraftstoffbohrungen **82** sind so ausgebildet, daß sie die flache Platte **81** nicht vollständig durchdringen. Vier weitere Kraftstoffbohrungen **83** sind entsprechend den Kraftstoffbohrungen **82** angeordnet. Jede der Kraftstoffbohrungen **83** steht mit einer zugehörigen Kraftstoffbohrung **82** an deren nicht offenem Ende in Verbindung und verläuft radial nach außen, so daß sie sich in der Umfangswand der flachen Platte **81** öffnet. Wenn das Magnetventil geschlossen ist, sitzt das kugelförmige Bauteil an einer Sitzfläche **84** auf, die zwischen der zweiten Begren-

zungsbohrung **64** und den Kraftstoffbohrungen **82** ausgebildet ist, um eine Verbindung zwischen der Drucksteuerkammer und dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß oder einer Niederdruck-Kraftstoffkammer zu verhindern.

[0078] Da in der vierten Ausführungsform der ringförmig umlaufende Kerbdurchlaß **51b** nicht wie in der ersten bis dritten Ausführungsform vorgesehen ist, steigt die radiale Länge der Druckverteilung etwas an den Bereichen an, wo keine Kraftstoffbohrung **83** vorhanden ist, so daß die auf das Ventiltteil **41** im Magnetventil-Öffnungsrichtung wirkende Vorspannkraft erhöht ist. Da jedoch sämtlich Kraftstoffdurchlässe durch einfache Bohrungen ausgebildet werden können, lassen sich die Herstellungskosten wesentlich verringern.

[0079] Die [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) zeigen eine flache Platte gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen wieder gleiche oder einander entsprechende Teile, Abschnitte oder Elemente. Die fünfte Ausführungsform fügt der vierten Ausführungsform den ringförmig umlaufenden Kerbdurchlaß **51b** hinzu, um die am Ventiltteil **41** erzeugt radiale Länge der Druckverteilung zu verkürzen. Genauer gesagt, der gleiche Effekt wie in der ersten oder zweiten Ausführungsform kann mit geringeren Kosten erzielt werden.

[0080] Eine flache Platte **85** ist mit vier Kraftstoffbohrungen **86** um die zweite Begrenzerbohrung **64** herum ausgestattet. Die Kraftstoffbohrungen **86** sind in gleichförmigen Abständen angeordnet und jede steht mit dem Kerbdurchlaß **51b** in Verbindung. Die Kraftstoffbohrungen **86** sind wieder so ausgebildet, daß sie die flache Platte **85** nicht durchsetzen. Vier weitere Kraftstoffbohrungen **87** sind entsprechend den Kraftstoffbohrungen **86** ausgebildet. Jede der Kraftstoffbohrungen **87** steht mit einer zugehörigen Kraftstoffbohrung **86** an deren nicht offenen Ende in Verbindung und verläuft radial nach außen und öffnet sich in der Umfangswand der flachen Platte **85**. Wenn das Magnetventil geschlossen ist, sitzt das kugelförmige Bauteil auf der Sitzfläche **51a** auf, um eine Verbindung zwischen der Drucksteuerkammer und dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß oder der Niederdruck-Kraftstoffkammer zu verhindern.

[0081] Die [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) zeigen eine flache Platte gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Auch hier bezeichnen wieder gleiche Bezugszeichen gleiche oder einander entsprechende Teile, Elemente oder Abschnitte wie in den ersten Ausführungsformen.

[0082] Vier Kraftstoffdurchlässe **89** mit jeweils rechteckförmigen Querschnitt sind in gleichmäßigen Abständen und bezüglich der zweiten Begrenzerboh-

rung **64** radial verlaufend angeordnet. Wenn das Magnetventil geschlossen ist, sitzt das kugelförmige Bauteil auf einer Sitzfläche **90** auf, um eine Verbindung zwischen der Drucksteuerkammer und dem Niederdruck-Kraftstoffdurchlaß oder der Niederdruck-Kraftstoffkammer zu verhindern.

[0083] Bei der sechsten Ausführungsform ist nur ein einfacher Arbeitsschritt zum Ausbilden der rechteckförmigen Durchlässe in der Oberfläche der flachen Platte **88** notwendig. Somit ist es beispielsweise möglich, die Kraftstoffdurchlässe **89** durch eine Druckbehandlung vor der Aushärtung der flachen Platte auszubilden, so daß die Herstellungskosten verringert werden können.

[0084] Die [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) zeigen einen Ventilschaft und ein kugelförmiges Bauteil gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und die [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) zeigen eine zugehörige flache Platte gemäß der siebten Ausführungsform. auch hier sind wieder Bauteile, Elemente oder Abschnitte, welche im wesentlichen der ersten Ausführungsform entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen oder Symbolen versehen.

[0085] In der ersten bis sechsten Ausführungsform sind die Kraftstoffablaß-Durchlässe an der flachen Platte vorgesehen. Demgegenüber sind in der siebten Ausführungsform diese Durchlässe in dem kugelförmigen Bauteil ausgebildet.

[0086] Wie in den [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) gezeigt, ist eine kreisförmige Anlageoberfläche **92** mittig in einem ebenen Abschnitt eines kugelförmigen Bauteiles **91** ausgebildet und ein ringförmig umlaufender Kerbdurchlaß **93** ist um die Anlageoberfläche **92** herum ausgebildet. Drei Kraftstoff-Kerbdurchlässe **94** sind in gleichmäßigen Abständen und radial bezüglich der Anlageoberfläche **92** vorgesehen. Jeder der Kerbdurchlässe **94** steht mit dem ringförmig umlaufenden Kerbdurchlaß **93** in Verbindung. Wie in [Fig. 12B](#) gezeigt, definieren der ringförmig umlaufende Kerbdurchlaß **93** und die drei weiteren Kerbdurchlässe **94** drei propellerförmig ausgebildete Sitzflächen **95**. Gemäß den [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) ist die flache Platte **96** lediglich mit der zweiten Begrenzerbohrung **64** ausgestattet.

[0087] Die Anzahl der Kraftstoff-Kerbdurchlässe ist natürlich nicht auf drei beschränkt. Weiterhin können wie in der vierten Ausführungsform Kraftstoffbohrungen anstelle der Kraftstoffdurchlässe ausgebildet sein.

[0088] Da in der siebten Ausführungsform die flache Platte **96** nur mit der zweiten Begrenzerbohrung **64** ausgestattet werden muß, weist die flache Platte keine ausgedünnten Bereiche nahe den Kerbdurchlässen oder Kraftstoffbohrungen wie in der ersten

und den dritten bis sechsten Ausführungsformen auf, so daß hervorragende Abdichteigenschaften sichergestellt sind.

[0089] [Fig. 14](#) zeigt einen Ventilschaft und ein kugelförmiges Bauteil gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen wieder gleiche oder einander entsprechende Teile, Abschnitte oder Elemente.

[0090] Ein kugelförmiges Bauteil **97** wird beispielsweise durch einen Schneidvorgang ausgebildet und umfaßt einen kugelförmigen Abschnitt **98** und einen Scheibenabschnitt **99**. Durch Bereitstellen des Scheibenabschnittes **99** an dem kugelförmigen Abschnitt **98** kann die Sitzfläche des Magnetventiles geändert werden, ohne die Größe des kugelförmigen Abschnittes **98** zu ändern. Das kugelförmige Bauteil kann dadurch ausgebildet werden, daß der kugelförmige Abschnitt und der Scheibenabschnitt zusammengeschweißt werden.

[0091] [Fig. 15](#) zeigt einen Ventilschaft und ein kugelförmiges Bauteil gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0092] Ein konkaver Abschnitt an der Spitze eines Schaftes **100** beinhaltet eine kreisförmig umlaufende ebene Oberfläche **100a** und eine zylindrische innere Oberfläche **100b**. Das kugelförmige Bauteil **43** ist gleitbeweglich in diesem konkaven Abschnitt gelagert. Durch Verspreizen oder Verstemmen der Spitze einer zylindrischen Wand **101** nach dem Einsetzen des kugelförmigen Bauteils **43** in den konkaven Abschnitt des Schaftes **100** wird das kugelförmige Bauteil **43** am Herausfallen aus dem Ende des Schaftes **100** gehindert.

[0093] Da die neunte Ausführungsform die Kombination aus kugelförmigen Bauteil und entsprechend ebenen Oberflächen verwendet, kann eine Verkipfung oder Neigung oder eine axiale Versetzung des kugelförmigen Bauteiles **43** wie in der ersten bis achten Ausführungsform verhindert werden.

[0094] [Fig. 16](#) zeigt einen Ventilschaft und ein kugelförmiges Bauteil gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0095] Ein konkaver Abschnitt an der Spitze eines Schaftes **102** weist eine sphärische konkave Oberfläche **102a** und eine zylindrische innere Oberfläche **102b** auf. Das kugelförmige Bauteil **43** ist in diesem konkaven Abschnitt gleitbeweglich gelagert. Durch Verstemmen oder Verspreizen der Spitze einer zylindrischen Wand **103** nach dem Einsetzen des kugelförmigen Bauteils **43** in den konkaven Abschnitt des Schaftes **102** wird das kugelförmige Bauteil **43** am Herausfallen aus dem Schaft **102** gehindert.

[0096] Da die zehnte Ausführungsform die Kombination aus kugelförmigen Bauteil und einer entsprechend sphärischen konkaven Oberfläche verwendet, läßt sich eine Neigung oder Verkipfung oder die axiale Versetzung des kugelförmigen Bauteils **43** wie in der ersten bis neunten Ausführungsform verhindern.

[0097] [Fig. 17](#) zeigt den Hauptabschnitt einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit Druckspeicher gemäß einer elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und [Fig. 18](#) zeigt den Ventilschaft und ein kugelförmiges Bauteil für diese elfte Ausführungsform. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen wieder gleiche oder einander entsprechende Teile, Abschnitte oder Elemente wie in der ersten Ausführungsform.

[0098] In den ersten bis zehnten Ausführungsformen besteht das Ventilteil aus zwei Teilen, das heißt, dem Schaft und dem kugelförmigen Bauteil und das kugelförmige Bauteil ist gleitbeweglich in dem Schaft gehalten. In der elften Ausführungsform besteht das Ventilteil **105** aus drei Einzelteilen, nämlich Schaft **106**, Stützteil **107** und kugelförmigen Bauteil **43**. Das kugelförmige Bauteil **43** ist gleitbeweglich von dem Schaft **106** und dem Stützteil **107** gehalten.

[0099] Die äußere Spitzenwand des Schaftes **106** ist in Zylinderform geschnitten und das zylindrische Stützteil **107** ist mit dieser äußeren spitzen Wand durch einen Preßsitz, eine Schweißung oder dergleichen verbunden. Durch Anordnen des Stützteils **10** an dem Schaft **106** und durch Verspreizen oder Verstemmen der Spitze des Stütztes **107** nach dem Einsetzen des kugelförmigen Bauteiles **43** in das Stützteil **107** wird das kugelförmige Bauteil **43** am Herausfallen gehindert. In der elften Ausführungsform werden der Schaft **106** und der Stützteil **107** als separate Teile hergestellt, so daß der Herstellungsvorgang für den Schaft **106** vereinfacht ist.

[0100] [Fig. 19](#) zeigt einen Ventilschaft und ein kugelförmiges Bauteil gemäß einer zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen wieder gleiche oder einander entsprechende Teile, Abschnitte oder Elemente wie in den vorangehenden Ausführungsformen.

[0101] In der zwölften Ausführungsform wird vorab ein Vorsprung **108a** zum Halten des kugelförmigen Bauteiles **43** an der Spitze eines zylindrischen Stütztes **108** ausgeformt. Nachdem das kugelförmige Bauteil **43** in dem Stützteil **108** eingesetzt worden ist, wird das Stützteil **108** an dem Schaft **106** durch einen Preßsitz oder Schweißung oder dergleichen befestigt.

[0102] [Fig. 20](#) zeigt ein Ventilschaft und ein kugelförmiges Bauteil gemäß einer dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Auch hier bezeichnen gleiche Bezugszeichen wieder gleiche oder einander entsprechende Teile, Abschnitte oder Ele-

mente wie in den voranstehenden Ausführungsformen.

[0103] In der dreizehnten Ausführungsform ist ein schräg verlaufender Abschnitt **109a** mit allmählich sich verringerndem Innendurchmesser an der Spitze eines zylindrischen Spitztes **109** ausgebildet, um zu verhindern, daß das kugelförmige Bauteil **43** herausfällt. In der dreizehnten Ausführungsform ist wie in der zwölften Ausführungsform der Abschnitt **109a** an der Spitze des Stütztes **109** vorab ausgebildet worden und das Stützteil **109** wird an dem Schaft **106** durch einen Preßsitz oder Schweißung oder dergleichen angeordnet, nachdem das kugelförmige Bauteil **43** in dem Stützteil **109** aufgenommen worden ist.

[0104] Da in den elften bis dreizehnten Ausführungsformen das Stützteil und der Schaft **106** separat ausgebildet werden, wird die Wärmebehandlung des Schaftes **106** sehr einfach. Der Schaft **106** wird einer Wärmebehandlung unterworfen, um sicherzustellen, daß ein Führungsabschnitt (Gleitabschnitt), der aufgrund einer Betätigung des Magnetventiles **30** beweglich ist, hohe Haltbarkeit hat und daß eine Oberfläche, welche hohen Belastungen unterworfen ist (Kontaktfläche mit kugelförmigem Bauteil) ebenfalls hohe Haltbarkeit hat. Somit wird, wenn, wie in der ersten Ausführungsform, die Spitze des Schaftes verstemmt wird, um abschließend das kugelförmige Bauteil am Herausfallen zu hindern, die Zementierungs-Wärmebehandlung (cementing heat treatment) durchgeführt, nachdem der verstemmte Spitzenabschnitt der Kohlenstoff-Verhinderungsbehandlung (carbon prevention treatment) unter Verwendung von Legierungsstahl als Material unterworfen wurde. Da jedoch der Durchmesser des kugelförmigen Bauteiles sehr klein ist, beispielsweise 2,0 mm wie in der ersten Ausführungsform, ist die Länge des Schaftspitzenbereiches, der der Kohlenstoff-Verhinderungsbehandlung unterworfen wird sehr klein, so daß es Zeit benötigt, diese Kohlenstoff-Verhinderungsbehandlung durchzuführen. Angesichts dieser Tatsache ist in der elften bis dreizehnten Ausführungsform das zylindrische Stützteil separat von dem Schaft vorgesehen, so daß die Wärmebehandlung des Schaftes erleichtert ist. Da der Härtungsvorgang an dem Schaft **106** vor dem Zusammenbau erfolgt, kann die Wärmebehandlung sehr leicht durchgeführt werden.

[0105] Weiterhin wird in der elften bis dreizehnten Ausführungsform das Stützteil an dem Schaft **106** durch einen Preßsitz oder Schweißung befestigt. Es versteht sich, daß der Stützteil auch anders an dem Schaft befestigt werden kann, beispielsweise durch eine oder mehrere Schraubverbindungen.

[0106] Die Beschreibung der vorliegenden Erfindung erfolgte rein exemplarisch anhand der voranstehenden Ausführungsformen. Es versteht sich, daß

der Gegenstand der vorliegenden Erfindung nicht auf diese konkreten Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern daß eine Vielzahl von Modifikationen und Abwandlungen möglich ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher zum Einspritzen von gespeichertem, unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in einen Zylinder einer Verbrennungsmaschine, wobei die Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) aufweist:

einen Steuerkolben (22) zum Steuern einer Verbindung zwischen einem Hochdruckkraftstoffdurchlass, der dazu geeignet ist, einer Einspritzöffnung (11a) einer Einspritzdüse (10) Hochdruckkraftstoff zuzuführen, und der Einspritzöffnung (11a);

eine Drucksteuerkammer (62) zum Zwangsbewegen des Steuerkolbens (22) in eine Richtung zur Unterbrechung der Kraftstoffeinspritzung unter Verwendung eines Kraftstoffdrucks von 100 MPa oder mehr, der von einem Hochdruck-Kraftstoffdurchlass (61) herkommt;

eine Begrenzerbohrung (64), die zwischen einem Niederdruckdurchlass (52a, 40a) und der Drucksteuerkammer (62) ausgebildet ist; und

ein Magnetventil (30) zur Steuerung einer Verbindung zwischen dem Niederdruckdurchlass und der Drucksteuerkammer (62),

dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetventil (30) aufweist:

einen flachen Ventilsitz (51), der um die Begrenzerbohrung (64) ausgebildet ist;

ein Ventiltteil (41) mit einem Schaftteil (42) und einem kugelförmigen Bauteil (43), das gleitbeweglich und gegen Herausfallen gesichert an dem Schaftteil (42) gelagert ist und das auf seiner dem flachen Ventilsitz (51) zugewandten Seite abgeflacht ist, um die Begrenzerbohrung (64) zwischen dem kugelförmigen Bauteil (43) und dem flachen Ventilsitz (51) zu verschließen; und

einen ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b), der in dem flachen Ventilsitz (51) ausgebildet ist und mit dem Niederdruckdurchlass in einem Kontaktbereich zwischen dem flachen Ventilsitz (51) und dem Ventiltteil (41) in Verbindung steht, um den ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) innerhalb des Außenumfangs des Kontaktbereichs zu platzieren, wobei die Dicke einer Wand, welche zwischen dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) und der Begrenzerbohrung angeordnet ist, kleiner ist als der Innendurchmesser der Begrenzerbohrung (64), um den Abstand zwischen der Begrenzerbohrung (64) und dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) zu verkürzen, wobei die Dicke der Wand eine Differenz zwischen einem Innendurchmesser des ringförmig umlaufenden Kerbendurchlasses (51b) und dem Innendurchmesser der Begrenzerbohrung (64) bezeichnet.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher zum Einspritzen von gespeichertem, unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in einen Zylinder einer Verbrennungsmaschine, wobei die Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) aufweist:

einen Steuerkolben (22) zum Steuern einer Verbindung zwischen einem Hochdruckkraftstoffdurchlass, der dazu geeignet ist, einer Einspritzöffnung (11a) einer Einspritzdüse (10) Hochdruckkraftstoff zuzuführen, und der Einspritzöffnung (11a), um das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung (11a) zu steuern; eine Drucksteuerkammer (62) zum Zwangsbewegen des Steuerkolbens (22) in eine Schließrichtung der Einspritzöffnung (11a) unter Verwendung eines Kraftstoffdrucks von 100 MPa oder mehr, der von einem Hochdruck-Kraftstoffdurchlass (61) herkommt;

eine Begrenzerbohrung (64), die zwischen einem Niederdruckdurchlass und der Drucksteuerkammer (62) ausgebildet ist, wobei der Niederdruckdurchlass ein Niederdruck-Kraftstoffdurchlass oder eine Niederdruck-Kraftstoffkammer ist; und

ein Magnetventil (30) zur Steuerung einer Verbindung zwischen dem Niederdruckdurchlass und der Drucksteuerkammer (62);

dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetventil (30) aufweist:

einen flachen Ventilsitz (51), der um die Begrenzerbohrung (64) ausgebildet ist;

ein Ventiltteil (41) mit einem Schaftteil (42) und einem kugelförmigen Bauteil (43; 91), das gleitbeweglich und gegen Herausfallen gesichert an dem Schaftteil gelagert ist und das auf seiner dem flachen Ventilsitz (51) zugewandten Seite abgeflacht ist, um die Begrenzerbohrung (64) zwischen dem kugelförmigen Bauteil (43) und dem flachen Ventilsitz (51) zu verschließen;

eine Vorspannvorrichtung (44) zum Vorspannen des Ventiltteiles (41) in Richtung des flachen Ventilsitzes (51);

ein Solenoid (32) zum Anziehen des Ventiltteiles (41) bei Erregung in einer Richtung, in der eine Trennung von dem flachen Ventilsitz (51) erfolgt; und

einen Kraftstoffablass-Durchlass (51b, 51c; 93), der entweder in dem flachen Ventilsitz (51) oder in der abgeflachten Seite des kugelförmigen Bauteils (43; 91) ausgebildet ist und mit dem Niederdruckdurchlass in einem Kontaktbereich zwischen dem flachen Ventilsitz (51) und dem Ventiltteil (41) in Verbindung steht, wobei der Kraftstoffablass-Durchlass (51b, 51c; 93) einen ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) aufweist, der so ausgebildet ist, dass er im Wesentlichen konzentrisch zu der Begrenzerbohrung (64) ist, sowie wenigstens einen Kraftstoffdurchlass (51c; 93) umfasst, der so ausgebildet ist, dass ein Ende von ihm mit dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) und ein weiteres Ende von ihm mit dem Niederruckraum in Verbindung steht, wobei der ringförmig umlaufende Kerbendurchlass (51b; 93) innerhalb eines Außenumfangs des Kontaktbereichs platziert ist,

wobei die Breite einer ringförmigen Anlageoberfläche, die zwischen dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) und der Begrenzerbohrung (64) angeordnet ist, kleiner als der Innendurchmesser der Begrenzerbohrung (64) ist; und

wobei die Breite der ringförmigen Anlageoberfläche eine Differenz zwischen dem Innendurchmesser des ringförmig umlaufenden Kerbendurchlasses (51b) und dem Innendurchmesser der Begrenzerbohrung (64) bezeichnet.

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kraftstoffdurchlass (51c) wenigstens doppelt angeordnet ist, wobei die beiden Kraftstoffdurchlässe punktsymmetrisch bezüglich der Begrenzerbohrung (64) angeordnet sind.

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorspannvorrichtung (44) zwischen dem Solenoid (32) und dem flachen Ventilsitz (51) angeordnet ist, wobei die Vorspannvorrichtung (44) ein Federteil ist, in dem das Ventiltteil (41) aufgenommen ist.

5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmig umlaufende Kerbendurchlass (51b) allmählich in seiner Tiefe von der inneren Seite hiervon zu einer äußeren Seite hiervon anwächst.

6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn das Ventiltteil (41) auf dem flachen Ventilsitz (51) aufsitzt, die abgeflachte Seite des kugelförmigen Bauteils (43) des Ventiltteiles (41) in einem dichten Kontakt mit einer Ebene des flachen Ventilsitzes an inneren und äußeren Seiten hiervon relativ zu dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) ist.

7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das kugelförmige Bauteil (43) des Ventiltteiles (41) eine sphärische konvexe Oberfläche hat, und das Schafteil (42) des Ventiltteiles (41) entweder eine sphärische konkave Oberfläche, eine konische konkave Oberfläche oder eine ebene Oberfläche für eine Anlage an der sphärischen konvexen Oberfläche in axialer Richtung hat.

8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine ebene Oberfläche der abgeflachten Seite des kugelförmigen Bauteils (43) für einen dichten ebenen Kontakt mit dem flachen Ventilsitz (51) dadurch ausgebildet wird, daß durch Nachbearbeitung ein Teil einer Stahlkugel abgeschnitten wird.

9. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventiltteil (41) ein Stützteil (42a, 107, 108, 109) aufweist, das an dem Schafteil (42) ausgebildet ist, wobei das Stützteil (42a, 107, 108, 109) das kugelförmige Bauteil (43) am Herausfallen entweder durch Verstemmen, Verringerung des inneren Durchmessers oder einen Vorsprung hindert.

10. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventiltteil ein zylindrisches Stützteil (42a, 107, 108, 109) aufweist, das an einem Endabschnitt des Schafteils (42) ausgebildet ist, wobei das Stützteil (42a, 107, 108, 109) das kugelförmige Bauteil (43) durch Verstemmen eines Spitzenbereiches des Stützteiltes nach Aufnahme des kugelförmigen Bauteiles hierin am Herausfallen hindert.

11. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Innendurchmesser des ringförmig umlaufenden Kerbendurchlasses (51b) auf nicht mehr als 1,0 mm gesetzt wird.

12. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Begrenzerbohrung (63) zwischen dem Hochdruck-Kraftstoffdurchlass (61) und der Drucksteuerkammer (62) angeordnet ist, um einen Kraftstoff-Fluß in die Drucksteuerkammer (62) zu regulieren, wobei die weitere Begrenzerbohrung (63) einen Durchlaßwiderstand hat, der größer als derjenige der ersten Begrenzerbohrung (64) ist.

13. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher, der unter hohem Druck stehender Kraftstoff zugeführt wird und die für einen der Zylinder eines Dieselmotors vorgesehen ist, um den Kraftstoff durch eine Einspritzdüse (10) der Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) in den Zylinder einzuspritzen, wobei die Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) aufweist: eine Düsennadel (20) zur Steuerung einer Verbindung zwischen einem Hochdruck-Kraftstoffdurchlass (61) zur Zufuhr von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in eine Einspritzöffnung (11a) der Einspritzdüse (10) und der Einspritzöffnung; einen Steuerkolben (22), der an einer von der Einspritzöffnung (11a) abgewandten Seite der Düsennadel (20) so angeordnet ist, dass er zusammen mit der Düsennadel (20) rückwärts und vorwärts beweglich ist; ein Magnetventil (30), das an einer von der Einspritzöffnung (11a) abgewandten Seite des Steuerkolbens (22) angeordnet ist, um die Verbindung zwischen einer Drucksteuerkammer (62) und einem Niederdruckdurchlass zu steuern, wobei die Drucksteuerkammer (62) in der Lage ist, den Steuerkolben (22) in Schließrichtung der Einspritzöffnung mittels eines Kraftstoffdruckes von 100 MPa oder mehr, der von

dem Hochdruck-Kraftstoffdurchlass zugeführt wird, zu drängen;

eine erste Begrenzerbohrung (63) zwischen dem Hochdruck-Kraftstoffdurchlass (61) und der Drucksteuerkammer (62) zur Regulierung des Kraftstoffflusses in die Drucksteuerkammer (62); und

eine zweite Begrenzerbohrung (64) zwischen der Drucksteuerkammer (22) und dem Niederdruckdurchlass, mit einem Durchlasswiderstand kleiner als derjenige der ersten Begrenzerbohrung (63), dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetventil (30) aufweist:

einen flachen Ventilsitz (51), der um die zweite Begrenzerbohrung (64) ausgebildet ist;

ein Ventiltteil (41) mit einem Schafteil (42) und einem kugelförmigen Bauteil (43; 91), das gleitbeweglich und gegen Herausfallen gesichert an dem Schafteil gelagert ist und das auf seiner dem flachen Ventilsitz (51) zugewandten Seite abgeflacht ist, um die zweite Begrenzerbohrung (64) zwischen dem kugelförmigen Bauteil (43) und dem flachen Ventilsitz (51) zu verschließen;

eine Vorspannvorrichtung (44) zum Vorspannen des Ventiltteils (41) in Richtung des flachen Ventilsitzes (51); und

ein Solenoid (32), das bei Erregung das Ventiltteil (41) in der Richtung anzieht, in der es von dem flachen Ventilsitz abhebt, wobei eine Verbindung zwischen der Drucksteuerkammer (62) und dem Niederdruckdurchlass unterbunden ist, wenn das kugelförmige Bauteil (43) des Ventiltteils (41) auf dem flachen Ventilsitz (51) aufliegt, um den dichten, Kontakt dazwischen zu erreichen, wobei eine Verbindung zwischen der Drucksteuerkammer (62) und dem Niederdruckdurchlass hergestellt wird, wenn das kugelförmige Bauteil (43) von dem flachen Ventilsitz (51) getrennt wird;

wobei ein Kraftstoffablass-Durchlass (51b, 51c; 93) entweder in dem flachen Ventilsitz (51) oder in der abgeflachten Seite des kugelförmigen Bauteils (43; 91) ausgebildet ist;

wobei der Kraftstoffablass-Durchlass (51b, 51c) mit der Niederdruckkammer in einem Kontaktbereich zwischen dem flachen Ventilsitz (51) und dem Ventiltteil (41) in Verbindung steht,

wobei der Kraftstoffablass-Durchlass (51b, 51c, 93) einen ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b; 93) aufweist, der so ausgebildet ist, dass er im Wesentlichen konzentrisch zu der zweiten Begrenzerbohrung (64) ist, und wenigstens einen Kraftstoffdurchlass (51c; 93) aufweist, der so ausgebildet ist, dass ein Ende von ihm mit dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b, 93) und ein weiteres Ende von ihm mit dem Niederdruckdurchlass in Verbindung steht,

wobei der ringförmig umlaufende Kerbendurchlass (51b, 93) innerhalb des Außenumfangs des Kontaktbereichs platziert ist und die Breite einer ringförmigen Anlageoberfläche, die zwischen dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass und der zweiten Be-

grenzerbohrung (64) angeordnet ist, kleiner als ein Innendurchmesser der zweiten Begrenzerbohrung (64) ist, um den Abstand zwischen der zweiten Begrenzerbohrung (64) und dem ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) zu verkürzen, wobei Breite der ringförmigen Anlageoberfläche eine Differenz zwischen einem Innendurchmesser des ringförmig umlaufenden Kerbendurchlasses (51b) und dem Innendurchmesser der zweiten Begrenzerbohrung (64) bezeichnet.

14. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Kraftstoff, der von der Drucksteuerkammer durch die Begrenzerbohrung in den Niederdruckdurchlass fließt, im Wesentlichen durch den ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b) fließt, wenn das kugelförmige Bauteil (43) des Ventiltteils (41) von dem flachen Ventilsitz getrennt ist und der Kraftstofffluss gestoppt ist, wenn das kugelförmige Bauteil des Ventiltteils (41) auf dem flachen Ventilsitz (51) aufliegt.

15. Kraftstoffeinspritzvorrichtung (1) mit Druckspeicher nach Anspruch 2 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Kraftstoff, der von der Drucksteuerkammer (62) durch die Begrenzerbohrung (64) in den Niederdruckdurchlass fließt, im Wesentlichen durch den ringförmig umlaufenden Kerbendurchlass (51b; 93) und den Kraftstoffdurchlass des Kraftstoffablass-Durchlasses (51b, 51c; 93) fließt, wenn das kugelförmige Bauteil (43) des Ventiltteils (41) von dem flachen Ventilsitz (51) getrennt ist, und der Kraftstofffluss gestoppt wird, wenn das kugelförmige Bauteil (43) des Ventiltteils (41) auf dem flachen Ventilsitz (51) aufliegt.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

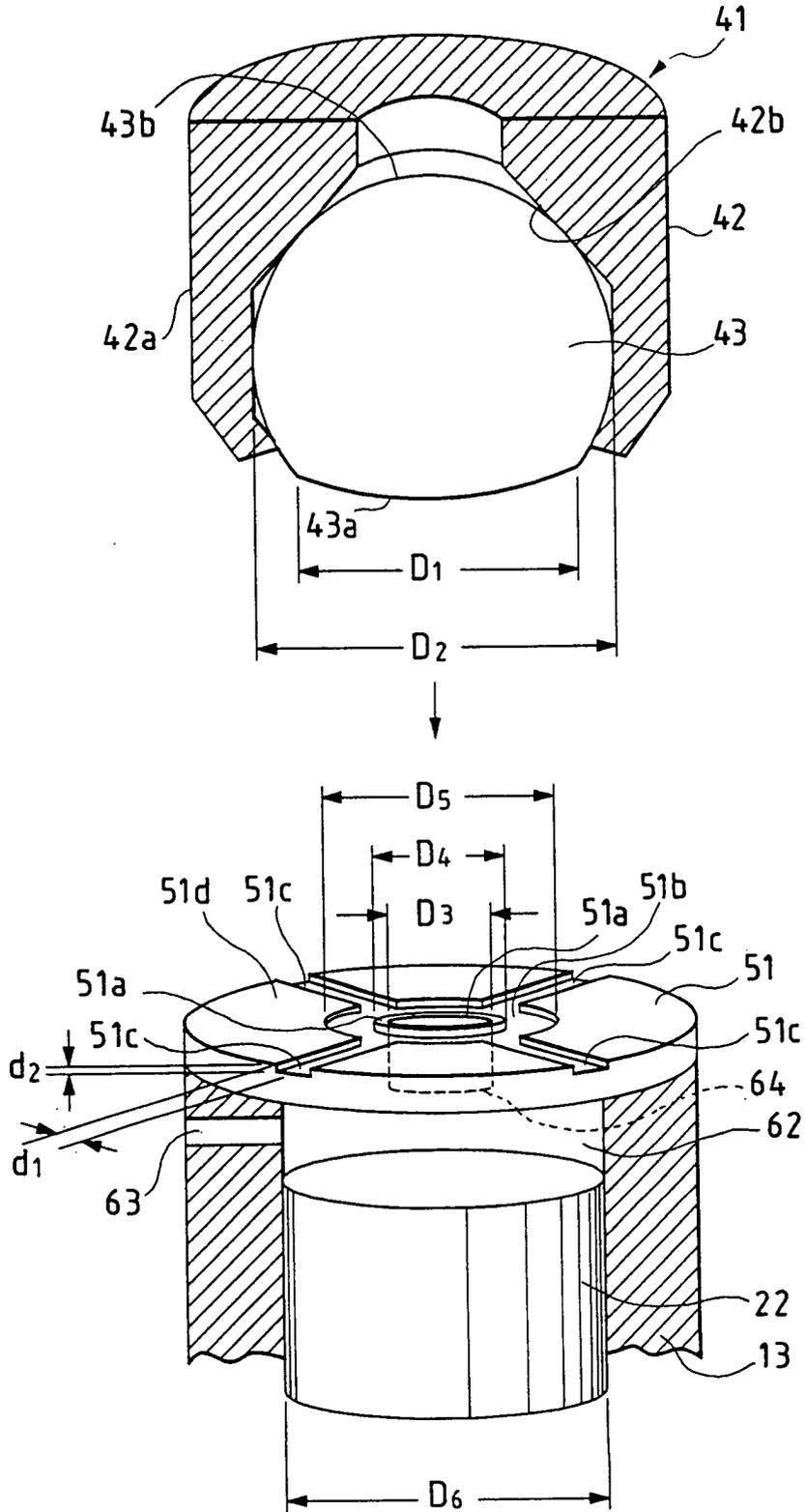


FIG. 3

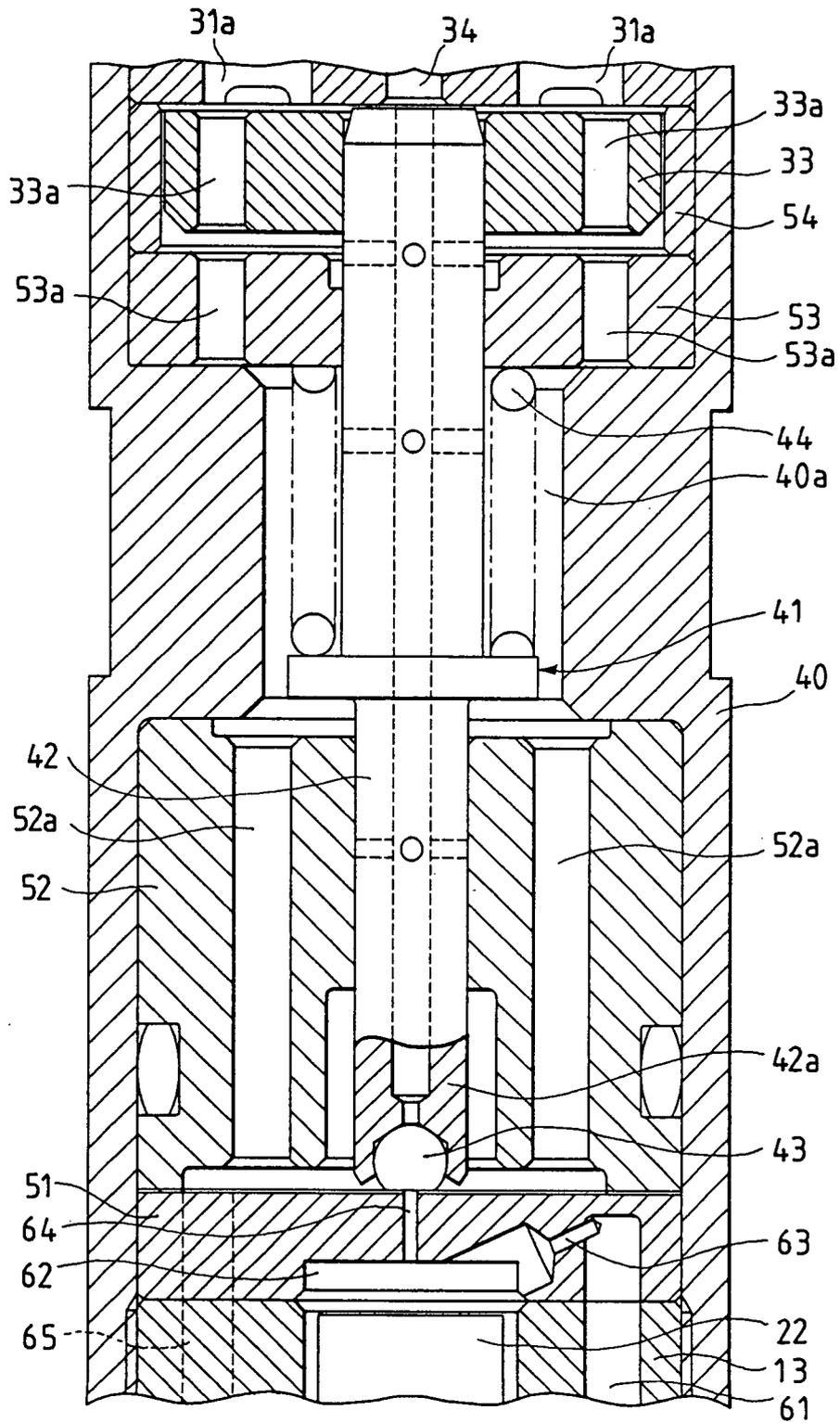


FIG. 4

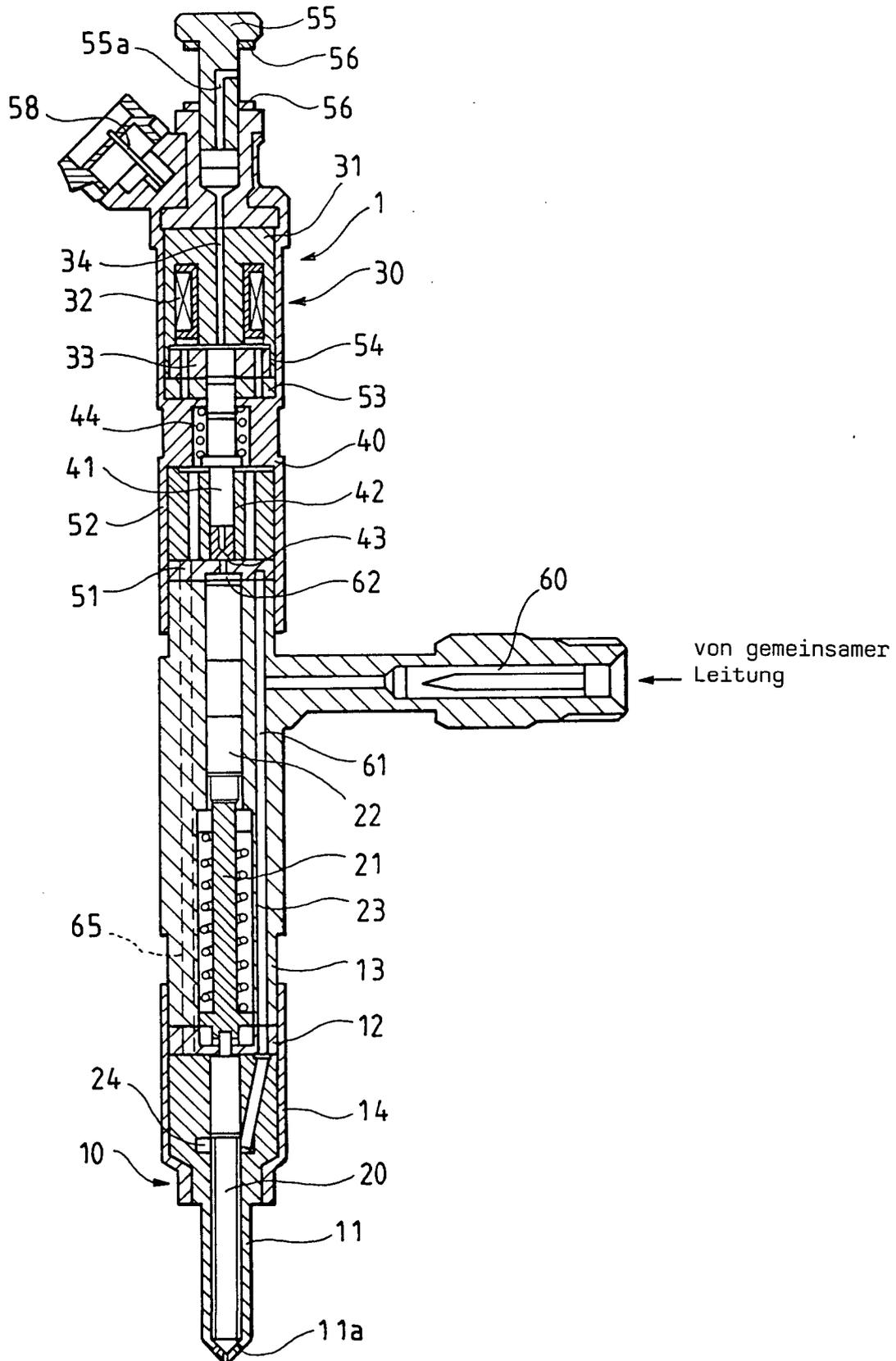


FIG. 5A

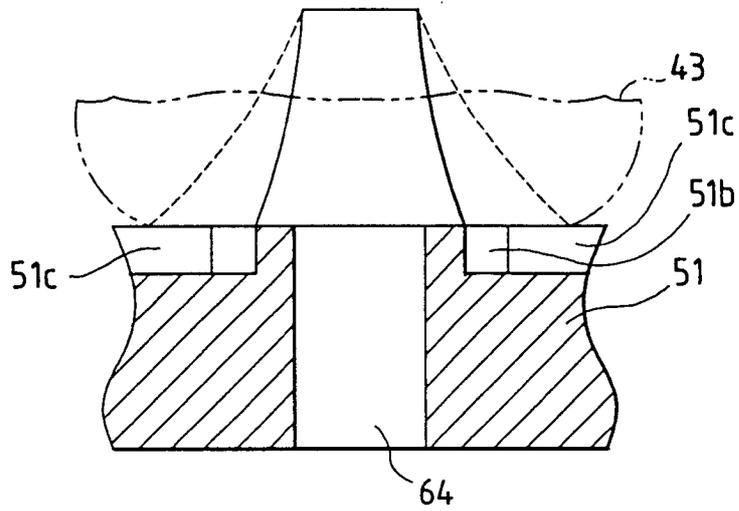


FIG. 5B

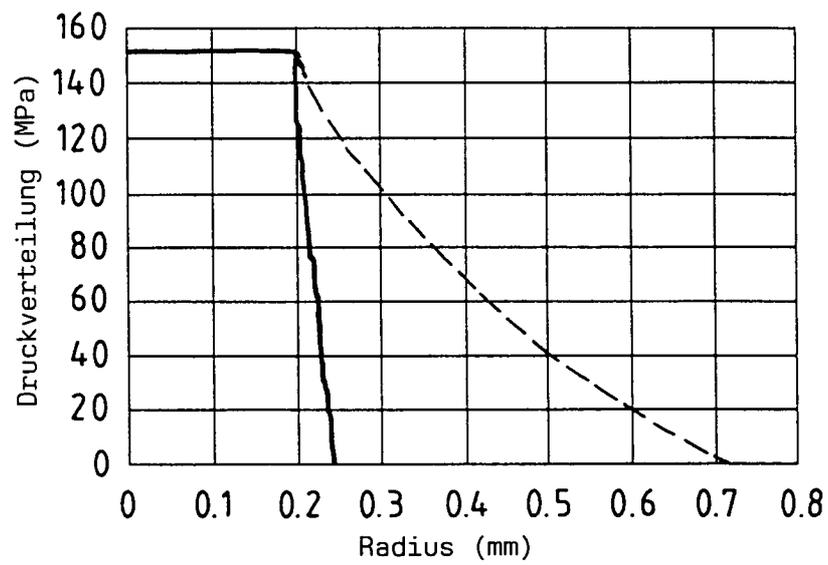


FIG. 6

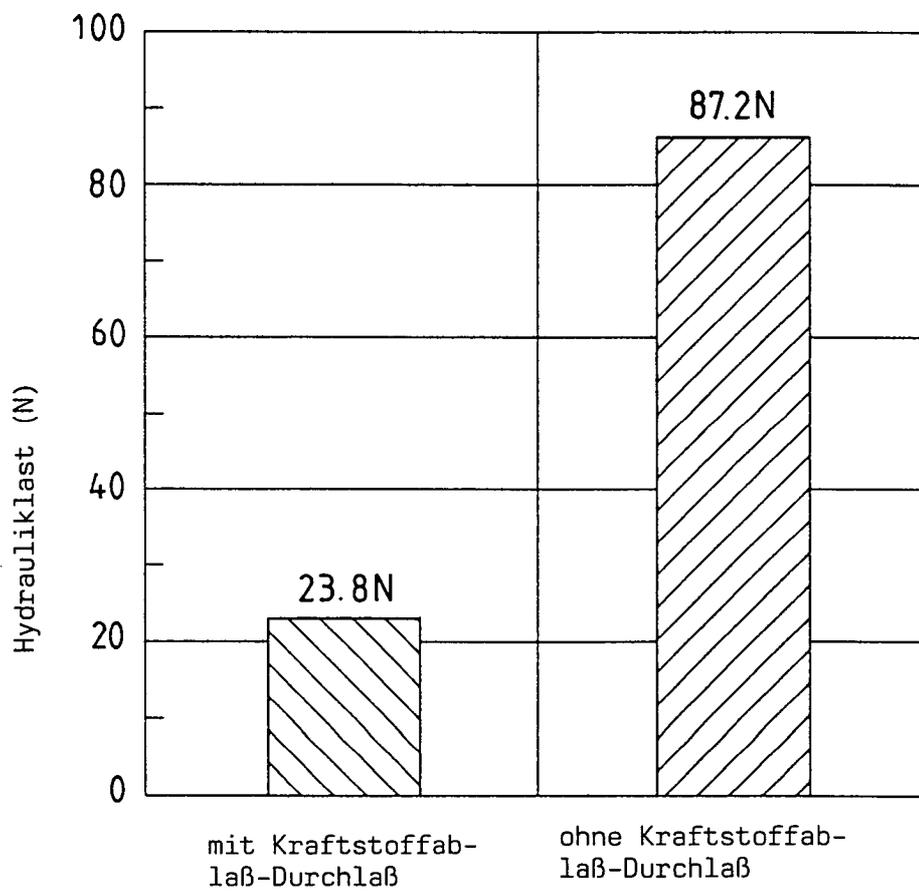


FIG. 7A

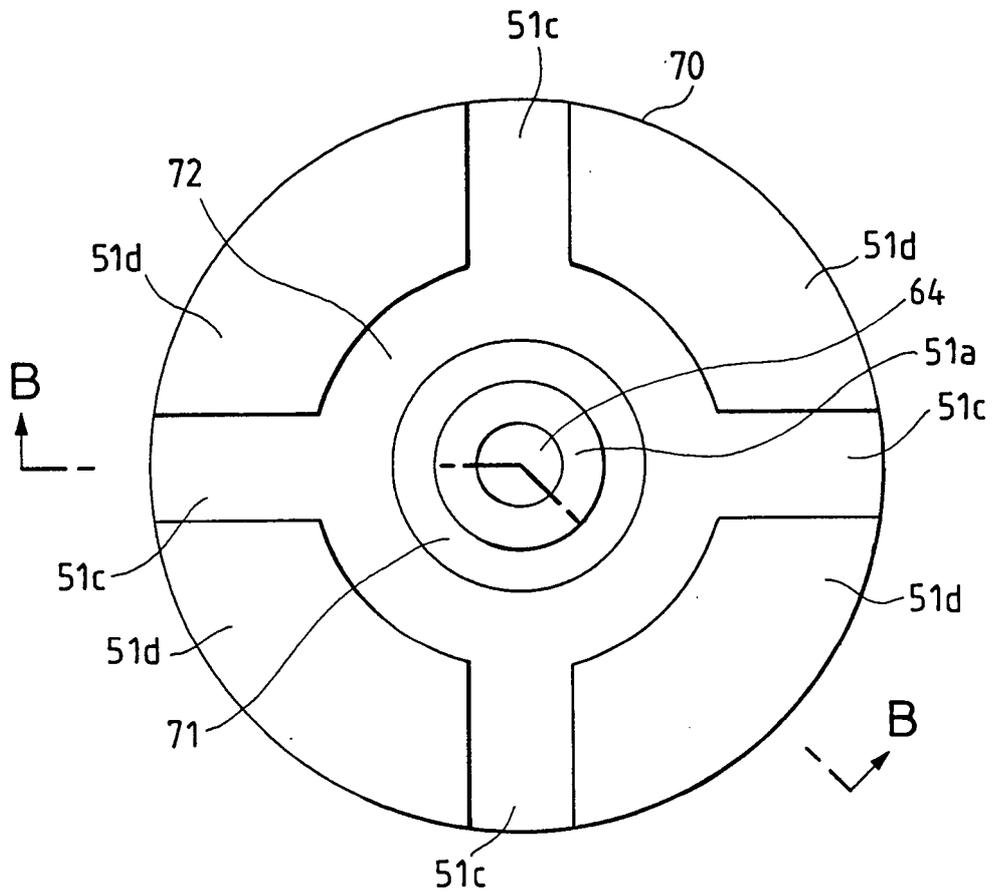


FIG. 7B

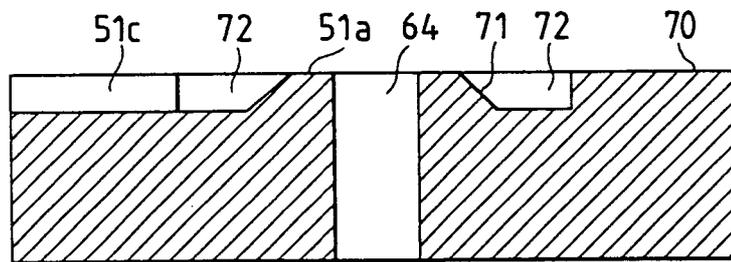


FIG. 8A

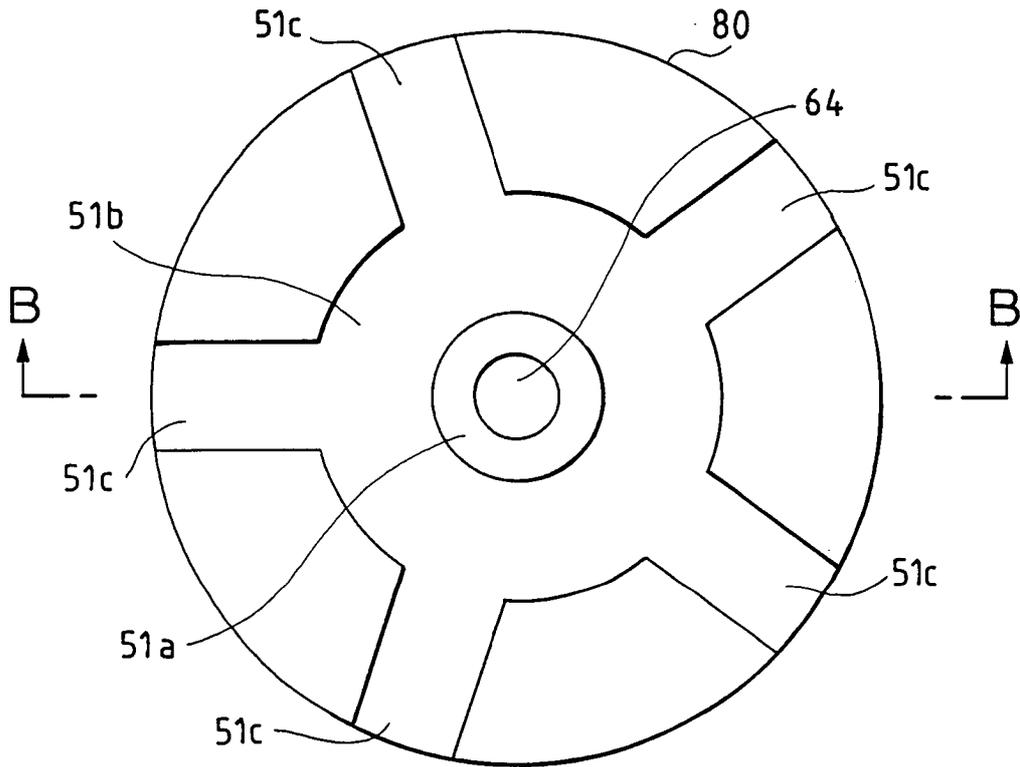


FIG. 8B

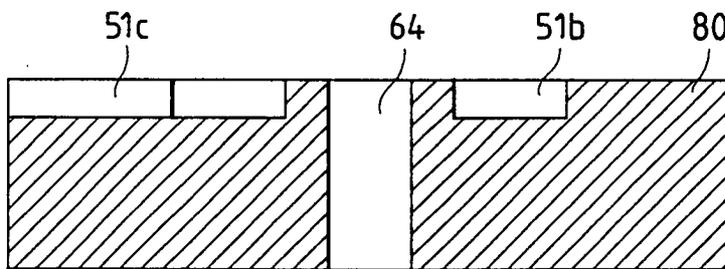


FIG. 9A

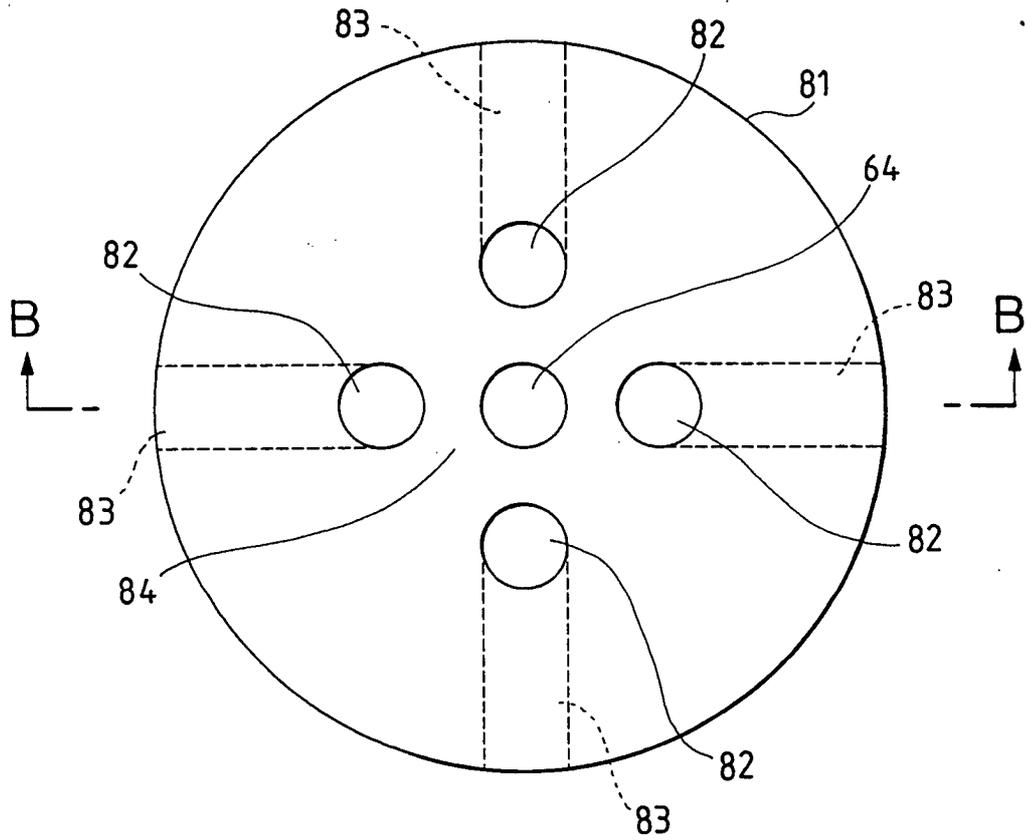


FIG. 9B

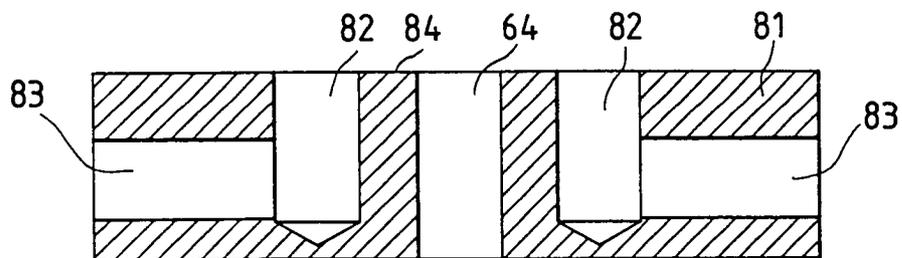


FIG. 10A

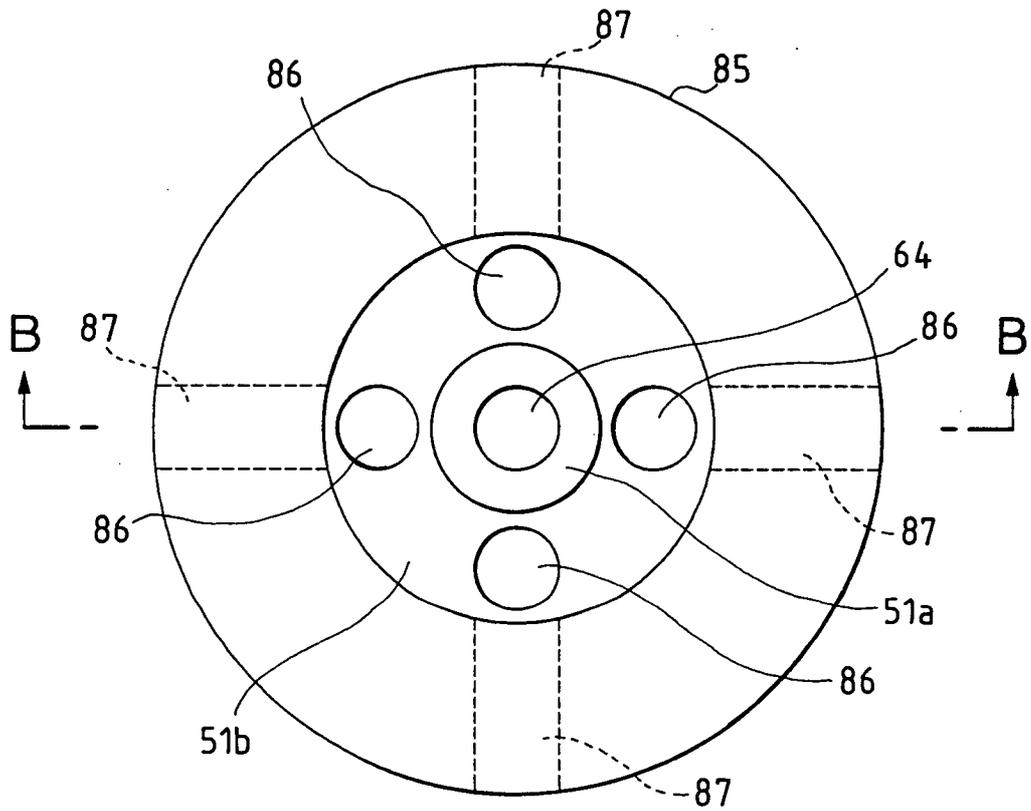


FIG. 10B

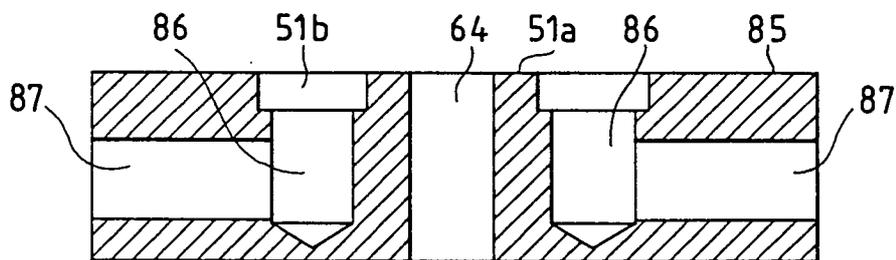


FIG. 11A

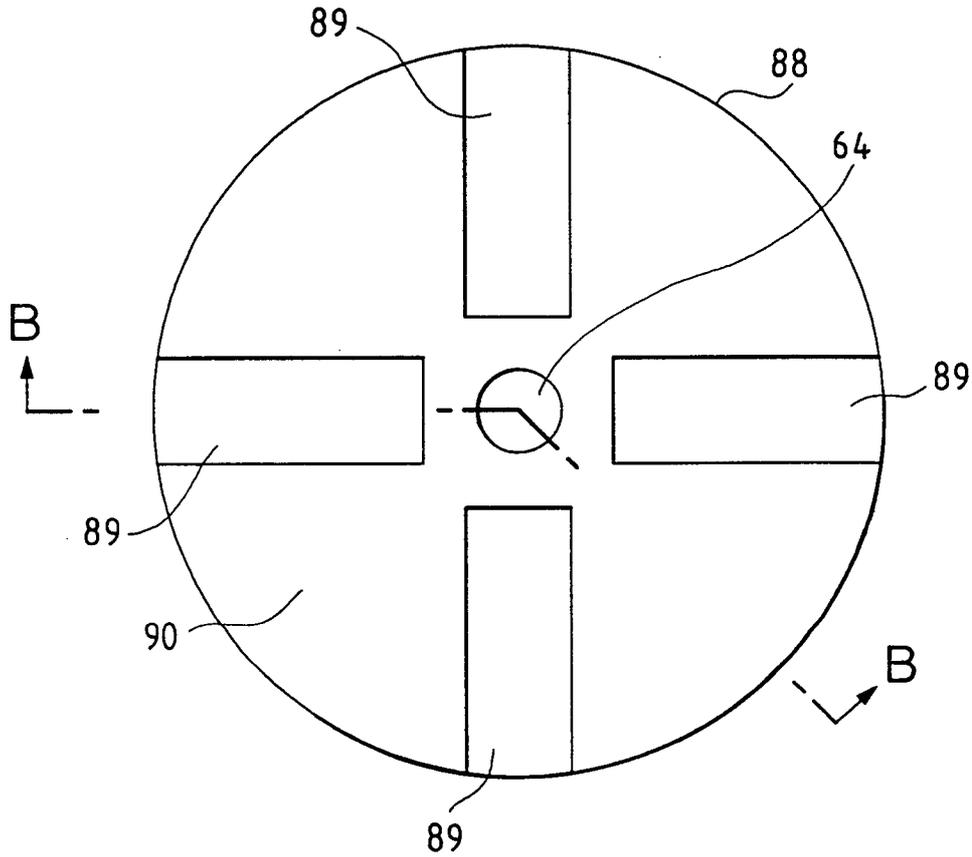


FIG. 11B

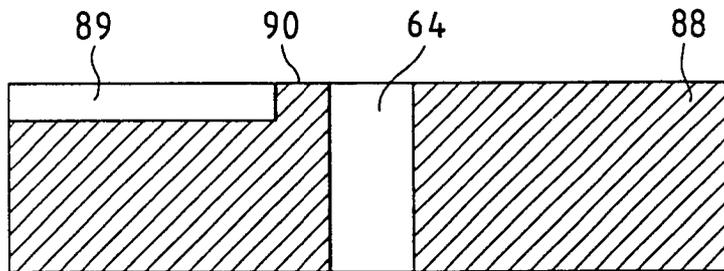


FIG. 12A

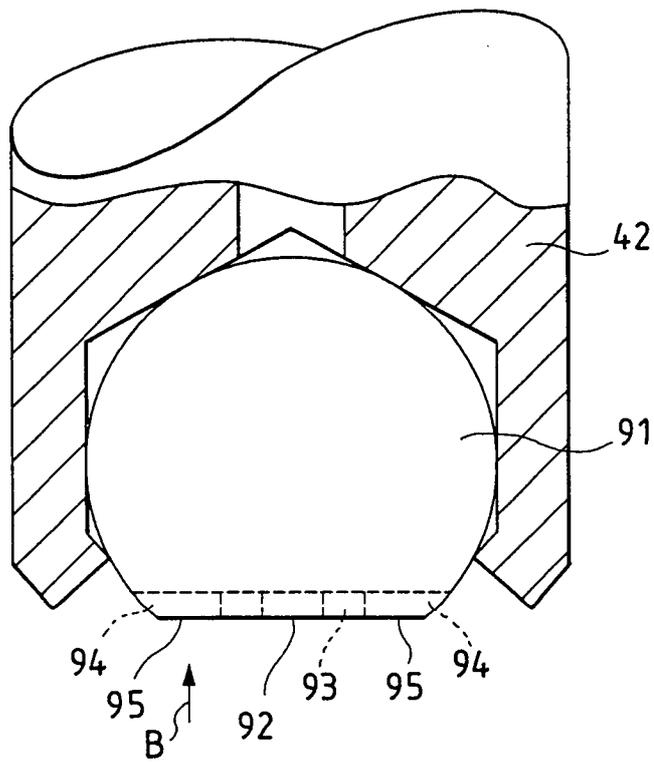


FIG. 12B

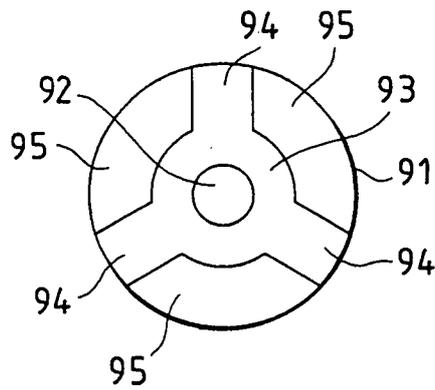


FIG. 13A

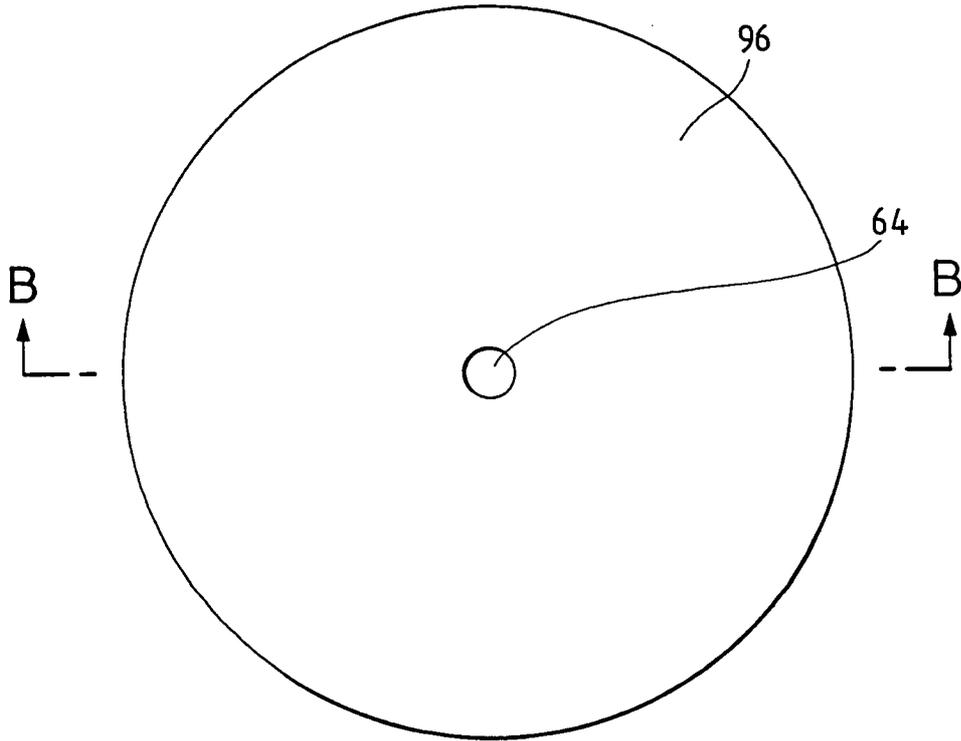


FIG. 13B

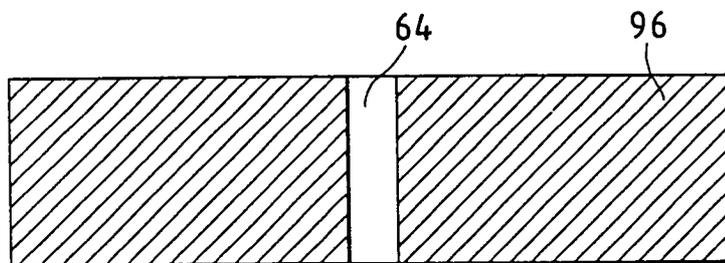


FIG. 14

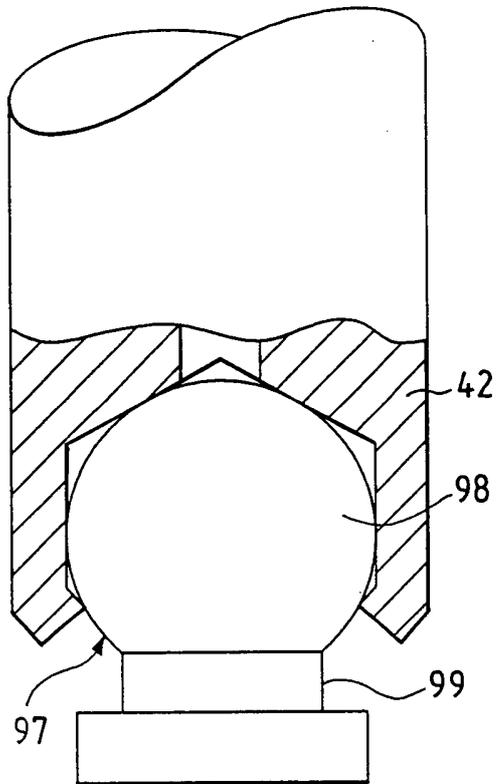


FIG. 15

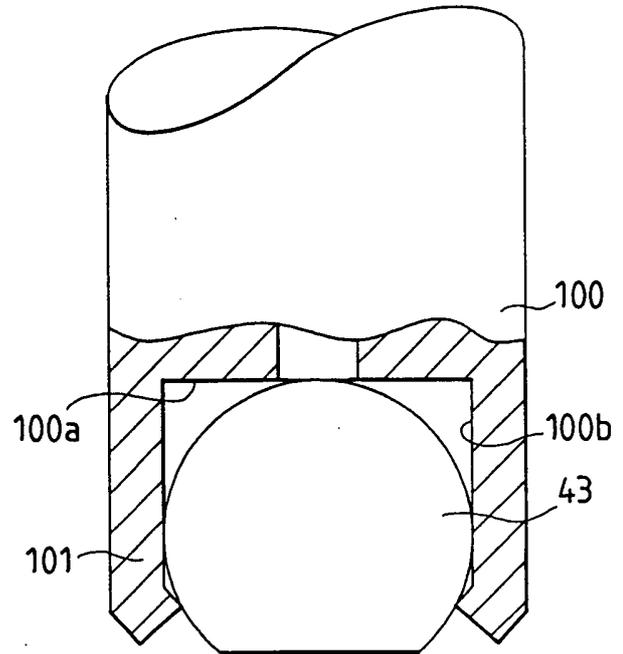


FIG. 16

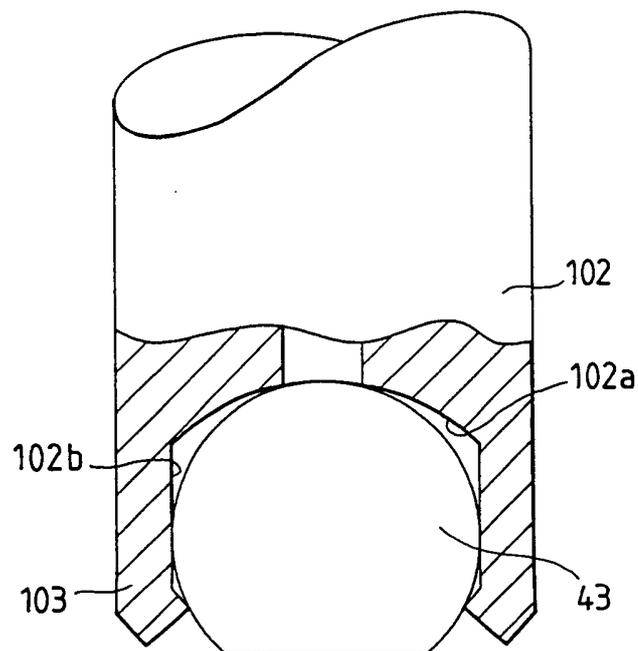


FIG. 17

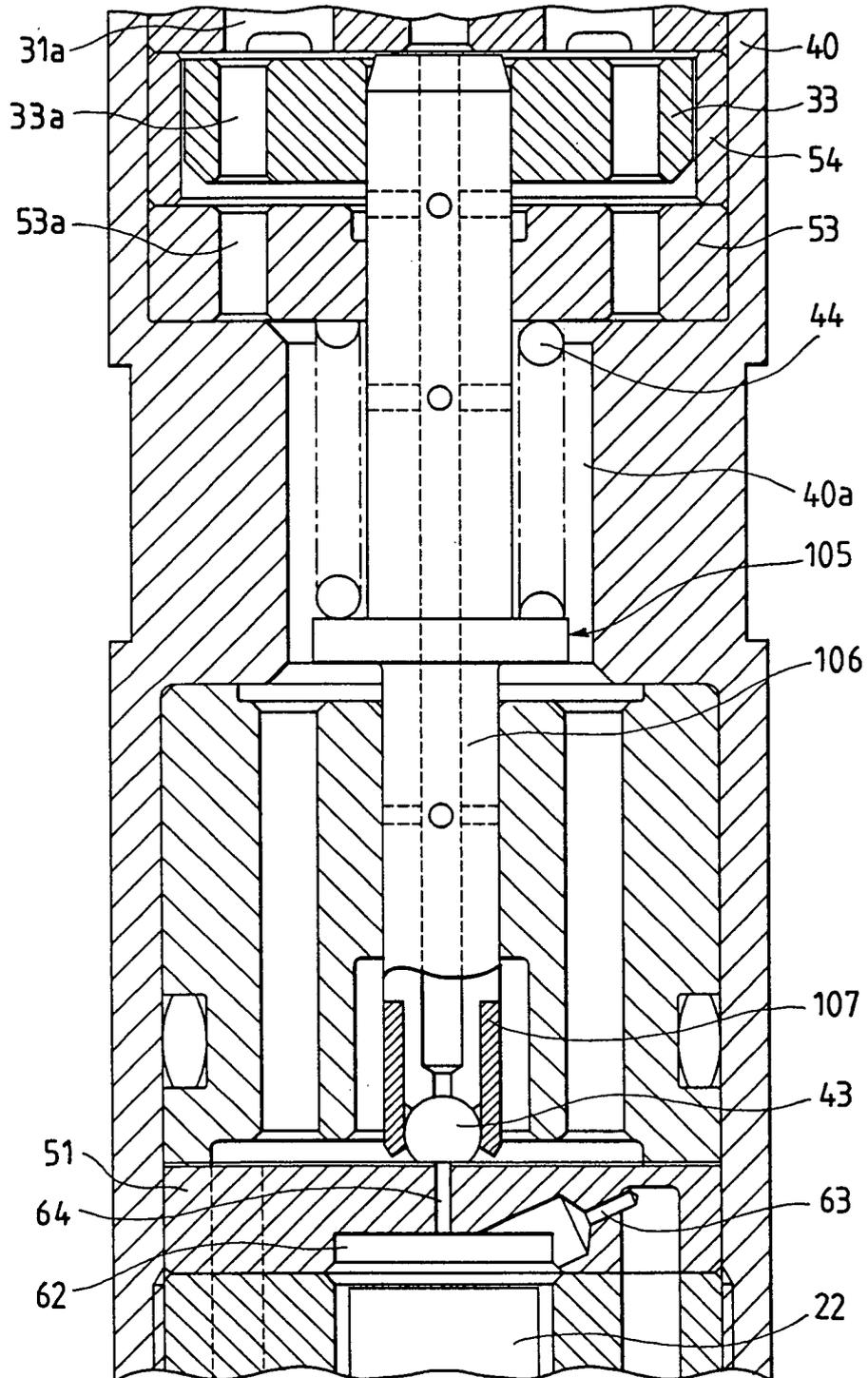


FIG. 18

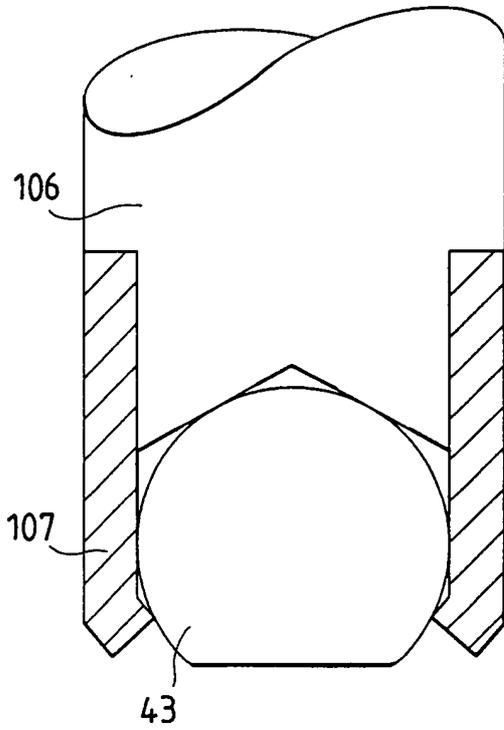


FIG. 19

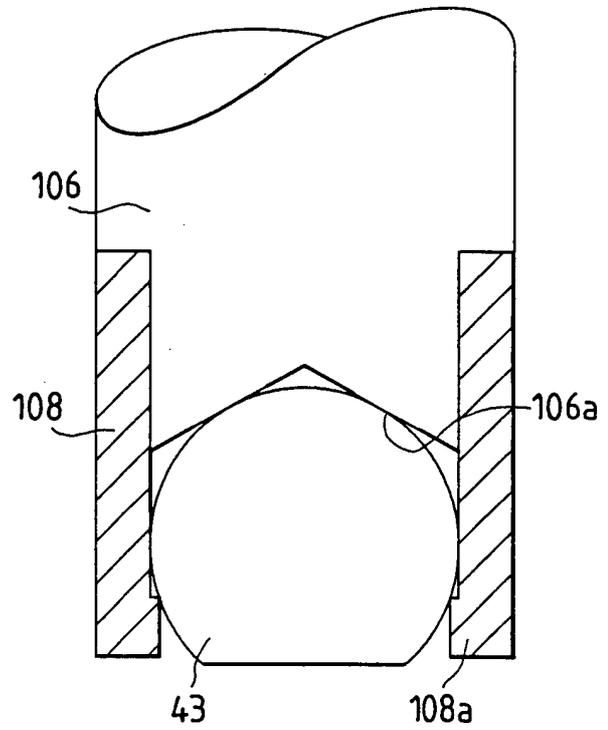


FIG. 20

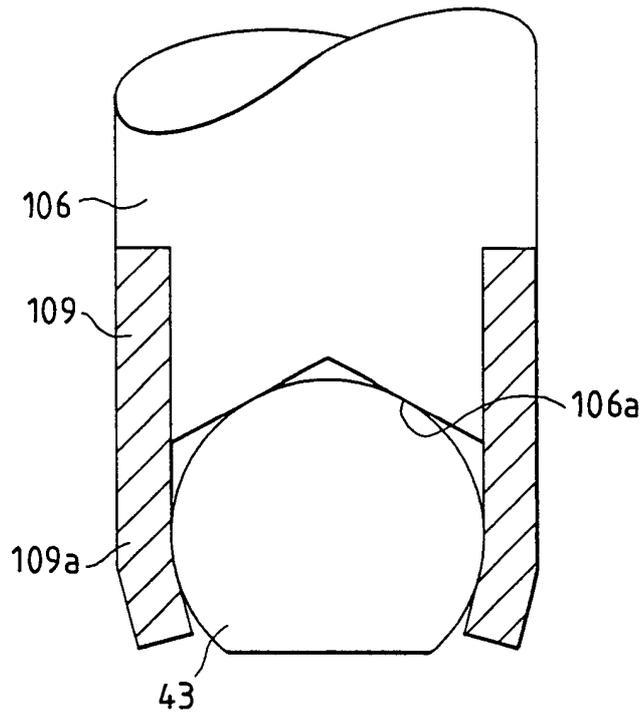


FIG. 21

