(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 28 331 A1** 2004.01.29

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 28 331.5**
(22) Anmeldetag: **24.06.2003**
(43) Offenlegungstag: **29.01.2004**

(51) Int Cl.[7]: **F02M 61/18**

(30) Unionspriorität:
02-184867 25.06.2002 JP

(71) Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP; Nippon Soken, Inc., Nishio, Aichi, JP

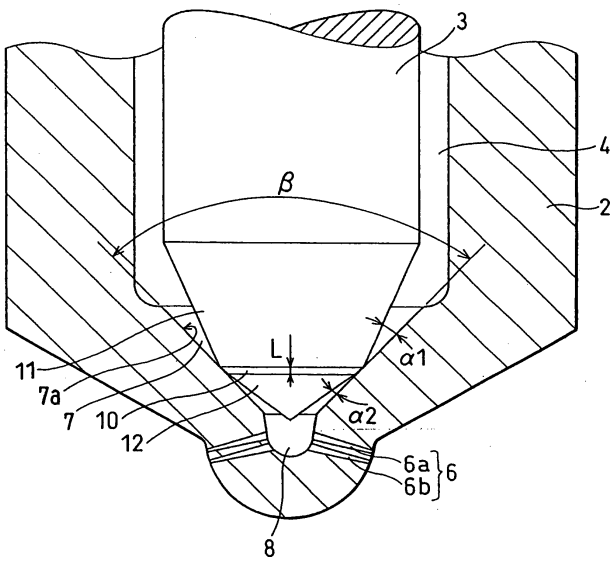
(74) Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München

(72) Erfinder:
Kato, Masaaki, Kariya, Aichi, JP; Takeuchi, Hisaharu, Kariya, Aichi, JP; Goto, Moriyasu, Nishio, Aichi, JP; Maegawa, Hitoshi, Nishio, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzdüse**

(57) Zusammenfassung: Ein Düsenkörper (2) einer Kraftstoffeinspritzdüse (1) hat eine Gruppe von Mikrodurchtritten (6a, 6b) zum Einspritzen von Kraftstoff. Die Mikrodurchtritte in der Gruppe sind längsseitig auf einer gedachten Ebene angeordnet, welche eine Achse des Düsenkörpers (2) beinhaltet. Die Mikrodurchtritte (6a, 6b) verjüngen sich von einer Innenseite zu einer Außenseite des Düsenkörpers (2). Eine Nadel (3) der Düse (1) hat, stromaufwärts nach stromabwärts betrachtet, ein Sitzelement (10), eine erste Kegelfläche (11) und eine zweite Kegelfläche (12). Das Sitzelement (10) liegt auf einer Sitzfläche (7a) innerhalb des Düsenkörpers (2) auf. Die Kegelflächen sind bezüglich der Sitzfläche (7a) in den Winkeln (α1, α2) abgewinkelt, die größer sind als jene des Stands der Technik. Dieser Aufbau verringert die Geschwindigkeit von Kraftstoff entlang der Sitzfläche (7a). Gasförmiger Brennstoff aufgrund von Kavitation wird dabei verringert, um die Verminderung der Einspritzmenge zu verhindern.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzdüse, die Kraftstoff in Zylinder von einem Verbrennungsmotor einspritzt.

Stand der Technik

[0002] Ein Beispiel einer Kraftstoffeinspritzdüse vom Stand der Technik ist in **Fig.** 5 dargestellt. Die Kraftstoffeinspritzdüse hat einen Düsenkörper **100** und eine Nadel **200**. Der Düsenkörper **100** hat einen Führungsdurchgang **110** in den sich die Nadel **200** durch Einfügen einpasst. Ein Sitzdurchgang **120**, der eine Innenkegelkrümmungsfläche **120a** hat, ist am unteren Ende des Führungsdurchgangs **110** ausgebildet. Darüber hinaus ist ein Sackloch **130** als Senke am unteren Ende (stromabwärts) des Sitzdurchgangs **120** ausgebildet. Ein Einspritzdurchtritt **140** durchdringt den Düsenkörper **100** von dem Sackloch **130** zu einer Außenseite des Düsenkörpers **100**.

[0003] Die Nadel **200** hat an ihrem Oberende eine erste Kegelfläche **210** und eine zweite Kegelfläche **220**. Ein Sitzelement **230** ist entlang einer Gratlinie zwischen der ersten und zweiten Kegelfläche **210**, **220** ausgebildet. Wenn das Sitzelement **230** auf der Innenfläche **120a** des Sitzdurchgangs **120** aufliegt, wird die zum Einspritzdurchtritt **140** führende Kraftstoffströmung abgesperrt. Hierbei wird ein Winkel α101 von ungefähr 7,5 Grad zwischen der Innenfläche **120a** und der ersten Kegelfläche **210** eingerichtet, während zwischen der Innenfläche **120a** und der zweiten Kegelfläche **220** ein Winkel α102 von ungefähr 0,5 Grad eingerichtet wird.

[0004] Im obigen Aufbau wird die Strömungsgeschwindigkeit entlang dem Sitzdurchgang **120** vergrößert wenn sich die Nadel **200** anhebt, da die Winkel a101, a102 zwischen der Innenfläche **120a** und den Kegelflächen **210**, **220** klein sind. Infolgedessen besteht beispielsweise in einem unterkritischen Kraftstoff, dessen Siedetemperatur niedrig ist, die Tendenz zur Erzeugung von Kavitation, so dass Abtragung auf der Innenfläche **120a** des Sitzdurchgangs **120** oder den Kegelflächen **210**, **220** erzeugt wird. Kraftstoff, der gasförmigen Kraftstoff aufgrund der Kavitation beinhaltet, tritt in den Einspritzdurchtritt **140** ein, so dass eine Strömungsmenge des Einspritzkraftstoffs verringert wird und eine Einspritzdistanz der zerstäubten Kraftstoffpartikel verringert wird.

Aufgabenstellung

[0005] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kraftstoffeinspritzdüse bereitzustellen, die Kavitation und die Verringerung einer Kraftstoffeinspritzmenge aufgrund der Kavitation begrenzt und eine Einspritzdistanz der zerstäubten Kraftstoffpartikel sicherstellt.

[0006] Um die obige Aufgabe zu erreichen ist eine Kraftstoffeinspritzdüse, die einen Düsenkörper und eine Nadel hat, mit Folgendem versehen. Der Düsenkörper hat einen Sitzdurchgang, der eine Innenkegelfläche bzw.

[0007] konische Innenseite hat, die dem Kraftstoff zugewandt ist, ein Sackloch, das stromabwärts vom Sitzdurchgang vorgesehen ist und einen Einspritzdurchtritt, der den Düsenkörper von der Innenseite des Sitzdurchgangs oder des Sacklochs zu einer Außenseite des Düsenkörpers zum Einspritzen des Kraftstoffs durchdringt. Die Nadel hat ein Sitzelement, das die Strömung des Kraftstoffs absperrt, indem es auf der Innenkegelfläche des Sitzdurchgangs des Düsenkörpers aufliegt, eine erste Kegelfläche, die stromaufwärts vom Sitzelement vorgesehen ist und eine zweite Kegelfläche, die stromabwärts vom Sitzelement vorgesehen ist. Hierbei ist die Kraftstoffeinspritzdüse dadurch gekennzeichnet, dass der Einspritzdurchtritt mindestens eine Gruppe von mindestens zwei Mikrodurchtritte hat, wobei jeder der Mikrodurchtritte sich von einer Innenseite des Düsenkörpers zu einer Außenseite des Düsenkörpers verjüngt. Dieser Aufbau verringert die Geschwindigkeit des Kraftstoffs entlang der Sitzfläche. Gasförmiger Kraftstoff aufgrund von Kavitation wird dadurch reduziert, um die Verringerung der Einspritzmenge einzuschränken.

Ausführungsbeispiel

[0008] Die obige und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung ersichtlicher, die unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gegeben wird. In den Zeichnungen wird Folgendes dargestellt:

[0009] **Fig.** 1 ist eine vergrößerte Schnittdarstellung eines oberen Abschnitts einer Kraftstoffeinspritzdüse gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0010] **Fig.** 2 ist eine Schnittdarstellung eines Gesamtaufbaus der Kraftstoffeinspritzdüse gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0011] **Fig.** 3 ist eine vergrößerte Schnittdarstellung eines oberen Abschnitts einer Kraftstoffeinspritzdüse gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

[0012] **Fig.** 4 ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie IV-IV von **Fig.** 3; und

[0013] **Fig.** 5 ist eine vergrößerte Schnittdarstellung eines oberen Abschnitts einer Kraftstoffeinspritzdüse vom Stand der Technik.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0014] Eine Kraftstoffeinspritzdüse **1** eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung hat, wie in **Fig.** 2 dargestellt, einen Düsenkörper **2** und eine Nadel **3**, die in den Düsenkörper **2** eingesetzt ist. Die Düse **1** ist in einen Injektor (nicht dargestellt) eingebaut, der in jedem Zylinder eines Dieselmotors vorgesehen ist.

[0015] Der Düsenkörper **2** hat eine Kraftstoffbahn **5**, einen Führungsdurchgang **4**, einen Sitzdurchgang **7**, eine Sackloch **8** und einen Einspritzdurchtritt **6**. Die Kraftstoffbahn **5** führt mit hohem Druck beaufschlagten Kraftstoff in eine Kraftstoffkammer **9** ein, die ausgeformt ist, indem der Innendurchmesser eines Zwischenabschnitts des Führungsdurchgangs **4** vergrößert ist.

[0016] Wie in **Fig.** 1 dargestellt ist der Sitzdurchgang **7** stromabwärts vom Führungsdurchgang **4** angeordnet und das Sackloch **8** ist stromabwärts vom Sitzdurchgang **7** angeordnet. Der Sitzdurchgang **7** hat eine Innenkegelkrümmungsfläche **7a**, die einen Sitzwinkel β hat, der in Bereich **80** bis **120** Grad (**90** Grad in **Fig.** 1) ist.

[0017] Der Einspritzdurchtritt **6** hat eine Gruppe von einem ersten Einspritz-Mikrodurchtritt **6a** und einen zweiten Einspritz-Mikrodurchtritt **6b**. Die ersten und zweiten Mikrodurchtritte, deren Mittelachsen längsseits im Wesentlichen auf einer gedachten Ebene angeordnet sind, die eine Mittelachse des Düsenkörpers **2** beinhaltet, verbinden das Sackloch **8** mit einer Außenseite des Düsenkörpers **2**. Eine Vielzahl von Gruppen von Mikrodurchtritten **6a**, **6b** erstrecken sich vom Sackloch **8** fast radial von der Mittelachse des Düsenkörpers **2**. Jeder der ersten und zweiten Mikrodurchtritte **6a**, **6b** verjüngt sich von einem Einlass, der sich zum Sackloch **8** öffnet, zu einem Auslass, der sich zu einer Außenfläche am Ende des Düsenkörpers **2** öffnet.

[0018] Die Nadel **3** ist in den Düsenkörper **2** eingesetzt, wobei sie um eine vorherbestimmte Strecke in einer Axialrichtung des Düsenkörpers **2** bewegbar ist. Der Endabschnitt der Nadel **3** hat ein Sitzelement **10**, das auf der Innenfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** aufliegt, wenn die Nadel **3** die Kraftstoffströmung absperrt. Die Oberfläche des Sitzelements **10** ist stromabwärts von einer ersten Kegelfläche **11** und stromaufwärts von einer zweiten Kegelfläche **12** angeordnet. Das Sitzelement **10** hat eine Breite L, die in **Fig.** 1 dargestellt ist, zum Berühren der Innenfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** mittels Flächenkontakt.

[0019] Die erste Kegelfläche **11** ist bezüglich der Oberfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** in einem Winkel a1 abgewickelt, während die zweite Kegelfläche **12** bezüglich Oberfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** in einem Winkel α2 abgewinkelt ist.

[0020] Hierbei sind die Winkel folgendermaßen eingerichtet:

7,5 Grad < α1 (z.B., 15 Grad) ≤ 20 Grad;

7,5 Grad < α2 (z.B., 10 Grad) ≤ 20 Grad; und

α2 < α1.

[0021] Der Betrieb und die Auswirkungen werden nachfolgend beschrieben.

[0022] Wenn die Nadel **3** in einen Schließzustand gesetzt ist, wird der Kraftstoff in die Düse **1** eingeführt, um komplett einzuströmen in die Kraftstoffbahn **5**, die Kraftstoffkammer **9**, den Führungsdurchgang **4** (ringförmiger Zwischenraum zwischen der Nadel **3** und dem Führungsdurchgang **4**) und einen oberen Abschnitt des Sitzdurchgangs **7**, der über dem Sitzelement **10** angeordnet ist. Wenn der Kraftstoffdruck genug gesteigert wird, um die Nadel **3** in die Richtung nach Oben anzuheben, wird die Nadel **3** entlang des Führungsdurchgangs **4** angehoben, um die Kraftstoffströmung zuzulassen. Dann strömt der Kraftstoff durch einen Zwischenraum zwischen dem Sitzdurchgang **7** und dem Sitzelement **10**, das Sackloch **8** und die Mikrodurchtritte **6a**, **6b**, um dadurch in den Brennraum des Dieselmotors eingespritzt zu werden.

[0023] Hierbei ist der Winkel a1 zwischen der ersten Kegelfläche **11** und der Innenfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** größer als jener der Düse vom Stand der Technik. Die Geschwindigkeit der Kraftstoffströmung ist dadurch auf der stromaufwärtigen Seite des Sitzelements **10** begrenzt, so dass ein Hochdruckzustand um das Sitzelement **10** aufrechterhalten wird. Darüber hinaus ist der Winkel a2 zwischen der zweiten Kegelfläche **12** und der Innenseite **7a** des Sitzdurchgangs **7** auch größer als jener der Düse vom Stand der Technik. Obwohl die Geschwindigkeit der Kraftstoffströmung einmal an einem Zwischenraum zwischen dem Sitzelement **10** und der Oberfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** erhöht wird, wird sie sofort wieder verringert, so dass der Hochdruckzustand auf der stromabwärtigen Seite des Sitzelements **10** nach wie vor aufrechterhalten wird. Dies führt zur Verminderung der Entstehung von Kavitation und gasförmigem Kraftstoff im Kraftstoff, der in den Einspritzdurchtritt **6** strömt. Die Verringerung der Einspritzmenge von Kraftstoff wird dadurch eingeschränkt. Desweiteren kann die Abtragung entlang der Innenseite **7a** oder den Kegelflächen **11**, **12** begrenzt werden. Besonders wenn dünnflüssiger oder unterkritischer Kraftstoff verwendet wird, kann der Einschränkungseffekt der Entstehung der Kavitation abgeschätzt werden.

[0024] Da die Düse **1** des Ausführungsbeispiels die Vielzahl der Gruppen von Mikrodurchtritten **6a**, **6b** und ihre verjüngenden Formen ausnützt, wird die Druckminderung im Einlass des Einspritzdurchtritts **6** begrenzt. Dies führt zur Aufrechterhaltung der Strömungsgeschwindigkeit bis zum Auslass des Einspritzdurchtritts **6**. Darüber hinaus werden zerstäubte Partikel durch eine Vielzahl von Mikrodurchtritten ausgebildet. Selbst wenn die Durchmesser der Mikrodurchtritte klein sind, können die zerstäubten Partikel eine erforderliche Distanz erreichen. Der Winkel ß der Innenkegelfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** ist in einem Bereich von 80 bis 120 Grad und größer als jener der Düse vom Stand der Technik. Ein effektiver Strömungsbereich wird dadurch, sogar wenn die Nadel **3** weniger angehoben wird, vergrößert, so dass eine große Menge an Kraftstoffströmung sichergestellt werden kann.

[0025] Wie vorstehend erklärt hat das Sitzelement **10** eine Breite L zum Berühren der Innenfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** durch Flächenkontakt. Die Vergrößerung des Winkels ß der Innenkegelfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** ermöglicht es, die Klemmkraft der Nadel **3** bezüglich der Oberfläche **7a** des Sitz-

durchgangs **7** zu verringern. Infolge der Übernahme des obigen Aufbaus, werden die Abnutzung der Sitzfläche **7a** und des Sitzelements **10** und die Verformung der Sitzfläche **7a** begrenzt, selbst wenn die Winkel α1, α2 der Kegelflächen **11**, **12** bezüglich dem Sitzdurchgang **7** in einem größeren Winkel eingerichtet werden. Besonders wenn dünnflüssiger Kraftstoff verwendet wird, kann der Einschränkungseffekt der Abnutzung der Sitzfläche **7a** und des Sitzelements **10** abgeschätzt werden.

[0026] In diesem Ausführungsbeispiel ist die Gruppe von Mikrodurchtritten **6a**, **6b** zum Sackloch **8** längsseitig im Wesentlichen auf einer gedachten Ebene angeordnet, welche eine Mittelachse des Düsenkörpers **2** beinhaltet. Dieser Aufbau ermöglicht ein kompaktes Sackloch **8**. Darüber hinaus kann eine Gruppe von Mikrodurchtritten aus mehr als drei Mikrodurchtritten aufgebaut sein. Dennoch, wenn Raum verfügbar ist kann die Gruppe von Mikrodurchtritten **6a**, **6b** längsseitig im Wesentlich auf einer gedachten Kegelfläche angeordnet sein, deren Kegelspitze auf der Mittelachse des Düsenkörpers **1** liegt.

[0027] Das Sitzelement **10** hat die Breite L zum Berühren der Sitzfläche **7a** durch Flächenkontakt. Dennoch ist der Kontakt zwischen den Flächen nicht notwendigerweise erforderlich, so dass das Sitzelement **10** so geformt sein kann, dass es die Sitzfläche **7a** durch einen Linienkontakt berührt, der nicht die Breite L hat.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0028] Ein oberer Abschnitt der Düse **1** des zweiten Ausführungsbeispiels ist in **Fig.** 3 dargestellt. Dies ist ein Beispiel einer Düse, die einen Einspritzdurchtritt **6** hat, dessen Einlass zu einer Sitzfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** öffnet.

[0029] Ähnlich zum ersten Ausführungsbeispiel hat der Einspritzdurchtritt **6** eine Gruppe eines ersten Einspritz-Mikrodurchtritts **6a** und eines zweiten Einspritz-Mikrodurchtritts **6b**. Die Mittelachsen der ersten und zweiten Mikrodurchtritte **6a**, **6b** sind längsseitig im Wesentlichen auf einer gedachten Kegelfläche angeordnet, deren Kegelspitze auf der Mittelachse eines Kegelkörpers **2** liegt. Eine Vielzahl von Gruppen der Mikrodurchtritte **6a**, **6b** erstrecken sich vom Sitzdurchgang **7** fast radial von der Mittelachse des Düsenkörpers **2**. Jeder der ersten und zweiten Mikrodurchtritte **6a**, **6b** verjüngt sich von einem Einlass, der sich zum Sitzdurchgang **7** öffnet zu einem Auslass, der sich zu einer Außenfläche am Ende des Düsenkörpers **2** öffnet.

[0030] Der Endabschnitt der Nadel **3** hat ein Sitzelement **10**, das auf einer Sitzfläche **7a** des Sitzdurchgangs **7** aufliegt. Die Oberfläche des Sitzelements **10** ist stromabwärts von einer ersten Kegelfläche **11** und stromaufwärts von einer zweiten Kegelfläche **12** angeordnet. Darüber hinaus grenzt eine dritte Kegelfläche **13** an die zweite Kegelfläche **12** als eine obere Endfläche.

[0031] Die erste Kegelfläche **11** ist bezüglich der Sitzfläche **7a** in einem Winkel a1 abgewinkelt. Der Winkel a1 wird ähnlich zu dem des ersten Ausführungsbeispiels gesetzt, in einen Bereich von 7,5 Grad < α1 (z.B. 15 Grad) ≤ 20 Grad, eingerichtet. Ein Winkel a2 zwischen der zweiten Kegelfläche **12** und der Sitzfläche **7a** ist klein verglichen mit dem des ersten Ausführungsbeispiels zum Verringern einer Kraftstoffentweichung durch die Mikrodurchtritte **6a**, **6b**, wenn die Nadel **3** in einen Schließzustand geschoben wird.

[0032] Im Gegensatz dazu ist ein Winkel a3 zwischen der dritten Kegelfläche **13** und der Sitzfläche **7a** größer als der obige Winkel a2 zum Verringern der Geschwindigkeit der Kraftstoffströmung. Dadurch wird die Geschwindigkeit der Kraftstoffströmung verringert und der Kraftstoff, der einmal in das Sackloch **8** einströmt kann leicht zu den Mikrodurchtritten **6a**, **6b** zurückkehren.

[0033] In diesem Ausführungsbeispiel kann das Sackloch **8** durch die Anordnung der Mikrodurchtritte im Sitzdurchgang **7** klein sein, so dass ein Totvolumen, während die Nadel **3** in einem Schließzustand ist, verringert wird. Darüber hinaus, während die Nadel **3** in einem Schließzustand ist, werden die Einlässe der Mikrodurchtritte **6a**, **6b** fast durch die zweiten Kegelflächen **12** der Nadel **3** versperrt, dadurch wird die Kraftstoffentweichung bedeutend verringert. Diese Effekte sind zusätzlich zu den Effekten des ersten Ausführungsbeispiels erreichbar.

[0034] In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Gruppe von Mikrodurchtritten längsseitig im Wesentlichen auf einer gedachten Kegelfläche angeordnet, deren Kegelspitze auf der Mittelachse des Düsenkörpers liegt. Dadurch wird keine Druckdifferenz zwischen den ersten und zweiten Mikrodurchtritten (**6a**, **6b**) erzeugt. Deshalb bleiben die Kraftstoffmengen, welche in die entsprechenden Mikrodurchtritte **6a**, **6b** einströmen, gleich und eine Kraftstoffgeschwindigkeitsdifferenz zwischen den ersten und zweiten Mikrodurchtritten (**6a**, **6b**) wird kaum erzeugt. Infolgedessen kann eine korrekte Zerstäubung der Kraftstoffeinspritzung erreicht werden, ohne eine unsymmetrische Zerstäubung auszubilden.

[0035] Hierbei kann sogar im zweiten Ausführungsbeispiel, die Gruppe von Mikrodurchtritten **6a**, **6b** längsseitig im Wesentlichen auf einer gedachten Ebene angeordnet werden, welche die Mittelachse des Düsenkörpers **2** beinhaltet, während aufrechterhalten wird, dass der Winkel α1 größer als jener vom Stand der Technik ist und aufrechterhalten wird, dass der Sitzwinkel ß kleiner als jener vom Stand der Technik ist.

[0036] Der Düsenkörper **2** der Kraftstoffeinspritzdüse **1** hat eine Gruppe von Mikrodurchtritten **6a**, **6b** zum Einspritzen von Kraftstoff. Die Mikrodurchtritte in der Gruppe sind längsseitig auf einer gedachten Ebene angeordnet, welche eine Achse des Düsenkörpers **2** beinhaltet. Die Mikrodurchtritte **6a**, **6b** verjüngen sich von der Innenseite zur Außenseite des Düsenkörpers **2**. Eine Nadel **3** der Düse **1** hat, stromauf-

wärts nach stromabwärts betrachtet, das Sitzelement **10**, die erste Kegelfläche **11** und die zweite Kegelfläche **12**. Das Sitzelement **10** liegt auf einer Sitzfläche **7a** innerhalb des Düsenkörpers **2** auf. Die Kegelflächen sind bezüglich der Sitzfläche **7a** in den Winkeln α1, α2 abgewinkelt, die größer sind als jene des Stands der Technik. Dieser Aufbau verringert die Geschwindigkeit von Kraftstoff entlang der Sitzfläche **7a**. Gasförmiger Brennstoff aufgrund von Kavitation wird dabei verringert, um die Verminderung der Einspritzmenge zu verhindern.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) die folgende Elemente aufweist:
einen Düsenkörper (**2**); und
eine Nadel (**3**), die so in den Düsenkörper (**2**) eingesetzt ist, dass sie hin- und herbewegbar ist, der Düsenkörper (**2**) hat folgende Elemente:
einen Führungsdurchgang (**4**), der axial im Inneren des Düsenkörpers (**2**) zum Führen von Kraftstoff vorgesehen ist;
einen Sitzdurchgang (**7**), der im Inneren des Düsenkörpers (**2**) und stromabwärts vom Führungsdurchgang (**4**) vorgesehen ist und eine Innenkegelfläche (**7a**) hat, die dem Kraftstoff zugewandt ist;
ein Sackloch (**8**), das im Inneren des Düsenkörpers (**2**) und stromabwärts vom Sitzdurchgang (**7**) vorgesehen ist; und
einen Einspritzdurchtritt (**6**), der den Düsenkörper (**2**) von einer Innenseite des Sitzdurchgangs (**7**) oder des Sacklochs (**8**) zu einer Außenseite des Düsenkörpers (**2**) zum Einspritzen des Kraftstoffs durchdringt,
die Nadel (**3**) hat folgende Elemente:
ein Sitzelement (**10**), das die Strömung des Kraftstoffs absperrt, indem es auf der Innenkegelfläche (**7a**) des Sitzdurchgangs (**7**) des Düsenkörpers (**2**) aufliegt; und
eine erste Kegelfläche (**11**), die stromaufwärts vom Sitzelement (**10**) vorgesehen ist; und
eine zweite Kegelfläche (**12**), die stromabwärts vom Sitzelement (**10**) vorgesehen ist,
Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) **dadurch gekennzeichnet**, dass
der Einspritzdurchtritt (**6**) mindestes eine Gruppe von mindestens zwei Mikrodurchtritten (**6a**, **6b**) hat, wobei sich jeder der Mikrodurchtritte (**6a**, **6b**) von einer Innenseite des Sitzdurchgangs (**7**) oder des Sacklochs (**8**) zur Außenseite des Düsenkörpers (**2**) verjüngt.

2. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1, wobei die Gruppe von Mikrodurchtritten (**6a**, **6b**) einen ersten Mikrodurchtritt (**6a**) und einen zweiten Mikrodurchtritt (**6b**) hat.

3. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1 oder 2,
wobei der Einspritzdurchtritt (**6**) den Düsenkörper (**2**) von der Innenseite des Sacklochs (**8**) zur Außenseite des Düsenkörpers (**2**) durchdringt, und
wobei die zur Gruppe gehörigen Mikrodurchtritte (**6a**, **6b**) längsseitig im Wesentlichen auf einer gedachten Ebene angeordnet sind, die eine Mittelachse des Düsenkörpers (**2**) beinhaltet.

4. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß Anspruch 1 oder 2,
wobei der Einspritzdurchtritt (**6**) den Düsenkörper (**2**) von der Innenseite des Sitzdurchgangs (**7**) zur Außenseite des Düsenkörpers (**2**) durchdringt, und
wobei die zur Gruppe gehörigen Mikrodurchtritte (**6a**, **6b**) längsseitig im Wesentlichen auf einer gedachten Kegelkrümmungsfläche angeordnet sind, dessen Kegelspitze auf der Mittelachse des Düsenkörpers (**2**) liegt.

5. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in einer Schnittansicht an einer gedachten Ebene, die eine Mittelachse des Düsenkörpers (**2**) beinhaltet, zwei verlängerte Schrägflächen der Innenkegelfläche (**7a**) sich in einem Winkel (ß) schneiden, der sich über einen Bereich zwischen 80 und 120 Grad erstreckt.

6. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei als Kraftstoff ein unterkritischer und dünnflüssiger Kraftstoff verwendet wird.

7. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in einer Schnittansicht an einer gedachten Ebene, die eine Mittelachse des Düsenkörpers (**2**) beinhaltet, die erste Kegelfläche (**11**) bezüglich der Sitzfläche (**7a**) in einem bestimmten Winkel (a1) abgewinkelt ist, der größer als 7,5 Grad und nicht größer als 20 Grad ist.

8. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in einer Schnittansicht an einer gedachten Ebene, die eine Mittelachse des Düsenkörpers (**2**) beinhaltet, die zweite Kegelfläche (**12**) bezüglich der Sitzfläche (**7a**) in einem vorgegebenen Winkel (a2) abgewinkelt ist, der größer als 7,5 Grad und nicht größer als 20 Grad ist.

9. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in einer Schnittansicht an einer gedachten Ebene, die eine Mittelachse des Düsenkörpers (**2**) beinhaltet, die erste Kegelfläche (**11**) bezüglich der Sitzfläche (**7a**) in einem bestimmten Winkel (a1) abgewinkelt ist, der größer als 7,5 Grad und nicht größer als 20 Grad ist und die zweite Kegelfläche (**12**) bezüglich der Sitzfläche (**7a**) in einem vorgegebenen Winkel (a2) abgewinkelt ist, der größer als 7,5 Grad und nicht größer als 20 Grad ist.

10. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4,

wobei in einer Schnittansicht an einer gedachten Ebene, die eine Mittelachse des Düsenkörpers (**2**) beinhaltet, die erste Kegelfläche (**11**) bezüglich der Sitzfläche (**7a**) in einem bestimmten Winkel (a1) abgewinkelt ist und die zweite Kegelfläche (**12**) bezüglich der Sitzfläche (**7a**) in einem vorgegebenen Winkel (a2) abgewinkelt ist, und
wobei der vorgegebene Winkel (a2) kleiner als ein bestimmter Winkel (α1) ist.

11. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Sitzelement (**10**) auf der Sitzfläche (**7a**) aufliegt, wobei es einen Kontaktbereich der Breite (L) hat.

12. Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) das folgende Elemente aufweist:
einen Düsenkörper (**2**); und
eine Nadel (**3**), die so in den Düsenkörper (**2**) eingesetzt ist, dass sie hin- und herbewegbar ist,
der Düsenkörper (**2**) hat folgende Elemente:
einen Führungsdurchgang (**4**), der axial im Inneren des Düsenkörpers (**2**) zum Führen von Kraftstoff vorgesehen ist;
einen Sitzdurchgang (**7**), der im Inneren des Düsenkörpers (**2**) und stromabwärts vom Führungsdurchgang (**4**) vorgesehen ist und eine Innenkegelfläche (**7a**) hat, die dem Kraftstoff zugewandt ist;
ein Sackloch (**8**), das im Inneren des Düsenkörpers (**2**) und stromabwärts vom Sitzdurchgang (**7**) vorgesehen ist; und
einen Einspritzdurchtritt (**6**), der den Düsenkörper (**2**) von einer Innenseite des Sitzdurchgangs (**7**) oder des Sacklochs (**8**) zu einer Außenseite des Düsenkörpers (**2**) zum Einspritzen des Kraftstoffs durchdringt,
die Nadel (**3**) hat folgende Elemente:
ein Sitzelement (**10**), das die Strömung des Kraftstoffs absperrt, indem es auf der Innenkegelfläche (**7a**) des Sitzdurchgangs (**7**) des Düsenkörpers (**2**) aufliegt; und
eine erste Kegelfläche (**11**), die stromaufwärts vom Sitzelement (**10**) vorgesehen ist; und
eine zweite Kegelfläche (**12**), die stromabwärts vom Sitzelement (**10**) vorgesehen ist,
Kraftstoffeinspritzdüse (**1**) dadurch gekennzeichnet, dass
eine erste Verzögerungseinrichtung (a1), die auf einer stromaufwärtigen Seite des Sitzelements (**10**) zum Verzögern auf eine erste Geschwindigkeit des Kraftstoffs vorgesehen ist, der auf das Sitzelement (**10**) zuströmt;
eine zweite Verzögerungseinrichtung (a2), die auf einer stromabwärtigen Seite des Sitzelements (**10**) zum Verzögern auf eine zweite Geschwindigkeit des Kraftstoffs vorgesehen ist, der von dem Sitzelement (**10**) wegströmt; und
eine Beschleunigungseinrichtung (**6a**, **6b**) zum Beschleunigen auf eine dritte Geschwindigkeit des Kraftstoffs, der von der zweiten Verzögerungseinrichtung (α2) wegströmt und dadurch den Kraftstoff von den Einspritzdurchtritten (**6**) einspritzt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

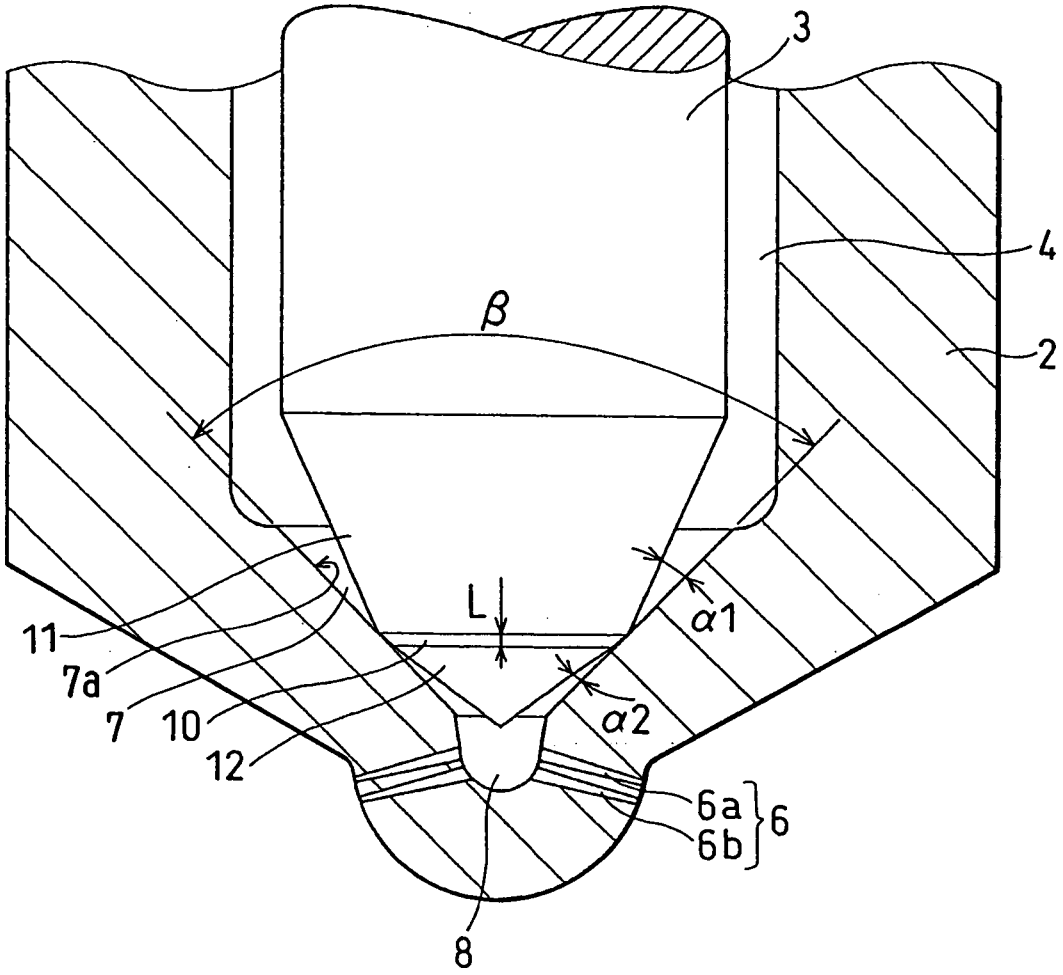


FIG. 2

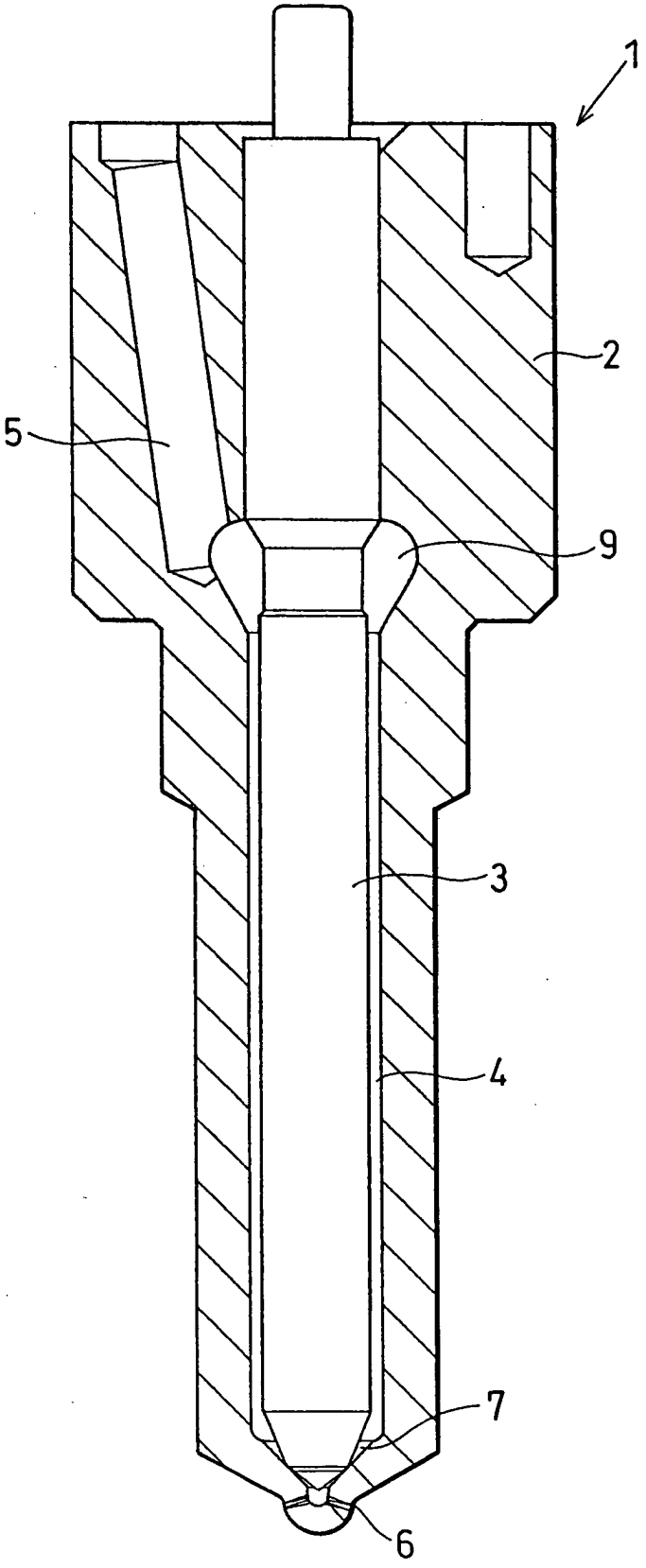


FIG. 3

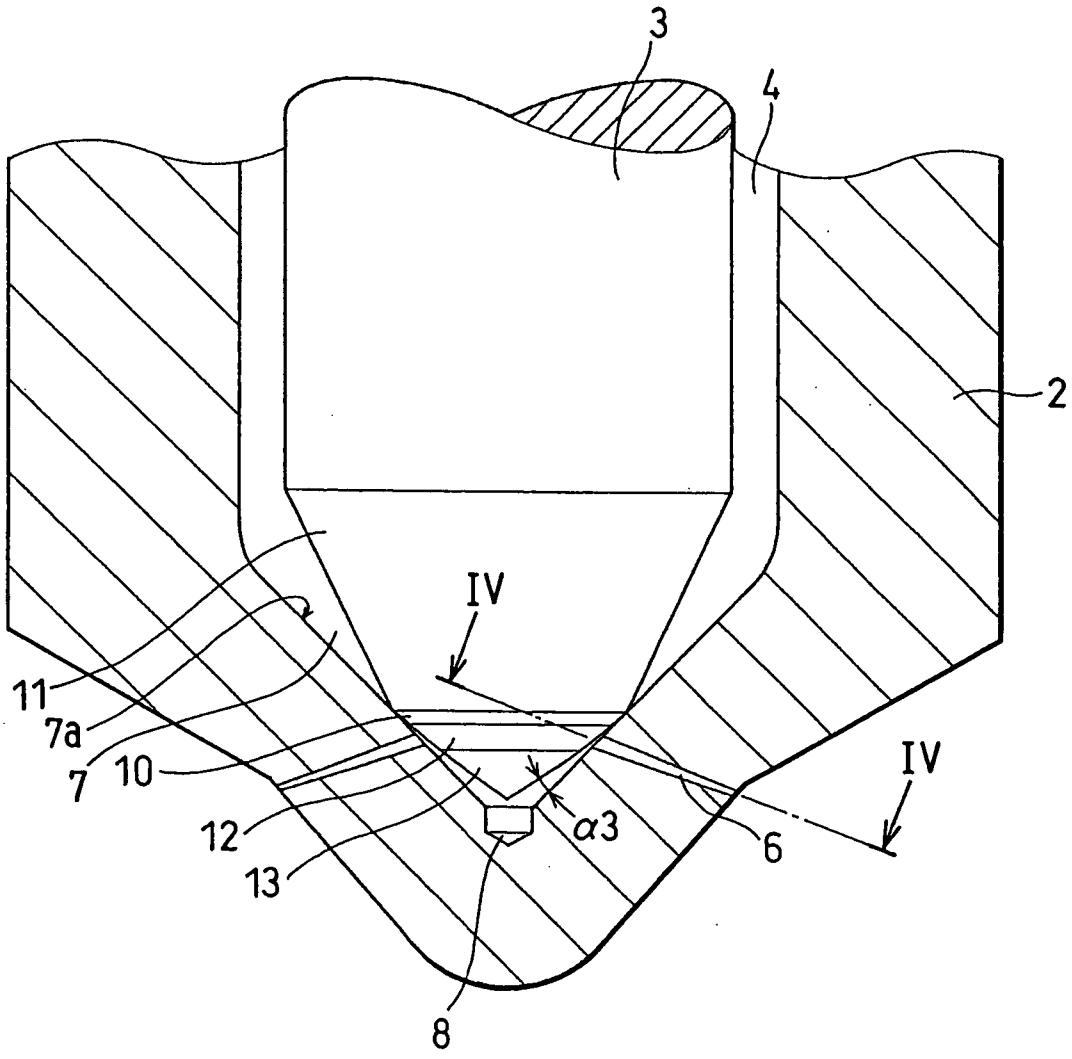


FIG. 4

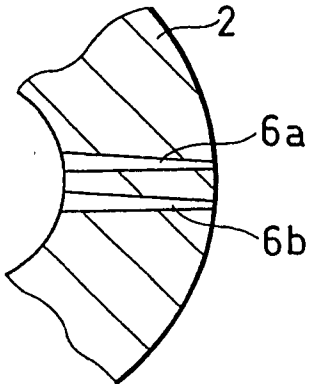


FIG. 5

Stand der Technik