



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.10.2013 Patentblatt 2013/42**

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

(21) Anmeldenummer: **13003438.2**

(22) Anmeldetag: **31.03.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **28.05.2010 DE 102010021873**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**11002655.6 / 2 390 491**

(71) Anmelder: **KW -Technologie GmbH & Co. KG**  
**88400 Biberach/Riss (DE)**

(72) Erfinder: **Handtmann, Arthur**  
**88400 Biberach/Riss (DE)**

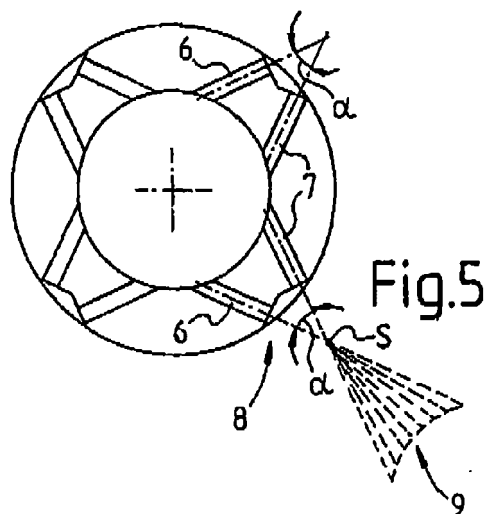
(74) Vertreter: **Roth, Klaus**  
**Otten, Roth, Dobler & Partner Patentanwälte**  
**Grosstobeler Strasse 39**  
**88276 Ravensburg / Berg (DE)**

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 08-07-2013 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Vorrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum**

(57) Es wird eine Vorrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum, insbesondere zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder eines Verbrennungsmotors, wobei eine Mehrfachstrahldüse (8) mit wenigstens zwei Strahlkanälen (6, 7) zur Erzeugung wenigstens zweier, in einer Prallzone (S) wenigstens teilweise aufeinander prallender Brennstoffstrahlen vorgesehen ist, wobei zwei oder mehrere solcher Mehrfachstrahldüsen (8) vorgesehen sind und wobei die Mehrfachstrahldüsen (8) durch die wenigstens zwei Strahlkanäle (6, 7) eine Fächerdüse zur Erzeugung eines Fächerstrahls (9) bilden, dessen Ausdehnung in einer Fächerebene größer ist als in Querrichtung zu dieser Fächerebene, vorgeschlagen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll eine verbesserte Brennstoffverteilung im Brennraum ermöglichen. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Strahlkanäle (6, 7) über die Umfangsfläche eines Düsenkörpers (4) verteilt angeordnet sind, und dass die Fächerebenen der Mehrfachstrahldüsen (8) quer und/oder geneigt zur geometrischen Achse des Düsenkörpers (4) ausgerichtet sind, wobei die Führung der Strahlkanäle (6, 7, 13) derart ist, dass diese (6, 7, 13) gegenüber der Hauptachse (H) der Einspritzvorrichtung (1) unter einem Winkel stehen, sodass die durch Fächerdüsen erzeugte Sprühzone pyramidenförmig ausgestaltet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum, insbesondere zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder eines Verbrennungsmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Einspritzvorrichtungen in Verbrennungskraftmaschinen sind seit langer Zeit bekannt. So wird in der Druckschrift DE 369 670 eine Einspritzvorrichtung beschrieben, bei der in einer Einspritzdüse zwei oder mehrere Strahlen erzeugt werden, die sich im Verbrennungsraum kreuzen. Der Sinn dieser Anordnung liegt darin, dass die mit hoher Geschwindigkeit austretenden Brennstoffstrahlen im Verbrennungsraum aufeinanderprallen, wodurch eine äußerst innige Zerstäubung des Brennstoffs herbeigeführt wird.

**[0003]** Diese Art der Einspritzdüse wurde, wie aus der Druckschrift DE 44 07 360 A1 hervorgeht, später weiterentwickelt. In dieser Druckschrift wird eine entsprechende Einspritzdüse mit fächerförmigem Strahl dadurch weitergebildet, dass der Strahl im Brennraum gedreht werden kann, so dass sich die eingespritzte Kraftstoffmenge auf die gewünschte Luftmenge verteilen kann. Zwar ist durch das Verdrehen eines Fächerstrahls eine bessere Verteilung des Kraftstoffs möglich, hierzu wird jedoch eine entsprechende Zeit benötigt. Für einen optimalen Motorbetrieb ist jedoch eine kurze und vollständige Verbrennung von Vorteil, um den dadurch bedingten Druckanstieg möglichst effizient nutzen zu können.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zum Einspritzen von Brennstoff vorzuschlagen, mittels der eine verbesserte Tropfengrößenverteilung und/oder Brennstoffverteilung im Brennraum möglich ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

**[0006]** Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch aus, dass die Strahlkanäle über die Umfangsfläche eines Düsenkörpers verteilt angeordnet sind, und dass die Fächerebenen der Mehrfachstrahldüsen quer und/oder geneigt zur geometrischen Achse des Düsenkörpers ausgerichtet sind, wobei die Führung der Strahlkanäle derart ist, dass diese gegenüber der Hauptachse der Einspritzvorrichtung unter einem Winkel stehen, sodass die durch Fächerdüsen erzeugte Sprühzone pyramidenförmig ausgestaltet ist.

**[0007]** Eine erfindungsgemäße Prallzone liegt dabei bereits dann vor, wenn sich zwei oder mehrere Brennstoffstrahlen nur bereichsweise berühren oder überschneiden, wodurch bereits teilweise der erfinderische Effekt verursacht wird.

**[0008]** Durch die Verwendung einer Multistrahldüse, beispielsweise einer Doppelstrahldüse wird der Vorteil der feinen Zerstäubung derartiger Düsen genutzt. Eine feine Zerstäubung bewirkt eine schnelle Verdampfung des Brennstoffs bei weitgehend homogenem Brennstoff-Luft-Mischungsverhältnis. Die feine Zerstäubung bietet

eine große Oberfläche des flüssigen Brennstoffs, die für eine solche Verdampfung vorteilhaft ist. Die große Oberfläche ist auch bei bereits erfolgter Zündung von Vorteil, da auch bei etwaiger noch vorhandener flüssiger Oberfläche von Brennstofftröpfchen die Verbrennung bei einer entsprechend großen Oberfläche erheblich wirkungsvoller abläuft.

**[0009]** Durch die Verwendung mehrerer derartiger Mehrfachstrahldüsen kann der Brennraum räumlich definiert und in kurzer Zeit ausgesprüht werden, so dass in einem entsprechend kleinen Zeitintervall eine gute Brennstoffluftverteilung im Brennraum erreicht wird.

**[0010]** Es hat sich gezeigt, dass derartige Doppelstrahldüsen einen Fächerstrahl ausbilden, der sich im Wesentlichen unter dem Winkel aufspannt, in dem die Teilstrahlen aufeinander prallen. Beim Aufeinanderprallen erfolgt eine feine Zerstäubung, wobei die Ausbreitungsrichtung der Brennstofftröpfchen nahezu vollständig von der Düse weg weist, was für einen Verbrennungsvorgang wiederum von Vorteil ist, da somit eine Belastung der Düsen durch Ruß oder dergleichen Partikel, die bei der Verbrennung entstehen können, vermieden wird. Es hat sich weiterhin gezeigt, dass durch eine Doppelstrahldüse ein sehr flacher Fächerstrahl ausgeprägt werden kann, dessen Ausdehnung, z.B. als winkelförmige Ausdehnung, in der durch die beiden Brennstoffstrahlen definierten Fächerebene deutlich größer ist als in Querrichtung zu dieser Fächerebene.

**[0011]** Dieser Umstand kann vorteilhafterweise dazu genutzt werden, um einen flachen Brennraum gezielt mit einem Brennstoffnebel zu füllen. Bei entsprechender Anordnung der Mehrfachstrahldüsen bzw. Doppelstrahldüsen kann gewissermaßen eine nahezu scheibenförmige Brennstoffverteilung bei sehr feiner Zerstäubung erzielt werden. Dies ist insbesondere bei Hubkolbenmotoren von Vorteil, die im oberen Totpunkt der Hubbewegung einen solchen scheibenförmigen Brennraum aufweisen.

**[0012]** Eine solche quasi scheibenförmige Brennstoffverteilung wird bevorzugt mit Mehrfachstrahldüsen erzielt, deren Fächerebenen im Wesentlichen scheibenparallel ausgerichtet sind.

**[0013]** Durch erfindungsgemäße Mehrfachstrahldüsen kann jedoch auch jede andere Brennstoffverteilung durch entsprechende Anordnung der Fächerebenen erzielt werden. So kann eine Fächerebene durchaus auch parallel zur Zylinderachse oder zu einer Mittelachse eines Injektors ausgerichtet sein. Auch geneigte Fächerebenen in schrägen Winkelanordnungen sind möglich.

**[0014]** Durch unterschiedliche Düsenöffnungen kann auch die Eindringtiefe des Brennstoffs in den Brennraum beeinflusst werden. Dabei können verschiedene Mehrfachstrahldüsen mit unterschiedlichen Düsenöffnungen ebenso Verwendung finden, wie Mehrfachstrahldüsen, die strahlabhängig unterschiedliche Düsenöffnungen aufweisen.

**[0015]** Vorteilhafterweise wird eine erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung mit einer für zwei oder mehrere Mehrfachstrahldüsen gemeinsamen Düsenkammer ver-

sehen, von dem die Strahlkanäle der zwei oder mehreren Mehrfachstrahldüsen ausgehen. Dies ermöglicht eine kompakte Bauform unter Beibehaltung von zwei oder mehreren Mehrfachstrahldüsen oder Doppelstrahldüsen, mit den damit verbundenen Vorteilen einer verbesserten räumlichen Verteilung des Sprühbereichs.

**[0016]** Vorzugsweise wird bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Verschluss für die Trennung der Strahlkanäle von der Brennstoffzufuhr vorgesehen. Dies ermöglicht einen getakteten Betrieb der Einspritzvorrichtung bei kompakter Bauweise.

**[0017]** In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform wird ein gemeinsamer Verschluss für die Brennstoffzufuhr von zwei oder mehreren Mehrfachstrahldüsen vorgesehen. Hierdurch wird der konstruktive Aufwand verringert und wiederum die Möglichkeit einer kompakten Bauweise bei gemeinsamer Taktung der Mehrfachstrahldüsen geschaffen.

**[0018]** In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung wird die Düsenkammer mit einem Verschlusselement als verschließbares Sackloch ausgebildet, wobei die Strahlkanäle in Strömungsrichtung hinter dem Verschlusselement die Wandung der Düsenkammer durchsetzen.

**[0019]** Durch diese Bauweise ist es möglich, eine Vielzahl von Strahlkanälen in der Wandung der Düsenkammer anzubringen, wobei die Brennstoffzufuhr zugleich mit nur einem Verschlusselement taktbar ist.

**[0020]** Gemäß der Erfindung werden die Strahlkanäle über die Umfangsfläche der Düsenkammer verteilt angeordnet, um eine entsprechende gute räumliche Verteilung des Sprühbereichs des Brennstoffs zu erzielen.

**[0021]** Vorteilhafterweise werden wenigstens zwei Mehrfachstrahl- oder Doppelstrahldüsen mit zueinander parallelen Fächerebenen quer zu den Fächerebenen versetzt angeordnet. Durch die Maßnahme können benachbarte Mehrfachstrahldüsen oder Doppelstrahldüsen sehr nahe zueinander benachbart ausgebildet werden. Im Extremfall ist eine Ausgestaltung möglich, bei der sich Strahlkanäle zweier Doppelstrahldüsen in der Wandung der Einspritzvorrichtung kreuzen, die sich kreuzenden Strömungskanäle jedoch durch diesen Versatz voneinander getrennt sind.

**[0022]** Grundsätzlich ist es durch die Brennstoffversorgung aus einem gemeinsamen Brennstoffdruckraum zwar ohne Weiteres denkbar, dass sich Strahlkanäle in der Wandung der Düse tatsächlich treffen, d. h. miteinander in Verbindung stehen, da alle von der gleichen Düsenkammer abgehenden Strahlkanäle mit dem gleichen Druck beaufschlagt werden. Für eine definierte Strahlcharakteristik ist jedoch eine entsprechende Führungslänge der Flüssigkeit im Strahlkanal von Vorteil. Insbesondere bei geringen Wandstärken empfiehlt es sich daher, jeden Strahlkanal separat von den anderen Strahlkanälen auszubilden. Dies ist auch unter dem Gesichtspunkt von Vorteil, dass zur Erzeugung der gewünschten Strahlcharakteristik eine hohe Präzision und Güte bei der Fertigung der Strahlkanäle erforderlich ist,

die bei separater Herstellung jedes Strahlkanals, beispielsweise durch mechanisches Bohren, aber auch durch andere Fertigungsverfahren besser zu gewährleisten ist.

**[0023]** Grundsätzlich sind zwar auch schlitzförmige Strahlkanäle denkbar, die ein eher dreidimensionales Sprühbild erzeugen, für die Erzeugung eines flachen Sprühbildes empfiehlt sich jedoch die Verwendung von Rundstrahlen, die durch Strahlkanäle mit rundem Querschnitt zu erzeugen sind.

**[0024]** In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung werden die Fächerebenen aller Mehrfachstrahl- oder Doppelstrahldüsen parallel angeordnet. Hierdurch ergibt sich ein nahezu scheibenförmiger Sprühbereich mit den oben angedeuteten Vorteilen. Der leichte Versatz zwischen einzelnen Fächerebenen quer zu den Fächerebenen bringt zwar eine gewisse Höhenausdehnung des Sprühbereichs mit sich, es ist jedoch nach wie vor ein im Wesentlichen flach ausgeprägter Sprühbereich mehrerer Mehrfachstrahl- oder Doppelstrahldüsen in unterschiedliche Winkelrichtungen durch eine solche Ausgestaltung möglich.

**[0025]** Bevorzugt werden die Mehrfachstrahl- oder Doppelstrahldüsen so angeordnet, dass sie über einen Winkel von 360° im Wesentlichen gleichförmig verteilt liegen. Hierdurch kann beispielsweise ein flacher zylinderförmiger Brennraum gut ausgesprüht werden.

**[0026]** Wie bereits oben angeführt, werden gemäß der Erfindung andere Orientierungen der Fächerebenen vorgesehen, z. B. um eine großvolumigere Brennstoffverteilung in der Tiefe zu erzielen.

**[0027]** Dabei können auch unterschiedliche Fächerorientierungen, z. B. kombiniert in vertikaler und horizontaler Richtung, bezogen auf die Injektor- oder die Zylinderachse, vorgesehen werden. Auch Zwischenstellungen mit geneigter, schräger Fächerebene, bezogen auf die Injektor- oder Zylinderachse, sind denkbar.

**[0028]** Vorzugsweise werden zudem vorbestimmte Freiräume aus dem Sprühbereich der Mehrfachstrahldüsen ausgespart. Dies kann beispielsweise im Bereich von Ein- oder Auslassventilen oder aber auch im Bereich einer Zündkerze von Vorteil sein, um diese Bauelemente vor Verunreinigung, insbesondere vor Verkokung oder Verrußen zu schützen. Die Aussparung aus dem Sprühbereich kann durch entsprechende räumliche Anordnung der Mehrfachstrahl- oder Doppelstrahldüsen erzielt werden. Auch durch unterschiedliche Winkel der Strahlkanäle einer Mehrfachstrahl- oder Doppelstrahldüse kann ein bestimmter Bereich aus dem Sprühbereich ausgeklammert werden.

**[0029]** Der Winkel zwischen den Strömungskanälen einer Mehrfachstrahldüse, der zugleich den Prallwinkel (z. B. als Winkel zwischen zwei Strahlen) bildet, unter dem die dadurch erzeugten Brennstoffstrahlen aufeinander prallen, wird bevorzugt größer als 10° oder 20° gewählt. Dies hat sich für die Ausprägung einer fächerförmigen Brennstoffverteilung unter den in Verbrennungsmotoren, insbesondere Hubkolbenmotoren herr-

schenden Drücken und der entsprechenden Kurzzeitdynamik des Einspritzvorgangs als vorteilhaft erwiesen. Ein besonders gutes Sprühbild hat sich bei Prallwinkeln zwischen 30° und 50°, z. B. 40° ergeben. Der Prallwinkel kann an die gewünschte Brennstoffverteilung angepasst werden. Wird beispielsweise eine größere Eindringtiefe in den Brennraum gewünscht, so können kleinere Prallwinkel gewählt werden. Andererseits ergibt ein größerer Prallwinkel einen breiteren Fächerstrahl.

**[0030]** Über den Abstand der Strahlen zueinander und durch den Prallwinkel kann darüber hinaus auch der Abstand der Prallzone, d. h. des Ortes, an dem die Strahlen unter dem Prallwinkel aufeinanderprallen, zum Düsenkörper festgelegt werden.

**[0031]** Die erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung eignet sich beispielsweise gut für Betriebsdruckdifferenzen zwischen der Hochdruckseite im Innern der Düsenkammer und der Niederdruckseite außerhalb größer 100 bar vorzugsweise größer 150 bar. Oberhalb dieser Druckdifferenzen bildet sich der gewünschte Sprühbereich mit einer Dynamik und Zerstäubung, die für den Betrieb in einem Verbrennungsmotor gut geeignet ist. Für den Einsatz in anderen Verbrennungsvorrichtungen können auch bei kleineren Druckdifferenzen die Verteilung und die Feinheit der Brennstoffzerstäubung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung genutzt werden.

**[0032]** Die erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung wird in vorteilhafter Weise in einen sogenannten Injektor integriert, der als Baueinheit an Verbrennungsvorrichtungen montierbar ist. Solche Injektoren können beispielsweise in den Zylinderkopf von Hubkolbenmotoren montiert werden. Sie sind bevorzugt elektronisch ansteuerbar, um die Kraftstoffdosierung in der gewünschten Menge im erforderlichen zeitlichen Ablauf vorzunehmen.

**[0033]** In der Regel werden derartige Injektoren an eine gemeinsame Druckleitung (common rail) angeschlossen. Grundsätzlich können sie jedoch auch einzeln mit einem entsprechenden Druckgenerator (Pumpe/Düse) versehen werden.

**[0034]** Die Erfindung ist grundsätzlich bei einer Vielzahl von Verbrennungsvorgängen verwendbar. Diese können kontinuierliche oder diskontinuierliche Verbrennung erfordern. Eine kontinuierliche Verbrennung wäre beispielsweise beim Einsatz in Turbinen oder Heizungs-brenner denkbar.

**[0035]** Je nach Anwendungsfall und Form des Brennraums kann die Anordnung und Orientierung der Mehrfachstrahldüsen variieren. So können z. B. mehrere Mehrfachstrahldüsen in Bezug auf eine geometrische Achse des Düsenkörpers in axialer Richtung versetzt und/oder umfangsseitig verteilt angeordnet sein und/oder die Fächerebenen der Mehrfachdüsen quer und/oder parallel und/oder geneigt zur Achse des Düsenkörpers ausgerichtet sein. Die Fächerebenen zweier oder mehrerer Mehrfachstrahldüsen können auch zueinander geneigt ausgerichtet sein.

**[0036]** Bevorzugt wird die Erfindung in getakteten Verbrennungsvorrichtungen eingesetzt, in denen die gute,

räumlich definierte und schnell aufzubauende Brennstoffverteilung bei hohem Zerstäubungsgrad von besonderem Nutzen ist.

**[0037]** Insbesondere bei Hubkolbenmotoren ist in der Regel eine scheibenförmige Brennstoffverteilung im flachen Brennraum beim oberen Totpunkt des Hubkolbens wünschenswert. Für diese Anwendung werden mehrere Mehrfachstrahl- oder Doppelstrahldüsen vorteilhafterweise so angeordnet, dass sie im montierten Zustand der Einspritzdüsen parallel zur Hauptebene des Brennraums absprühen. Bei einem zum Hubkolben oder zur Zylinderachse parallelen Einbau eines solchen Injektors bedeutet dies, dass die Strahlkanäle der Mehrfachstrahl- bzw. Doppelstrahldüsen quer zur Längsachse des Injektors abgehen. Bei schräger Einbaulage des Injektors bzw. der Düsenkammer, von der die Strahlkanäle abgehen, können die Strahlkanäle bezogen auf die Achse des Injektors bzw. des Brennstoffdruckraums auch geneigt angebracht werden, so dass die Abstrahlcharakteristik im Brennraum wiederum weitgehend parallel zur Hauptebene des Brennraums erfolgt.

**[0038]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend näher erläutert.

**[0039]** Im Einzelnen zeigen

- |                |  |
|----------------|--|
| Fig. 1         | eine Seitenansicht auf eine erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung,   |
| Fig. 2         | eine Draufsicht auf eine Vorrichtung gemäß Fig. 1,   |
| Fig. 3         | eine Schnittdarstellung entlang Schnittlinie III in Fig. 2,  |
| Fig. 4         | eine Detaildarstellung aus Fig. 1,   |
| Fig. 5         | eine Schnittdarstellung entlang Schnittlinie V in Fig. 4,  |
| Fig. 6         | eine Schnittdarstellung entlang Schnittlinie VI in Fig. 4;   |
| Fig. 7         | eine Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung mit Verschlussnadel,                |
| Fig. 8a und 8b | Vergleichsdarstellungen zum grundsätzlichen Aufbau zwischen Sacklochdüse und Sitzlochdüse,                   |
| Fig. 9         | eine schematische Darstellung des Sprühbildes einer Einspritzvorrichtung in perspektivischer Darstellung und |
| Fig. 10        | eine schematische Darstellung einer Einspritzvorrichtung beim Einsatz in                                     |

einem Verbrennungsmotor.

**[0040]** Die Einspritzvorrichtung 1 gemäß Fig. 1 umfasst einen im Wesentlichen zylinderförmigen Injektor-kopf 2 mit einem Kegelstumpf 3 zur Querschnittsverjüngung an dem Austrittsende der Einspritzvorrichtung 1, an den sich ein kuppelförmiger Düsenkörper 4 anschließt, der in seinem Innenraum eine Düsenkammer ausbildet. Der Düsenkörper 4 ist hierzu hohlförmig und umfasst Strahlkanäle, die nachfolgend näher beschrieben werden. Die Einspritzvorrichtung 1 ist zudem rund und zentrisch einer Hauptachse H ausgebildet.

**[0041]** In der Detailvergrößerung gemäß Fig. 4 sind winkelförmige Aussparungen 5 im Düsenkörper 4 erkennbar, in denen Strahlkanäle 6 ausmünden. Wie in der Schnittdarstellung gemäß den Fig. 5 und 6 erkennbar ist, dienen die winkelförmigen Aussparungen 5 dazu, eine zur jeweiligen Austrittsfläche rechtwinklig angeordnete Fläche zur Bohrung von runden Strahlenkanälen 6, 7 bereitzustellen. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Strahlkanäle 6, 7 mechanisch gebohrt werden. Die Durchmesser der Bohrungen für die Strahlkanäle 6, 7 werden bevorzugt deutlich  $< 500 \mu\text{m}$  gewählt, beispielsweise  $< 150 \mu\text{m}$ , vorzugsweise im Bereich von  $100 \mu\text{m}$ . Derartige Strahlkanäle bieten unter den in Verbrennungsmotoren herrschenden Betriebsbedingungen eine gute Verteilung und Zerstäubung des Brennstoffs.

**[0042]** Wie in den Fig. 5 und 6 erkennbar ist, sind jeweils paarweise zwei Strahlkanäle 6, 7 unter einem Winkel  $\alpha$  zueinander angeordnet. Der Scheitelpunkt S dieses Winkels  $\alpha$  definiert die Prallzone einer aus jeweils zwei Strahlkanälen 6, 7 gebildeten Doppelstrahldüse 8. Durch eine derartige Ausgestaltung von Strahlkanälen 6, 7 ergibt sich in Strahlrichtung hinter dem Scheitelpunkt S bzw. hinter der Prallzone S ein Fächerstrahl 9, dessen Geometrie im Wesentlichen durch die geradlinige Verlängerung der Strahlkanäle 6, 7 vorgegeben ist.

**[0043]** Grundsätzlich könnte auch an Stelle einer Doppelstrahldüse 8 als Mehrfachstrahldüse eine Düse mit mehr als zwei Strahlen, beispielsweise eine Dreifachstrahldüse, verwendet werden, bei der drei oder mehrere Strahlen in einem gemeinsamen Scheitelpunkt S zusammenlaufen. So könnte beispielsweise in der Mitte der Strahlen 6, 7 ein dritter Strahl auf den Scheitelpunkt S gerichtet sein. Durch derartige Mehrfachstrahldüsen kann beispielsweise gegenüber einer Doppelstrahldüse die Geschwindigkeitsverteilung im Fächerstrahl beeinflusst werden.

**[0044]** Die Querschnitte der Strahlkanäle (6, 7) sind im dargestellten Ausführungsbeispiel für alle Mehrfachstrahldüsen 8 gleich gewählt. Dies kann jedoch auch variiert werden. Die Querschnitte verschiedener Strömungskanäle 6, 7 einer Mehrfachstrahldüse 8 können ebenso verschieden gewählt werden, wie die Querschnitte von Strahlkanälen 6, 7 verschiedener Mehrfachstrahldüsen 8.

**[0045]** Es hat sich jedoch im Versuch gezeigt, dass mit der Verwendung von Doppelstrahldüsen gemäß dem

Ausführungsbeispiel die erfindungsgemäßen Vorteile gut realisierbar sind.

**[0046]** Der Prallwinkel  $\alpha$ , der zugleich den Winkel zwischen den beiden Strahlen 6, 7 einer Doppelstrahldüse bildet und die Ebene des Fächerstrahls 9 definiert, sollte dabei möglichst nicht zu klein gewählt werden. Versuche haben mit Winkeln  $> 10^\circ$  oder  $> 20^\circ$ , bevorzugt  $> 30^\circ$  und idealerweise um die  $40^\circ$  gute Ergebnisse erbracht.

**[0047]** Wie aus den Figuren 1 bis 6 hervorgeht, können die Fächerstrahlen 9 mit zueinander parallelen Fächerebenen erzeugt werden. In Fig. 5 liegen beispielsweise vier Doppelstrahldüsen 8 in einer Ebene, die der Schnittebene V gemäß Fig. 4 entspricht. Weitere vier Doppelstrahldüsen 8 sind in einer Ebene angeordnet, die der Schnittebene VI in Fig. 4 entspricht. Alle diese Doppelstrahldüsen sind derart angeordnet, dass ihre Fächerebenen parallel und im dargestellten Ausführungsbeispiel senkrecht zur Hauptachse H der Einspritzvorrichtung 1 stehen.

**[0048]** Grundsätzlich werden gemäß der Erfindung jedoch die Fächerebenen auch unter einem Winkel  $\beta$  (siehe Fig. 4) zur Hauptachse H mit Einspritzvorrichtung 1 angeordnet, so dass die Fächerebene bzw. das flache Sprühbild, das durch die Doppelstrahldüsen 8 erzeugt wird, ebenfalls zur Hauptachse H geneigt ist. Die genaue geometrische Ausgestaltung hängt u. a. von der Einbaulage eines Injektor-kopfs 2 in dem jeweiligen Brennraum ab. Auch die Verwendung unterschiedlicher  $\beta$ -Winkel ist denkbar, wie dies beispielsweise anhand der Winkel  $\beta_1$  und  $\beta_2$  in Figur 8a dargestellt ist.

**[0049]** Wie in Fig. 4 erkennbar ist, sind im dargestellten Ausführungsbeispiel Doppelstrahldüsen 8 in zwei verschiedenen, um den Versatz oder Abstand A versetzten Ebenen V, VI angebracht, d. h. sie sind quer zur Fächerebene der Fächerstrahlen 9 angeordnet. Durch diese Anordnung lässt sich eine größere Anzahl von Doppelstrahldüsen umfangseitig verteilt anbringen, ohne dass sich die Strahlkanäle 6, 7 in der Wandung des Düsenkörpers 4 treffen. Trotz des geringen Versatzes A wird dennoch ein im Wesentlichen flaches Sprühbild durch die Gesamtheit aller Doppelstrahldüsen 8 erzeugt. Bei Bedarf kann aber durch mehrere solcher Ebenen und/oder durch einen größeren Versatz A auch ein in axialer Richtung ausgedehnteres, z. B. säulenartiges Sprühbild erzeugt werden. Fig. 7 zeigt eine der Fig. 3 entsprechende Darstellung der Vorrichtung 1, wobei zusätzlich eine Injektornadel 10 als Verschlusselement vorgesehen ist. Die Injektornadel 10 sitzt auf einem Ventilsitz 11, der im Übergang des Düsenkörpers 4 zum Kegelstumpf 3 angebracht ist. Die Injektornadel 10 dichtet somit den Düsenkörper 4 gegenüber dem Injektor-kopf 2 ab.

**[0050]** In dieser Ausführungsform spricht man von einer sogenannten Sacklochdüse, wie sie in anderer Ausprägung in Fig. 8a dargestellt ist. Bei einer Sacklochdüse wird ein Sackloch durch ein Verschlusselement 12 verschlossen, wobei die Strahlkanäle 13 gegenüber dem Innenraum 14 des Düsenkörpers offen bleiben. Der Innenraum 14 des Düsenkörpers bildet dabei ein gewisses

Totvolumen.

**[0051]** Grundsätzlich kann eine erfindungsgemäße Einspritzvorrichtung 1 auch als sogenannte Sitzlochdüse ausgebildet werden, wie sie in Fig. 8b dargestellt. In diesem Fall verschließt das Verschlusselement 12 unmittelbar die Strahlkanäle 13, die dementsprechend im Bereich des Ventilsitzes 15 ausmünden.

**[0052]** Es hat sich gezeigt, dass sich in der Ausprägung als Sacklochdüse ein gleichmäßigeres Einspritzverhalten realisierbar ist, was besonders wichtig ist für die Kleinstmengendosierung bei den Vor- und Nacheinspritzungen von Verbrennungsmotoren. Bei einer Sitzlochdüse kann bei Kleinsthuben ein ungleiches Spraybild entstehen, was auf fertigungsbedingte Toleranzen zurückzuführen ist. Mit einem erhöhten Aufwand im Bereich dieser Toleranzen kann jedoch auch eine Sitzlochdüse gute Ergebnisse liefern. Die Sitzlochdüse bietet gegenüber der Sacklochdüse den Vorteil eines kleineren Totvolumens.

**[0053]** Im Falle einer Sacklochdüse kann das Totvolumen durch die Anordnung und Form des Verschlusselementes, z. B. der Injektornadel 10 beeinflusst werden. Vorteilhafterweise wird die Injektornadel 10 so gestaltet, dass sie das Totvolumen im Bereich des Düsenkörpers im geschlossenen Zustand minimiert.

**[0054]** Die Führung der Strahlkanäle 13 in den Ausführungsvarianten gemäß Fig. 8a und 8b ist derart, dass diese gegenüber der Hauptachse H leicht unter einem Winkel stehen. Dies hat zur Folge, dass die durch Fächerdüsen erzeugte Sprühzone nicht mehr eben, sondern leicht pyramidenförmig ausgestaltet ist. Dies ist gemäß der Erfindung beabsichtigt.

**[0055]** Bei einem Hubkolbenmotor kann auch ein ebenes Sprühbild anzustreben sein, wie es beispielsweise in Fig. 9 dargestellt ist. Bei einer Einspritzvorrichtung 1 gemäß Fig. 9 mit regelmäßig umfangseitig verteilten Doppelstrahldüsen 8 ergibt sich eine gleichmäßige ebene Verteilung von Fächerstrahlen 9, die jeweils schmale Freizonen 15 begrenzen, in denen kein oder nur wenig Brennstoff versprüht wird. Wie anhand von Fig. 9 gut erkennbar ist, kann durch Anordnung und Ausgestaltung der Doppelstrahldüsen 8 die Geometrie des Sprühbildes definiert gestaltet werden. Durch einen kleineren Prallwinkel bei einer Doppelstrahldüse kann beispielsweise eine bestimmte Freizone 15 vergrößert werden. Durch Wegfall oder andere Positionierung einer Doppelstrahldüse kann die Freizone 15 ebenfalls gestaltet werden. Beispielsweise kann ein gesamter Fächerstrahl 9 ausgespart werden, um an dieser Stelle beispielsweise ein Ein- oder Auslassventil oder aber eine Zündkerze aus dem Sprühbereich auszusparen.

**[0056]** Das in Fig. 9 dargestellte Sprühbild eignet sich besonders für die Verwendung in einem Hubkolbenmotor. Zur Veranschaulichung hierzu ist in Fig. 10 ein Zylinder 16 sowie der zugehörige Kolben 17 eines Hubkolbenmotors schematisch dargestellt. Der Kolben 17 befindet sich im oberen Totpunkt. Der Zylinderkopf ist nicht dargestellt, um den Blick in den aufgeschnittenen Zylinder

der 16 freizugeben. Der Zylinderkopf würde den Brennraum 18 auf Höhe der Dichtfläche 19 verschließen, so dass der Injektor 20 durch den Zylinderkopf hindurch in den Brennraum 18 ragt. Dies entspricht einer üblichen Geometrie in Hubkolbenmotoren, die einen flachen scheibenförmigen Brennraum 18 ergibt.

**[0057]** In diesem Fall ist eine entsprechend flache Ausgestaltung des Sprühbilds des Injektors 20 von Vorteil. Das in Fig. 10 dargestellte Sprühbild entspricht dem Sprühbild gemäß Fig. 9, wie es beispielsweise von einer Einspritzvorrichtung gemäß den Fig. 1 bis 6 erzielbar ist. In der Ausführung gemäß Fig. 10 ragt der Injektor 20 zentral in den Zylinder 16 parallel und konzentrisch hinein. In diesem Fall ist es von Vorteil, die Doppelstrahldüsen 8 in der Tat quer zur Hauptachse H des Injektors anzuordnen, wie es in Fig. 4 mit dem Winkel  $\beta$  angedeutet ist. Falls erwünscht, kann der Injektor 20 jedoch auch zur Hauptachse des Zylinders 16 geneigt in den Brennraum eingebracht werden, wobei zur Erzeugung eines quer zur Hauptachse des Zylinders 16 verlaufenden Sprühbilds eine entsprechende Neigung der Fächerebenen der Doppelstrahldüsen 8 möglich ist. In diesem Fall wäre der Winkel  $\beta$ , wie er in Fig. 4 eingezeichnet ist, abweichend von dem rechten Winkel zu wählen.

**[0058]** Wie bereits mehrfach angedeutet, kann durch entsprechende Anordnung und Ausgestaltung der Mehrfachstrahldüsen das Sprühbild dem jeweiligen Brennraum der Verbrennungsvorrichtung angepasst werden. Wesentlich für die Erfindung ist der Umstand, dass mit mehreren, gleichzeitig beaufschlagten Mehrfachstrahldüsen, insbesondere Doppelstrahldüsen zum einen eine hervorragende Zerstäubung mit kleinsten Tröpfchen und der damit verbundenen großen Oberfläche des Brennstoffs erzielbar ist, wobei zugleich eine ausgezeichnete Anpassung an die Geometrie des Brennraums und somit eine sehr gleichmäßige und schnelle Verteilung des Brennstoffs im Brennraum möglich ist.

Bezugszeichenliste:

**[0059]**

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1 | Einspritzvorrichtung |
| 2 | Injektorkopf         |
| 3 | Kegelstumpf          |
| 4 | Düsenkörper          |
| 5 | Aussparung           |
| 6 | Strahlkanal          |
| 7 | Strahlkanal          |
| 8 | Doppelstrahldüse     |

- 9 Fächerstrahl
- 10 Injektornadel
- 11 Ventilsitz
- 12 Verschlusselement
- 13 Stahlkanal
- 14 Innenraum
- 15 Freizone
- 16 Zylinder
- 17 Kolben
- 18 Brennraum
- 19 Dichtfläche
- 20 Injektor

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum, insbesondere zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder eines Verbrennungsmotors, wobei eine Mehrfachstrahldüse (8) mit wenigstens zwei Strahlkanälen (6, 7) zur Erzeugung wenigstens zweier, in einer Prallzone (S) wenigstens teilweise aufeinander prallender Brennstoffstrahlen vorgesehen ist, wobei zwei oder mehrere solcher Mehrfachstrahldüsen (8) vorgesehen sind und wobei die Mehrfachstrahldüsen (8) durch die wenigstens zwei Strahlkanäle (6, 7) eine Fächerdüse zur Erzeugung eines Fächerstrahls (9) bilden, dessen Ausdehnung in einer Fächerebene größer ist als in Querrichtung zu dieser Fächerebene, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlkanäle (6, 7) über die Umfangsfläche eines Düsenkörpers (4) verteilt angeordnet sind, und dass die Fächerebenen der Mehrfachstrahldüsen (8) quer und/oder geneigt zur geometrischen Achse des Düsenkörpers (4) ausgerichtet sind, wobei die Führung der Strahlkanäle (6, 7, 13) derart ist, dass diese (6, 7, 13) gegenüber der Hauptachse (H) der Einspritzvorrichtung (1) unter einem Winkel stehen, sodass die durch Fächerdüsen erzeugte Sprühzone pyramidenförmig ausgestaltet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine gemeinsame Düsenkammer (4) vorgesehen ist, von dem die Strahlkanäle (6, 7) von zwei oder mehreren Mehrfachstrahldüsen (8) ausgehen.

3. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verschlusselement (10) für den Verschluss der Brennstoffzufuhr vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein gemeinsames Verschlusselement (10) für den Verschluss der Brennstoffzufuhr für zwei oder mehrere, insbesondere für alle Mehrfachstrahldüsen (8) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsenkammer ein mit einem Verschlusselement (10) verschließbares Sackloch bildet, wobei die Strahlkanäle (6, 7) in Strömungsrichtung hinter dem Verschlusselement (10) die Wandung der Düsenkammer durchsetzen.
6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlkanäle (6, 7) als Rundkanäle ausgebildet sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Mehrfachstrahldüsen (8) mit zueinander parallelen Fächerebenen angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Mehrfachstrahldüsen (8) mit zueinander nicht parallelen Fächerebenen angeordnet sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Mehrfachstrahldüsen (8) mit zueinander parallelen Fächerebenen quer zu den Fächerebenen versetzt angeordnet sind.
10. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fächerebenen aller Mehrfachstrahldüsen (8) parallel zueinander liegen.
11. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vorbestimmte Freiräume (15) aus dem Sprühbereich der Mehrfachstrahldüsen (8) ausgespart sind.
12. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prallwinkel zweier aufeinander prallender Strahlen  $> 10^\circ$  oder  $> 20^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $30^\circ$  und  $50^\circ$  ausgebildet ist.
13. Injektor für eine Verbrennungsvorrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum, insbe-

sondere eines Verbrennungsmotors, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Einspritzvorrichtung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche umfasst.

14. Verbrennungsmotor mit einer Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung (1) gemäß einem der vorgenannten Ansprüche zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum vorgesehen ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



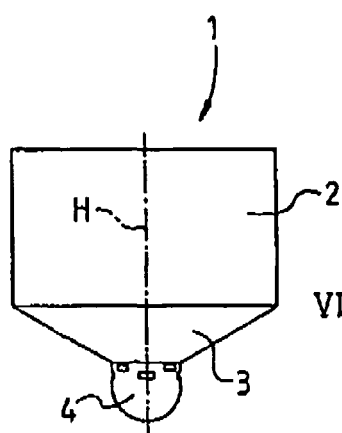


Fig.1

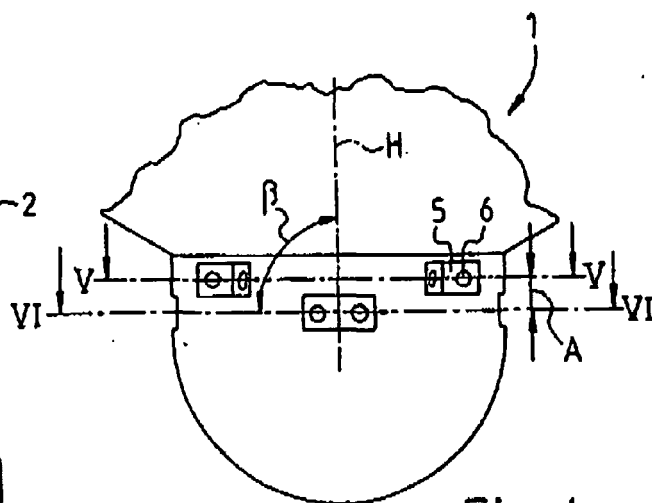


Fig.4

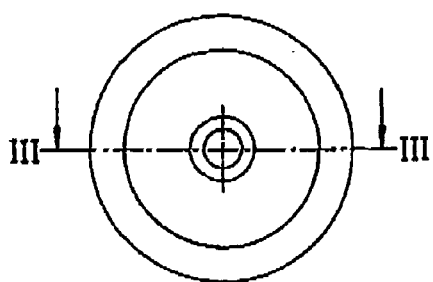


Fig.2

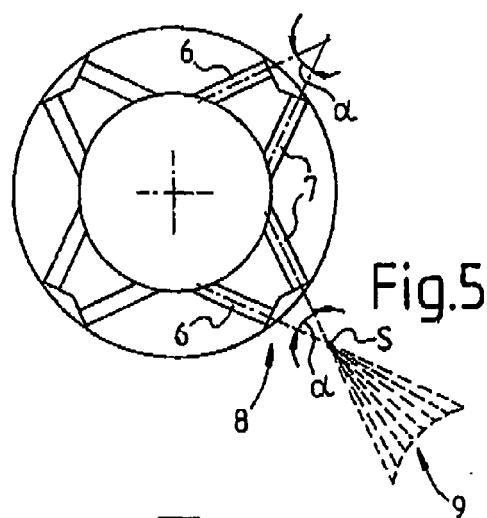


Fig.5

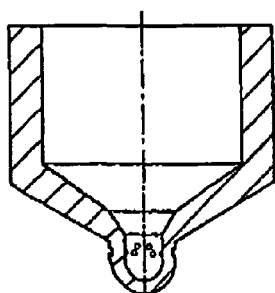


Fig.3

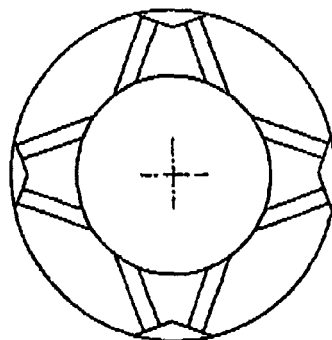


Fig.6

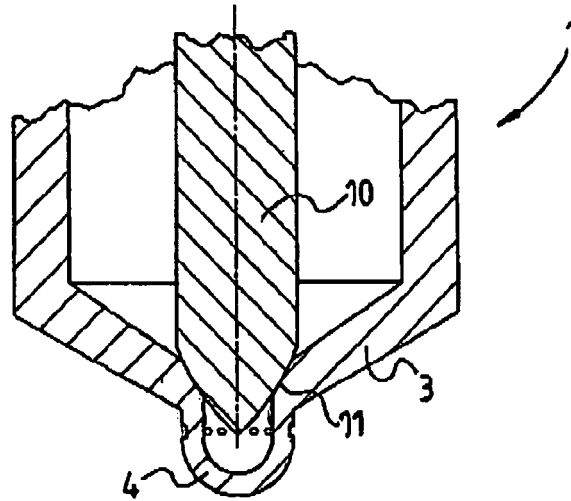


Fig. 7

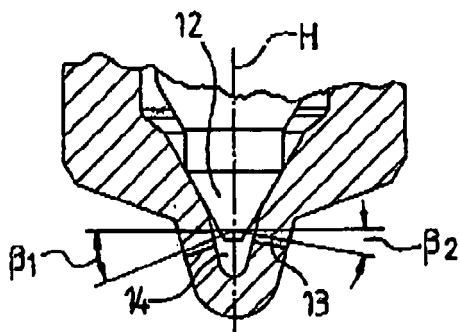


Fig. 8 a

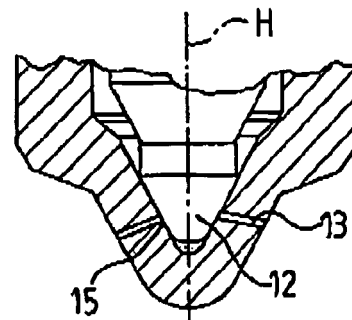


Fig. 8 b

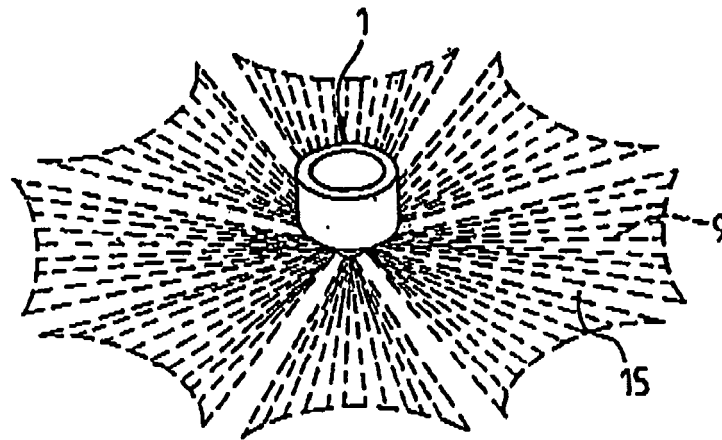


Fig. 9

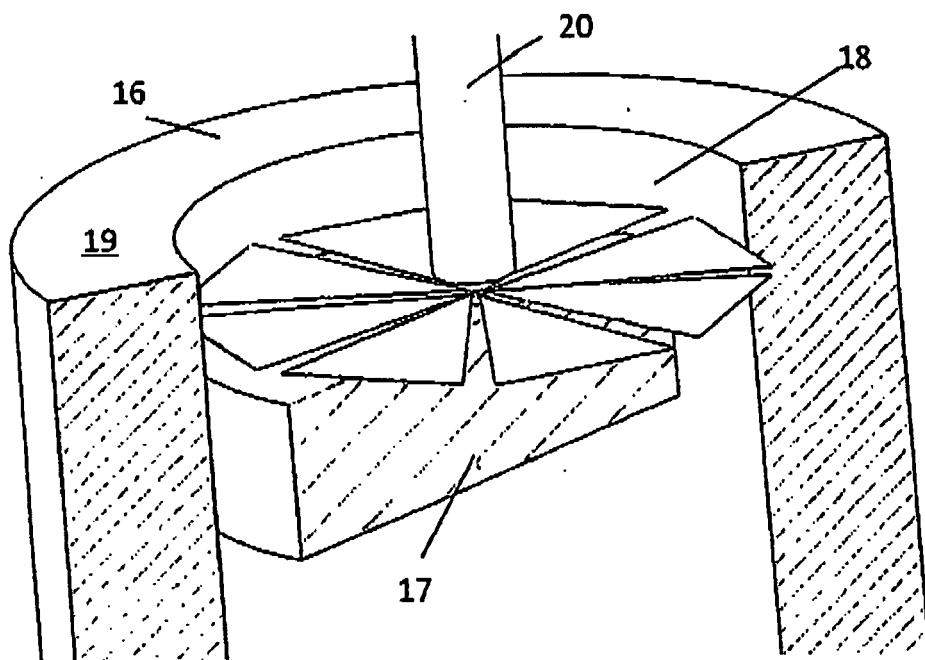


Fig. 10



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 00 3438

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2006 041476 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. März 2008 (2008-03-06) * Seite 3, Absätze 0011,0013,0016,0017; Abbildungen 1-3 *	1-14	INV. F02M61/18
A	DE 10 2009 035027 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 18. Februar 2010 (2010-02-18) * Seite 8, Absätze 0049,0050; Abbildungen 2a-c *	1-14	
A	DE 10 2004 041031 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 2. März 2006 (2006-03-02) * Seite 4, Absätze 0021,0022; Abbildungen 2,3 *	1-14	
A	US 2003/222159 A1 (KOBAYASHI NOBUAKI [JP] ET AL) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) * Seite 2, Absatz 0034-0038; Abbildungen 1-5 *	1-14	
A	EP 1 719 903 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 8. November 2006 (2006-11-08) * Spalte 7, Absatz 0027-0033; Abbildungen 1-3 *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
A	US 5 540 200 A (NAITOH KEN [JP] ET AL) 30. Juli 1996 (1996-07-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 31,51-54 *	1-14	
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. August 2013	Prüfer Etschmann, Georg
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 00 3438

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-08-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006041476 A1	06-03-2008	KEINE	
DE 102009035027 A1	18-02-2010	DE 102009035027 A1 JP 2010031772 A	18-02-2010 12-02-2010
DE 102004041031 A1	02-03-2006	KEINE	
US 2003222159 A1	04-12-2003	CN 1467373 A DE 10323398 A1 JP 4099075 B2 JP 2004052751 A US 2003222159 A1	14-01-2004 24-12-2003 11-06-2008 19-02-2004 04-12-2003
EP 1719903 A1	08-11-2006	AT 406515 T EP 1719903 A1	15-09-2008 08-11-2006
US 5540200 A	30-07-1996	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 369670 [0002]
- DE 4407360 A1 [0003]