

(19)



(11)

EP 3 209 879 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.02.2020 Patentblatt 2020/07

(51) Int Cl.:
F02M 59/36^(2006.01) F02D 41/38^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15781621.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/073560

(22) Anmeldetag: **12.10.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/062570 (28.04.2016 Gazette 2016/17)

(54) **VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINES ELEKTRISCH ANSTEUERBAREN SAUGVENTILS**
METHOD FOR CONTROLLING AN ELECTRICALLY CONTROLLABLE SUCTION VALVE
PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE VANNE D'ASPIRATION À COMMANDE ÉLECTRIQUE

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

(30) Priorität: **24.10.2014 DE 102014221674**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.08.2017 Patentblatt 2017/35

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

(72) Erfinder:
• **KOEHLER, Achim**
70437 Stuttgart-Zuffenhausen (DE)
• **NECKER, Frieder**
70567 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-03/054381 DE-A1-102010 027 745
DE-A1-102013 106 374 DE-A1-102014 202 102

EP 3 209 879 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 Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung eines elektrisch ansteuerbaren Saugventils zur Regelung der Fördermenge einer Hochdruckpumpe in einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere in einem Common-Rail-Einspritzsystem, einer Brennkraftmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Eine Hochdruckpumpe in einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere in einem Common-Rail-Einspritzsystem, ist durch die DE 10 2014 202 102 A1 bekannt und dient der Förderung von Kraftstoff auf Hochdruck. Hierzu weist die Hochdruckpumpe mindestens ein Pumpenelement mit einem Hochdruck-Elementraum auf, in dem der Kraftstoff komprimiert wird. Der auf Hochdruck geförderte Kraftstoff wird anschließend über einen Hochdruckabgang einem Hochdruckspeicher, dem so genannten Rail, zugeführt. Über an den Hochdruckspeicher angeschlossene Einspritzventile wird dann der unter hohem Druck stehende Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0003] Die Befüllung eines Hochdruck-Elementraums einer Hochdruckpumpe erfolgt über ein elektrisch ansteuerbares Saugventil. Zur Mengenregelung wird das elektrisch ansteuerbare Saugventil eingesetzt. Das elektrisch ansteuerbare Saugventil kann dabei als stromlos offenes oder als stromlos geschlossenes Ventil ausgebildet sein. In beiden Fällen wirkt üblicherweise ein Magnetsteller auf ein Ventilglied des Saugventils ein, um dieses entgegen der Federkraft einer Feder zu schließen oder zu öffnen.

[0004] Die Mengenregelung über ein elektrisch ansteuerbares Saugventil erfolgt in der Regel in der Weise, dass das Saugventil während der Saugphase der Hochdruckpumpe geöffnet bleibt, um den Hochdruck-Elementraum der Hochdruckpumpe nahezu vollständig mit Kraftstoff zu füllen. Damit ist noch keine Zumessung einer definierten Kraftstoffmenge erfolgt. Dies geschieht erst in der anschließenden Förderphase, in der das Saugventil solange geöffnet bleibt bis eine überschüssige Menge Kraftstoff aus dem Hochdruck-Elementraum zurück in den Zulaufbereich der Hochdruckpumpe verdrängt wurde. Der Schließzeitpunkt des Saugventils während der Förderphase bestimmt demnach die Fördermenge der Hochdruckpumpe und den Druckaufbau im Hochdruck-Elementraum. Wenn der Zeitpunkt des Schließens des Saugventils zeitlich verzögert wird so wird hierdurch auch der Druckaufbau im Hochdruck-Elementraum zeitlich verzögert.

[0005] Eine Schmierung in einem Triebwerksraum der bekannten Hochdruckpumpe erfolgt durch aus dem Hochdruck-Elementraum zwischen dem Pumpenkolben und dessen Führung im Pumpenelement hindurchtretenen Kraftstoff. Um eine Schmierung im Triebwerksraum auch dann sicherzustellen wenn durch das Pumpenele-

ment kein Kraftstoff gefördert wird ist bei der bekannten Hochdruckpumpe vorgesehen, dass durch entsprechende Ansteuerung des Saugventils ständig ein erhöhter Druck im Hochdruck-Elementraum erhalten bleibt und infolge der Leckage Kraftstoff in den Triebwerksraum austritt. Hierbei werden zwar die im Triebwerksraum angeordneten Komponenten geschmiert, jedoch infolge des erhöhten Drucks im Hochdruck-Element auch belastet.

[0006] Durch das Dokument WO 03/054381 ist eine Hochdruckpumpe bekannt, bei der der Hochdruck-Elementraum ebenfalls über ein elektrisch ansteuerbares Saugventil befüllt wird. Der Zeitpunkt des Ansteuerns des Saugventils zu dessen Schließen erfolgt zu dem Zeitpunkt, zu dem eine durch den Pumpenkolben des Pumpenelements erzeugte Druckwelle am Saugventil ankommt. Der Zeitpunkt des Ansteuerns des Saugventils zu dessen Schließen kann gegenüber dem unteren Totpunkt des Pumpenkolbens verzögert erfolgen. Eine Berücksichtigung der Schmierbedingungen in einem Triebwerksraum der Hochdruckpumpe bei der Ansteuerung des Saugventils ist bei dieser Hochdruckpumpe nicht vorgesehen.

[0007] Zur Förderung von Kraftstoff auf Hochdruck muss das Saugventil geschlossen sein, da ansonsten kein Druck im Hochdruck-Elementraum der Hochdruckpumpe aufgebaut werden kann. Der sich bei geschlossenem Saugventil im Hochdruck-Elementraum aufbauende Druck belastet die Triebwerkskomponenten der Hochdruckpumpe, da diese gegen diesen Druck arbeiten müssen. Die Belastung kann dadurch minimiert werden, dass eine ausreichende Menge Kraftstoff zur Schmierung der Triebwerkskomponenten zur Verfügung gestellt wird. In Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine, beispielsweise bei kleinen Drehzahlen oder Neustart der Brennkraftmaschine, ist dies jedoch nicht immer möglich, so dass die Schmierbedingungen im Triebwerksraum der Hochdruckpumpe unzureichend sind. Zum gleichen Ergebnis können externe Einflüsse, wie beispielsweise hohe Außentemperaturen, führen. Die Folge ist ein erhöhter Verschleiß an den Triebwerkskomponenten.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ansteuerung eines elektrisch ansteuerbaren Saugventils zur Regelung der Fördermenge einer Hochdruckpumpe anzugeben, das einen positiven Effekt auf die Robustheit der Hochdruckpumpe hat. Insbesondere soll durch das angegebene Verfahren der Verschleiß im Bereich des Triebwerks der Hochdruckpumpe gemindert werden.

[0009] Zur Lösung der Aufgabe wird das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Bei dem vorgeschlagenen erfindungsgemäßen

Verfahren zur Ansteuerung eines elektrisch ansteuerbaren Saugventils zur Regelung der Fördermenge einer Hochdruckpumpe in einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere in einem Common-Rail-Einspritzsystem, einer Brennkraftmaschine, wird beim Start der Brennkraftmaschine das Saugventil in Abhängigkeit von mindestens einem die Schmierbedingungen in einem Triebwerksraum der Hochdruckpumpe beeinflussenden Parameter das Schließen des Saugventils zeitlich verzögert, wobei als Parameter die Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoffdruck im Triebwerksraum verwendet wird. Das Saugventil kann somit in Abhängigkeit von den tatsächlichen Schmierbedingungen im Triebwerksraum der Hochdruckpumpe angesteuert werden, wobei der Parameter als Trigger für die Ansteuerung des Saugventils dient.

[0011] Über eine mit dem Saugventil verbundene Steuereinheit wird das Saugventil bevorzugt derart angesteuert, dass es bei unzureichenden Schmierbedingungen zunächst geöffnet bleibt, um einen Druckaufbau im Hochdruck-Elementraum der Hochdruckpumpe zu verhindern. Steht dann eine ausreichende Menge Kraftstoff zur Schmierung der Triebwerkskomponenten zur Verfügung, was wiederum durch den mindestens einen Parameter angezeigt wird, kann das Saugventil geschlossen werden. Bei einem als stromlos offenes Ventil ausgebildeten Saugventil wird hierzu der Magnetsteller bestromt. Bei einem als stromlos geschlossenes Ventil ausgebildeten Saugventil wird hierzu die Bestromung des Magnetstellers beendet.

[0012] Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist demnach sichergestellt, dass ein Druckaufbau im Hochdruck-Elementraum der Hochdruckpumpe erst dann erfolgt, wenn die Schmierbedingungen im Bereich des Triebwerks der Hochdruckpumpe als ausreichend zu bewerten sind. Dies ist insbesondere der Fall, wenn eine zur Ausbildung eines hydrodynamischen Schmierfilms ausreichende Menge Kraftstoff im Triebwerksraum vorhanden ist. Ein hydrodynamischer Schmierfilm dient der Verringerung der Reibung im Kontaktbereich zweier Triebwerkskomponenten, wie beispielsweise zwischen einer Rolle und einem Rollenschuh eines Nocken- oder Exzentertriebwerks der Hochdruckpumpe. Die Belastung der Triebwerkskomponenten sowie der Verschleiß an diesen Triebwerkskomponenten wird auf diese Weise deutlich gemindert, so dass die Robustheit der Hochdruckpumpe steigt.

[0013] Eine entsprechende Sensorik zur Erfassung der Kenngrößen Kraftstofftemperatur und/oder Kraftstoffdruck ist in der Regel bereits vorhanden, so dass hierauf zurückgegriffen werden kann.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass beim Stopp der Brennkraftmaschine das Saugventil geöffnet wird, so dass Druck im Hochdruck-Elementraum der Hochdruckpumpe abgebaut wird. Der Druckabbau im Hochdruck-Elementraum der Hochdruckpumpe hat keine Auswirkungen auf den Druck im angeschlossenen Rail, da der Hochdruckabgang in der

Regel durch ein Rückschlagventil realisiert wird, so dass sichergestellt ist, dass ein ausreichend hoher Raildruck beim erneuten Start der Brennkraftmaschine zur Verfügung steht. Der Druckabbau im Hochdruck-Elementraum der Hochdruckpumpe dient vorrangig der Verringerung der Belastung der Triebwerkskomponenten. Denn wird das Saugventil beim Stopp der Brennkraftmaschine geöffnet, wird Kraftstoff aus dem Hochdruck-Elementraum zurück in den Zulaufbereich der Hochdruckpumpe geschoben, bis sich ein weitgehender Druckausgleich einstellt. Da im Zulaufbereich Niederdruck herrscht, sinkt der Druck im Hochdruck-Elementraum.

[0015] Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird ein als stromlos offenes Ventil ausgebildetes Saugventil verwendet. Die Ansteuerung des Saugventils erfolgt in der Weise, dass ein Ansteuerstrom immer dann angelegt wird, wenn das Saugventil geschlossen werden soll. Über die Ansteuerung ist demnach der Schließzeitpunkt des Saugventils festlegbar.

[0016] Alternativ wird vorgeschlagen, dass ein als stromlos geschlossenes Ventil ausgebildetes Saugventil bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet wird. Um das Saugventil zu schließen, muss der Ansteuerstrom weggenommen werden. Hierüber ist dann wiederum der Schließzeitpunkt des Saugventils festlegbar.

[0017] Unabhängig davon, ob ein als stromlos offenes oder als stromlos geschlossenes Ventil ausgebildetes Saugventil verwendet wird, ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren einen weitgehend verschleißarmen Betrieb der Hochdruckpumpe. Die Robustheit der Hochdruckpumpe wird somit gesteigert. Das Verfahren eignet sich daher insbesondere für Kraftstoffeinspritzsysteme, die für kraftstoffkritische Märkte gedacht sind.

[0018] Ferner kann bei Brennkraftmaschinen, die eine Start-Stopp Automatik aufweisen, der Startdruck, der derzeit bei Common-Rail-Hochdruckpumpen auf 300 bar beschränkt ist, frei appliziert werden. Ein positiver Nebeneffekt ist, dass auch keine Temperaturbegrenzungen mehr eingehalten werden müssen, die derzeit für Start-Stopp Automaten gelten. Derzeit gilt, dass der Betrieb einer Start-Stopp Automatik nur bei Temperaturen von weniger als 60°C erlaubt ist.

[0019] Das vorgeschlagene Verfahren zur Ansteuerung des Saugventils ermöglicht weiterhin einen schnellen Start der Brennkraftmaschine, da der Raildruck unbeeinflusst bleibt.

[0020] Zudem kann ein beliebiger Railstanddruck erlaubt werden, ohne etwaige Grenzwerte zu verletzen. Das heißt, dass die Problematik "Start gegen Druck" nicht mehr relevant ist.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Kraftstoffhochdruckpumpe mit einem elektrisch ansteuerbaren Saugventil zur Regelung der Fördermenge der Hochdruckpumpe und

Fig. 2 ein Diagramm zur Darstellung einer bevorzugten Ansteuerung eines als stromlos offenes Ventil ausgebildeten Saugventils.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0022] Die in der Figur 1 sehr schematisch dargestellte Hochdruckpumpe 2 für ein Common-Rail-Einspritzsystem umfasst ein Pumpenelement mit einem Pumpenkolben 5, der zur Begrenzung eines Hochdruck-Elementraums 4 in einer Zylinderbohrung 6 eines Gehäuseteils 7 der Hochdruckpumpe 2 hubbeweglich aufgenommen ist. Über ein Triebwerk 3, das vorliegend als Nockentriebwerk ausgebildet ist, ist der Pumpenkolben 5 in einer Hubbewegung antreibbar. Im Förderhub des Pumpenkolbens, während dessen sich das Volumen im Hochdruck-Elementraum 4 verkleinert, wird im Hochdruck-Elementraum 4 vorhandener Kraftstoff komprimiert und anschließend über einen Hochdruckabgang 9 einem Hochdruckspeicher (nicht dargestellt) zugeführt. Die Befüllung des Hochdruck-Elementraums 4 mit Kraftstoff erfolgt über ein elektrisch ansteuerbares Saugventil 1, das vorliegend als stromlos offenes Ventil ausgebildet ist. Das Saugventil 1 besitzt einen in den Hochdruck-Elementraum 4 der Hochdruckpumpe 2 öffnenden Ventilstößel 8, der über einen Magnetsteller (nicht dargestellt) betätigbar ist. Als stromlos offenes Ventil muss der Magnetsteller bestromt werden, um das Saugventil 1 zu schließen. In der Fig. 1 ist die Bestromung mittels der Pfeile 10 angedeutet.

[0023] Der Schließzeitpunkt des Saugventils 1 bestimmt die Fördermenge der Hochdruckpumpe 2, wenn die Ansteuerung entsprechend der Darstellung der Fig. 2 erfolgt.

[0024] Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, fällt der Zeitraum der Bestromung (durchgezogene Linie) in die Förderphase der Hochdruckpumpe 2. Denn während der Bestromung des Saugventils 1 führt der Pumpenkolben 5 einen Förderhub aus, das heißt, dass er sich von einem unteren Totpunkt (UT) zu einem oberen Totpunkt (OT) bewegt (siehe gestrichelte Linie). Zu Beginn des Förderhubs des Pumpenkolbens 5 bleibt das Saugventil 1 geöffnet (siehe strichpunktierte Linie), so dass sich kein Druck im Hochdruck-Elementraum 4 aufzubauen vermag (siehe punktierte Linie). Der Druckaufbau erfolgt erst, wenn das Saugventil 1 schließt. Da es sich um ein stromlos offenes Ventil handelt, muss hierzu das Saugventil 1 bestromt werden. Der Zeitpunkt der Bestromung bzw. der Schließzeitpunkt des Saugventils 1 bestimmt demnach die Fördermenge der Hochdruckpumpe 2.

[0025] Dies macht sich das vorgeschlagene erfindungsgemäße Verfahren zunutze, indem der Schließzeitpunkt beim Start der Brennkraftmaschine zeitlich verzögert wird, um einen Druckaufbau im Hochdruck-Elementraum 4 erst dann zu gestatten, wenn sichergestellt ist, dass ausreichend Kraftstoff zur Schmierung des Triebwerks 3 zur Verfügung steht. Die zeitliche Verzögerung kann bis zu einer Sekunde betragen, um

insbesondere die Ausbildung eines hydrodynamischen Schmierfilms zwischen den Komponenten des Triebwerks 3 zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines elektrisch ansteuerbaren Saugventils (1) zur Regelung der Fördermenge einer Hochdruckpumpe (2) in einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere in einem Common-Rail-Einspritzsystem, einer Brennkraftmaschine, wobei durch zeitliches Verzögern des Schließens des Saugventils (1) der Druckaufbau in einem Hochdruck-Elementraum (4) der Hochdruckpumpe (2) verzögert wird,
dadurch gekennzeichnet, dass beim Start der Brennkraftmaschine das Schließen des Saugventils (1) und damit der Druckaufbau im Hochdruck-Elementraum (4) der Hochdruckpumpe (2) in Abhängigkeit von mindestens einem die Schmierbedingungen in einem Triebwerksraum (3) der Hochdruckpumpe (2) beeinflussenden Parameter zeitlich verzögert wird, wobei vorzugsweise die zeitliche Verzögerung 0,1 bis 1 Sekunde beträgt, und dass als Parameter die Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoffdruck im Triebwerksraum (3) verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass beim Stopp der Brennkraftmaschine das Saugventil (1) geöffnet wird, so dass Druck im Hochdruck-Elementraum (4) der Hochdruckpumpe (2) abgebaut wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass ein stromlos offenes Ventil als Saugventil (1) verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass ein stromlos geschlossenes Ventil als Saugventil (1) verwendet wird.

Claims

1. Method for controlling an electrically controllable suction valve (1) for controlling the delivery volume of a high-pressure pump (2) in a fuel injection system, in particular in a common-rail injection system, of an internal combustion engine, wherein the pressure buildup in a high-pressure element space (4) of the high-pressure pump (2) is delayed by delaying the closing of the suction valve (1),
characterized in that when the internal combustion engine starts the suction valve (1) is closed and therefore the pressure buildup in the high-pressure

element space (4) of the high-pressure pump (2) is delayed in accordance with at least one parameter which influences the lubrication conditions in a power unit space (3) of the high-pressure pump (2), wherein the delay is preferably 0.1 to 1 second, and **in that** the fuel temperature and/or the fuel pressure in the power unit space (3) are/is used as parameters.

2. Method according to Claim 1,
characterized in that when the internal combustion engine stops the suction valve (1) is opened so that pressure in the high-pressure element space (4) of the high-pressure pump (2) is reduced. 10
3. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that a valve which is open in the currentless state is used as the suction valve (1) . 15
4. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that a valve which is closed in the currentless state is used as the suction valve (1) . 20

Revendications

1. Procédé de commande d'une vanne d'aspiration à commande électrique (1) destinée à réguler le débit d'une pompe à haute pression (2) dans un système d'injection de carburant, en particulier dans un système d'injection à rampe commune, d'un moteur à combustion interne, dans lequel l'accumulation de pression dans un espace d'élément à haute pression (4) de la pompe à haute pression (2) est retardée par un retard temporel de la fermeture de la vanne d'aspiration (1),
caractérisé en ce que, lors du démarrage du moteur à combustion interne, la fermeture de la vanne d'admission (1) et ainsi la montée en pression dans l'espace d'élément à haute pression (4) de la pompe à haute pression (2) est retardée dans le temps en fonction d'au moins un paramètre influant sur les conditions de lubrification dans un compartiment de turbine (3) de la pompe à haute pression (2), dans lequel le retard temporel est de préférence de 0,1 à 1 seconde et **en ce que** la température et/ou la pression du carburant dans le compartiment de turbine (3) est utilisée en tant que paramètre. 25 30 35 40 45
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la vanne d'aspiration (1) est ouverte lors de l'arrêt du moteur à combustion interne, de sorte que la pression est réduite dans l'espace d'élément à haute pression (4) de la pompe à haute pression (2). 50 55
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'une vanne ouverte sans courant est utilisée en tant que vanne d'aspiration (1).

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'une vanne fermée sans courant est utilisée en tant que vanne d'aspiration (1).

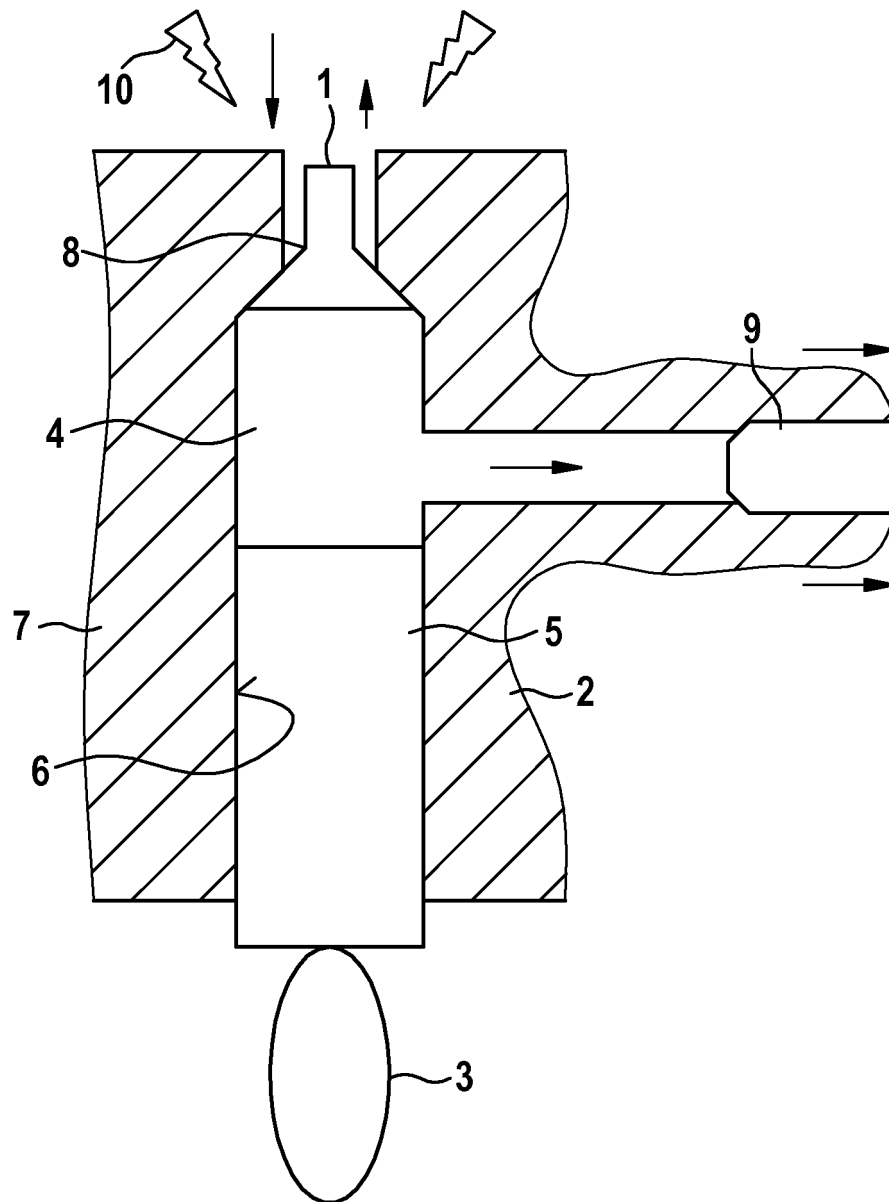


Fig. 1

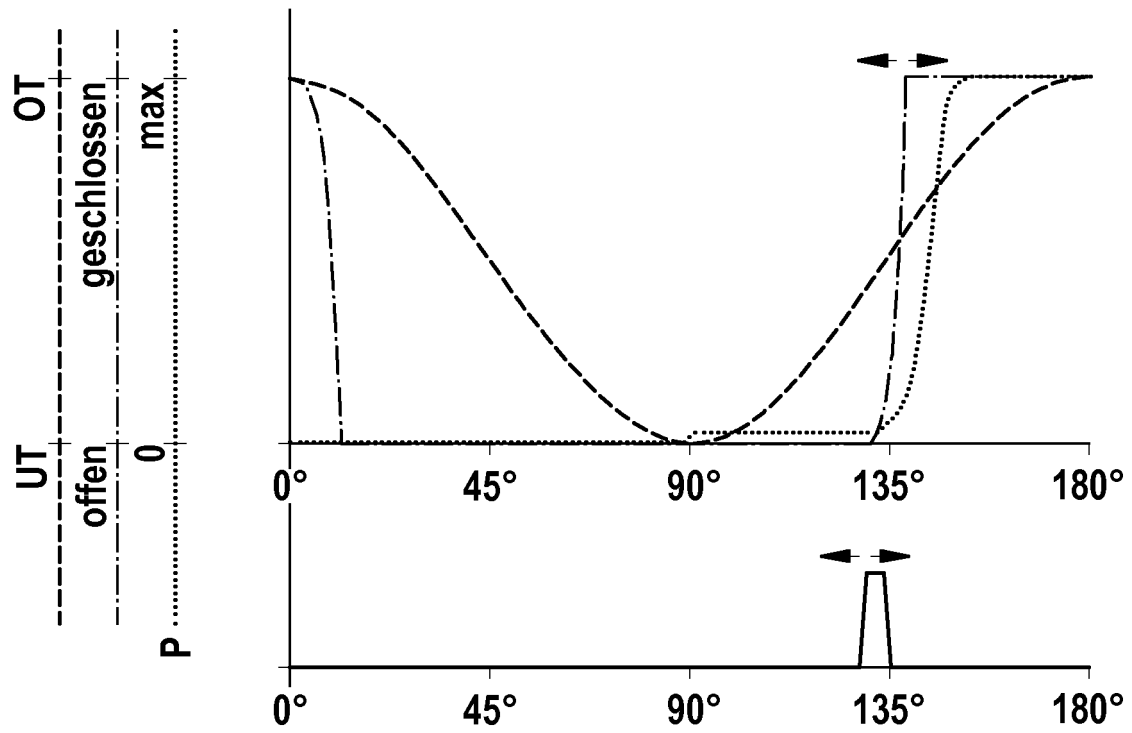


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102014202102 A1 [0002]
- WO 03054381 A [0006]