

(19)



(11)

EP 3 924 617 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

03.04.2024 Patentblatt 2024/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F02M 61/18^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F02M 61/18; F02M 61/182; F02M 61/1893

(21) Anmeldenummer: **20704845.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2020/053378

(22) Anmeldetag: **11.02.2020**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2020/165115 (20.08.2020 Gazette 2020/34)

(54) **DÜSE FÜR EINEN KRAFTSTOFFINJEKTOR**

NOZZLE FOR A FUEL INJECTOR

BUSE POUR UN INJECTEUR DE CARBURANT

(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**

• **ATZKERN, Thomas**

94469 Deggendorf (DE)

• **HÖLLBACHER, Markus**

5412 Puch (AT)

• **SCHMID, Michael**

94253 Bischofsmais (DE)

(30) Priorität: **12.02.2019 DE 102019103512**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

22.12.2021 Patentblatt 2021/51

(74) Vertreter: **Lauffhütte, Dieter**

Lorenz Seidler Gossel

Rechtsanwälte Patentanwälte

Partnerschaft mbB

Widenmayerstraße 23

80538 München (DE)

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Components Deggendorf GmbH**

94469 Deggendorf (DE)

(72) Erfinder:

• **LICHTINGER, Klaus**

94333 Geiselhöring (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A1-102015 001 199

DE-A1-102015 211 769

US-A1- 2015 285 127

US-B2- 9 631 549

EP 3 924 617 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Düse für einen Kraftstoffinjektor sowie einen Kraftstoffinjektor mit einer solchen Düse. Kraftstoffinjektoren, die auch Einspritzdüsen genannt werden, sind wesentlicher Bestandteil einer jeden Brennkraftmaschine, da hierüber die erforderliche Menge des zu verbrennenden Kraftstoffes in den Brennraum eingeleitet wird. Für eine saubere Verbrennung ist es dabei von hoher Wichtigkeit, über die gesamte Lebensdauer eines Injektors ein möglichst rasches Öffnen und Schließen des Injektors beizubehalten, um fortwährend eine exakte Menge eines Kraftstoffes zuführen zu können.

[0002] Derzeit sind typischerweise Düsen für Kraftstoffinjektoren bekannt, deren Öffnungen zum Auslassen von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff von einem sogenannten Sackloch radial abgehen. Das Sackloch ist ein unterhalb der in Längsrichtung bewegbaren Düsennadel angeordneter Raum, der durch das Aufsetzen der Düsennadel auf einen Sitzbereich fluidisch von einem Reservoir für unter hohem Druck stehenden Kraftstoff trennbar ist (vgl. Fig. 7). Wird die Düsennadel von dem Sitzbereich des Düsenkörpers abgehoben, strömt Kraftstoff in das Sackloch und von dort über die Öffnungen aus der Düse hinaus. Dabei wird die Düsennadel von außen von Kraftstoff umströmt, der in Richtung der Öffnungen fließt.

[0003] Die US 2015/0285127 A1 offenbart eine Düse für einen Kraftstoffinjektor, der sämtliche Merkmale aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufweist.

[0004] Die DE 10 2015 211 769 A1 zeigt ein Einspritzventil, bei dem die Spitze der bewegbaren Nadel an ihrem distalen Ende entsprechend einem Bodenprofil des Düsenkörpers komplementär ausgebildet ist.

[0005] Es ist nun das Ziel der vorliegenden Erfindung die vorbekannten Düsen für Kraftstoffinjektoren bzw. die Kraftstoffinjektoren selbst zu verbessern, um einen oder mehrere der nachfolgenden Punkte wie Optimierung der Kraftstoffströmung (bzw. das Kavitationsverhalten), eine Gewichtsreduzierung, eine Reduzierung des Schadvolumens, eine Verbesserung der hydraulischen Effizienz, eine Erhöhung des Durchflusses, eine Verkürzung der Spritzlochlänge, eine Erhöhung der Druckfestigkeit, eine schnellere Entdrosselung und ein verbessertes Motorverhalten (Emission, Verbrauch,...) zu erlangen.

[0006] Dies gelingt mit einer Düse für einen Kraftstoffinjektor, die sämtliche Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

[0007] Demnach umfasst die erfindungsgemäße Düse für einen Kraftstoffinjektor einen drehsymmetrischen Düsenkörper mit einem Hohlraum zum Einführen einer Düsennadel, eine Düsenspitze, die an einem Längsende des Düsenkörpers vorgesehen ist und mindestens einen geradlinig verlaufenden Öffnungskanal zum Auslassen von Kraftstoff aufweist, und eine in dem Hohlraum angeordnete Düsennadel zum wahlweisen Blockieren eines Kraftstoffzuflusses zu dem mindestens einen Öffnungs-

kanal. Die Düse zeichnet sich dadurch aus, dass der mindestens eine Öffnungskanal eine Mittelachse aufweist, die windschief zur Längsachse des Düsenkörpers ist.

[0008] Nach der erfindungsgemäßen Lösung wird also kein klassisches Sackloch mehr gebildet. Spritzlöcher werden ohne Strömungsumlenkung direkt beströmt bzw. befüllt.

[0009] Durch die windschiefe Anordnung der Mittelachse des mindestens einen Öffnungskanals wird bei einer geöffneten Düse der ausströmende Kraftstoff weniger stark bzw. weniger oft umgelenkt, so dass es zu geringeren Strömungsverlusten kommt und eine insgesamt effizientere Düse erreicht wird. Insbesondere entfällt nun das Umlenken der nach dem Stand der Technik radial zur Längsachse der Düse angeordneten Öffnungskanäle, da deren Mittelachsen nach der Erfindung nun windschief zur Längsachse der Düse sind. Durch die windschiefe Anordnung der Mittelachsen der Öffnungskanäle zu der Längsachse der Düse gibt es zwischen diesen Achsen einen Versatz, der ein bestimmtes Abstandsniveau nicht unterschreitet.

[0010] Dabei kann nach der Erfindung ferner vorgesehen sein, dass die Längsachse des Düsenkörpers identisch zur Drehachse der Düse ist.

[0011] Weiter kann vorgesehen sein, dass mehrere Öffnungskanäle vorgesehen sind, von denen jeder eine Mittelachse aufweist, die jeweils windschief zur Längsachse des Düsenkörpers ist, und wobei vorzugsweise auch jede der mehreren Mittelachsen zueinander windschief ist. In der Regel weisen Düsen für Kraftstoffinjektoren mehrere Öffnungskanäle auf, um Kraftstoff möglichst homogen in einen Brennraum einzuspritzen.

[0012] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass Einlauföffnungen der Öffnungskanäle und Ausspritzöffnungen der Öffnungskanäle jeweils auf einem Kreis angeordnet sind, der eine Innenfläche definiert, die senkrecht zur Längsachse des Düsenkörpers ist, wobei die Einlauföffnungen äquidistant zueinander angeordnet sind und/oder die Ausspritzöffnungen äquidistant zueinander angeordnet sind. Diese Anordnung hat sich als besonders effektiv für ein rasches Ausströmen von Kraftstoff aus der Düse erwiesen. Im Rahmen der Erfindung können die Löcher auch nicht äquidistant zueinander liegen.

[0013] Ferner kann der Kreis auf dem die Einlauföffnungen angeordnet sind, einen kleineren Durchmesser aufweisen als der Kreis auf dem die Ausspritzöffnungen angeordnet sind. Dadurch ist es bspw. möglich, bei gleichbleibender Dicke der Düsenspitze einen größeren Strahlwinkel zum Abgeben von Kraftstoff zu erlangen. Nach der Erfindung läuft der Hohlraum des Düsenkörpers in seinem dem mindestens einen Öffnungskanal zugewandten Endabschnitt trichterförmig zu, und weist vorzugsweise die Mantelfläche eines auf dem Kopf stehenden Kegelstumpfes auf.

[0014] Alternativ, aber nicht unter den Wortlaut der Ansprüche fallend, kann der Endabschnitt auch eine andere Form aufweisen, beispielsweise eine Zylinderform.

[0015] Der Hohlraum zur Aufnahme der Düsennadel

ist in der Regel ein Sackloch oder eine Sackbohrung, die an ihrem verjüngten Ende den mindestens einen Öffnungskanal aufweist. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Hohlraum eine zylinderförmige Ausnehmung umfasst, an die sich ein trichterförmiger Endabschnitt, bspw. in Form eines kegelstumpfförmig spitz zulaufenden Abschnitts anschließt.

[0016] Zudem kann dabei vorgesehen sein, dass der trichterförmige Endabschnitt an seinem verjüngten Ende einen Kreis definiert, auf dem der mindestens eine Öffnungskanal mit einer zugehörigen Einlauföffnung angrenzt. Nach der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der mindestens eine Öffnungskanal innerhalb einer von dem Kreis definierten Fläche abgeht. So geht -anders als oftmals im Stand der Technik üblich- der mindestens eine Öffnungskanal nicht etwa von dem sich verjüngenden Trichterabschnitt bzw. dessen Mantelfläche ab, sondern von dem durch den Trichterabschnitt definierten Bodenabschnitt, der durch den Kreis am verjüngte Ende umschlossen ist.

[0017] Nach einer Fortbildung der Erfindung definiert der trichterförmige Endabschnitt an seinem verjüngten Ende einen Kreis, dessen Innenfläche eben ist oder dessen Innenfläche sich in Richtung des Hohlraums erhebt.

[0018] Ferner kann die durch den Kreis am verjüngten Ende des trichterförmigen Endabschnitts definierte Innenfläche eine kegelförmige Erhebung, eine zylinderförmige Erhebung und/oder eine kegelstumpfförmige Erhebung hin zum Hohlraum aufweisen, die vorzugsweise eine Rotationsachse aufweist, die identisch zur Längsachse des Düsenkörpers ist. Dadurch wird der zwischen dem Boden des Hohlraums und der Düsennadel angeordnete Raum verringert, so dass das durch diesen Raum definierte Schadvolumen sehr gering gehalten werden kann.

[0019] Vorzugsweise weist die Düsennadel eine distale Endkontur auf, die an die Geometrie des distalen Endabschnitts des Düsenkörpers angepasst ist und vorzugsweise eine dazu komplementäre Form aufweist.

[0020] So kann mit einer entsprechend ausgeformten distalen Spitze der Düsennadel das Schadvolumen weiter verringert werden.

[0021] Nach einer optionalen Modifikation der Erfindung ist vorgesehen, dass die Düsennadel einen kegelstumpfförmig zulaufenden Endabschnitt aufweist, deren Neigungswinkel, also der Winkel der Mantelfläche zur Kegelachse, größer ist als derjenige des trichterförmigen Endabschnitts des Düsenkörpers.

[0022] Der verjüngte Endabschnitt einer solchen Düsennadel kann dabei vorteilhafterweise eine Einbuchtung aufweisen, die eine zur Erhebung am Boden des Sacklochs komplementäre Form besitzt. Ist am Boden des Sacklochs, also am distalen Ende des Hohlraums ein sich in den Hohlraum erstreckender Kegel vorgesehen, kann die Düsennadel an ihrem distalen Ende eine entsprechende kegelförmige Einbuchtung aufweisen. Von der Erfindung ist aber auch der Fall umfasst, wonach der verjüngte Endabschnitt der Düsennadel eine ebene

Fläche ist, die mit einer ebenen Fläche am Grund des Sacklochs zusammenwirkt.

[0023] Die Erfindung umfasst ebenfalls den Gedanken, wonach in einem geschlossenen Zustand der Düse, bei dem die Düsennadel den Düsenkörper an einer Sitzfläche kontaktiert, unterhalb der Düsennadel zwischen Düsennadel und Düsenkörper ein Raum vorgesehen ist, von dem der mindestens eine Öffnungskanal abgeht.

[0024] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Mittelachsen der mehreren Öffnungskanäle ein einschaliges Hyperboloid definieren, deren Referenzgerade identisch zur Längsachse des Düsenkörpers ist.

[0025] Ferner kann nach einem illustrativen Beispiel der Neigungswinkel der Öffnungskanäle, also der Neigungswinkel der Erzeugenden des einschaligen Hyperboloids, um weniger als 45°, vorzugsweise weniger als 25°, bevorzugterweise um weniger als 10° und am bevorzugtesten um weniger als 4° vom Komplementärwinkel des Neigungswinkels des trichterförmigen Endabschnitts des Düsenkörpers abweichen.

[0026] Dadurch entsteht ein stumpfwinkliger Übergang von dem trichterförmigen Endabschnitt hinein in den Öffnungskanal, der eine besonders vorteilhafte Strömung von Kraftstoff aus der Düse hinaus zulässt. So wird nämlich sichergestellt, dass der ausströmende Kraftstoff beim Eintreten in die Öffnungskanäle nicht erneut umgelenkt werden muss, was für die Düse insgesamt vorteilhaft ist, da es zu geringeren Strömungsverlusten kommt.

[0027] Auch ist nach der Erfindung vorgesehen, dass die beiden Neigungswinkel so gewählt sind, dass jeder Öffnungskanal mit der Mantelfläche des trichterförmigen Endabschnitts fluchtet oder die Mittelachse jedes Öffnungskanals parallel zur Neigung des trichterförmigen Abschnitts ist. Dann gibt es keinen Winkel beim Übergang von dem trichterförmigen Endabschnitt hinein in den Öffnungskanal, da die jeweiligen Flächen entsprechend zueinander ausgerichtet sind. Besonders vorteilhaft ist dies, wenn der mindestens eine Öffnungskanal an die Mantelfläche angrenzt, so dass ein an der Mantelfläche des trichterförmigen Abschnitts strömendes Fluid nahtlos und unter Fortführung des Neigungswinkels des trichterförmigen Abschnitts in einen Öffnungskanal eingeführt wird. So kommt es zu keiner Umlenkung des auszugebenden Kraftstoffs, was als vorteilhaft in Bezug auf die Strömungsverluste angesehen wird.

[0028] Dabei kann nach der Erfindung auch vorgesehen sein, dass der Hohlraum ein Sackloch ist, wobei vorzugsweise am Grund des Sacklochs zum Erstellen einer in den Hohlraum ragenden Struktur ein separates Bauteil, vorzugsweise eine Kugel, angeordnet ist. Die in den Hohlraum ragende Struktur kann dabei die Innenfläche am verjüngten Ende des trichterförmigen Endabschnitts darstellen. Der Boden des trichterförmigen Endabschnitts ist dabei durch die Struktur geschaffen, die sich in Richtung des Hohlraums erstreckt.

[0029] Die Zahl der Öffnungskanäle liegt dabei im Bereich von 2-16, vorzugsweise im Bereich von 4-12 und

bevorzugterweise im Bereich von 6-8.

[0030] Die Erfindung betrifft zudem einen Kraftstoffinjektor mit einer Düse nach einem der vorhergehend beschriebenen Varianten.

[0031] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

Fig. 1a: eine Schnittansicht entlang einer Achse A-A durch eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse,

Fig. 1b: eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Düse aus Fig. 1a mit der Schnittachse A-A,

Fig. 2a: eine Schnittansicht entlang einer Achse B-B durch die erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse,

Fig. 2b: eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Düse aus Fig. 2a mit der Schnittachse B-B,

Fig. 3: eine Schnittansicht mit durchscheinenden verdeckten Elemente durch eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse,

Fig. 4: eine Schnittansicht mit durchscheinenden verdeckten Elemente durch eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse,

Fig. 4a: eine Schnittansicht mit durchscheinenden verdeckten Elemente durch eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse,

Fig. 5a: eine Schnittansicht durch die Mittelachse der Düse mit durchscheinenden verdeckten Elemente durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse,

Fig. 5b: eine Draufsicht auf den Düsenkörper aus Fig. 5a mit durchscheinenden verdeckten Elemente,

Fig. 6: ein einschaliges Hyperboloid mit der zugehörigen Geradenschar, und

Fig. 7: eine hälftige Schnittansicht durch einen distalen Bereich einer Kraftstoffdüse nach dem Stand der Technik.

[0032] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht des distalen Endbereichs einer erfindungsgemäßen Düse 1. Man erkennt dabei den Düsenkörper 2, der an seinem distalen Ende eine Düsenspitze 5 aufweist, die über mehrere Öffnungskanäle 6 zum Auslassen von Kraftstoff verfügt (teilweise verdeckt). Der Düsenkörper 2 besitzt dabei einen Hohlraum 3 zur Aufnahme einer Düsennadel 4, die darin bewegbar aufgenommen ist. Die Düsennadel 3

kann entlang ihrer Längsachse gemäß den bekannten Prinzipien zum Anheben und Senken einer Düsennadel 3 bewegt werden, die für die vorliegende Erfindung nicht beschränkend sind.

[0033] In einem geschlossenen Zustand der Düse 1 liegt die Düsennadel 4 mit ihrem sich verjüngenden distalen Endabschnitt auf einer Sitzfläche 7 auf, so dass eine Fluidverbindung von einem unterhalb der Sitzfläche 7 angeordneten Öffnungskanal 6 zu einem oberhalb der Sitzfläche 7 mit Kraftstoff befüllbaren Raum unterbrochen ist. Kontaktiert die Düsennadel 4 die Sitzfläche 7 des Düsenkörpers befindet sich die Düse 1 in einem geschlossenen Zustand.

[0034] Wird hingegen die Düsennadel 4 von der Sitzfläche 7 abgehoben, kommt es zu einem Ausströmen von Kraftstoff aus den Öffnungskanälen 6.

[0035] Der Fig. 1a lässt sich darüber hinaus entnehmen, dass der Boden des sacklochartigen Hohlraums 3 eine in den Hohlraum 3 hineinragende kegelartige Erhebung 34 aufweist, die mit einer dazu komplementär ausgeformten Spitze der Düsennadel 4 zusammenwirkt. In dem in Fig. 1a dargestellten Schnitt durch die Mittenachse der Düse 1 besitzt die Düsennadel 4 an ihrem distalen Ende eine W-Form. Die beiden äußeren Schenkel der W-Form kontaktieren dabei die Sitzfläche 7, wohingegen die beiden inneren Schenkel der W-Form mit der kegelartigen Erhebung vom Boden des Sacklochs zusammenwirken.

[0036] Der Hohlraum 3 des Düsenkörpers 2 besitzt einen zylindrischen Abschnitt 31, an den sich ein trichterförmiger Endabschnitt 31 anschließt. Die das verjüngende Ende verbindende Fläche kann nach der Erfindung unterschiedliche Ausgestaltungen annehmen.

[0037] Fig. 1b zeigt eine Draufsicht auf den Düsenkörper aus Fig. 1a, bei dem verdeckte Elemente, wie die Öffnungskanäle 6 durchscheinen. Man erkennt, dass die geradlinig verlaufenden Öffnungskanäle 6, die bspw. durch Bohrungen erzeugbar sind windschief zur Längsachse des Düsenkörpers 2 sind. Zudem erkennt man, dass die Einlassöffnungen der Öffnungskanäle an die Mantelfläche eines Kegelstumpfes 32, 33 angrenzen.

[0038] Fig. 2a ist eine zweite Schnittansicht der ersten Ausführungsform der Erfindung. Die Schnittführung B-B ist dabei der Fig. 2b zu entnehmen, die einen Schnitt entlang eines Öffnungskanals 6 andeutet.

[0039] So ist in Fig. 2a zu sehen, dass am Boden des Sacklochs oder Hohlraums 3 direkt angrenzend an die Mantelfläche des trichterförmigen Endabschnitts 32, 33 der Öffnungskanal mit derselben Neigung wie der trichterförmige Endabschnitt angeordnet ist, so dass ein ausströmendes Fluid keine Umlenkung beim Übergang von dem Hohlraum 3 in den Öffnungskanal 6 ausführen muss.

[0040] Mit dem Bezugszeichen 61 ist eine Einlauföffnung in den Öffnungskanal 6 charakterisiert, wohingegen das Bezugszeichen 62 eine Austrittsöffnung darstellt.

[0041] Aus Fig. 2b kann man entnehmen, dass es ins-

gesamt acht unterschiedliche Öffnungskanäle gibt, die sowohl untereinander als auch zur Längsachse der Düse windschief sind.

[0042] Dabei liegen aber die Einlauföffnungen 61 und/oder die Austrittsöffnungen 62 der jeweiligen Öffnungskanäle 6 alle auf einem Kreis 33.

[0043] Fig. 3 zeigt eine zu Fig. 1a identische Schnittansicht des Düsenkörpers 2, wobei im Unterschied zu den vorhergehenden Ansichten die in einer Schnittansicht eigentlich nicht zu sehenden verdeckten Öffnungskanäle 6 für ein besseres Verständnis der Erfindung dargestellt sind.

[0044] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, die sich im Gegensatz zu der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten ersten Ausführungsform in ihrer Ausgestaltung des distalen Spitzenabschnitts unterscheidet.

[0045] Der Boden des Hohlraums 3 bzw. des Sacklochs ist nun nicht mehr mit einer in den Hohlraum 3 hineinragenden kegelförmigen Erhebung versehen, sondern nimmt eine dazu verschiedene Ausgestaltung an. Vorliegend ist die Erhebung durch einen relativ flachen Kegelstumpf 342 dargestellt. Auch die distale Spitze der Düsennadel 4 weist eine dazu komplementäre Form auf.

[0046] Fig. 4a zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, die sich im Gegensatz zu den vorhergehenden Ausführungsformen in ihrer Ausgestaltung des distalen Spitzenabschnitts unterscheidet.

[0047] Der Boden des Hohlraums 3 bzw. des Sacklochs ist nun nicht mehr mit einer in den Hohlraum 3 hineinragenden kegelförmigen Erhebung versehen, sondern nimmt eine dazu verschiedene Ausgestaltung an. Vorliegend ist die Erhebung durch eine flache Ebene 341 ausgebildet. Auch die distale Spitze der Düsennadel 4 weist eine dazu komplementäre Form auf und ist nun eben ausgebildet. Der Hohlraum 3 weist in dieser Ausführungsform einen flachen Grund auf.

[0048] Figs. 5a und 5b zeigen eine Schnittansicht durch die Mittelachse der Düse bzw. eine Draufsicht auf den Hohlkörper 3 des Düsenkörpers 2. Die hier vorgestellte Ausführungsform entspricht mit einigen Abwandlungen in Bezug auf die Öffnungskanäle der vorhergehenden Ausführungsform.

[0049] Man erkennt, dass die Austrittsöffnungen 62 der Öffnungskanäle 6 auf einem Kreis angeordnet sind, der einen größeren Radius aufweist als der Kreis, auf dem die Einlauföffnungen 61 angeordnet sind. Dadurch wird erreicht, dass ein größerer Strahlwinkel beim Abgeben von Kraftstoff in einen Brennraum hinein abgedeckt wird.

[0050] Fig. 6 zeigt ein einschaliges Hyperboloid, das dadurch erzeugt wird, dass ein zur Referenzgerade 11 windschiefe Gerade 12 um die Referenzgerade 11 herum rotiert wird. Auf einer Normalenebene zur Referenzgeraden 11 stehen die windschiefen Gerade 12 auf einem Kreisring 14, 15.

[0051] Bei der vorliegenden Erfindung kann die Anordnung der geradlinigen Öffnungskanäle mit deren jewei-

ligen Mittelachsen die Form eines einschaligen Hyperboloids annehmen. Selbstverständlich ist es dabei nicht erforderlich, dass die Eintritts- und Austrittsöffnungen der Öffnungskanäle auf Kreisen mit denselben Durchmessern angeordnet sind. Diese können, bspw. wie in Fig. 5a gezeigt, unterschiedlich sein.

[0052] Fig. 7 zeigt eine Düse 1 in ihrem Bereich der Spitze nach dem Stand der Technik. Der Düsenkörper 2 besitzt eine Ausnehmung 8, in die eine Düsennadel 4 eingeführt ist. Diese Düsennadel 4 ist -anders als nach der Erfindung- nicht mit einem ebenen distalen Endabschnitt oder gar mit einer nach innen ragenden Wölbung versehen.

[0053] Unterhalb der Sitzfläche 10 ist ein Sackloch 12 vorgesehen, von dem aus die Öffnungen 6 zum Austreten von Kraftstoff aus der Düse 1 radial zur Längsachse der Düse 1 abgehen. Aufgrund dieser Konstruktion ist ein mehrmaliges Umlenken von Kraftstoff erforderlich, was das Auftreten von Kavitationsschäden fördert.

Patentansprüche

1. Düse (1) für einen Kraftstoffinjektor, umfassend:

einen drehsymmetrischen Düsenkörper (2) mit einem Hohlraum (3) zum Einführen einer Düsennadel (4),
eine Düsenspitze (5), die an einem Längsende des Düsenkörpers (2) vorgesehen ist und mindestens einen geradlinig verlaufenden Öffnungskanal (6) zum Auslassen von Kraftstoff aufweist, und
eine in dem Hohlraum (3) angeordnete Düsennadel (4) zum wahlweisen Blockieren eines Kraftstoffzuflusses zu dem mindestens einen Öffnungskanal (6), wobei
der mindestens eine Öffnungskanal (6) eine Mittelachse aufweist, die windschief zur Längsachse des Düsenkörpers (2) ist, und
der Hohlraum (3) des Düsenkörpers (2) in seinem dem mindestens einen Öffnungskanal (6) zugewandten Endabschnitt (32, 33) trichterförmig zuläuft;

dadurch gekennzeichnet, dass

es keinen Winkel beim Übergang von dem trichterförmigen Endabschnitt hinein in einen jeweiligen Öffnungskanal gibt, da die jeweiligen Flächen entsprechend zueinander ausgerichtet sind.

2. Düse (1) nach Anspruch 1, wobei mehrere Öffnungskanäle (6) vorgesehen sind, von denen jeder eine Mittelachse aufweist, die jeweils windschief zur Längsachse des Düsenkörpers (2) ist, und wobei vorzugsweise auch jede der mehreren Mittelachsen zueinander windschief sind.

3. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Einlauföffnungen (61) der Öffnungskanäle (6) und Ausspritzöffnungen (62) der Öffnungskanäle (6) jeweils auf einem Kreis angeordnet sind, der eine Innenfläche definiert, die senkrecht zur Längsachse des Düsenkörpers (2) ist, wobei die Einlauföffnungen (61) äquidistant zueinander angeordnet sind und/oder die Ausspritzöffnungen (62) äquidistant zueinander angeordnet sind.
4. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kreis auf dem die Einlauföffnungen (61) angeordnet sind, einen kleineren Durchmesser aufweist als der Kreis auf dem die Ausspritzöffnungen (62) angeordnet sind.
5. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der trichterförmige Endabschnitt (32, 33) die Mantelfläche eines auf dem Kopf stehenden Kegelstumpfes aufweist.
6. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der trichterförmige Endabschnitt (32, 33) an seinem verjüngtem Ende einen Kreis (33) definiert, auf dem der mindestens eine Öffnungskanal (6) mit einer zugehörigen Einlauföffnung (61) angrenzt.
7. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 oder 6, wobei der trichterförmige Endabschnitt (32, 33) an seinem verjüngtem Ende einen Kreis (33) definiert, dessen Innenfläche (34) eben ist oder dessen Innenfläche (34) sich in Richtung des Hohlraums (3) erhebt.
8. Düse (1) nach Anspruch 7, wobei die durch den Kreis (33) am verjüngten Ende des trichterförmigen Endabschnitts (32, 33) definierte Innenfläche (34) eine kegelförmige Erhebung (341), eine zylinderförmige Erhebung und/oder eine kegelstumpfförmige Erhebung (342) hin zum Hohlraum (3) aufweist, die vorzugsweise eine Rotationsachse aufweist, die identisch zur Längsachse des Düsenkörpers (2) ist.
9. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 oder 8, wobei die Düsennadel (4) eine distale Endkontur (41) aufweist, die an die Geometrie des distalen Endabschnitts (32, 33) des Düsenkörpers (2) angepasst ist, vorzugsweise eine dazu komplementäre Form aufweist.
10. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9, wobei die Düsennadel (4) einen kegelstumpfförmig zulaufenden Endabschnitt (41) aufweist, deren Neigungswinkel, also der Winkel von der Mantelfläche zur Kegelachse, größer ist als derjenige des trichterförmigen Endabschnitts (32, 33) des Düsenkörpers (2).
11. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in einem geschlossenen Zustand der Düse (1), bei dem die Düsennadel (4) den Düsenkörper (2) an einer Sitzfläche (7) kontaktiert, unterhalb der Düsennadel (4) zwischen Düsennadel (4) und Düsenkörper (2) ein Raum (8) vorgesehen ist, von dem der mindestens eine Öffnungskanal (6) abgeht.
12. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mittelachsen der mehreren Öffnungskanäle (6) ein einschaliges Hyperboloid (10) definieren, deren Referenzgerade (11) identisch zur Längsachse des Düsenkörpers (2) ist.
13. Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hohlraum (3) ein Sackloch (8) ist, wobei vorzugsweise am Grund des Sacklochs (8) zum Erstellen einer in den Hohlraum (3) ragenden Struktur ein separates Bauteil, vorzugsweise eine Kugel, angeordnet ist.
14. Kraftstoffinjektor mit einer Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. A nozzle (1) for a fuel injector comprising:

a pivotably symmetrical nozzle member (2) having a hollow space (3) for introducing a nozzle needle (4);
 a nozzle tip (5) that is provided at a longitudinal end of the nozzle member (2) and has at least one opening channel (6) extending in a straight line for discharging fuel; and
 a nozzle needle (4) arranged in the hollow space (3) for the selective blocking of a fuel supply to the at least one opening channel (6),
 the at least one opening channel (6) has a center axis that is skewed with respect to the longitudinal axis of the nozzle member (2), and
 the hollow space (3) of the nozzle member (2) tapers in funnel form in its end section (32, 33) facing the at least one opening channel (6),
characterized in that
 there is no angle on the transition from the funnel-like end section into a respective opening channel since the respective surfaces are aligned correspondingly with one another.

2. A nozzle (1) in accordance with claim 1, wherein a plurality of opening channels (6) are provided of which each one has a center axis that is respectively skewed with respect to the longitudinal axis of the nozzle member (2) and wherein each of the plurality of center axes are also skewed with respect to one another.

3. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein inflow openings (61) of the opening channels (6) and squirt openings (62) of the opening channels (6) are each arranged on a circle that defines an inner surface that is perpendicular to the longitudinal axis of the nozzle member (2), and wherein the inflow openings (61) are arranged equidistantly from one another and/or the squirt openings (62) are arranged equidistantly from one another
4. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the circle on which the inflow openings (61) are arranged has a smaller diameter than the circle on which the squirt openings (62) are arranged.
5. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein funnel-like end section (32, 33) has the jacket surface of a truncated cone standing on its head.
6. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the funnel-like end section (32, 33) defines a circle (33) at its tapered end to which an associated inflow opening (61) of the at least one opening channel (6) is adjacent.
7. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims 5 or 6, wherein, the funnel-like end section (32, 33) defines a circle (33) at its tapered end whose inner surface (34) is planar or whose inner surface (34) rises in the direction of the hollow space (3).
8. A nozzle (1) in accordance with claim 7, wherein the inner surface (34) defined by the circle (33) at the tapered end of the funnel-like end section (32, 33) has a conical elevated portion (341), a cylindrical elevated portion, and/or a frustoconical elevated portion (342) toward the hollow space (3) that preferably has an axis of rotation that is identical to the longitudinal axis of the nozzle member (2).
9. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims 7 or 8, wherein the nozzle needle (4) has a distal end contour (41) that is adapted to the geometry of the distal end section (32, 33) of the nozzle member (2), preferably has a shape complementary thereto.
10. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims 7 to 9, wherein the nozzle needle (4) has a frustoconically tapering end section (41) whose angle of inclination, that is the angle from the jacket surface to the cone axis, is greater than that of the funnel-like end section (32, 33) of the nozzle member (2).
11. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding

claims, wherein a space (8) from which the at least one opening channel (6) starts is provided beneath the nozzle needle (4) between the nozzle needle (4) and the nozzle member (2) in a closed state of the nozzle (1) in which the nozzle needle (4) contacts the nozzle member (2) at a seat surface (7).

12. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the center axes of the plurality of opening channels (6) define a one sheet hyperboloid (10) whose reference line (11) is identical to the longitudinal axis of the nozzle member (2).

13. A nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the hollow space (3) is a blind hole (8), with a separate component, preferably a sphere, preferably being arranged at the base of the blind hole (8) to produce a structure projecting into the hollow space (3).

14. A fuel injector having a nozzle (1) in accordance with one of the preceding claims.

Revendications

1. Buse (1) pour un injecteur de carburant, comprenant :

un corps de buse (2) à symétrie de rotation doté d'une cavité (3) permettant l'introduction d'une aiguille d'injection (4),
une pointe de buse (5) qui est située sur une extrémité longitudinale du corps de buse (2) et qui présente au moins un canal d'ouverture (6) rectiligne permettant la sortie de carburant, et
une aiguille d'injection (4) disposée dans la cavité (3), destinée à bloquer de manière sélective un afflux de carburant vers l'au moins un canal d'ouverture (6), dans laquelle
l'au moins un canal d'ouverture (6) présente un axe central qui est incliné par rapport à l'axe longitudinal du corps de buse (2) sans le couper, et
la cavité (3) du corps de buse (2) se termine en forme d'entonnoir dans sa partie d'extrémité (32, 33) orientée vers l'au moins un canal d'ouverture (6) ;

caractérisée en ce que

il n'y a aucun angle au niveau de la transition de la partie d'extrémité en forme d'entonnoir vers l'intérieur d'un canal d'ouverture respectif car les surfaces concernées sont orientées de manière correspondante les unes par rapport aux autres.

2. Buse (1) selon la revendication 1, dans laquelle plusieurs canaux d'ouverture (6) sont prévus, dont chacun présente un axe central qui est respectivement

incliné par rapport à l'axe longitudinal du corps de buse (2) sans le couper et chacun des plusieurs axes centraux étant de préférence également incliné par rapport aux autres sans les couper.

3. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle des ouvertures d'entrée (61) des canaux d'ouverture (6) et des ouvertures de pulvérisation (62) des canaux d'ouverture (6) sont respectivement disposées sur un cercle qui définit une surface intérieure perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps de buse (2), les ouvertures d'entrée (61) étant disposées à équidistance les unes des autres et/ou les ouvertures de pulvérisation (62) étant disposées à équidistance les unes des autres.

4. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le cercle sur lequel les ouvertures d'entrée (61) sont disposées présente un diamètre inférieur au cercle sur lequel les ouvertures de pulvérisation (62) sont disposées.

5. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la partie d'extrémité (32, 33) en forme d'entonnoir présente la surface latérale d'un cône tronqué disposé à l'envers.

6. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la partie d'extrémité (32, 33) en forme d'entonnoir définit, à son extrémité se rétrécissant, un cercle (33) auquel l'au moins un canal d'ouverture (6) est adjacent avec une ouverture d'entrée (61) associée.

7. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes 5 ou 6, dans laquelle la partie d'extrémité (32, 33) en forme d'entonnoir définit, à son extrémité se rétrécissant, un cercle (33) dont la surface intérieure (34) est plane ou dont la surface intérieure (34) s'élève en direction de la cavité (3).

8. Buse (1) selon la revendication 7, dans laquelle la surface intérieure (34) définie par le cercle (33) à l'extrémité se rétrécissant de la partie d'extrémité (32, 33) en forme d'entonnoir présente une saillie conique (341), une saillie cylindrique et/ou une saillie tronconique (342) en direction de la cavité (3), qui présente de préférence un axe de rotation qui est identique à l'axe longitudinal du corps de buse (2).

9. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes 7 ou 8, dans laquelle l'aiguille d'injection (4) présente un contour d'extrémité distale (41) qui est adapté à la géométrie de la partie d'extrémité (32, 33) distale du corps de buse (2), et qui présente de préférence une forme complémentaire de celle-ci.

10. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes

7 à 9, dans laquelle l'aiguille d'injection (4) présente une partie d'extrémité (41) se terminant en forme de cône tronqué, dont l'angle d'inclinaison, autrement dit l'angle de la surface latérale par rapport à l'axe du cône, est supérieur à celui de la partie d'extrémité (32, 33) en forme d'entonnoir du corps de buse (2).

11. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle, dans un état fermé de la buse (1) dans lequel l'aiguille d'injection (4) est en contact avec le corps de buse (2) sur une surface de siège (7), il est prévu, sous l'aiguille d'injection (4), entre l'aiguille d'injection (4) et le corps de buse (2), un espace (8), duquel part l'au moins un canal d'ouverture (6).

12. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les axes centraux des plusieurs canaux d'ouverture (6) définissent un hyperboloïde à une nappe (10) dont la droite de référence (11) est identique à l'axe longitudinal du corps de buse (2).

13. Buse (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la cavité (3) est un trou borgne (8), un élément séparé, de préférence une boule, étant de préférence disposé au fond du trou borgne (8) pour créer une structure faisant saillie dans la cavité (3).

14. Injecteur de carburant doté d'une buse (1) selon l'une des revendications précédentes.

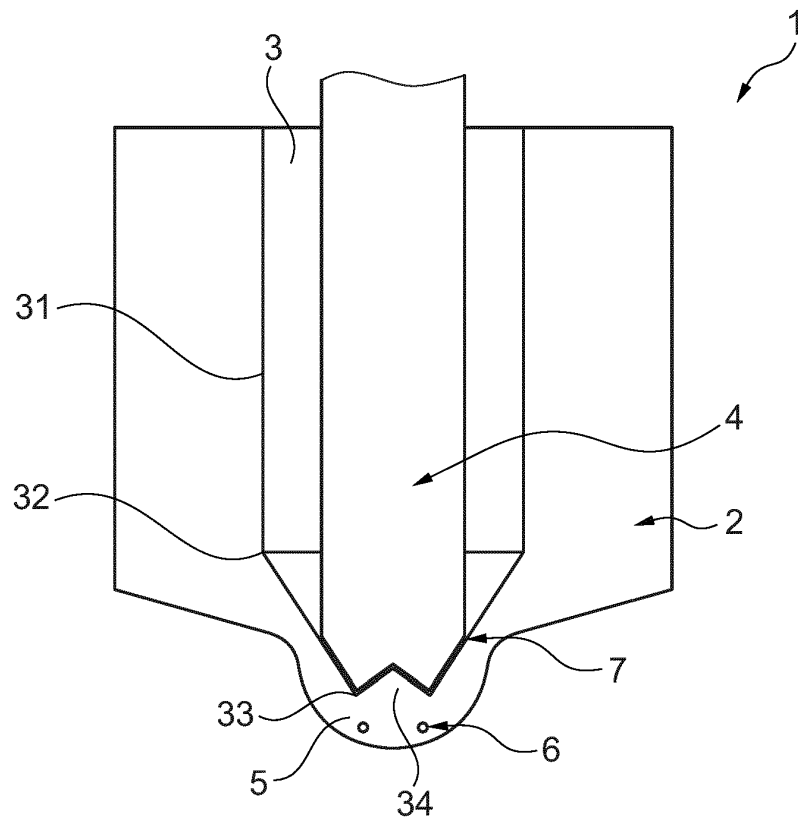


Fig. 1a

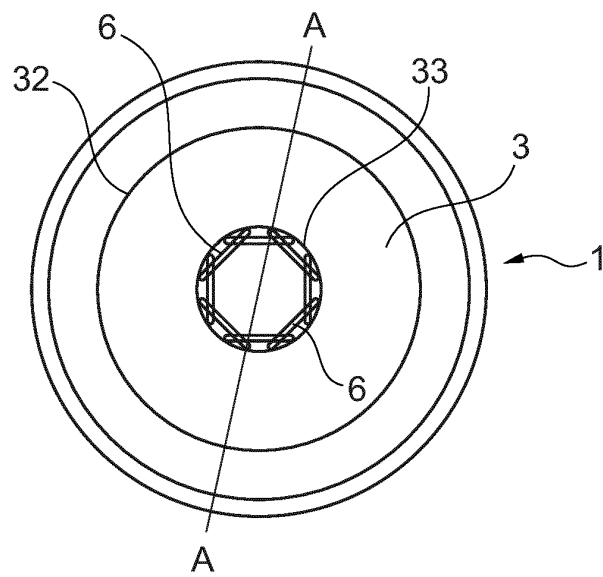


Fig. 1b

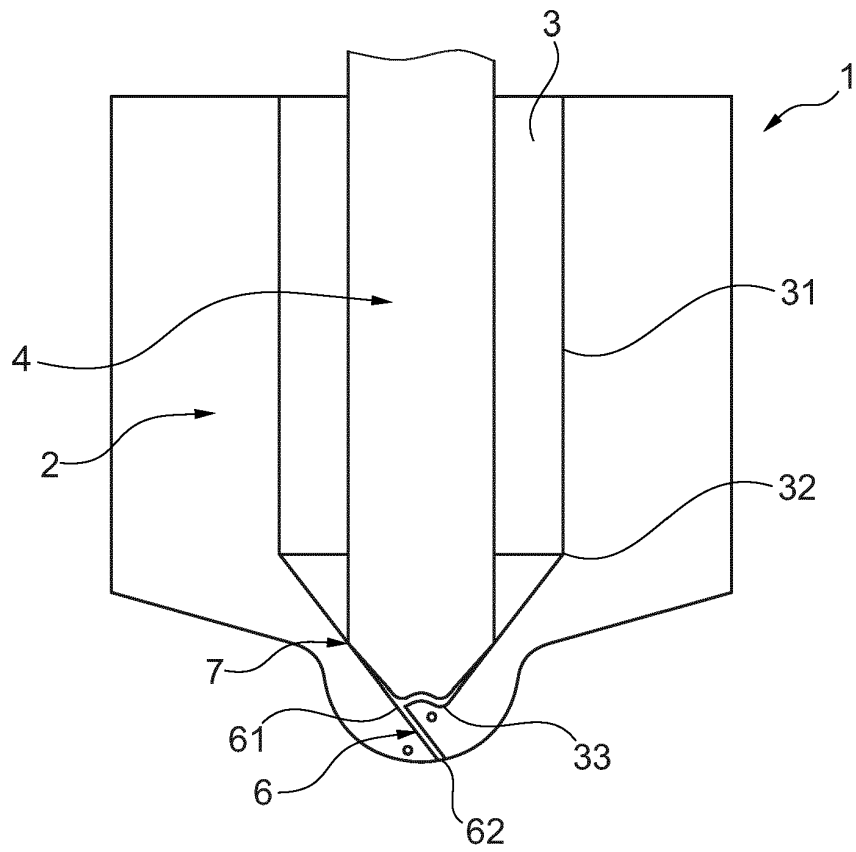


Fig. 2a

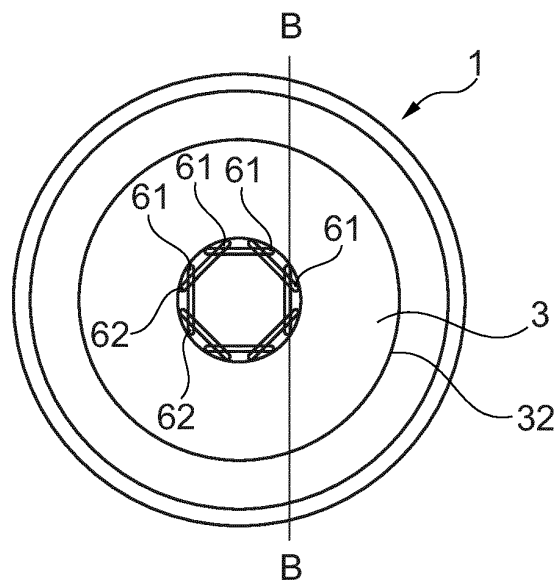


Fig. 2b

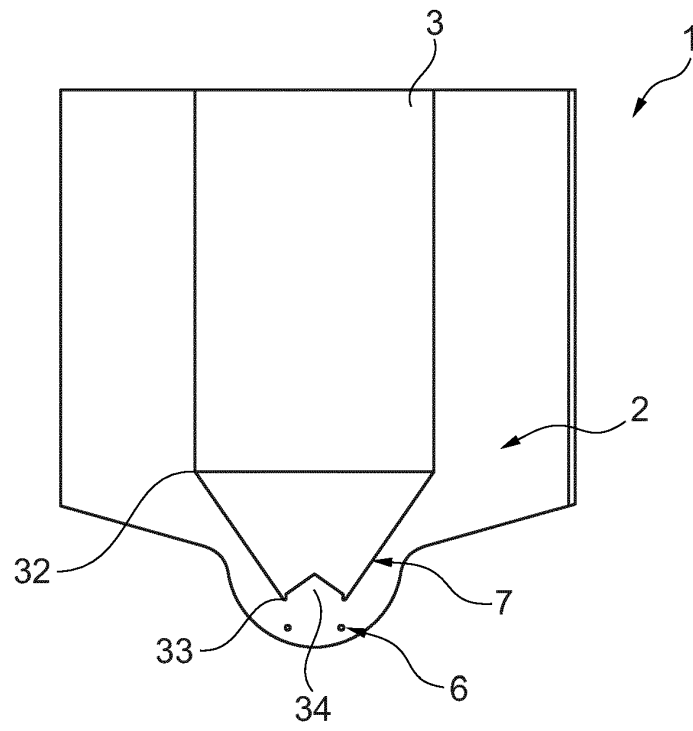


Fig. 3

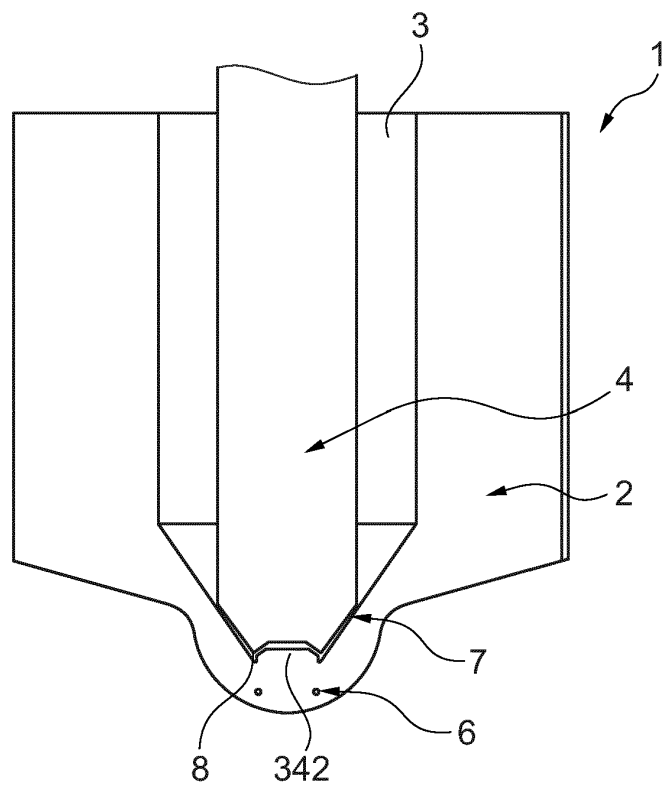


Fig. 4

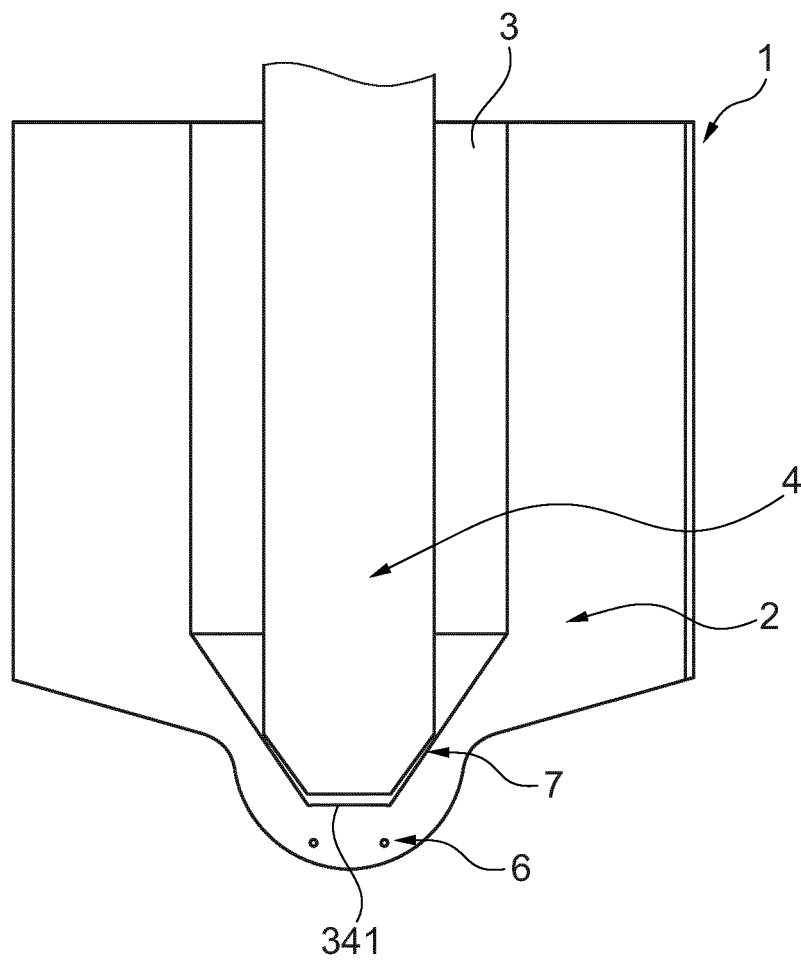


Fig. 4a

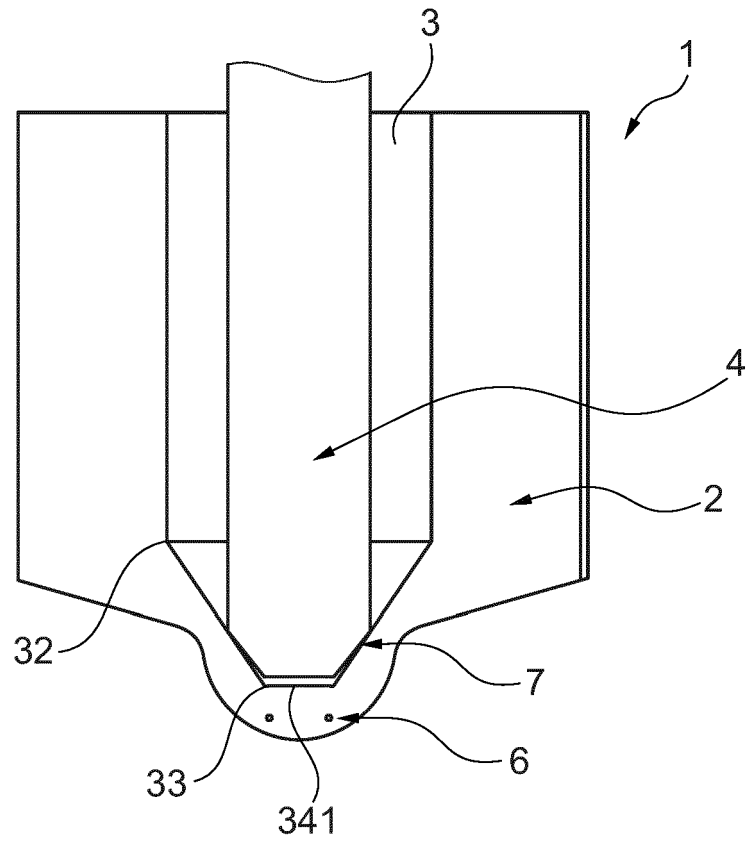


Fig. 5a

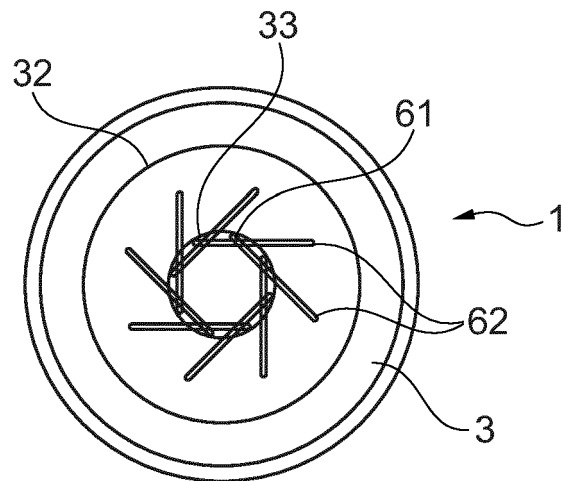


Fig. 5b

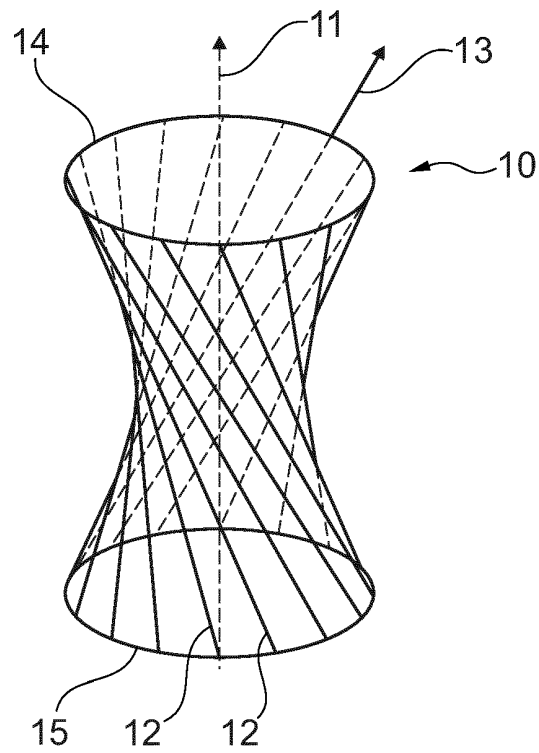
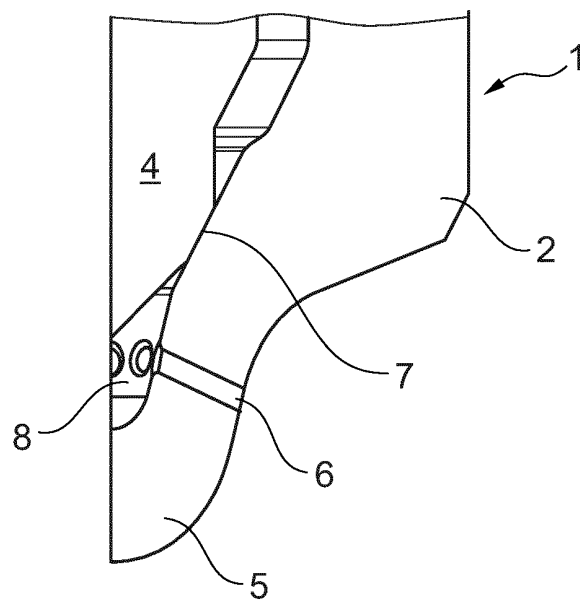


Fig. 6



(Stand der Technik)
Fig. 7

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

- US 20150285127 A1 [0003]
- DE 102015211769 A1 [0004]