

(19)



(11)

EP 2 287 461 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2013 Patentblatt 2013/11

(51) Int Cl.:
F02M 53/04 ^(2006.01) **F02M 61/16** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10169044.4**

(22) Anmeldetag: **09.07.2010**

(54) **Kraftstoffinjektor mit Kühlvorrichtung**

Fuel injector with cooling device

Injecteur de carburant doté d'un dispositif de refroidissement

(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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **15.07.2009 DE 102009027710**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.02.2011 Patentblatt 2011/08

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Thulfaut, Christian
70327, Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1-102004 049 703 DE-A1-102005 003 453
FR-A1- 2 877 055 GB-A- 273 211
US-A- 3 701 342 US-A- 3 945 353
US-A- 4 253 431**

EP 2 287 461 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse und einer Düsennadel, welche durch Betätigung einer Aktoreinheit unmittelbar oder mittelbar in eine Öffnungsstellung zum Einleiten eines Einspritzvorganges bewegbar ist, wobei eine Kühlvorrichtung vorgesehen ist, die eine, bei einer Entspannung des unter Hochdruck stehenden Kraftstoffs entstehende Wärme abführt.

[0002] Bei selbstzündenden Brennkraftmaschinen kommen üblicherweise Kraftstoffinjektoren zum Einsatz, um den zum Betrieb der Brennkraftmaschine nötigen Kraftstoff unter hohem Druck in den jeweiligen Brennraum einzuspritzen. Diese Kraftstoffeinspritzung wird dabei mittels einer axial beweglichen Düsennadel gesteuert, welche je nach ihrer axialen Position Spritzlöcher öffnet oder geschlossen hält. Dabei wird die axiale Bewegung der Düsennadel über einen Aktoreinheit hervorgerufen, wobei bezüglich der Betätigung der Düsennadel über diese Aktoreinheit zwei verschiedene Ausführungen von Kraftstoffinjektoren zu unterscheiden sind: zum Einen finden Kraftstoffinjektoren mit einer indirekten Nadelsteuerung Anwendung, bei welchem zwischen der Aktoreinheit und der Düsennadel ein hydraulisches Steuerventil platziert ist, dass bei Betätigung der Aktoreinheit mittelbar über einen Druckabfall in einem Steuerraum für eine Öffnungsbewegung der Düsennadel sorgt; die andere Variante ist eine sogenannte direkte Nadelsteuerung, bei welcher die Aktoreinheit über eine zwischengeschaltete Kopplereinrichtung direkt auf die Düsennadel einwirkt.

[0003] Bei der Einspritzung des Kraftstoffs in den Brennraum wird dieser von einem hohen Druckniveau auf ein niedrigeres Druckniveau entspannt, was die Temperatur des Kraftstoffs und damit auch die Temperatur des Kraftstoffinjektors in diesem Bereich erhöht. Bei Kraftstoffinjektoren mit indirekter Nadelsteuerung führt zusätzlich noch eine Entspannung von Kraftstoff im Bereich des Steuerventils zu einer weiteren Steigerung der Betriebstemperatur des Injektors. Eine Abfuhr dieser Wärme gestaltet sich allerdings schwierig, da der Kraftstoffinjektor im Bereich heißer Bauteile der Brennkraftmaschine verbaut und der Bauraum in diesem Bereich äußerst begrenzt ist. Gleichzeitig werden aber immer höhere Einspritzdrücke gefordert, welche zu massiven Steigerungen der Betriebstemperatur des Kraftstoffinjektors und zu kritischen Bauteilbelastungen führen würden. Diese Problematik hat daher das Vorsehen von Kühlvorrichtungen im Bereich des jeweiligen Kraftstoffinjektors nötig gemacht.

[0004] Aus der JP 2004150276 A ist ein Kraftstoffinjektor bekannt, bei welchem in einem Gehäuse eine Düsennadel in axialer Richtung verschiebbar geführt und durch Betätigen einer Aktoreinheit in eine Öffnungsstel-

lung überführbar ist. Eine Bewegung in diese Öffnungsstellung wird dabei hervorgerufen, indem bei Betätigen der Aktoreinheit ein Ventilraum mit einem Rücklauf des Injektors verbunden wird, was in einem Steuerraum der Düsennadel einen Druckabfall bewirkt und ein Aufziehen der Düsennadel hervorruft. Um dabei einer starken Erhöhung der Betriebstemperatur des Kraftstoffinjektors aufgrund des Entspannens von Kraftstoff im Bereich der Düsennadelspitze und im Bereich des Ventilraumes entgegenzuwirken, ist das Gehäuse des Injektors mit einem Kühlkörper umgeben, der mit einer Kühlflüssigkeit durchströmt wird.

[0005] Nachteilhaft an einer derartigen Anordnung ist allerdings, dass ein separates Kühlleitungsnetz zur Versorgung des Kühlkörpers aufgebaut werden muss und sich zudem der Durchmesser des Kraftstoffinjektors in diesem Bereich wesentlich vergrößert.

[0006] Des Weiteren offenbart US 3,945,353 A einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff, bei welchem in einem Gehäuse des Kraftstoffinjektors in einer Ausnehmung ein Rohr platziert ist, welches gemeinsam mit einer Kammer und einem Durchgang ein hermetisch gekapseltes Volumen einer Kühlvorrichtung ausbildet.

[0007] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kraftstoffinjektor für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, welcher eine Kühlvorrichtung zum Abtransportieren der, aufgrund der Entspannung des Kraftstoffs auftretenden Wärme aufweist, wobei diese Kühlvorrichtung ohne ein zusätzliches Kühlleitungsnetz auskommt und möglichst kompakt aufgebaut ist.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Diese Aufgabe wird ausgehend vom Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Die darauffolgenden, abhängigen Ansprüche geben jeweils vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung wieder.

[0009] Die Erfindung umfasst die technische Lehre, dass die Kühlvorrichtung in Form mindestens eines hermetisch gekapselten, in das Gehäuse integrierten Volumens vorliegt, das mit einem Arbeitsmedium im flüssigen und dampfförmigen Zustand gefüllt ist und einen Verdampfungs- und einen Kondensationsbereich aufweist. Dabei ist der Verdampfungsbereich in einem thermisch hoch belasteten Bereich angeordnet und ein Abführen der Wärme durch Verdampfen des flüssigen Arbeitsmediums erreichbar. Zudem ist das mindestens eine Volumen durch je ein Rohr gebildet, welches als separates Bauteil in das Gehäuse eingebracht ist.

Vorteile der Erfindung

[0010] Mittels einer derartigen Gestaltung der Kühlvorrichtung können bereits bei kleiner Querschnittsfläche des Volumens große Mengen an Wärme abtransportiert werden, so dass keine Durchmesserergrößerung des Kraftstoffinjektors nötig ist. Des Weiteren wird kein zu-

sätzliches Kühlleitungsnetz benötigt, da die Wärmeenergie durch Verdampfen des Arbeitsmediums aus dem Bereich heißer Bauteile abführbar ist und durch anschließende Kondensation des Arbeitsmediums in Bereichen niedrigerer Temperatur an diese abgegeben werden kann. Ein derartiges System besitzt zudem einen sehr geringen Wärmewiderstand, da die flüssigen und die dampfförmigen Bestandteile des Arbeitsmediums in demselben Raum befindlich sind und sich aufgrund des dadurch gebildeten Nassdampfgebiets geringe Druck- und Temperaturunterschiede zwischen Verdampfungs- und Kondensationsbereich einstellen.

[0011] Die Verwendung des als separates Bauteil eingebrachten Rohres hat den Vorteil, dass als Material für das Rohr ein Werkstoff mit einer verbesserten Wärmeleitfähigkeit Anwendung finden kann, wodurch die abzuführende Wärmeenergie optimal auf den Verdampfungsbereich und im Anschluss daran vom Kondensationsbereich auf umliegende Bauteile oder die Umgebung übertragen werden kann. Ein weiterer Vorteil ist die bessere Montagemöglichkeit.

[0012] In Weiterbildung der Erfindung ist das mindestens eine Volumen vollständig in das Gehäuse integriert. Vorteilhafterweise kann hierdurch eine sehr kompakte Wärmeableitung realisiert werden, wobei die Wärmeabgabe in diesem Fall an thermisch nicht belastete Bereiche des Kraftstoffinjektors erfolgt.

[0013] Alternativ hierzu ragt das mindestens eine Volumen mit dem Kondensationsbereich aus dem Gehäuse heraus. Mittels einer derartigen Ausgestaltung kann eine Wärmeabgabe auch an umliegende Bauteile der Brennkraftmaschine oder die Umgebung erfolgen. Die Wärmeabgabe kann dabei durch eine geeignete Vergrößerung der Oberfläche, beispielsweise über einen Kühlkörper, verbessert werden.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung ist das Innere der Kühlvorrichtung mit Kapillaren versehen. Dies hat den Vorteil, dass das Arbeitsmedium aufgrund der einwirkenden Kapillarkräfte lageunabhängig vom Kondensationsbereich zum Verdampfungsbereich zurückfließen kann.

[0015] Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Arbeitsmedium Wasser. Mittels dieses Kühlmittels kann eine gute Wärmeabführung erreicht werden.

[0016] Vorteilhafterweise ist des Weiteren das je eine Rohr über eine kraftschlüssige Verbindung im Gehäuse verankert. Hierdurch wird sichergestellt, dass die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung an der gewünschten Stelle verbleibt. Es sind allerdings ebenso gut form- oder stoffschlüssige Verbindungen denkbar.

[0017] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Es zeigen:

5 Figur 1 eine schematische Ansicht eines beispielhaften Kraftstoffinjektors,

10 Figur 2 eine detaillierte Schnittansicht des Kraftstoffinjektors aus Figur 1, im Bereich einer Düsen-
nadel,

15 Figur 3 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors gemäß einer ersten Ausführungsform, und

20 Figur 4 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors gemäß einer zweiten Ausführungsform.

20 Ausführungsformen der Erfindung

[0019] In der Figur 1 ist für das leichtere Verständnis der Erfindung eine schematische Ansicht eines beispielhaften Kraftstoffinjektors gezeigt, welcher über ein Gehäuse 1 verfügt. In diesem Gehäuse 1 ist eine Längsbohrung 2 vorgesehen, die an einem oberen Ende über einen druckfesten Verschluss 3 hermetisch von der Umgebung abgetrennt ist und damit ein Volumen für eine Kühlvorrichtung 4 ausbildet.

25 **[0020]** Mittels dieser Kühlvorrichtung 4 wird im unteren Bereich des Gehäuses 1 eine Wärmemenge Q aufgenommen und im oberen Bereich des Gehäuses 1 abgegeben, wie mittels der Pfeile veranschaulicht.

30 **[0021]** In Figur 2 ist des Weiteren eine detaillierte Schnittansicht des Kraftstoffinjektors aus Figur 1 dargestellt, um die Wirkweise der Kühlvorrichtung 4 näher zu erläutern. Wie hieraus zu entnehmen ist, ist die Bohrung 2 in einem ersten Gehäuseteil 5 platziert, welcher auf einem zweiten Gehäuseteil 6 des Kraftstoffinjektors aufgesetzt ist. Dieser zweite Gehäuseteil 6 bildet an seinem radialen Innenbereich eine Führung für eine Düsen-
35 nadel 7 aus, die auf dem Fachmann bekannte Art und Weise im Gehäuse 1 in axiale Richtung verschiebbar geführt ist und in einer Öffnungsstellung für ein Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine
40 sorgt. Die Bohrung 2 ist mit einem Arbeitsmedium in Form von Wasser gefüllt, welches als Träger zum Abführen der Wärme aus dem Bereich des zweiten Gehäuseteils 6 fungiert. Dabei liegt das Wasser in einem Verdampfungsbereich 8 der Kühlvorrichtung 4 in flüssiger Konsistenz vor, während ein darüber liegender Kondensationsbereich 9 mit Wasserdampf gefüllt ist.

45 **[0022]** Wird nun in den Verdampfungsbereich 8 Wärme eingeleitet, die aus einer Entspannung des unter Hochdruck stehenden Kraftstoffs im Bereich einer Spitze der Düsen-
50 nadel 7 herrührt, so beginnt das Wasser zu verdampfen. Dies führt dazu, dass der Druck im darüber liegenden Kondensationsbereich 9 lokal erhöht wird, was

zu einem Druckgefälle innerhalb der Bohrung 2 und damit zu einem Aufsteigen des Wasserdampfs in der Bohrung 2 führt. Aufgrund der niedrigeren Temperatur der Bohrung 2 im oberen Bereich kondensiert der Wasserdampf jedoch entlang des Kondensationsbereichs 9 und gibt die aufgenommene Wärmemenge in diesem Bereich an den umliegenden, ersten Gehäuseteil 5 ab. Das nun wieder flüssig gewordene Wasser fließt aufgrund der einwirkenden Schwerkraft wieder zurück in den Verdampfungsbereich 8.

[0023] In Figur 3 ist eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors zu sehen, bei welchem im Unterschied zu dem Beispiel aus Figur 1 und Figur 2 die Kühlvorrichtung 4" durch ein Rohr 11 gebildet ist. Dieses Rohr 11 ist dabei in einer Ausnehmung 12 des Gehäuses 1 platziert und über eine kraftschlüssige Verbindung mit dem Gehäuse 1 verbunden. Dabei ist allerdings auch eine form- oder stoffschlüssige Verbindung denkbar. Des Weiteren besteht das Rohr 11 aus einem Material mit verbesserten Wärmeleiteigenschaften, um den Eintrag der Wärmemenge Q zu verbessern.

[0024] Schließlich ist in Figur 4 eine zweite Ausführungsform der Erfindung in einer schematischen Ansicht dargestellt. In diesem Fall ist im Unterschied zu der vorher beschriebenen Variante das Rohr 11' über das Gehäuse 1 hinaus verlängert, um erneut die Möglichkeit zu haben, die durch die Kühlvorrichtung 4''' aufgenommene Wärmemenge Q an oberhalb des Kraftstoffinjektors platzierte Bauteile der Brennkraftmaschine oder die Umgebung abgeben zu können.

[0025] Mittels einer Gestaltung einer Kühlung des Kraftstoffinjektors gemäß der im Vorfeld beschriebenen Varianten ist es möglich, große Mengen an Wärme bei gleichzeitig kleiner Querschnittsfläche abzutransportieren. Hierbei ist kein zusätzlicher Kühlkreislauf oder Hilfsenergie zur Umwälzung eines Transportmediums nötig, wodurch sich der Wartungs- und Betriebsaufwand erheblich minimieren lässt. Des Weiteren zeichnen sich die beschriebenen Kühlsysteme durch einen geringen Wärmewiderstand aus.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse (1) und einer Düsennadel (7), welche durch Betätigung einer Aktoreinheit unmittelbar oder mittelbar in eine Öffnungsstellung zum Einleiten eines Einspritzvorganges bewegbar ist, wobei eine Kühlvorrichtung (4; 4'; 4"; 4''') vorgesehen ist, die eine, bei einer Entspannung des unter Hochdruck stehenden Kraftstoffs entstehende Wärme (Q) abführt,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung (4; 4'; 4"; 4''') in Form mindestens eines hermetisch gekapselten, in das Gehäuse (1) integrierten Volumens vorliegt, das mit einem Arbeitsmedium im

flüssigen und im dampfförmigen Zustand gefüllt ist und einen Verdampfungs- (8) und einen Kondensationsbereich (9) aufweist, wobei der Verdampfungsbereich (8) in einem thermisch hochbelasteten Bereich angeordnet und die Wärme (Q) durch Verdampfen des flüssigen Arbeitsmediums abführbar ist, wobei das mindestens eine Volumen durch je ein Rohr (11; 11') gebildet ist, welches als separates Bauteil in das Gehäuse (1) eingebracht ist.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Volumen vollständig in das Gehäuse (1) integriert ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Volumen mit dem Kondensationsbereich (9) aus dem Gehäuse (1) herausragt.
4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung (4; 4'; 4"; 4''') im Inneren mit Kapillaren versehen ist.
5. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmedium Wasser ist.
6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das je eine Rohr (11; 11') über eine kraftschlüssige Verbindung im Gehäuse (1) verankert ist.
7. Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, umfassend mindestens einen Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

Claims

1. Fuel injector for injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, having a housing (1) and having a nozzle needle (7) which, by actuation of an actuator unit, can be moved directly or indirectly into an open position for the initiation of an injection process, wherein a cooling device (4; 4'; 4"; 4''') is provided which dissipates heat (Q) generated during an expansion of the highly pressurized fuel,
characterized in that the cooling device (4; 4'; 4"; 4''') is provided in the form of at least one hermetically encapsulated volume which is integrated into the housing (1) and which is filled with a working medium in the liquid state and in the vaporous state and which has an evaporation (8) and a condensation region

- (9), wherein the evaporation region (8) is arranged in a thermally highly loaded region and the heat (Q) can be dissipated by evaporation of the liquid working medium, wherein the at least one volume is formed by in each case one pipe (11; 11') which is inserted as a separate component into the housing (1).
2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the at least one volume is fully integrated into the housing (1).
 3. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the condensation region (9) of the at least one volume projects out of the housing (1).
 4. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling device (4; 4'; 4"; 4''') is provided, in the interior, with capillaries.
 5. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the working medium is water.
 6. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** in each case one pipe (11; 11') is anchored in the housing (1) by means of a non-positively locking connection.
 7. Fuel injection system of an internal combustion engine, comprising at least one fuel injector according to one of Claims 1 to 6.
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'au moins un volume est complètement intégré dans le boîtier (1).
 3. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'au moins un volume avec la région de condensation (9) fait saillie hors du boîtier (1).
 4. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de refroidissement (4 ; 4' ; 4" ; 4''') est pourvu de capillaires à l'intérieur.
 5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le milieu de travail est de l'eau.
 6. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tube respectif (11 ; 11') est ancré dans le boîtier (1) par le biais d'une connexion par engagement par force.
 7. Système d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne, comprenant au moins un injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

Revendications

1. Injecteur de carburant pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant un boîtier (1) et une aiguille d'injecteur (7) qui peut être déplacée par rapport à l'actionnement d'une unité d'actionneur directement ou indirectement dans une position d'ouverture pour amorcer une opération d'injection, un dispositif de refroidissement (4 ; 4' ; 4" ; 4''') étant prévu, lequel évacue la chaleur (Q) produite lors de la détente du carburant à haute pression, **caractérisé en ce que** le dispositif de refroidissement (4 ; 4' ; 4" ; 4''') se présente sous la forme d'au moins un volume encapsulé hermétiquement, intégré dans le boîtier (1), qui est rempli avec un milieu de travail à l'état liquide et à l'état de vapeur et présente une région d'évaporation (8) et une région de condensation (9), la région d'évaporation (8) étant disposée dans une région soumise à une forte contrainte thermique et la chaleur (Q) pouvant être évacuée par évaporation du fluide de travail liquide, l'au

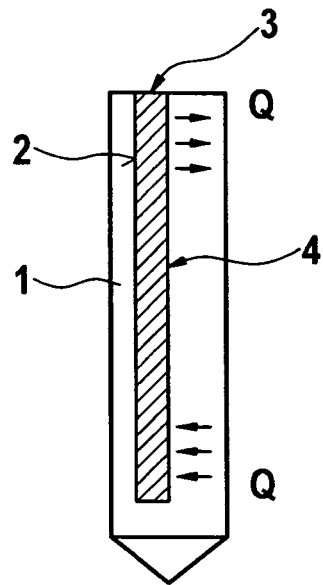


Fig. 1

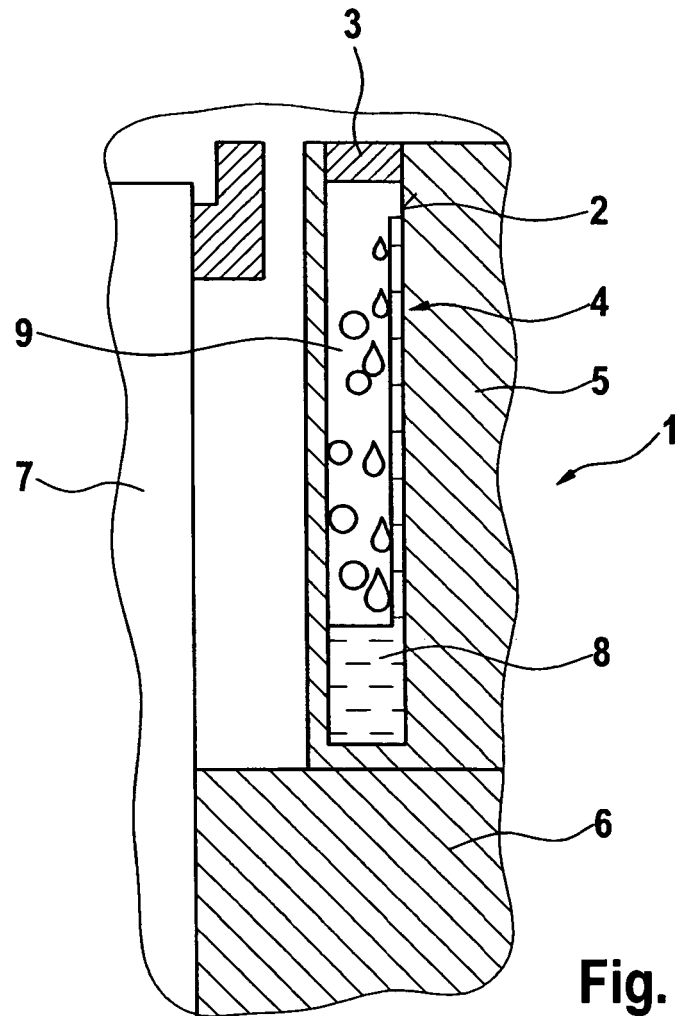


Fig. 2

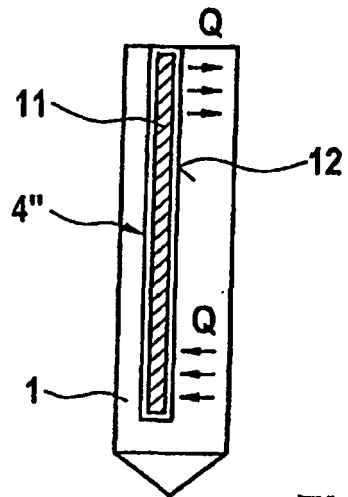


Fig. 3

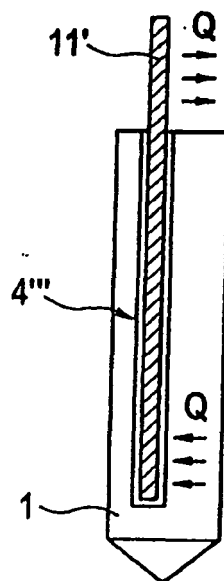


Fig. 4

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

- JP 2004150276 A [0004]
- US 3945353 A [0006]