

(19)



(11)

EP 3 423 702 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.2021 Patentblatt 2021/16

(51) Int Cl.:
F02M 59/36 ^(2006.01) **F02D 41/38** ^(2006.01)
F02D 41/20 ^(2006.01) **F02D 41/06** ^(2006.01)
F02D 41/40 ^(2006.01) **F02D 41/22** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17701034.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/050070

(22) Anmeldetag: **03.01.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/148599 (08.09.2017 Gazette 2017/36)

(54) **VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINES ELEKTROMAGNETISCH ANSTEUERBAREN
SAUGVENTILS**

METHOD FOR CONTROLLING AN ELECTROMAGNETICALLY CONTROLLABLE SUCTION VALVE

PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE VANNE D'ASPIRATION À COMMANDE
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE

(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**

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

(30) Priorität: **03.03.2016 DE 102016203499**

(72) Erfinder: **NECKER, Frieder**
70567 Stuttgart (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.01.2019 Patentblatt 2019/02

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 859 175 DE-A1-102010 001 254
DE-A1-102011 002 979 DE-A1-102013 211 173

EP 3 423 702 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 elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventils mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Ein Saugventil der vorstehend genannten Art dient der Befüllung eines Hochdruckelementraums einer Hochdruckpumpe mit Kraftstoff. Da es elektromagnetisch ansteuerbar ist, kann das Saugventil zugleich zur Fördermengenregelung der Hochdruckpumpe eingesetzt werden, so dass eine separate Zumesseinheit entbehrlich ist.

Stand der Technik

[0003] Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2013 211 173 A1 ist beispielsweise ein elektromagnetisch ansteuerbares Saugventil für eine Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems bekannt, das eine ringförmige Magnetspule zum Einwirken auf einen hubbeweglichen Anker und einen Polkern umfasst, der gemeinsam mit dem Anker einen Arbeitsluftspalt begrenzt. Bei einer Bestromung der Magnetspule wird ein Magnetfeld aufgebaut, dessen Magnetkraft den Anker entgegen der Federkraft einer Feder in Richtung des Polkern zieht, um den Arbeitsluftspalt zu schließen. Der Hub des Ankers entlastet ein kolbenförmiges Ventilschließelement des Saugventils, das in Schließrichtung von der Federkraft einer weiteren Feder beaufschlagt ist, so dass die weitere Feder das Saugventil zu schließen vermag. Wird die Bestromung der Magnetspule beendet, stellt die erste Feder den Anker in seine Ausgangslage zurück, wobei er am Ventilkolben anschlägt und das Saugventil entgegen der Federkraft der weiteren Feder erneut öffnet. Denn die Federkraft der weiteren Feder ist kleiner als die der ersten Feder gewählt. Das bekannte Saugventil ist demnach als stromlos offenes Ventil ausgeführt.

[0004] Bleibt die Magnetspule eines elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventils der vorstehend genannten Art zu Beginn der Förderphase einer Hochdruckpumpe unbestromt, kann über das zunächst noch geöffnete Saugventil eine überschüssige Menge Kraftstoff zurück in einen Zulaufbereich der Hochdruckpumpe geschoben werden. Erst bei Bestromung der Magnetspule vermag das Saugventil zu schließen, so dass Druck in dem mit Kraftstoff befüllten Hochdruckelementraum der Hochdruckpumpe aufgebaut werden kann. Der Zeitpunkt der Bestromung der Magnetspule regelt somit die auf Hochdruck geförderte Kraftstoffmenge. Bei dem bekannten Saugventil wird zum Schließen des Saugventils während der Förderphase die Magnetspule bestromt. Durch die weitere Feder wird der Ventilkolben in Schließrichtung bewegt, so dass eine Drosselung und damit die Ausbildung einer Druckstufe im Bereich des Ventilsitzes des Saugventils bewirkt wird. In der Förderphase der Hochdruckpumpe bewirken der Druckanstieg im Pumpenarbeitsraum und die Druckstufe, dass auf den Ventilkolben

eine hydraulische Schließkraft wirkt und das Saugventil vollständig schließt. Eine Bestromung der Magnetspule und damit der Hub des Ankers gegen die erste Feder hat bei dem bekannten Saugventil ein Schließen des Saugventils zur Folge. Ein Freihub des Ankers in der Förderphase der Hochdruckpumpe ohne ein Schließen des Saugventils ist bei dem bekannten Saugventil nicht möglich.

[0005] Im Betrieb eines elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventils kann sich im oberhalb des Ankers gelegenen Arbeitsluftspalt Luft ansammeln, die beispielsweise aus dem Kraftstoff ausgegast worden ist. Ferner kann eine unzureichende Entlüftung der Hochdruckpumpe bei Inbetriebnahme zu einer Luftansammlung im Arbeitsluftspalt führen. Die im Arbeitsluftspalt vorhandene Luft reduziert die hydraulische Dämpfung des Ankers, wenn dieser sich in Richtung des Hubanschlags bewegt. Die Folge ist ein erhöhter Anschlagimpuls, der zu einer Überbelastung der jeweiligen Kontaktflächen und somit zu einem erhöhten Verschleiß führt. Ferner kann sich eine Luftansammlung im Arbeitsluftspalt auf die Schaltzeiten des Saugventils auswirken, so dass es zu Schwankungen der Förderleistung der Hochdruckpumpe kommt, welche die Druckregelgenauigkeit in einem an die Hochdruckpumpe angeschlossenen Hochdruckspeicher negativ beeinflussen.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vorstehend genannten Nachteile im Betrieb eines elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventils zu beseitigen oder zumindest zu mindern.

[0007] Zur Lösung der Aufgabe wird das Verfahren zur Ansteuerung eines elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventils mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Ansteuerung eines elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventils für eine Hochdruckpumpe in einem Kraftstoffeinspritzsystem. Bei dem Verfahren wird zum Schließen des Saugventils eine Magnetspule bestromt. Die Bestromung der Magnetspule hat zur Folge, dass ein Magnetfeld aufgebaut wird, dessen Magnetkraft auf einen mit einem Ventilkolben gekoppelten Anker in der Weise einwirkt, dass sich dieser entgegen der Federkraft einer Feder in Richtung eines Hubanschlags bewegt. Zugleich wird über die Bewegung des Ankers eine Entlastung des Ventilkolbens bewirkt, der daraufhin durch die Federkraft einer Ventilsfeder in einen Ventilsitz gezogen wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass im Zeitraum zwischen zwei Bestromungsphasen zum Schließen des Saugventils die Magnetspule während einer Saugphase zeitweise bestromt wird, so dass der Anker vom Ventilkolben entkoppelt wird und losgelöst vom Ventilkolben, ohne dass der Ventilkolben der Bewegung des Ankers folgt, einen Freihub zur Entlüftung eines Arbeitsluftspalts ausführt,

der zwischen dem Anker und dem Hubanschlag ausgebildet ist.

[0009] Der Freihub des Ankers setzt voraus, dass der Anker gegenüber dem Ventilkolben beweglich ist. Es darf demnach keine feste Verbindung zwischen dem Anker und dem Ventilkolben bestehen. Denn dann kann der Anker über eine zeitweise, vorzugsweise kurzzeitige Bestromung der Magnetspule während einer "Bestromungspause", in der die Feder den Anker gegen den Ventilkolben drückt, vom Ventilkolben angehoben werden, ohne, dass der Ventilkolben der Bewegung des Ankers unmittelbar folgt. Grund hierfür sind hydraulische Kräfte, die zusätzlich auf den Ventilkolben wirken. Der Freihub des Ankers bleibt somit ohne Auswirkung auf den Druck im Hochdruckelementraum bzw. auf die Fördermenge der Hochdruckpumpe.

[0010] Während der Anker einen Freihub ausführt, wird Luft aus dem oberhalb des Ankers gelegenen Arbeitsluftspalt in einen Bereich unterhalb des Ankers verdrängt. Von dort wird die Luft gemeinsam mit dem dort befindlichen Kraftstoff der Hochdruckpumpe zugeführt und schließlich über die Hochdruckpumpe abgeführt. Der Freihub des Pumpenkolbens führt somit zu einer Entlüftung des Arbeitsluftspalts, so dass eine ausreichende hydraulische Dämpfung des Ankers gewährleistet ist und der Verschleiß im Anschlagbereich des Ankers gemindert wird. Ferner wirkt die Entlüftung des Arbeitsluftspalts einer unerwünschten Veränderung der Schaltzeiten des Saugventils entgegen, so dass die Genauigkeit der Zummessung von Kraftstoff und in der Folge die Regelgenauigkeit des Drucks in einem angeschlossenen Hochdruckspeicher steigt.

[0011] Besonders hervorzuheben ist, dass die Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens keine konstruktiven Veränderungen an einem elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventil erfordert. Die Vorteile der Erfindung lassen sich demnach durch rein applikative Maßnahmen auch bei bereits vorhandenen elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventilen erzielen.

[0012] Die zeitweise Bestromung der Magnetspule zur Entlüftung des Arbeitsluftspalts wird während einer Saugphase durchgeführt. Das heißt, dass während des Freihubs des Ankers das Saugventil geöffnet ist und über das Saugventil Kraftstoff in einen Hochdruckelementraum der Hochdruckpumpe einströmt. Der einströmende Kraftstoff füllt den Hochdruckelementraum erst langsam, so dass ein Druckgefälle herrscht, welches das Saugventil selbst dann geöffnet hält, wenn sich der Anker kurzzeitig vom Ventilkolben des Saugventils löst.

[0013] Die Bestromung der Magnetspule zur Entlüftung des Arbeitsluftspalts kann auf einen sehr kurzen Zeitraum beschränkt werden, denn es ist nicht zwingend erforderlich, dass der Anker den Hubanschlag erreicht. Mit Wegfall der Magnetkraft stellt die den Anker belastende Feder sicher, dass der Anker zurückgestellt wird. Die zur Entlüftung des Arbeitsluftspalts erforderlichen Ankerbewegungen sind demnach bevorzugt kurz und schnell.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die zeitweise Bestromung der Magnetspule zur Entlüftung des Arbeitsluftspalts im Zeitraum zwischen zwei Bestromungsphasen zum Schließen des Saugventils mehrfach durchgeführt wird. Hierzu wird die Magnetspule bevorzugt intervallartig angesteuert, so dass sich der Anker mehrfach hintereinander auf- und ab bewegt. Auf diese Weise kann eine besonders effektive Entlüftung bewirkt werden.

[0015] Vorteilhafterweise wird eine Luftansammlung im Arbeitsluftspalt zwischen dem Anker und dem Hubanschlag durch Überwachung mindestens eines Betriebsparameters detektiert. Die Entlüftung des Arbeitsluftspalts kann dann gezielt durchgeführt werden. Hat sich keine Luft im Arbeitsluftspalt angesammelt kann auf die Durchführung des Verfahrens verzichtet werden, so dass die zusätzlichen Energiekosten gering gehalten werden.

[0016] Vorzugsweise wird zur Detektion einer Luftansammlung im Arbeitsluftspalt der Druck in einem an die Hochdruckpumpe angeschlossenen Hochdruckspeicher überwacht. Denn das Auftreten von Druckschwankungen im Hochdruckspeicher bei nur geringer Änderung des Betriebspunkts kann als Indiz für eine problematische Luftansammlung im Arbeitsluftspalt herangezogen werden. Die Überwachung kann mittels eines Druckreglers durchgeführt werden, der an den Hochdruckspeicher angeschlossen ist.

[0017] Ferner wird vorgeschlagen, dass eine Steuereinheit zur Auswertung des mindestens einen überwachten Betriebsparameters eingesetzt wird und die zeitweise Bestromung der Magnetspule zur Entlüftung des Arbeitsluftspalts nach Maßgabe der Steuereinheit erfolgt. Über die Steuereinheit kann somit nach der Detektion einer Luftansammlung im Arbeitsluftspalt umgehend ein Ansteuermodus ausgelöst werden, der zu der gewünschten Entlüftung des Arbeitsluftspalts führt.

[0018] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch ein aus dem Stand der Technik bekanntes elektromagnetisch ansteuerbares Saugventil,

Fig. 2 eine Graphik zur Erläuterung eines bekannten Ansteuerverfahrens und

Fig. 3 eine Graphik zur Erläuterung des vorgeschlagenen Ansteuerverfahrens.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Das in der Fig. 1 dargestellte elektromagnetisch ansteuerbare Saugventil 1 ist in einen Zylinderkopf 12 einer Hochdruckpumpe 2 integriert. Der Zylinderkopf 12 bildet einen Ventilsitz 9 für einen Ventilkolben 4 des Saugventils 1 aus, der somit unmittelbar in einen Hoch-

druckelementraum 13 der Hochdruckpumpe 2 öffnet. Der Hochdruckelementraum 13 wird von einem hubbeweglichen Pumpenkolben 14 begrenzt, der im Förderhub den im Hochdruckelementraum 13 vorhandenen Kraftstoff komprimiert und über ein Auslassventil 15 einem an die Hochdruckpumpe 2 angeschlossenen Hochdruckspeicher 11 zuführt. Im Saughub des Pumpenkolbens 14 wird der Hochdruckelementraum 13 über das Saugventil 1 mit frischem Kraftstoff befüllt.

[0020] Zur Betätigung des Ventilkolbens 4 weist das Saugventil 1 der Fig. 1 eine ringförmige Magnetspule 3 sowie einen mit der Magnetspule 3 zusammenwirkenden hubbeweglichen Anker 5 auf. Bei unbestromter Magnetspule 3 ist das Saugventil 1 geöffnet, da eine auf den Anker 5 lastende Feder 6 den Anker 5 gegen den Ventilkolben 4 drückt, so dass der Ventilkolben 4 aus dem Ventilsitz 9 gehoben wird. Zum Schließen des Saugventils 1 wird die Magnetspule 3 bestromt, so dass sich ein Magnetfeld aufbaut, dessen Magnetkraft den Anker 5 entgegen der Federkraft der Feder 6 in Richtung eines Hubanschlags 7 bewegt, der vorliegend durch einen Polkern 16 ausgebildet wird, der dem Anker 5 an einem Arbeitsluftspalt 10 gegenüber liegt. Der Ventilkolben 4 wird durch den Hub des Ankers 5 entlastet, so dass eine den Ventilkolben 4 in Schließrichtung beaufschlagende Feder 8 den Ventilkolben 4 in den Ventilsitz 9 zu ziehen vermag. Der Schließvorgang wird dabei unterstützt von den am Saugventilkolben 4 herrschenden hydraulischen Druckverhältnissen. Denn das Saugventil 1 wird in der Regel erst geschlossen, wenn der Hochdruckelementraum 13 mit Kraftstoff gefüllt ist und der Pumpenkolben 14 bereits den Förderhub eingeleitet hat.

[0021] Zur Erläuterung dieser Zusammenhänge wird auf die Fig. 2 verwiesen. Die Graphik der Fig. 2 zeigt den Hub H_1 des Pumpenkolbens 14 während eines Förderzykluses. Ferner ist der Hub H_2 des Ventilkolbens 4 des Saugventils 1 dargestellt. Das Saugventil 1 schließt demnach erst, nachdem der Pumpenkolben 14 seinen Förderhub eingeleitet hat. Mit Schließen des Saugventils 1 steigt auch der Druck p im Hochdruckelementraum 13 der Hochdruckpumpe 2 an. Um das Schließen des Saugventils 1 zu bewirken, wird die Magnetspule 3 bestromt. Der Stromverlauf I ist durch die untere Kurve angegeben.

[0022] Die Graphik der Fig. 3 erläutert das erfindungsgemäße Ansteuerverfahren. Aus der unteren Kurve ist ersichtlich, dass die Magnetspule 3 des Saugventils 1 während der Saugphase A mehrfach hintereinander kurz bestromt wird. Dies hat zur Folge, dass der Anker 5 mehrere Freihübe H_3 ausführt, und zwar losgelöst vom Ventilkolben 4. Denn während der Saugphase A vergrößert der Saughub des Pumpenkolbens 14 das Volumen des Hochdruckelementraums 13, so dass dort ein Unterdruck herrscht, der das Saugventil 1 geöffnet hält. Wird anschließend die Magnetspule 3 während der Förderphase B erneut bestromt, folgt der Ventilkolben 4 der Bewegung des Ankers 5 und das Saugventil 1 schließt.

[0023] Durch die Freihübe H_3 des Ankers 5 kann in einfacher Weise eine Entlüftung des Arbeitsluftspalts 10

zwischen dem Anker 5 und dem Hubanschlag 7 bewirkt werden, ohne dass die Bewegungen des Ankers 5 Einfluss auf den Druck p im Hochdruckelementraum 13 der Hochdruckpumpe 2 haben. Denn während der Saugphase A bewirken die herrschenden hydraulischen Druckverhältnisse, dass der Ventilkolben 4 des Saugventils 1 den Bewegungen des Ankers 5 nicht folgen kann.

10 Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines elektromagnetisch ansteuerbaren Saugventils (1) für eine Hochdruckpumpe (2) in einem Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem zum Schließen des Saugventils (1) eine Magnetspule (3) bestromt wird, so dass ein Magnetfeld aufgebaut wird, dessen Magnetkraft auf einen mit einem Ventilkolben (4) gekoppelten Anker (5) in der Weise einwirkt, dass sich dieser entgegen der Federkraft einer Feder (6) in Richtung eines Hubanschlags (7) bewegt und eine Entlastung des Ventilkolbens (4) bewirkt, der daraufhin durch die Federkraft einer Ventulfeder (8) in einen Ventilsitz (9) gezogen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass im Zeitraum zwischen zwei Bestromungsphasen zum Schließen des Saugventils (1) während einer Saugphase die Magnetspule (3) zeitweise bestromt wird, so dass der Anker (5) vom Ventilkolben (4) entkoppelt wird und losgelöst vom Ventilkolben (4), ohne dass der Ventilkolben (4) der Bewegung des Ankers (5) folgt, einen Freihub zur Entlüftung eines Arbeitsluftspalts (10) ausführt, der zwischen dem Anker (5) und dem Hubanschlag (7) ausgebildet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zeitweise Bestromung der Magnetspule (3) zur Entlüftung des Arbeitsluftspalts (10) im Zeitraum zwischen zwei Bestromungsphasen zum Schließen des Saugventils (1) mehrfach durchgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Luftansammlung im Arbeitsluftspalt (10) zwischen dem Anker (5) und dem Hubanschlag (7) durch Überwachung mindestens eines Betriebsparameters detektiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Detektion einer Luftansammlung im Arbeitsluftspalt (10) der Druck in einem an die Hochdruckpumpe (2) angeschlossenen Hochdruckspeicher (11) überwacht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuereinheit zur Auswertung des mindestens einen überwachten

Betriebsparameters eingesetzt wird und die zeitweise Bestromung der Magnetspule (3) zur Entlüftung des Arbeitsluftspalts (10) nach Maßgabe der Steuereinheit erfolgt.

Claims

1. Method for controlling an electromagnetically controllable suction valve (1) for a high-pressure pump (2) in a fuel injection system, in which method, for the closure of the suction valve (1), a magnet coil (3) is electrically energized such that a magnetic field is built up, the magnetic force of which acts on an armature (5), which is coupled to a valve body (4), in such a way that said armature is moved counter to the spring force of a spring (6) in the direction of a stroke stop (7) and causes the valve piston (4) to be relieved of load, which valve piston is thereupon pulled by the spring force of a valve spring (8) into a valve seat (9),
characterized in that, in the period of time between two electrical energization phases for the closure of the suction valve (1), during a suction phase, the magnet coil (3) is temporarily electrically energized such that the armature (5) is decoupled from the valve piston (4) and, having been released from the valve piston (4), performs a free stroke in order to ventilate a working air gap (10) which is formed between the armature (5) and the stroke stop (7), without the valve piston (4) following the movement of the armature (5).
2. Method according to Claim 1,
characterized in that the temporary electrical energization of the magnet coil (3) for the ventilation of the working air gap (10) is performed multiple times in the period of time between two electrical energization phases for the closure of the suction valve (1).
3. Method according to either of the preceding claims,
characterized in that an accumulation of air in the working air gap (10) between the armature (5) and the stroke stop (7) is detected by monitoring of at least one operating parameter.
4. Method according to Claim 3,
characterized in that, for the detection of an accumulation of air in the working air gap (10), the pressure in a high-pressure accumulator (11) connected to the high-pressure pump (2) is monitored.
5. Method according to Claim 3 or 4,
characterized in that a control unit is used to evaluate the at least one monitored operating parameter, and the temporary electrical energization of the magnet coil (3) for the ventilation of the working air gap (10) is performed in accordance with the stipulation

of the control unit.

Revendications

1. Procédé de commande d'une soupape d'admission (1) à commande électromagnétique pour une pompe haute pression (2) dans un système d'injection de carburant, dans lequel, pour fermer la soupape d'admission (1), une bobine magnétique (3) est alimentée en courant de telle sorte qu'un champ magnétique soit créé, dont la force magnétique agit sur un induit (5) accouplé à un piston de soupape (4) de telle sorte que l'induit se déplace à l'encontre de la force de ressort d'un ressort (6) dans la direction d'une butée de fin de course (7) et provoque une détente du piston de soupape (4) qui est ensuite attiré par la force de ressort d'un ressort de soupape (8) dans un siège de soupape (9),
caractérisé en ce que dans l'intervalle de temps entre deux phases d'alimentation en courant pour fermer la soupape d'admission (1), pendant une phase d'admission, la bobine magnétique (3) est temporairement alimentée en courant de telle sorte que l'induit (5) soit désaccouplé du piston de soupape (4), et, libéré du piston de soupape (4) sans que le piston de soupape (4) ne suive le mouvement de l'induit (5), effectue une course libre pour le désaéragage d'un entrefer de travail (10) qui est réalisé entre l'induit (5) et la butée de fin de course (7).
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'alimentation en courant temporaire de la bobine magnétique (3) pour le désaéragage de l'entrefer de travail (10) dans l'intervalle de temps entre deux phases d'alimentation en courant pour fermer la soupape d'admission (1) est effectuée plusieurs fois.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'une accumulation d'air dans l'entrefer de travail (10) entre l'induit (5) et la butée de fin de course (7) est détectée par surveillance d'au moins un paramètre de fonctionnement.
4. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que pour la détection d'une accumulation d'air dans l'entrefer de travail (10), la pression dans un accumulateur haute pression (11) raccordé à la pompe haute pression (2) est surveillée.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4,
caractérisé en ce que l'on utilise une unité de commande pour analyser l'au moins un paramètre de fonctionnement surveillé et l'alimentation en courant temporaire de la bobine magnétique (3) pour le désaéragage de l'entrefer de travail (10) est effectuée en fonction de l'analyse.

saérage de l'entrefer de travail (10) s'effectue en fonction de l'unité de commande.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

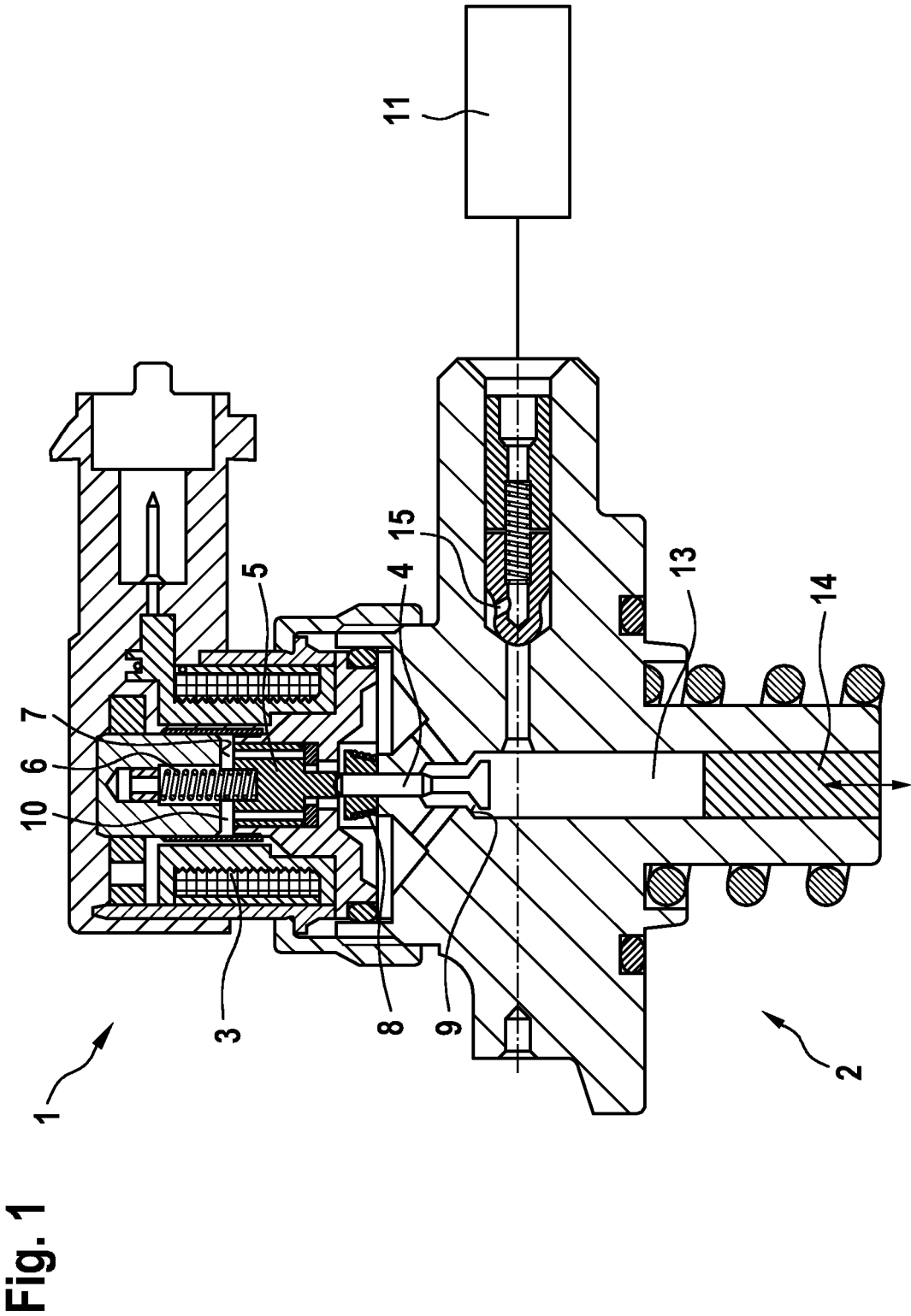


Fig. 2

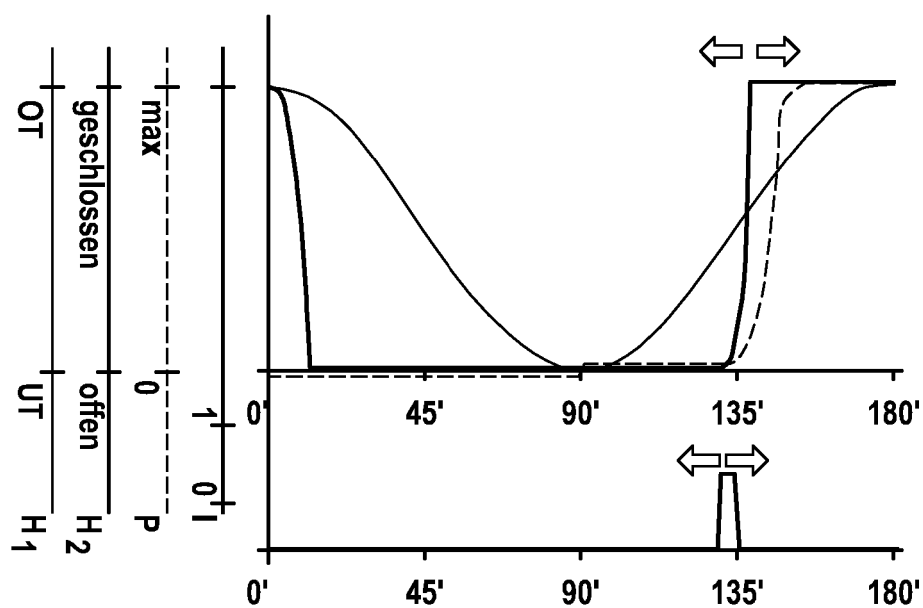
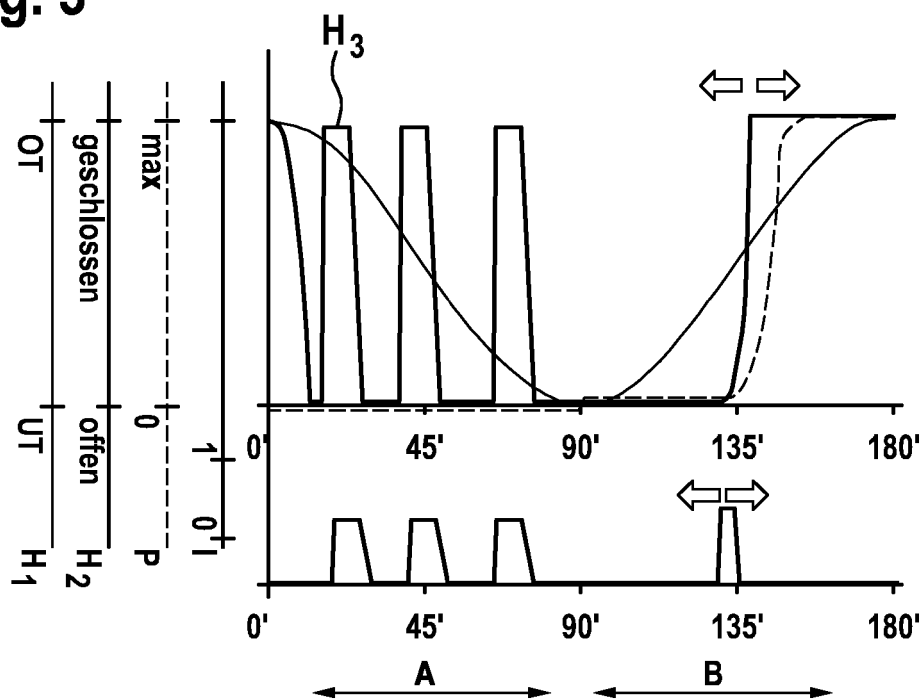


Fig. 3



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 102013211173 A1 [0003]