



(11)

EP 2 824 311 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.01.2015 Patentblatt 2015/03

(21) Anmeldenummer: **13175970.6**

(22) Anmeldetag: 10.07.2013

(51) Int Cl.: **F02M 59/44** (2006.01) **F02M 59/02** (2006.01)
F02M 55/00 (2006.01) **F02M 61/16** (2006.01)
F02M 61/12 (2006.01)

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **EFI Hightech AG**
9410 Heiden (CH)

(72) Erfinder:

- **Vogt, Erich**
4623 Neuendorf (CH)
- **Geisser, Heribert O., Dr.**
9422 Staad (DE)

(74) Vertreter: **Dantz, Jan Henning et al**
Am Zwinger 2
33602 Bielefeld (DE)

(54) **Kolbenelementanordnung, und Einspritzdüse mit einer Kolbenelementanordnung**

(57) Eine Kolbenelementanordnung, insbesondere für eine Einspritzdüse (1) für Fluide, umfasst ein Kolbenelement (7) mit mindestens einem Führungsabschnitt (7a) und einer Mittelachse (7e); und eine Bohrung (9), in welcher der mindestens eine Führungsabschnitt (7a) des Kolbenelementes (7) längsverschiebbar geführt ist. Die Kolbenelementanordnung weist mindestens eine Oberflächenstruktur (10) mit einer Anzahl von axial beabstandete angeordneten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen auf. Eine Einspritzdüse (1) ist mit der Kolbenelementanordnung ausgerüstet.

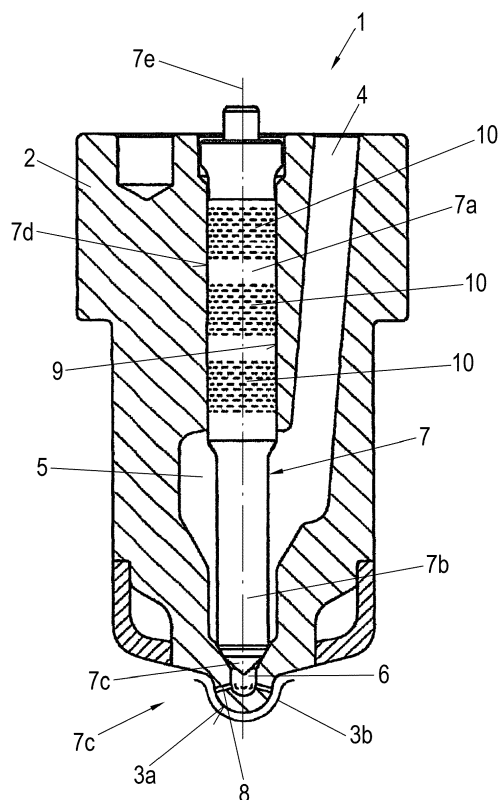


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kolbenelementanordnung, insbesondere für eine Einspritzdüse. Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Einspritzdüse mit einer solchen Kolbenelementanordnung.

[0002] Eine Kolbenelementanordnung umfasst im Allgemeinen ein Kolbenelement und eine Bohrung, in welcher das Kolbenelement mit einem Führungsabschnitt längsverschiebbar geführt ist. Derartige Kolbenelementanordnungen sind z.B. Kolben mit Kolbenführungen, wie auch z.B. Zylinderwände von Pumpen, insbesondere Hochdruckpumpen, und in Einspritzeinrichtungen möglich.

[0003] Einspritzdüsen spritzen fluidförmige Stoffe, insbesondere Kraftstoffe, unter (hohem) Druck von einer Einspritzpumpe oder einem Druckleitungssystem (Common-Rail-System) in den Verbrennungsraum einer Verbrennungskraftmaschine, z.B. luftverdichtende, selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen wie beispielsweise Dieselmotoren ein.

[0004] Es gibt unterschiedliche Arten von Einspritzdüsen, von denen hier die so genannte Lochdüse betrachtet werden soll. Die Lochdüse kommt in Verbrennungskraftmaschinen mit direkter Einspritzung zur Anwendung, da mit ihr eine besonders feine Verteilung des Kraftstoffs erreicht wird. Lochdüsen sind als Einloch- und Mehrlochdüsen ausgebildet. Einlochdüsen weisen ein Spritzloch auf, welches in Richtung der Düsenachse oder seitlich davon angeordnet ist.

[0005] Das Dokument EP 2 365 207 A1 illustriert eine Einspritzdüse für eine Verbrennungskraftmaschine.

[0006] Üblicherweise sind im Führungsbereich von zylinderförmigen, oszillierenden Führungsabschnitten von Kolbenelementen durchgehende konzentrische Rillen in einem geringen Abstand zueinander angeordnet. Dadurch soll eine Zentrierung und geringere Abnutzung der Führungsflächen erreicht werden. Hauptsächlich werden solche Rillen in kolbenförmigen Elementen von pneumatischen und hydraulischen Ventilen und Druckerzeugern für Fluide, z.B. Gase und Flüssigkeiten, jeglicher Art eingesetzt. Diese Ausführungen haben sich in der Praxis bewährt.

[0007] Es besteht ein ständiger Bedarf zur Erhöhung einer Lebensdauer von Kolbenelementanordnungen in unterschiedlichen Anwendungen.

[0008] Daher besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte Kolbenelementanordnung zu schaffen.

[0009] Die Aufgabe wird durch eine Kolbenelementanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Die Aufgabe wird außerdem durch eine Einspritzdüse mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

[0011] Demgemäß umfasst eine Kolbenelementanordnung, insbesondere für eine Einspritzdüse für Fluide, ein Kolbenelement mit mindestens einem Führungsabschnitt und einer Mittelachse; und eine Bohrung, in welcher der mindestens eine Führungsabschnitt des Kol-

benelementes längsverschiebbar geführt ist. Die Kolbenelementanordnung weist mindestens eine Oberflächenstruktur mit einer Anzahl von axial beabstandet angeordneten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen auf.

[0012] Die Oberflächenstrukturen sind mit definierten, unterbrochenen, umlaufenden Strukturen versehen. Dadurch ist es im Gegensatz zum Stand der Technik vorteilhaft möglich, in den Führungsbereichen Turbulenzen des an diesen Oberflächenstrukturen vorbeiströmenden Mediums zu erzeugen, welche eine verbesserte Zentrierung der Führungsflächen und einen reduzierten Verschleiß ermöglichen. Dies bedeutet auch eine verlängerte Lebensdauer.

[0013] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass neben der verbesserten Führung auch ein Dichteffekt erzielt wird, wodurch sich Leckölrückflüsse reduzieren lassen und eine optimale Schmierung sichergestellt werden kann.

[0014] Eine erfindungsgemäße Einspritzdüse, insbesondere Lochdüse für eine Verbrennungskraftmaschine, umfasst einen Körper; eine Kolbenelementanordnung, welche ein Kolbenelement, das als die Düsenadel ausgebildet ist, und eine Bohrung in dem Körper, in welchem das Kolbenelement verschiebbar geführt ist, umfasst; eine Druckkammer, welche mit einer Zulaufbohrung und über einen Durchlass mit einer Spritzkammer kommuniziert, wobei der Durchlass einen Dichtungssitz zur Zusammenwirkung mit einer Dichtspitze des Kolbenelementes aufweist; und zumindest ein Spritzloch, über welches die Spritzkammer mit der Außenseite des Körpers kommuniziert. Die Einspritzdüse weist die obige Kolbenelementanordnung auf.

[0015] In einer Ausführung weist jede der axial beabstandet angeordneten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen Einformungen und/oder Auftragungen, welche von Unterbrechungen beabstandet sind, die weder Einformungen noch Auftragungen aufweisen, umfasst, wobei die Einformungen und/oder Auftragungen und Unterbrechungen hintereinander am Umfang einer gedachten kreisförmigen Ebene, die rechtwinklig zu der Mittelachse verläuft, ringförmig angeordnet sind. Ein Vorteil dabei ist, dass durch die abwechselnde Anordnung von Unterbrechungen und Einformungen bzw. Auftragungen auf einfache Weise die Turbulenzen erzeugt werden können.

[0016] Hierbei weist jede Einformung und/oder Auftragung der axial beabstandet angeordneten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen eine Strukturlänge auf und die jeweils zwischen zwei Einformungen angeordnete Unterbrechung einen Strukturabstand auf, wobei die Strukturlänge, der Strukturabstand und ein axialer Abstand der unterbrochenen, umlaufenden Strukturen untereinander gleichgroß oder unterschiedliche Maße aufweisen. Damit ist eine einfache Anpassung durch die geometrischen Parameter an unterschiedliche Einsatzfälle möglich. Beispielsweise kann die Strukturlänge ein Maß in einem Bereich von etwa 0,25...5 mm aufweisen. Die Strukturbreite einer Einformung oder einer Auftragung

kann z.B. ein Maß in einem Bereich von etwa 0,02...2 mm aufweisen.

[0017] In einer weiteren Ausführung kann eine Strukturtiefe einer Einformung bzw. eine Höhe einer Auftragung etwa das 0,1 bis 2 fache der Strukturbreite betragen.

[0018] Außerdem kann ein Querschnitt einer Einformung oder/und einer Auftragung rechteckig, spitz oder kegelförmig, rund oder oval, oder in einer Kombination davon ausgebildet sein. Damit ergibt sich der Vorteil einer weiteren Vergrößerung des Einsatzbereichs.

[0019] Die mindestens eine Oberflächenstruktur kann mittels eines Strahlabtragsverfahrens, z.B. Laser, oder/und eines Werkstoffauftragsverfahren hergestellt werden. So lassen sich beispielsweise mit Schaben, Prägen, Pressen, Coating u.dgl. die Strukturen auf schnelle und einfache Weise erzeugen.

[0020] In einer Ausführung ist die mindestens eine Oberflächenstruktur auf dem Führungsabschnitt des Kolbenelementes angeordnet. Das Kolbenelement kann daher auch einfach nachgerüstet werden.

[0021] Wenn die die mindestens eine Oberflächenstruktur auf dem Führungsabschnitt des Kolbenelementes eine Diagonalstruktur dergestalt aufweist, dass eine Drehbewegung des Kolbenelementes bei Umströmung mit einem Medium erzeugbar ist, ergibt sich der Vorteil, dass ein Einschlagen eines Sitzes, z.B. bei einer Einspritzdüse verhindert bzw. erheblich reduziert werden kann.

[0022] In einer alternativen Ausführung ist die mindestens eine Oberflächenstruktur auf einer Bohrungsfläche der Bohrung angeordnet. So können auch übliche Kolbenelemente zur Anwendung kommen.

[0023] In einer weiteren alternativen Ausführung ist mindestens eine Oberflächenstruktur auf dem Führungsabschnitt des Kolbenelementes angeordnet, und mindestens eine Oberflächenstruktur auf einer Bohrungsfläche der Bohrung angeordnet. Dadurch ergeben sich weitere Gestaltungsfreiheiten für weitere Einsatzzwecke, z.B. besondere Medien, bestimmter Mediumdruck.

[0024] Dabei können sich die mindestens eine Oberflächenstruktur auf dem Führungsabschnitt des Kolbenelementes und die mindestens eine Oberflächenstruktur auf der Bohrungsfläche der Bohrung gegenüberliegen, axial beabstandet sein oder überlappen. Dies erhöht weiterhin Gestaltungs- und Anpassungsmöglichkeiten.

[0025] In einer Ausführung weist die Einspritzdüse eine Außenfläche einer Düsenkuppe des Körpers mit einer Oberflächenbearbeitung auf, welche als Feinpolitur mit einem bestimmten Feinheitsgrad, vorzugsweise mit einer Rauhtiefe von etwa $R_t \leq 1,7$, ausgebildet ist. Daraus ergibt sich der Vorteil einer reduzierten Verkokung und Verglasung der Bereiche der Spritzlöcher der Einspritzdüse im Betrieb, eine längere Lebensdauer ist die Folge.

[0026] Die erfindungsgemäße Einspritzdüse kann sowohl für einen Einsatz für die Einspritzung von Brennstoffen in pulverisierter, flüssiger oder gasförmiger Form in den Verbrennungsraum von Verbrennungsaggrega-

ten, beispielsweise Verbrennungskraftmaschinen, als auch für einen Einsatz für die Zerstäubung von pulverförmigen, flüssigen oder gasförmigen Medien verwendet werden.

[0027] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Teilschnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse als Lochdüse mit einer erfindungsgemäßen Kolbenelementanordnung;

Fig. 2 eine schematische, vergrößerte Teildarstellung einer erfindungsgemäßen Oberflächenstruktur nach Fig. 1;

Fig. 3-3e schematische vergrößerte Darstellungen von erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen; und

Fig. 4 schematische vergrößerte Schnittdarstellungen von erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen.

[0028] Gleiche Bauelemente bzw. Funktionseinheiten mit gleicher Funktion weisen in den Figuren gleiche Bezugszeichen auf.

[0029] Unter den Begriffen "oben" und "unten" sind Ortsangaben zu verstehen, die sich auf die jeweilige Figurendarstellung beziehen.

[0030] Fig. 1 zeigt eine schematische Teilschnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 als Lochdüse mit einer erfindungsgemäßen Kolbenelementanordnung. Die Kolbenelementanordnung umfasst ein Kolbenelement 7 und eine Bohrung 9, in welcher das Kolbenelement 7 längsverstellbar geführt ist. Die Kolbenelementanordnung wird hier im Einsatzfall einer Einspritzdüse 1 beispielhaft beschrieben, ist aber nicht auf eine Einspritzdüse 1 beschränkt.

[0031] Das Kolbenelement 7 ist mit erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen 10 versehen, wobei das Kolbenelement 7 hier als eine Düsennadel ausgebildet ist. Die Einspritzdüse 1 ist in geschlossener Stellung dargestellt.

[0032] In diesem Ausführungsbeispiel ist die Einspritzdüse 1 für eine Hochdruckeinspritzeinrichtung vorgesehen, welche in einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt ist und flüssigen Kraftstoff, z.B. Dieselmotorkraftstoff, als ein Fluid-Medium verwendet.

[0033] Die Einspritzdüse 1 umfasst einen Körper 2 und die Kolbenelementanordnung mit dem Kolbenelement 7 und der Bohrung 9. Der Körper 2 weist in einem in Fig. 1 oben gezeichneten oberen Teil der Einspritzdüse 1 einen kreisförmigen Querschnitt auf, in welchem das Kolbenelement 7 in der Bohrung 9 längsbeweglich und auch verdrehbar angeordnet ist. Die Bohrung 9 geht in eine in dem Körper 2 eingeförmte Druckkammer 5. Die Druck-

kammer 5 ist an ihrem oberen Ende mit einer Zulaufbohrung 4 verbunden.

[0034] Die Zulaufbohrung 4 ist neben der Bohrung 9 im Körper 2 angeordnet und mündet an ihrem unteren Ende in die Druckkammer 5, welche sich nach unten zu einem nicht näher bezeichneten Durchlass verengt. Der Durchlass 9 weist einen konischen Dichtungssitz auf und mündet schließlich in eine Spritzkammer 6, die sich in einer in dem unteren Ende des Körpers 2 ausgebildeten Düsenkuppe 3 der Einspritzdüse 1 befindet.

[0035] Die Düsenkuppe 3 ist hier halbkugelförmig ausgebildet, wobei eine Wand der Düsenkuppe 3 Spritzlöcher 8 aufweist, welche sich aus einem abgerundeten Boden der Spritzkammer 6 durch die Wand der Düsenkuppe 3 nach außen erstrecken und in einer Außenfläche 3a der Düsenkuppe 3 münden.

[0036] Die Außenfläche 3a der Düsenkuppe 3 weist eine Oberflächenbearbeitung 3b auf. Die Oberflächenbearbeitung 3b ist hier als Feinpolitur mit einem bestimmten Feinheitsgrad ausgebildet. Dadurch wird eine Verkokung und/oder Verglasung der Bereiche der Außenfläche 3a der Düsenkuppe 3 um die Spritzlöcher 8 herum verhindert bzw. reduziert. Der Feinheitsgrad der Oberflächenbearbeitung 3b besitzt beispielsweise einen Wert einer Rauhtiefe von $R_t \leq 1,7$.

[0037] Das Kolbenelement 7 weist einen Führungsabschnitt 7a, einen Zulaufabschnitt 7b, eine Dichtspitze 7c, eine Führungsfläche 7d und eine Mittelachse 7e auf.

[0038] Der Führungsabschnitt 7a des Kolbenelementes 7 ist in der Bohrung 9 längsbeweglich gehalten und geführt und ist mit einem oberen Ende versehen, welches aus der Bohrung 9 aus dem oberen Ende des Körpers 2 der Einspritzdüse 1 hervorsticht. Außerdem ist das Kolbenelement 7 um die Mittelachse 7e verdrehbar. Der Führungsabschnitt 7 erstreckt sich längs der Mittelachse 7e des Kolbenelementes 7 im Wesentlichen vollständig in der Bohrung 9 und ist an seinem unteren Ende mit dem Zulaufabschnitt 7b verbunden.

[0039] Der Zulaufabschnitt 7b des Kolbenelementes 7 erstreckt sich durch die Druckkammer 5 in den Durchlass bis in die Spritzkammer 6 hinein. Dabei verjüngt sich das Kolbenelement 7 zu der konischen Dichtspitze 7c, welche zusammen mit dem konischen Dichtungssitz in dem Durchlass als dichter Ventilsitz zusammenwirkt.

[0040] Das Kolbenelement 7 ist hier als Düsenadel mittels eines nicht gezeigten Antriebs, z.B. mechanisch, elektromagnetisch oder auch über ansteigenden Druck von Kraftstoff in der Druckkammer 5, längs der Mittelachse 7e längsverstellbar. Zur Öffnung des Dichtungssitzes wird das Kolbenelement 7 durch diesen Antrieb nach oben bewegt. Die konische Dichtspitze 7c gibt dann den Dichtungssitz frei. Das Medium, hier Kraftstoff, das in der Druckkammer 5 unter Druck steht und ebenfalls unter Druck durch die Zulaufbohrung 4 nachgeliefert wird, strömt nun aus der Druckkammer 5 durch den Durchlass in die Einspritzkammer 6 und von dort durch die Spritzlöcher 8 jeweils als Einspritzstrahl nach außen in die Brennkammer einer nicht gezeigten Verbren-

nungskraftmaschine.

[0041] Beim Schließen der Einspritzdüse 1 wird das Kolbenelement 7 wieder nach unten bewegt, wobei die Dichtspitze 7c in den Dichtungssitz zurück gelangt. Dabei kann eine bestimmte, so genannte Aufschlagskraft der Dichtspitze 7c auf den Dichtungssitz des Körpers 2 auftreten.

[0042] Der Führungsabschnitt 7a des Kolbenelementes 7 weist die Führungsfläche 7d an seiner Außenseite auf. Die Führungsfläche 7d ist in diesem Ausführungsbeispiel mit drei Bereichen mit jeweils einer Oberflächenstruktur 10 versehen, welche unten noch ausführlich beschrieben wird.

[0043] In Fig. 2 ist eine schematische, vergrößerte Teildarstellung der erfindungsgemäßen Oberflächenstruktur 10 nach Fig. 1 gezeigt.

[0044] Es ist ein vergrößerter Abschnitt des Führungsabschnitts 7a des Kolbenelementes 7 in einem Abschnitt der Bohrung 9 dargestellt. Zwischen einer Bohrungsfläche 9a der Innenwand der Bohrung 9 und der Außenfläche 7d des Führungsabschnitts 7a ist ein Zwischenraum 9b gebildet, welcher von dem Medium gefüllt ist, welches durch die Einspritzdüse 1 eingespritzt wird. An der Oberseite des gezeigten Abschnitts des Führungsabschnitts 7a herrscht ein Mediumdruck P_1 , und an der Unterseite ein Mediumdruck P_2 .

[0045] Der Bereich der Oberflächenstruktur 10 auf der Führungsfläche 7d des Kolbenelementes 7 weist eine axiale Länge b in Richtung der Mittelachse 7e auf. Mit dem Bezugszeichen a ist eine axiale Länge eines Bereiches ohne Oberflächenstruktur 10 angegeben.

[0046] Die in Fig. 2 gezeigte Oberflächenstruktur 10 weist unterbrochene, definierte Strukturen auf, deren Aufbau und Formen unten noch näher erläutert werden. In diesem Beispiel besteht die Oberflächenstruktur 10 aus elf am Umfang der Führungsfläche 7d des Führungsabschnitts 7a des Kolbenelementes 7 axial beabstandet angeordneten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen.

[0047] Eine solche unterbrochene, umlaufende Struktur weist Einformungen, z.B. Kerben, in einen Werkstoff ausgehend von einer Oberfläche des Werkstoffs und/oder Auftragungen, die von dieser Oberfläche des Werkstoffs hervorstehen, auf, welche von Unterbrechungen beabstandet sind, die weder Einformungen noch Auftragungen aufweisen. Die Einformungen bzw. Auftragungen und Unterbrechungen sind hintereinander am Umfang einer gedachten kreisförmigen Ebene, die rechtwinklig zu der Mittelachse 7e verläuft, ringförmig angeordnet.

[0048] Die unterbrochenen, umlaufenden Strukturen werden unten noch im Zusammenhang mit der Figur 3 ausführlich erläutert.

[0049] Ein Abstand (von oben beginnend) in Axialrichtung zwischen den ersten und den zweiten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen ist mit c bezeichnet. Ein Abstand d bezeichnet den axialen Abstand der zweiten und dritten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen,

wobei die Bezeichnung e für den Abstand zwischen den dritten und vierten unterbrochenen, umlaufenden Strukturen angegeben ist. Die Abstände c, d, e können gleichen Größen aufweisen oder auch unterschiedlich sein.

[0050] Diese definierten, unterbrochenen umlaufenden Strukturen der Oberflächenstruktur 10 erzeugen in dem in dem Zwischenraum 9b an ihnen vorbeiströmenden Medium Turbulenzen 12. Diese Turbulenzen 12 verbessern eine Zentrierung des Führungsabschnitts 7a und somit des Kolbenelementes 7 in der Bohrung 9, reduzieren eine Abnutzung, indem sie einen Flüssigkeits-/Fluidfilm einer hydrodynamische Gleitlagerung zwischen der Führungsfläche 7d des Führungsabschnitts 7a des Kolbenelementes 7 und der Bohrungsfläche 9a der Innenwand der Bohrung 9 bilden. Auf diese Weise wird auch eine Dichtfunktion ermöglicht. Zudem werden so genannte Leckölrückflüsse vermieden. Durch den Flüssigkeits-/Fluidfilm wird außerdem eine optimale Schmierung zwischen Führungsabschnitt 7a des Kolbenelementes 7 und der Bohrung 9 des Körpers 2 sichergestellt.

[0051] Eine Drehbewegung des Düsennadel 7 um seine Mittelachse 7e ist mit dem Bezugszeichen 11 gekennzeichnet, wobei eine Längsbewegungsrichtung 13 des Kolbenelementes 7 in Richtung ihrer Mittelachse 7e verläuft. Die Längsbewegungsrichtung 13 ist durch einen Doppelpfeil angegeben, da die Längsbewegung des Kolbenelementes 7 oszillierend ist.

[0052] In den Figuren 3 bis 3e sind schematische vergrößerte Darstellungen von erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen 10 in einer Projektionsebene dargestellt. Dabei verläuft die jeweils zugehörigen Mittelachse 7e zu den Zeichnungen senkrecht von oben nach unten.

[0053] Die Oberflächenstruktur 10 kann sowohl auf der Führungsfläche 7d des Führungsabschnitts 7a des Kolbenelementes 7 als auch auf der Bohrungsfläche 9a der Bohrung 9 (oder auch auf beiden Flächen 7d und 9a) angeordnet sein. Aus diesem Grund sind in den Figuren 3 bis 3e die Bezugszeichen, welche sich auf die entsprechenden Abschnitte der Bohrung 9 beziehen, in Klammern angegeben.

[0054] Anstelle von Einformungen können auch Auftragungen von Material Verwendung finden. Natürlich ist auch eine Kombination beider Arten möglich. Der Einfachheit halber wird im Folgenden nur der Begriff Einformung verwendet. Fig. 3 zeigt die Oberflächenstruktur 10, welche schon in Fig. 1 und 2 gezeigt ist. Hierbei handelt es sich um unterbrochene, umlaufende Radialstrukturen 14. In Fig. 3 sind neun Radialstrukturen 14 dargestellt, welche axial mit einem Abstand c beabstandet sind. Die Radialstruktur 14 besteht hier aus umlaufend angeordneten Einformungen, die jedoch nicht durchgehend, sondern durch Strukturabstände unterbrochen sind. Das heißt, Einformungen und unveränderte Bereiche zwischen den Einformungen wechseln sich hintereinander ab. Jede Einformung der Radialstruktur 14 weist eine Strukturlänge g auf, und jeder Abstand zwischen den Einformungen ist hier als Strukturabstand f bezeichnet. Da-

bei sind die Strukturlänge g und der Strukturabstand f Bogenmaße, wobei der Abstand c ein Längenmaß ist, das parallel zu der Mittelachse 7e verläuft.

[0055] Die Oberflächenstruktur 10 nach Fig. 3a weist unterbrochene, umlaufende Axialstrukturen 15 auf. Eine Axialstruktur 15 umfasst dabei Einformungen, welche in Axialrichtung, d.h. parallel zu der Mittelachse 7e, verlaufen und radial beabstandet sind. Hierbei sind die Strukturlänge g und der Strukturabstand f Längenmaße, die parallel zu der Mittelachse 7e verlaufen. In diesem Fall ist der (hier) radiale Abstand c ein Bogenmaß und beträgt zwischen zwei radial angeordneten Einformungen 2c. In Axialrichtung aufeinander folgenden Axialstrukturen 15 sind jeweils so versetzt angeordnet, dass eine Einformung axial unterhalb bzw. oberhalb einer Unterbrechung liegt.

[0056] In Fig. 3b ist die Oberflächenstruktur 10 mit einer Diagonalstruktur 16 gezeigt. Die Einformungen der Diagonalstruktur 16 verlaufen in der in Fig. 3b dargestellten Projektionsebene unter einem Winkel k, der hier z.B. 45° beträgt, aber nicht auf diesen Wert eingeschränkt ist. Hierbei sind die Strukturlänge g und der Strukturabstand f in der Projektionsebene Längenmaße, wobei ein Abstand der Diagonalstrukturen 16 untereinander als Abstand c angegeben ist, welcher hier gleich dem Abstand c der Einformungen ist.

[0057] Die Diagonalstruktur 16 ist außerdem dazu geeignet, eine Drehbewegung 11 (siehe Fig. 2) des Kolbenelementes 7 um seine Mittelachse 7e zu erzeugen, wodurch ein Einschlagen des Dichtungssitzes im Körper 2 durch die Dichtspitze 7c des Kolbenelementes 7 verhindert bzw. verringert wird.

[0058] Eine Variation der Diagonalstruktur 16 in Form einer Kreuzstruktur 17 zeigt Fig. 3c. Die Strukturlänge g der jeweils ein Kreuz bildenden Einformungen ist hier gleich. Die Kreuzstruktur 17 aus der Diagonalstruktur 16 nach Fig. 3b und aus einer dazu gespiegelten Diagonalstruktur 16 zusammengesetzt. Diese beiden Diagonalstrukturen 16 sind unter den Strukturwinkeln k, welche hier gleich groß, jedoch auch gespiegelt sind, angeordnet.

[0059] In Fig. 3d ist eine Oberflächenstruktur 10 in Form einer Wellenstruktur 18 gezeigt. Die Abstände c zwischen den Einformungen mit der jeweiligen Strukturlänge g und zwischen den Wellenstrukturen 18 sind gleich groß. Eine Auslenkung bzw. Amplitude von Spitze zu Spitze der Wellenstruktur 18 ist mit dem Bezugszeichen j versehen.

[0060] Fig. 3e zeigt die Oberflächenstruktur 10 mit einer Kreisstruktur 19. Die Kreisstrukturen 19 sind axial so angeordnet, dass immer ein Kreis über/unter einer Lücke zwischen zwei Kreisen steht. Ein axialer Abstand j gibt den Abstand der Kreisstrukturen 19 untereinander an. Die Strukturlänge g ist der Durchmesser einer Kreiseinformung und der Abstand c gibt den Abstand der Kreiseinformungen untereinander in einer Kreisstruktur 19 an.

[0061] Eine Kreiseinformung kann nur aus einem Kreis

oder aus einer Kreisfläche bestehen.

[0062] Die Abstände, also die Unterbrechungen, zwischen den Einformungen und die Längen der Einformungen können gleich groß wie gezeigt oder auch unterschiedlich sein.

[0063] Die Strukturlänge g kann z.B. 0,25...5 mm betragen, wobei für die Längen der Unterbrechungen, d.h. der Abstände c, d, e wie auch beispielsweise für f, j' entsprechende Maßbereiche zur Anwendung kommen können.

[0064] Schließlich zeigt Fig. 4 schematische vergrößerte Schnittdarstellungen von erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen 10 in unterschiedlichen Ausbildungsvarianten.

[0065] Das Bezugszeichen h bezeichnet eine Strukturbreite, unabhängig davon, ob es sich um eine axiale, radiale oder diagonale Struktur handelt. Eine Strukturtiefe i gibt die Tiefe der Einformung der jeweiligen Struktur an.

[0066] Die Strukturtiefe i ist im umgekehrten Fall einer Auftragung der jeweiligen Struktur deren Höhe bzw. deren Maß, um welches die Struktur von der Führungsfläche 7d bzw. Bohrungsfläche 9a hervorsteht.

[0067] Die Strukturbreite h kann z.B. 0,02...2 mm betragen, wobei die Strukturtiefe i beispielsweise das 0,1 bis 2 fache der Strukturbreite h betragen kann. Diese Maßbeispiele gelten auch im Fall von entsprechenden aufgetragenen Oberflächenstrukturen 10.

[0068] Die verschiedenen, beispielhaften Strukturformen sind in einer Reihenfolge von oben nach unten angegebenen beispielhaften Querschnitten. Eine rechteckige bzw. quadratische Strukturform W ist oben dargestellt. Darunter befindet sich eine V-förmige (spitz/kegelförmig) Einformung als Strukturform X. Eine Strukturform Y zeigt eine halbkreisförmige/ovale Einformung, und eine Strukturform Z gibt eine Kombination aller Strukturformen W, X, Y an. Natürlich sind andere Formen denkbar.

[0069] Die verschiedenen Oberflächenstrukturen 10 können je nach der Art des Mediums, welches das Kolbenelement 7 umströmt bzw. die Bohrung 9 durchströmt, eingesetzt werden. Dabei ist es natürlich auch möglich, dass die Oberflächenstrukturen 10 in unterschiedlichen Kombinationen oder nur auf Teilbereichen der Führungsfläche 7d des Kolbenelementes 7 oder/und der Bohrungsfläche 9a der Bohrung 9 angeordnet sind.

[0070] Bevorzugte Maßbereiche für die Oberflächenstruktur 10 können u.a. auch abhängig und in Relation zum Umfang des Führungsabschnitts 7a des Kolbenelementes 7 und zu den Druckbereichen in dem jeweiligen Einsatzfall sein.

[0071] Die Oberflächenstrukturen 10 sind somit für Kolbenelementanordnungen geeignet. Dabei können Dichtelemente, insbesondere metallische Dichtelemente, wie z.B. Düsennadeln, als Kolbenelemente mit Führungsabschnitten 7a von Hochdruckeinspritzeinrichtungen vorgesehen sein. Kolbenelemente können in pneumatischen und hydraulischen Ventilen und Druckerzeug-

ern für Gase und Flüssigkeiten d.h. Fluide jeglicher Art verwendet werden.

[0072] Außerdem ist ein weiterer Einsatzbereich der Oberflächenstrukturen 10 auf Kolbenelementanordnungen mit Kolben und Kolbenführungen, wie auch z.B. Zylinderwände von Pumpen, insbesondere Hochdruckpumpen, und Einspritzeinrichtungen möglich.

[0073] Ein Einbringen bzw. Einformen der Oberflächenstrukturen 10 in die Führungsfläche 7d des Führungsabschnitts 7a des Kolbenelementes 7 wie auch in die Bohrungsfläche 9a der Bohrung 9 kann mit geeigneten, unterschiedlichen Verfahren, z.B. Strahlabtragsverfahren wie beispielsweise Laser, erfolgen. Zum Auftragen der Oberflächenstrukturen 10 sind geeignete Werkstoffauftragsverfahren dem Fachmann bekannt.

[0074] Eine Erzeugung der verschiedenen Oberflächenstrukturen 10 kann beispielsweise mittels eines programmierbaren Zufallsgenerators durchgeführt werden, wobei Parameter, wie z.B. Strukturlänge g und Abstand c (und natürlich auch alle anderen) fest vorgebar sind. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die Oberflächenstrukturen 10 vorher fest vorgegeben werden.

[0075] Durch die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nicht eingeschränkt, sondern sie ist im Rahmen der beigefügten Ansprüche modifizierbar.

[0076] So ist z.B. denkbar, dass die Oberflächenstrukturen 10 auch in Kombination auf der Führungsfläche 7d und auf der Bohrungsfläche 9a sowohl in gleicher als auch in unterschiedlicher Ausführung angeordnet sein können.

[0077] Wenn die Oberflächenstruktur 10 auf dem Führungsabschnitt 7a des Kolbenelementes 7 und auf der Bohrungsfläche 9a der Bohrung angeordnet ist, können sich diese beiden Oberflächenstrukturen 10 gegenüberliegen, axial beabstandet oder überlappend sein.

Bezugszeichenliste

[0078]

1	Einspritzdüse
2	Körper
3	Düsenkuppe
3a	Außenfläche
3b	Oberflächenbearbeitung
4	Zulaufbohrung
5	Druckkammer
6	Spritzkammer
7	Kolbenelement

		Patentansprüche
7a	Führungsabschnitt	
7b	Zulaufabschnitt	
7c	Dichtspitze	5
7d	Führungsfläche	
7e	Mittelachse	10
8	Spritzloch	
9	Bohrung	
9a	Bohrungsfläche	15
9b	Zwischenraum	
10	Oberflächenstruktur	20
11	Drehbewegung	
12	Turbulenz	
13	Längsbewegungsrichtung	25
14	Radialstruktur	
15	Axialstruktur	30
16	Diagonalstruktur	
17	Kreuzstruktur	
18	Wellenstruktur	35
19	Kreisstruktur	
a, b	Axiallänge	
c, d, e	Abstand	40
f, j'	Strukturabstand	
g	Strukturlänge	45
h	Strukturbreite	
i	Strukturtiefe	
j	Wellenhöhe	50
k	Strukturwinkel	
P ₁ , P ₂	Mediumdruck	55
W, X, Y, Z	Strukturform	

gung rechteckig, spitz oder kegelförmig, rund oder oval, oder in einer Kombination davon ausgebildet ist.

8. Kolbenelementanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Oberflächenstruktur (10) mittels eines Strahlabtragsverfahrens oder/und eines Werkstoffauftragsverfahrens hergestellt ist, beispielsweise mittels Schaben, Prägen, Pressen, Coating. 5
9. Kolbenelementanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Oberflächenstruktur (10) auf dem Führungsabschnitt (7a) des Kolbenelementes (7) angeordnet ist. 10
10. Kolbenelementanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Oberflächenstruktur (10) auf dem Führungsabschnitt (7a) des Kolbenelementes (7) eine Diagonalstruktur (16) dergestalt aufweist, dass eine Drehbewegung des Kolbenelementes (7) bei Umströmung mit einem Medium erzeugbar ist. 20
11. Kolbenelementanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Oberflächenstruktur (10) auf einer Bohrungsfläche (9a) der Bohrung (9) angeordnet ist. 25
12. Kolbenelementanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Oberflächenstruktur (10) auf dem Führungsabschnitt (7a) des Kolbenelementes (7) angeordnet ist, und dass mindestens eine Oberflächenstruktur (10) auf einer Bohrungsfläche (9a) der Bohrung (9) angeordnet ist. 30
13. Kolbenelementanordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Oberflächenstruktur (10) auf dem Führungsabschnitt (7a) des Kolbenelementes (7) und die mindestens eine Oberflächenstruktur (10) auf einer Bohrungsfläche (9a) der Bohrung (9) sich gegenüberliegen, axial beabstandet sind oder überlappen. 35
14. Einspritzdüse (1), insbesondere Lochdüse für eine Verbrennungskraftmaschine, mit: 40
 - a. einem Körper (2);
 - b. einer Kolbenelementanordnung, welche ein Kolbenelement (7), das als die Düsennadel ausgebildet ist, und eine Bohrung (9) in dem Körper (2), in welchem das Kolbenelement (7) verschiebbar geführt ist, umfasst; 45
 - c. einer Druckkammer (5), welche mit einer Zulaufbohrung (4) und über einen Durchlass mit

einer Spritzkammer kommuniziert, wobei der Durchlass einen Dichtungssitz zur Zusammenwirkung mit einer Dichtspitze (7c) des Kolbenelementes (7) aufweist; und

d. zumindest einem Spritzloch (8), über welches die Spritzkammer (6) mit der Außenseite des Körpers (2) kommuniziert,

dadurch gekennzeichnet, dass

e. die Kolbenelementanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

15. Einspritzdüse (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Außenfläche (3a) einer Düsenkuppe (3) des Körpers (2) eine Oberflächenbearbeitung (3b) aufweist, welche als Feinpolitur mit einem bestimmten Feinheitsgrad, vorzugsweise mit einer Rauhtiefe von etwa $R_t \leq 1,7$, ausgebildet ist.

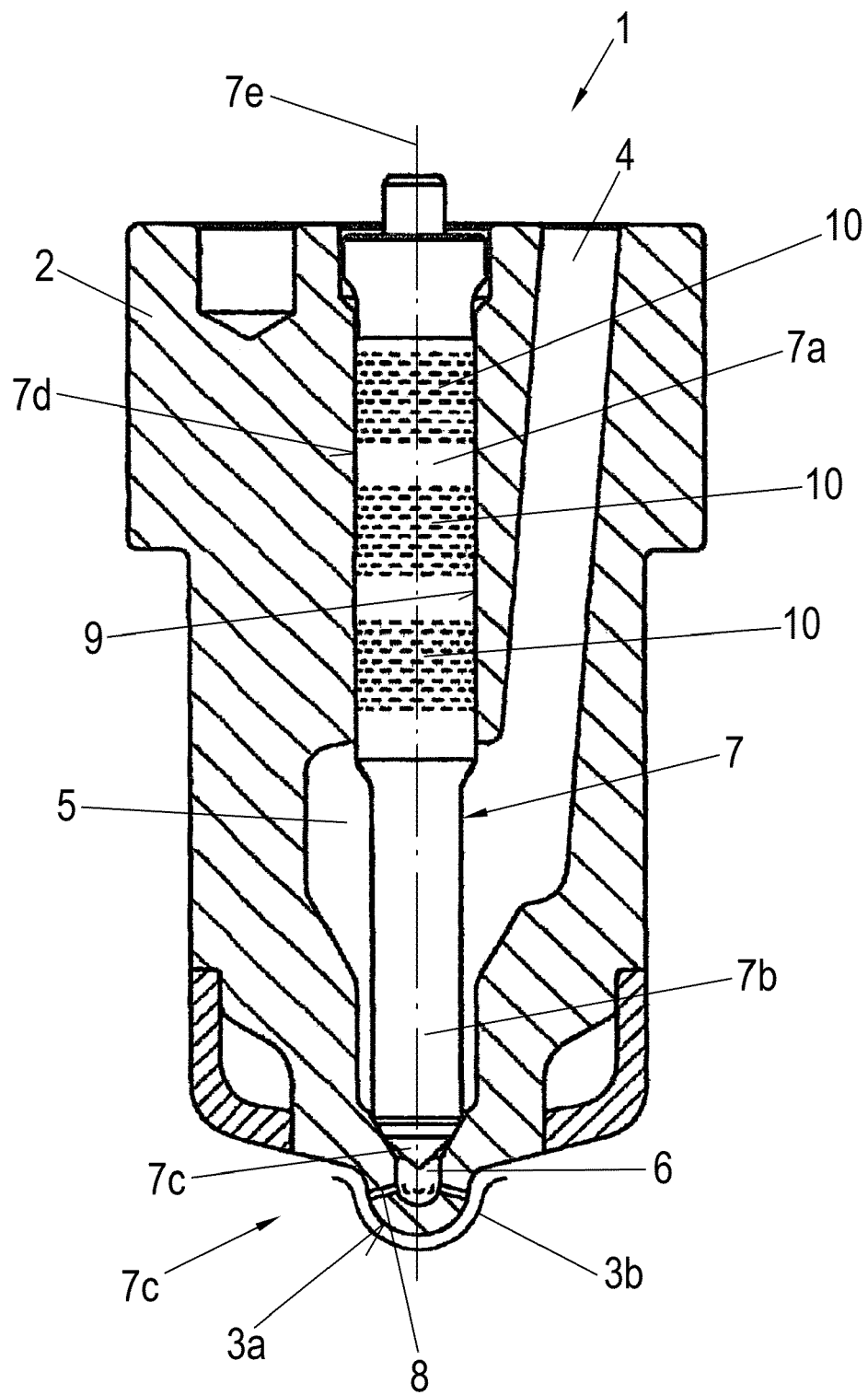


Fig. 1

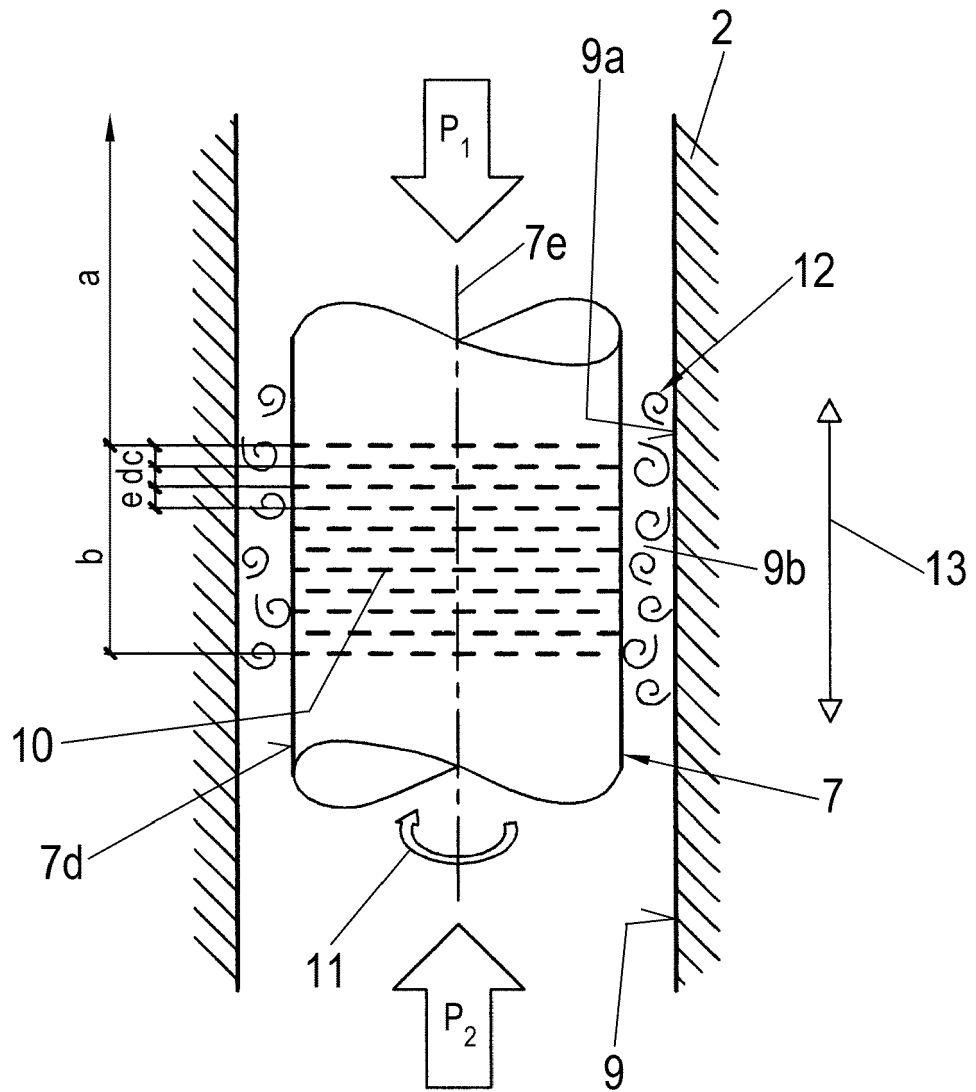


Fig. 2

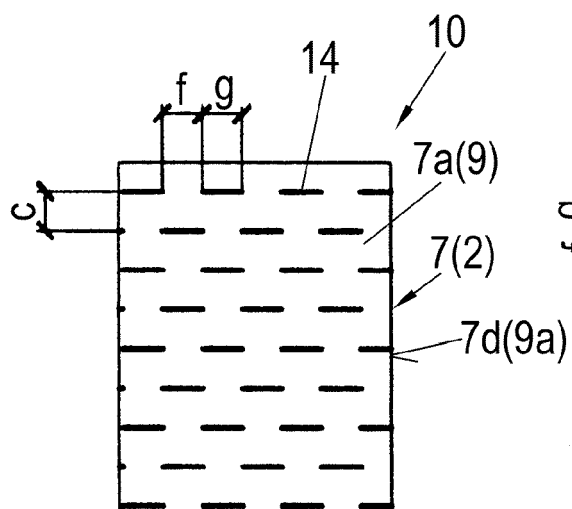


Fig. 3

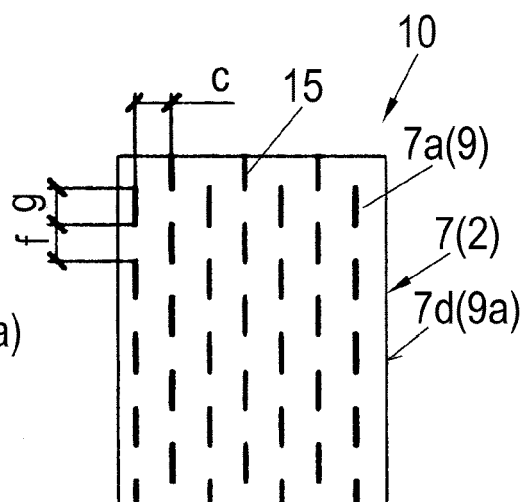


Fig. 3a

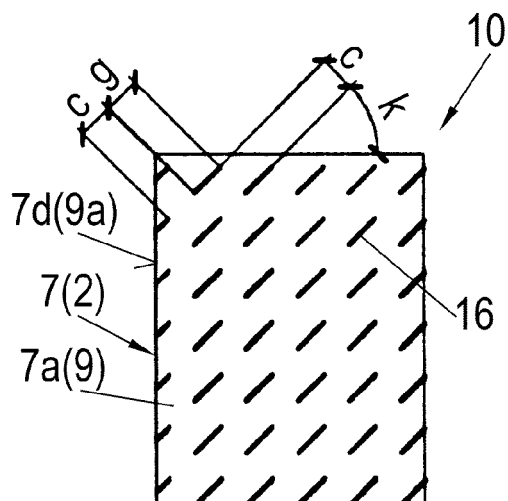


Fig. 3b

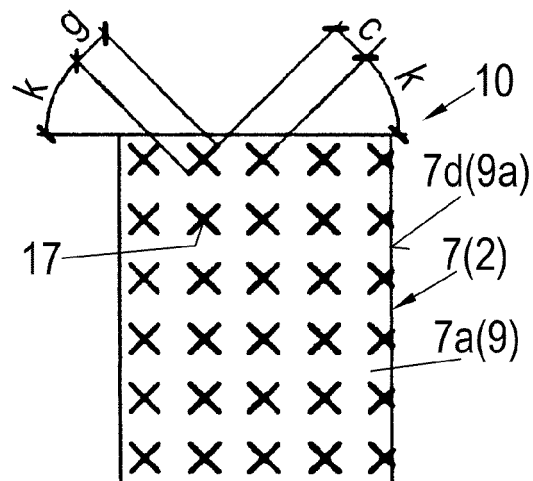


Fig. 3c

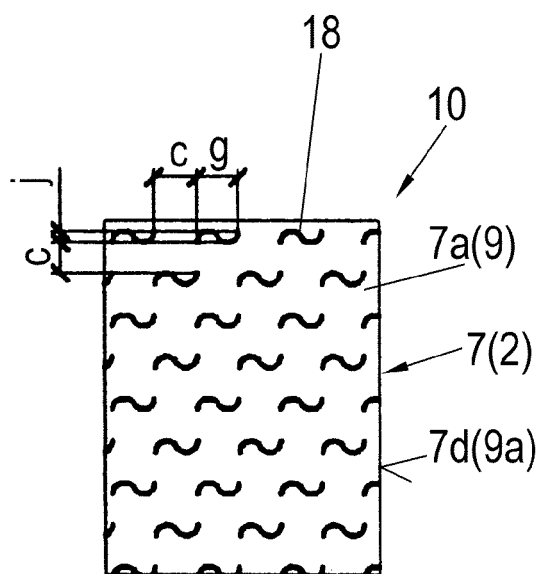


Fig. 3d

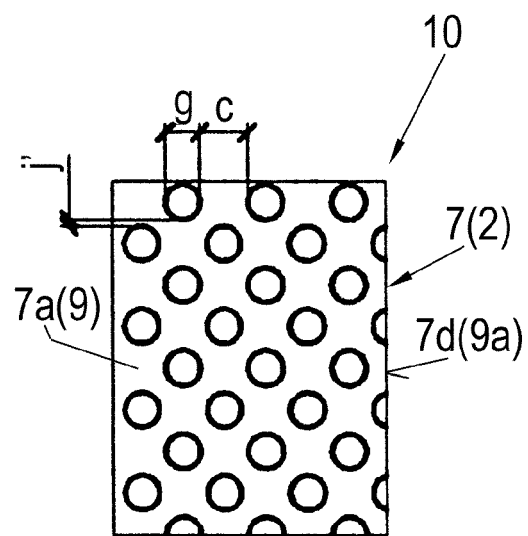


Fig. 3e

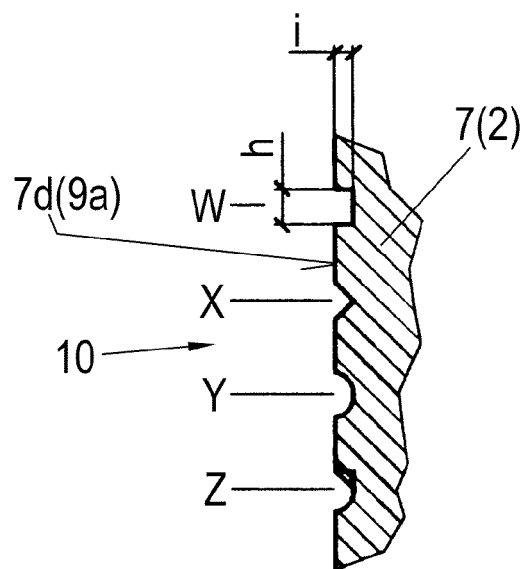


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 17 5970

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 965 070 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 3. September 2008 (2008-09-03) * Absätze [0040], [0045], [0051]; Abbildungen *	1-10,14,15	INV. F02M59/44 F02M59/02 F02M55/00 F02M61/16 F02M61/12
X	DE 10 2005 061781 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 28. Juni 2007 (2007-06-28) * Absätze [0040], [0041], [0043] - [0046]; Abbildungen *	1-9,11-15	
X	DE 103 50 275 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Juni 2005 (2005-06-02) * Absätze [0012], [0031] - [0036]; Abbildung *	1-3,7-9,14,15	
X	WO 2004/057177 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; ALVAREZ-AVILA CARLOS [DE]; AULICH DIETER [DE];) 8. Juli 2004 (2004-07-08) * Abbildungen 2,4 *	1-3,7-9	
X	DE 198 43 344 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. März 2000 (2000-03-23) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-9,14,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
X	DE 101 22 167 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 14. November 2002 (2002-11-14) * Absätze [0004], [0015] - [0016]; Abbildungen *	1-9,14,15	
A	DE 10 2011 051904 A1 (ORANGE GMBH [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) * Absätze [0020], [0028] - [0029]; Abbildungen *	5-7,11-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. November 2013	Prüfer Godrie, Pierre
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 Patentedokument, 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 17 5970

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

13-11-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1965070 A1	03-09-2008	CN 101365874 A	11-02-2009
		EP 1965070 A1	03-09-2008
		JP 2008057458 A	13-03-2008
		US 2008308657 A1	18-12-2008
		US 2009184180 A1	23-07-2009
		WO 2008026438 A1	06-03-2008
DE 102005061781 A1	28-06-2007	KEINE	
DE 10350275 A1	02-06-2005	KEINE	
WO 2004057177 A1	08-07-2004	DE 10259955 A1	15-07-2004
		WO 2004057177 A1	08-07-2004
DE 19843344 A1	23-03-2000	DE 19843344 A1	23-03-2000
		EP 1045978 A1	25-10-2000
		JP 2002525488 A	13-08-2002
		US 6283389 B1	04-09-2001
		WO 0017512 A1	30-03-2000
DE 10122167 A1	14-11-2002	DE 10122167 A1	14-11-2002
		EP 1387947 A1	11-02-2004
		JP 2004519603 A	02-07-2004
		WO 02090760 A1	14-11-2002
DE 102011051904 A1	21-06-2012	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

- EP 2365207 A1 [0005]