

(19)



(11)

EP 3 833 865 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

07.05.2025 Patentblatt 2025/19

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F02M 63/00 ^(2006.01) **F16K 31/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19768811.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F02M 63/0075

(22) Anmeldetag: **12.09.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2019/074420

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2020/053359 (19.03.2020 Gazette 2020/12)

(54) **VENTIL EINES KRAFTSTOFFINJEKTORS**

VALVE OF A FUEL INJECTOR

SOUPAPE D'INJECTEUR DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

• **STINGHE, Razvan-Sorin**

94491 Hengersberg (DE)

• **SEIDL, Martin**

94469 Deggendorf (DE)

(30) Priorität: **12.09.2018 DE 102018122250**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**

Lorenz Seidler Gossel

Rechtsanwälte Patentanwälte

Partnerschaft mbB

Widenmayerstraße 23

80538 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

16.06.2021 Patentblatt 2021/24

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

Deggendorf GmbH

94469 Deggendorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 0 483 769 EP-A2- 1 970 557

WO-A1-2017/158788 US-A1- 2014 203 112

US-A1- 2014 367 595 US-B1- 6 254 200

(72) Erfinder:

• **PIRKL, Richard**

93055 Regensburg (DE)

EP 3 833 865 B1

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

Beschreibung

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

[0002] Dem Fachmann ist bekannt, dass für einen Übergang von einem geschlossenen in einen geöffneten Zustand des Injektors ein Ventil vorhanden ist, das einen Hochdruckbereich des Kraftstoffs von einem Bereich mit Niederdruck trennt. Werden die Bereiche miteinander verbunden, indem das Ventil in seine geöffnete Stellung übergeht, führt dies über eine hydraulisch-mechanische Wirkkette zu einem Einspritzvorgang von Kraftstoff durch den Injektor.

[0003] Nach dem Stand der Technik wird dabei typischerweise ein Magnetventil verwendet. In einem geschlossenen Zustand wird ein in einer Führung geführtes, magnetisierbares Teil, der Anker, mittels eines federnden Elements mit einer Vorspannkraft beaufschlagt, welche den Anker in axialer Richtung vom Magneten weg hin zu einer Sitzplatte drückt, die eine Öffnung aufweist. Durch das Drücken des Ankers hin auf die Sitzplatte, verschließt der Anker die Öffnung, sodass eine sich durch die Öffnung erstreckende Verbindung von Hochdruckbereich und Niederdruckbereich des Kraftstoffs geschlossen wird. Typischerweise wird dies dadurch erreicht, dass eine der Sitzplatte zugewandte Dichtplatte des Ankers die Öffnung in der Sitzplatte verschließt, sodass der unter Hochdruck stehende Bereich von einem Bereich mit Niederdruck getrennt ist. Der unter Hochdruck stehende Bereich entspricht dabei dem Systemdruck mit dem der Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt wird. Der Bereich mit niedrigerem Druck entspricht dabei dem Tankdruck oder auch dem Umgebungsdruck.

[0004] In einem offenen Zustand wird die Verbindung zwischen Hochdruckbereich und Niederdruckbereich über die Öffnung in der Sitzplatte durch eine axiale Bewegung des Ankers in Richtung des Magneten freigegeben, sodass Kraftstoff von Hochdruckbereich in den Niederdruckbereich fließen kann. Über die bereits kurz erwähnte hydraulisch-mechanische Wirkkette wird mindestens ein Kraftstoffeinlass vom Injektor in den Brennraum freigegeben, sodass Kraftstoff in den Brennraum eintritt.

[0005] Beim Ausheben des Ankers aus dem geschlossenen in den offenen Zustand ist es nach dem Stand der Technik üblich, dass der Anker gegen eine Anschlagfläche des Magneten anschlägt und dabei an der Anschlagfläche prellt, was eine hohe Abnutzung des Ankers

hervorrufen. Weiter nachteilhaft ist das Pellen auch deswegen, da das Pellen die Schaltzeiten des Ankers stark beeinträchtigt.

[0006] Die US2014/0367595 A1 zeigt ein Ventil zur Steuerung eines Kraftstoff-GasGemisches, das mehrere asymmetrisch gebildete und radial von der Mittelachse eines Ankers beabstandete Dämpfungselemente aufweist.

[0007] Die EP 1 970 557 A2 offenbart ein Ventil für Kraftstoffinjektoren, bei dem ein Ventilelement fest mit einem Anker verbunden ist, wobei das Ventil in einem geöffneten Zustand ist, wenn sich der Anker bzw. des Ventilelement in einer Zwischenstellung befindet, bei der der Anker durch einen Elektromagneten weder vollständig abgestoßen noch vollständig angezogen ist.

[0008] Die WO 2017/158788 offenbart ein Magnetventil, bei dem zum Vermindern eines Schlaggeräusches eines metallenen Ankers dieser mit einem dicken, gummielastischen Körper versehen ist.

[0009] Demnach ist es das Ziel der vorliegenden Erfindung, das Ankerprellen beim Anschlagen des Ankers am Magneten zu minimieren, sodass die damit einhergehenden Nachteile abgemildert oder überwunden werden können.

[0010] Dies gelingt mithilfe eines Ventils eines Kraftstoffinjektors, das sämtliche Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Ventils finden sich dabei in den abhängigen Ansprüchen.

[0011] Nach der Erfindung umfasst das Ventil eines Kraftstoffinjektors zum wahlweisen Trennen eines Hochdruckbereichs von einem Niederdruckbereich eines Kraftstoffs eine Öffnung in einer Sitzplatte, einen Anker, der dazu ausgelegt ist, die Öffnung der Sitzplatte zu verschließen, ein Federelement, dass den Anker in Richtung einer die Öffnung verschließenden Position vorspannt und einen Elektromagnet zum Abheben des Ankers aus der die Öffnung verschließenden Position in eine die Öffnung freigebende Position. Das erfindungsgemäße Ventil zeichnet sich dadurch aus, dass es ferner ein elastisch stauchbares Dämpfungselement zum Begrenzen eines Ankerhubs beim Abheben des Ankers von der Sitzplatte in die freigebende Position umfasst.

[0012] Dieses elastisch stauchbare Dämpfungselement dämpft demnach bei einem Aktivieren des Magneten und einem hieraus resultierenden Anziehen des Ankers weg von der Öffnung die Bewegung des Ankers ab, sodass das Pellen zwischen Magnet und Anker verhindert oder abgeschwächt wird.

[0013] Vorteilhaft hieran ist, wenn das Dämpfungselement ein weich elastisches Dämpfungselement ist. Wie später anhand der Figurenbeschreibung gezeigt wird, ist eine weichelastische Ausführung des Dämpfungselements in Bezug auf die oszillierende Schwingungsbewegung des Ankers, die sich bei einem Auftreffen auf das Dämpfungselement bei fortwährender magnetischer Anzugskraft weg von der Öffnung ergibt, besonders gut geeignet die oszillierende Schwingung zu unterdrücken.

[0014] Nach einer optionalen Modifikation der vorlie-

genden Erfindung ist die Steifigkeit des Dämpfungselements kleiner als die Steifigkeit des Ankers.

[0015] Weiterhin kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass das Dämpfungselement ein Dämpfungspin mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form ist, der vorzugsweise zwischen seinen beiden Stirnflächen einer Querschnittsverminderung besitzt. Eine der beiden Stirnflächen ist dazu ausgelegt, als Anschlagfläche für den Anker zu dienen. Mit der anderen der beiden Stirnflächen kann vorgesehen sein, dass der Pin in einer Ausnehmung des Magneten angeordnet ist. Die Querschnittsverminderung kann dabei eine um den Außenumfang des Pins umlaufende Nut darstellen, die vorzugsweise vollständig um den Außenumfang umläuft. Für eine verbesserte Dauerhaltbarkeit kann vorgesehen sein, dass die umlaufende Nut im Querschnitt gesehen eine Bogenform aufweist, die in den Nutübergängen verrundet ausgeführt ist.

[0016] Nach der Erfindung weist das Dämpfungselement an seiner Kontaktfläche zum Anker einen kugelförmigen Abschnitt auf, um eine Kontaktfläche mit dem Anker zu minimieren.

[0017] Dadurch entsteht zum einen eine geringe Kontaktfläche mit dem Anker, was in Bezug auf eine möglichst geringere Remanenzkraft des Magneten wünschenswert ist.

[0018] Vorteilhaft daran ist es, dass der magnetische Fluss über die Kontaktfläche möglichst gering ist. Zum anderen wird durch die kugelförmige Kontaktfläche vorteilhafterweise erreicht, dass bei toleranzbedingter Schiefstellung des Dämpfungselements eine immer gleiche Kontaktfläche zwischen Dämpfungselement und Anker wirkt.

[0019] Weiter kann vorgesehen sein, dass die Pole des Elektromagneten und die den Anker berührende Stirnseite des Dämpfungselements in einem entspannten Zustand des Dämpfungselements in einer gemeinsamen Ebene liegen. In anderen Worten sind also die dem Anker zugewandten Endabschnitte der Pole sowie die den Anker berührende Stirnseite des Dämpfungselements in einer gemeinsamen Ebene angeordnet, wenn sich der Anker in seinem entspannten Zustand befindet und er nicht durch den Magneten angezogen wird.

[0020] Gemäß einer Fortbildung der Erfindung ist das Dämpfungselement separat zu einem Gehäuse eines Kraftstoffinjektors ausgeführt. So kann vorgesehen sein, dass das Dämpfungselement durch eine Presspassung montiert und in Position gehalten wird. Die Presspassung kann beispielsweise dadurch umgesetzt werden, indem in dem Magneten eine Ausnehmung vorgesehen ist, in die das Dämpfungselement aufgenommen wird.

[0021] Weiter kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass die Vorspannkraft des Federelements einstellbar ist, vorzugsweise über Einstellscheiben zum Verändern der Position des Federelements gegenüber dem Dämpfungselement und/oder dem Anker. So kann die Federvorspannkraft exakt eingestellt werden und dies auch bei Vorhandensein einer ungewünschten Abwei-

chung der Federkraft von dem erwartetem Federkraftwert.

[0022] Nach einer Fortbildung der Erfindung ist die dem Anker abgewandte Stirnseite des Dämpfungselements als Flachsitz ausgeführt. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Flachsitz in dem Magneten angeordnet ist.

[0023] Nach einer optionalen Modifikation der vorliegenden Erfindung weist der Anker eine Erhebung in seiner dem Dämpfungselement zugewandten Fläche auf, mit der der Anker auf das Dämpfungselement trifft. So kann unter Umständen deswegen im angezogenen Zustand, also wenn der Magnet aktiv ist und der Anker sich in der freigebenden Position befindet, ein Abstand zwischen den Polkernen des Magneten und einer nicht mit einer Erhebung versehenen Stirnseite des Ankers vorgesehen sein. Dies verhindert den Kontakt zwischen Anker und Magnet.

[0024] Ferner kann der Anker mehrteilig ausgeführt sein, sodass dieser einen Ankerteil und einen Sitzteil umfasst oder aus diesen Teilen besteht.

[0025] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das Federelement eine Spiralfeder, die sich vorzugsweise um das Dämpfungselement herum spiralförmig erstreckt, bzw. um das Dämpfungselement herum spiralförmig windet. Das Dämpfungselement ist also in dem durch die Spiralfeder des Federelements abgegrenzten Raum teilweise oder vollständig aufgenommen.

[0026] Weiter ist nach der Erfindung vorgesehen, dass der Anker beim Übergang aus der die Öffnung verschließenden Position in die die Öffnung freigebende Position nur mit dem Dämpfungselement in Berührung kommt. Selbstverständlich berührt der Anker in einem noch dichten Zustand mit einer Dichtflächen die Sitzplatte und auch das Federelement, das eine in Richtung Öffnung ausübende Federkraft ausübt. Jedoch kommt es zu keinem direkten Kontakt zwischen dem Magneten oder einer durch den Magneten gebildeten Anschlagfläche.

[0027] Ferner kann vorgesehen sein, dass der Aufbau des Ventils rotationssymmetrisch oder drehsymmetrisch zu einer Rotationsachse ist, die vorzugsweise identisch zu einer Rotationsachse des Dämpfungselements ist.

[0028] Die Erfindung betrifft zudem einen Kraftstoffinjektor mit einem Ventil nach einer vorstehend aufgeführten Varianten, insbesondere einen Dieselmotorkraftstoffinjektor.

[0029] Mithilfe der vorstehend beschriebenen Erfindung ist es möglich, das Ankerprellen beim Anschlag des Ankers am Magneten zu verringern und dadurch eine stabilere Einspritzmengenregelung zu erreichen. Ferner erlaubt das geringere Ankerprellen das Einstellen eines kleineren Ankerhubes, sodass der Anker beim Auftreffen auf das Dämpfungselement weniger Impuls besitzt, wodurch die Problematik des Ankerprellens erneut abgemildert werden kann. Diese positiven Auswirkungen führen im Ergebnis dazu, dass eine geringere Streuung der Einspritzmenge zwischen den verschiede-

nen Injektoren als auch zwischen verschiedenen Einspritzvorgängen eines Injektors erreicht werden kann. Zu guter Letzt ist es mithilfe der vorliegenden Erfindung möglich, die Abschaltzeiten des Magnetventils aufgrund der geringeren Remanenzkraft zwischen Anker und dem Kontakt am Dämpfungselements zu beschleunigen. Dies ist darin begründet, da aufgrund einer verringerten Kontaktfläche zwischen Dämpfungselement und Anker ein geringerer magnetischer Fluss durch das Dämpfungselement verläuft, als dies der Fall bei einer größeren Kontaktfläche, wie sie sich typischerweise im Stand der Technik wiederfindet, wäre.

[0030] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

Fig. 1: eine hälftige Schnittansicht durch das erfindungsgemäße Ventil,

Fig. 2: ein Kraftdiagramm beim Übergang des Ankers zwischen seinen beiden Positionen, und

Fig. 3: eine Darstellung des Ankerhubes in Abhängigkeit verschiedener Elastizitäten des Dämpfungselements.

[0031] Figur 1 zeigt dabei eine hälftige Schnittansicht des erfindungsgemäßen Ventils 1. Die Sitzplatte 3, die den Hochdruckbereich (an der Unterseite) von einem Niederdruckbereich (an der Oberseite) trennt, weist eine Öffnung 2 auf, die einen Hochdruckbereich und einen Niederdruckbereich von Kraftstoff miteinander verbinden kann. Diese Öffnung 2 ist dabei von einem Anker 4 verschlossen, der mit seiner Dichtfläche 15 die Öffnung 2 in seinem geschlossenen Zustand abdichtet. Der Anker 4 kann aus dieser Position abgehoben werden, wenn der Magnet 6 aktiviert wird und so den Anker 4 von der Öffnung 2 abzieht. In einem deaktivierten Zustand des Magneten 6 sorgt eine Spiralfeder 5 dafür, dass der Anker 4 mit seiner Dichtfläche 15 gegen die Öffnung 2 gedrückt wird. Der Magnet 6 weist eine Spule 61 sowie eine Spulenummantelung 62 auf, sodass durch ein Hindurchströmen von Strom durch die Spule 61 eine Magnetkraft erzeugbar ist. In dem von der Spiralfeder 5 abgegrenzten Raum ist ein Dämpfungselement 7 angeordnet, das in der gezeigten Darstellung einem Dämpfungspin entspricht. Dieser Dämpfungspin 7 besitzt eine erste Stirnseite 8, die dem Anker 4 zugewandt ist. Die Stirnseite 8 ist vorliegend abgerundet bzw. entspricht einem Abschnitt einer Kugel, sodass bei einem Auftreffen des Ankers 4 auf dem Dämpfungselement 7 nur ein möglichst kleiner Kontaktbereich zwischen Anker 4 und Dämpfungselement 7 entsteht. Weiter erkennt man, dass das Dämpfungselement 7 eine Ausnehmung 14 in seinem Umfang aufweist, die für eine geringere Steifigkeit und damit eine gewisse Elastizität des Dämpfungselements 7 sorgt. Diese Ausnehmung 14 kann dabei verrundet vorgesehen sein, wie dies am Bezugszei-

chen 12 ersichtlich ist. Das Dämpfungselement 7 kann durch Presspassung in dem Magnet 6 gehalten werden. Weiter kann zum Einstellen der Vorspannkraft des Federelements 5 eine Einstellscheibe 11 vorgesehen sein, mit der die Feder in ihrer Position in Axialrichtung verrückt werden kann.

[0032] Der Anker 4 kann dabei eine Erhebung 13 aufweisen, mit der der Anker 4 auf die Kontaktfläche 8 des Dämpfungselements 7 trifft.

[0033] Damit der Anker während eines Übergangs von seiner dichtenden Position in die die Öffnung 2 freigebende Position geführt wird, ist eine Ankerführung 16 vorgesehen. Ein Distanzring 17 schirmt dabei den Anker 4 von dem Gehäuse 10 eines Kraftstoffinjektors ab. Mit dem Bezugszeichen 9 sind die Magnetpole des Magneten 6 bezeichnet.

[0034] Die Symmetrieachse 13 zeigt, dass das Ventil 1 spiegelsymmetrisch und/oder rotationssymmetrisch aufgebaut ist.

[0035] In einem geschlossenen Zustand wird ein in der Ankerführung 16 geführtes magnetisierbares Teil, hier der Anker 4, mittels des Federelements 5 mit einer über die Einstellscheibe 11 definierbaren Kraft, der Vorspannkraft, beaufschlagt, die den Anker 4 in axialer Richtung vom Magneten 6 weg hin zu einem Dichtteil der Sitzplatte 3 verschließt. Wie gesagt trennt die Sitzplatte 3 einen Hochdruckbereich von einem Niederdruckbereich des Kraftstoffes.

[0036] In einem offenen Zustand wird die Verbindung zwischen Hochdruckbereich und Niederdruckbereich über die Öffnung 2 in der Sitzplatte 3 durch eine axiale Bewegung des Ankers 4 in Richtung des Magneten 6 freigegeben, sodass Kraftstoff vom in Fig. 1 unten angeordneten Hochdruckbereich in den Niederdruckbereich, der in der Fig. 1 oberhalb der Sitzplatte 3 angeordnet ist, fließen kann. Über eine hydraulisch-mechanische Wirkkette wird mindestens ein Kraftstoffeinlass vom Injektor in den Brennraum freigegeben und Kraftstoff dem Brennraum zugeführt.

[0037] Zum Öffnen des Magnetventils 1, also dem Übergang zwischen einem geschlossenem zu einem offenen Zustand, wird mittels einer Spannungsquelle Strom erzeugt, der durch die Windungen der Spule 61 fließt. Die Windungen der Spule 61 sind von einer Spulenummantelung 62 umgeben, welche wiederum radial nach Innen und Außen von einem ferromagnetischen Kern 6 umgeben ist, der zur Verstärkung des durch den Strom in der Spule 61 induzierten Magnetfeldes dient.

[0038] Aufgrund des magnetischen Feldes wirkt eine Kraft zwischen dem Magnetpol 9 des Magneten 6 und dem Anker 4. Bei einem genügend starken Stromsignal und genügend langer Ansteuerdauer übersteigt die anziehende Magnetkraft zwischen dem Magnetpol 9 und dem Anker 4 die entgegengesetzte Vorspannkraft der Feder 5. Im Ergebnis wird dann der Anker in Richtung des Magneten 6 in axialer Richtung angezogen, sodass die Öffnung 2 in der Sitzplatte 3 freigegeben wird.

[0039] Der Anker 4 wird durch die mit abnehmendem

Abstand zunehmende anziehende Magnetkraft stets weiter beschleunigt, bis es zum Anschlag des Ankers 4 am Dämpfungselement 7 kommt. Dabei trifft der Anker 4 auf eine Kontaktfläche 8 des Dämpfungselements 7, das vorstehend durch einen Pin ausgebildet ist.

[0040] Der Dämpfungspin 7 wirkt wie eine sehr harte Feder, besitzt aber im Vergleich zum Anker 4 eine vergleichsweise geringe Steifigkeit. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Steifigkeit des Dämpfungspins bzw. des Dämpfungselements kleiner als 70%, vorzugsweise kleiner als 50% und bevorzugterweise kleiner als 30% der Steifigkeit des Ankers 4 ist. Der Dämpfungspin 7 bremst den Anker 4 vollständig ab, wobei der Dämpfungspin 7 elastisch gestaucht wird. Dabei kommt es bis auf den Kontakt zwischen Anker 4 und Pin 7 zu keinem weiteren mechanischem Kontakt zwischen Anker 4 und Magnet 6.

[0041] Nach einer maximalen Stauchung des Pins 7 bewirkt die rückstellende Kraft der Feder 5 sowie des Pins 7 ein Ausdehnen des Pins 7 in Richtung Öffnung 2 der Sitzplatte 3. In einem oszillierenden Vorgang stellt sich eine Verformung des Pins 7 auf ein Maß ein, bei dem sich die Summe der auf den Anker 4 wirkende Kräfte (die anziehende Magnetkraft und die abstoßende Rückstellkraft durch Feder 5 und Pinverformung) im Kräftegleichgewicht gegenseitig aufheben.

[0042] Mit einem Abschalten der Spannungsquelle werden der elektrische Strom sowie das Magnetfeld wieder reduziert. Die den Anker 4 anziehende Magnetkraft lässt dadurch sehr schnell nach und kann die Rückstellkraft der Feder nicht mehr überwinden. Daraufhin wird der Anker von der Feder 5 zurück in den geschlossenen Zustand gedrückt, sodass die Öffnung 2 in der Sitzplatte 3 durch den Anker 4 verschlossen wird und der Hochdruckraum (unterhalb der Sitzplatte 3) vom Niederdruckraum (oberhalb der Sitzplatte 3) wieder getrennt ist, sodass über die hydraulisch-mechanische Wirkkette ein oder mehrere Kraftstoffeinslässe vom Injektor in den Brennraum wieder verschlossen werden und kein Kraftstoff mehr in den Brennraum eingeführt wird.

[0043] Wie Fig. 2 zeigt, führt die Realisierung des Anschlags des Ankers 4 an dem Dämpfungselement 7, der relativ weichelastisch ausgebildet ist, zu einem sehr vorteilhaften Verhalten des Ankers 4. Trifft der Anker 4 auf das Dämpfungselement 7 schwingt dieser nur mit einer sehr geringen Schwingungsamplitude für einen überschaubaren Zeitraum.

[0044] Fig. 3 zeigt dieses Schwingungsverhalten des Ankers anhand des Ankerhubs h in Gegenüberstellung von verschiedenen Elastizitäten des Dämpfungselements 7. Mit durchgehender Linie ist dabei eine harte Elastizität gezeigt, wohingegen in gestrichelter Ausführung eine weiche Elastizität des Dämpfungselements 7 dargestellt ist. Man kann erkennen, dass die Schwingungsamplitude der weichelastischen Ausführung Δh_{we} kleiner ist als bei der hartelastischen Ausführung Δh_{he} . Dies ist darin begründet, da die Verformung des Dämpfungselements 7 beim Aufprall des Ankers dazu führt, dass der Abstand zwischen Magnet 6 und Anker 4

zunächst weiter auf einen Abstand reduziert wird, der kleiner ist als derjenige Abstand, der sich im statischen Kräftegleichgewicht einstellen würde. Dies führt dazu, dass die den Anker 4 anziehende Magnetkraft F_{Mag} zwischen Anker 4 und Magnet 6 überproportional im Vergleich zu einer linear zunehmenden Rückstellkraft $F_{Rück}$, hervorgerufen durch Feder und Dämpfungselement 7, zunimmt. Der überproportionale Kraftzuwachs dämpft die rückfedernde Wirkung des Dämpfungselements 7 stark ab, sodass das Pellen des Ankers beim Anschlag des Magneten reduziert wird.

[0045] Grafisch ist dies dargestellt in Fig. 2, bei der die durchgehende Linie den Betrag der Magnetkraft F_{Mag} und die gestrichelte Linie den Betrag der Rückstellkraft $F_{Rück}$ darstellt. Wird der Anker 4 nun beispielsweise bei einer Ausführung mit einem hartelastischen Dämpfungselement aufgrund der Magnetkraft nur bis zum Abstand x_{A1} angezogen, so ist die dabei resultierende Magnetkraft F_{A1} wesentlich geringer als diejenige Magnetkraft F_{A2} , die beim Anziehen des Ankers 4 bis in die Position x_{A2} erreicht wird, die sich bei einer weichelastischen Dämpfungselementausführung ergibt.

[0046] Da jedoch bei der Ausführung mit einem weichelastischen Dämpfungselement insgesamt eine stärkere Kraft auf den Anker 4 wirkt, als dies bei der hartelastischen Ausführung der Fall wäre, wird das schwingende Verhalten des Ankers 4, das solange andauert, bis ein statisches Kräftegleichgewicht eingenommen worden ist, deutlich reduziert. Dadurch lässt sich eine stabilere Regelung der Einspritzmenge erreichen, was insgesamt zu einer Verbesserung eines Kraftstoffinjektors führt.

Patentansprüche

1. Ventil (1) eines Kraftstoffinjektors zum wahlweisen Trennen eines Hochdruckbereichs von einem Niederdruckbereich eines Kraftstoffs, umfassend:

eine Öffnung (2) in einer Sitzplatte (3),
einen Anker (4), der dazu ausgelegt ist, die Öffnung (2) der Sitzplatte (3) zu verschließen,
ein Federelement (5), das den Anker (4) in Richtung einer die Öffnung (2) verschließenden Position vorspannt,
ein Elektromagnet (6) zum Abheben des Ankers (4) aus der die Öffnung (2) verschließenden Position in eine die Öffnung (2) freigebende Position, und
ein elastisch stauchbares Dämpfungselement (7) zum Begrenzen eines Ankerhubs beim Abheben des Ankers (4) von der Sitzplatte (3) in die freigebende Position,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Dämpfungselement (7) an seiner Kontaktfläche zum Anker (4) einen kugelförmigen Abschnitt (8) aufweist, um eine Kontaktfläche mit dem Anker (4) zu minimieren, und

- der Anker (4) beim Übergang aus der die Öffnung (2) verschließenden Position in die die Öffnung (2) freigebende Position, in welcher der Anker (4) durch das Dämpfungselement (7) vollständig abgebremst ist, bis auf den Kontakt zu dem Dämpfungselement (7) keinen weiteren mechanischen Kontakt zu dem Elektromagnet (6) oder eine durch den Elektromagnet gebildete Anschlagsfläche hat.
2. Ventil (1) nach Anspruch 1, wobei das Dämpfungselement (7) ein weichelastisches Dämpfungselement (7) ist.
 3. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steifigkeit des Dämpfungselements (7) kleiner als die Steifigkeit des Ankers (4) ist.
 4. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dämpfungselement (7) ein Dämpfungspin mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form ist, der vorzugsweise zwischen seinen beiden Stirnflächen eine Querschnittsverminderung (12) besitzt.
 5. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Pole (9) des Elektromagneten (6) und eine den Anker (4) berührende Stirnseite des Dämpfungselements (7) in einem entspannten Zustand des Dämpfungselements (7) in einer gemeinsamen Ebene liegen.
 6. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dämpfungselement (7) separat zu einem Gehäuse (10) eines Kraftstoffinjektors ausgeführt ist.
 7. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorspannkraft des Federelements (5) einstellbar ist, vorzugsweise über Einstellscheiben (11) zum Verändern der Position des Federelements (5) gegenüber dem Dämpfungselement (7) und/oder dem Anker (4).
 8. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die dem Anker (4) abgewandte Stirnseite des Dämpfungselements (7) als Flachsitz ausgeführt ist.
 9. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anker (4) eine Erhebung (13) in seiner dem Dämpfungselement (7) zugewandten Fläche aufweist, mit der der Anker (4) auf das Dämpfungselement (7) trifft.
 10. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anker (4) mehrteilig ausgeführt ist und einen Ankerteil und einen Sitzteil umfasst oder

aus diesen Teilen besteht.

11. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Federelement (5) eine Spiralfeder ist, die sich um das Dämpfungselement (7) herum spiralförmig erstreckt.
12. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Aufbau des Ventils (1) rotationssymmetrisch zu einer Rotationsachse (13) ist, die identisch zu einer Rotationsachse des Dämpfungselements (7) ist.
13. Kraftstoffinjektor mit einem Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere ein Diesel-Kraftstoffinjektor.

Claims

1. Valve (1) of a fuel injector for a selective separation of a high pressure region from a low pressure region of a fuel comprising:
 - an opening (2) in a seat plate (3);
 - an armature (4) that is configured to close the opening (2) of the seat plate (3);
 - a spring element (5) that preloads the armature (4) in the direction of a position closing the opening (2); and
 - an electromagnet (6) for raising the armature (4) from the position closing the opening (2) into a position releasing the opening (2),
 - an elastically compressible damping element (7) to bound an armature stroke on the raising of the armature (4) from the seat plate (3) into the releasing position,
 - characterized in that**
 - the damping element (7) has a spherical section (8) at its contact surface to the armature (4) to minimize a contact surface with the armature (4), and
 - the armature (4), except for the contact to the damping element (7), does not have any further mechanical contact with the electromagnet (6) or an abutment surface formed by the electromagnet on the transition from the position closing the opening (2) into the position releasing the opening (2), in which the armature (4) is completely braked by the damping element (7).
2. Valve (1) in accordance with claim 1, wherein the damping element (7) is a soft-elastic damping element (7).
3. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the stiffness of the damping element (7) is smaller than the stiffness of the armature (4).

4. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the damping element (7) is a damping pin having a substantially cylindrical shape that preferably has a cross-sectional reduction (12) between its two end surfaces. 5
5. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the poles (9) of the electromagnet (6) and an end side of the damping element (7) contacting the armature (4) are disposed in a common plane in a relaxed state of the damping element (7). 10
6. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the damping element (7) is separate from a housing (10) of a fuel injector. 15
7. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the preload force of the spring element (5) can be set, preferably via setting plates (11) to change the position of the spring element (5) with respect to the damping element (7) and/or the armature (4). 20
8. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the end side of the damping element (7) remote from the armature (4) is designed as a flat seat. 25
9. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the armature (4) has an elevated portion (13) in its surface facing the damping element (7) at which the armature (4) impacts the damping element (7). 30
10. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the armature (4) is designed in multiple parts and comprises an armature part and a seat part or consists of these parts. 35
11. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the spring element (5) is a spiral spring that extends in a spiral manner around the damping element (7). 40
12. Valve (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the design of the valve (1) is rotationally symmetrical to an axis of rotation (13) that is identical to an axis of rotation of the damping element (7). 45
13. Fuel injector having a valve (1) in accordance with one of the preceding claims, in particular a diesel fuel injector. 50

Revendications

1. Soupape (1) d'un injecteur de carburant pour sépa-

rer sélectivement une zone de haute pression d'une zone de basse pression d'un carburant, comprenant :

une ouverture (2) dans une plaque de siège (3), une armature (4) conçue pour fermer l'ouverture (2) de la plaque de siège (3), un élément de ressort (5) qui sollicite l'armature (4) en direction d'une position fermant l'ouverture (2), un électroaimant (6) pour soulever l'armature (4) de la position fermant l'ouverture (2) dans une position libérant l'ouverture (2), et un élément d'amortissement (7) élastiquement compressible pour limiter une course de l'armature lors du soulèvement de l'armature (4) de la plaque d'assise (3) dans la position de libération,

caractérisée en ce que

l'élément d'amortissement (7) présente, sur sa surface de contact avec l'armature (4), une section sphérique (8) afin de minimiser une surface de contact avec l'armature (4), et l'armature (4), lors du passage de la position fermant l'ouverture (2) à la position libérant l'ouverture (2), dans laquelle l'armature (4) est complètement freinée par l'élément d'amortissement (7), n'a pas d'autre contact mécanique avec l'électroaimant (6) ou une surface de butée formée par l'électroaimant, à l'exception du contact avec l'élément d'amortissement (7).

2. Soupape (1) selon la revendication 1, dans laquelle l'élément d'amortissement (7) est un élément d'amortissement élastique souple (7).
3. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la rigidité de l'élément d'amortissement (7) est inférieure à la rigidité de l'armature (4).
4. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'élément d'amortissement (7) est une broche d'amortissement de forme essentiellement cylindrique, présentant de préférence une réduction de section transversale (12) entre ses deux surfaces frontales.
5. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les pôles (9) de l'électroaimant (6) et un côté frontal de l'élément d'amortissement (7) en contact avec l'armature (4) se trouvent dans un plan commun dans un état détendu de l'élément d'amortissement (7).
6. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'élément d'amortissement (7) est réalisé séparément d'un boîtier (10)

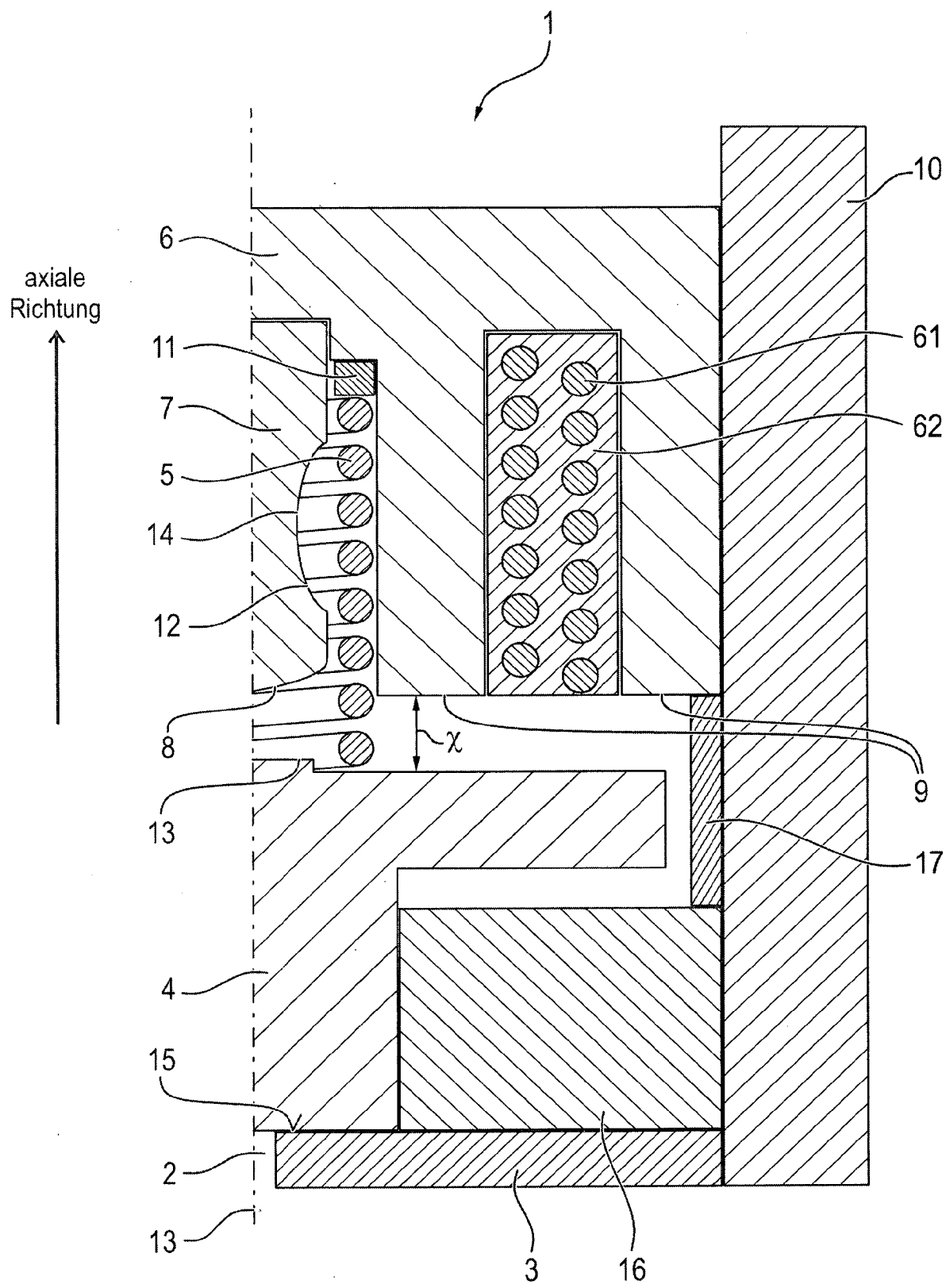
d'un injecteur de carburant.

7. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la force de précontrainte de l'élément de ressort (5) est réglable, de préférence par l'intermédiaire de rondelles de réglage (11) pour modifier la position de l'élément de ressort (5) par rapport à l'élément d'amortissement (7) et/ou à l'armature (4). 5
10
8. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le côté frontal de l'élément d'amortissement (7) détourné de l'armature (4) est réalisé sous forme de siège plat. 15
9. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'armature (4) présente une élévation (13) dans sa surface tournée vers l'élément d'amortissement (7), par laquelle l'armature (4) rencontre l'élément d'amortissement (7). 20
25
10. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'armature (4) est réalisée en plusieurs parties et comprend une partie d'armature et une partie de siège ou est constituée de ces parties. 25
11. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'élément de ressort (5) est un ressort hélicoïdal qui s'étend en spirale autour de l'élément d'amortissement (7). 30
12. Soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la structure de la soupape (1) est symétrique en rotation par rapport à un axe de rotation (13) qui est identique à un axe de rotation de l'élément d'amortissement (7). 35
13. Injecteur de carburant avec une soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, notamment injecteur de carburant diesel. 40

45

50

55



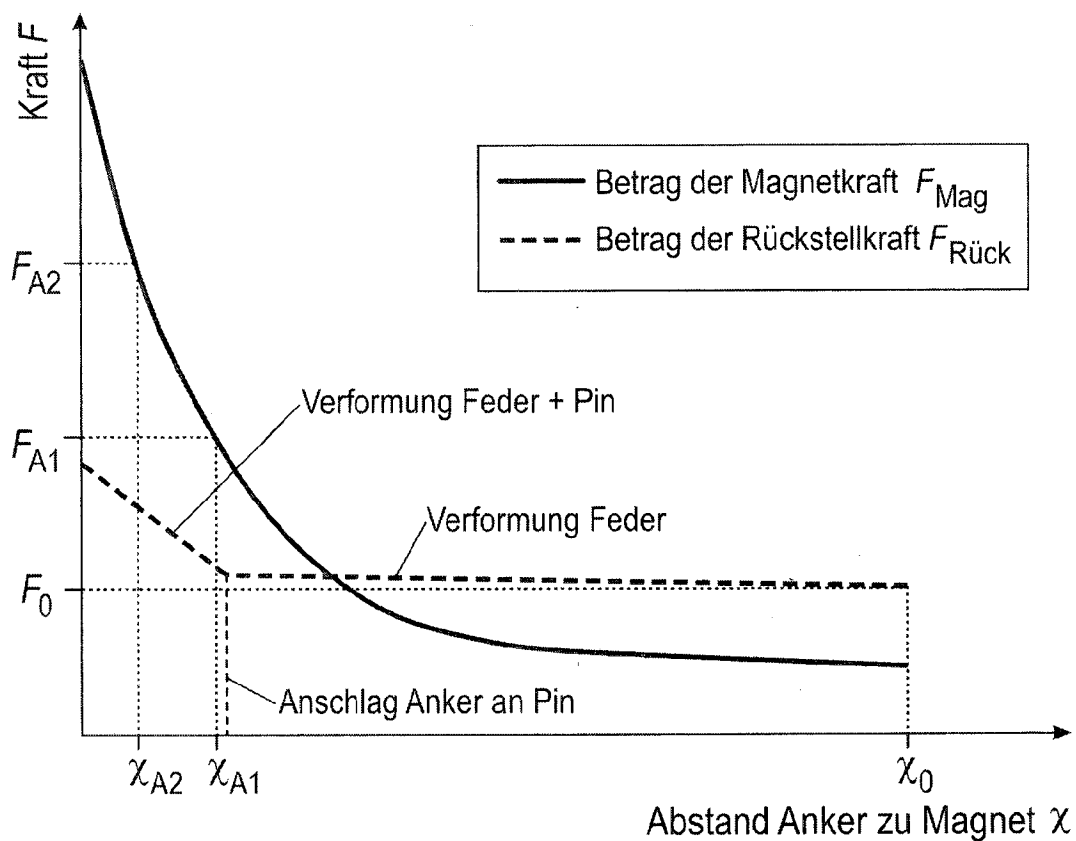


FIG. 2

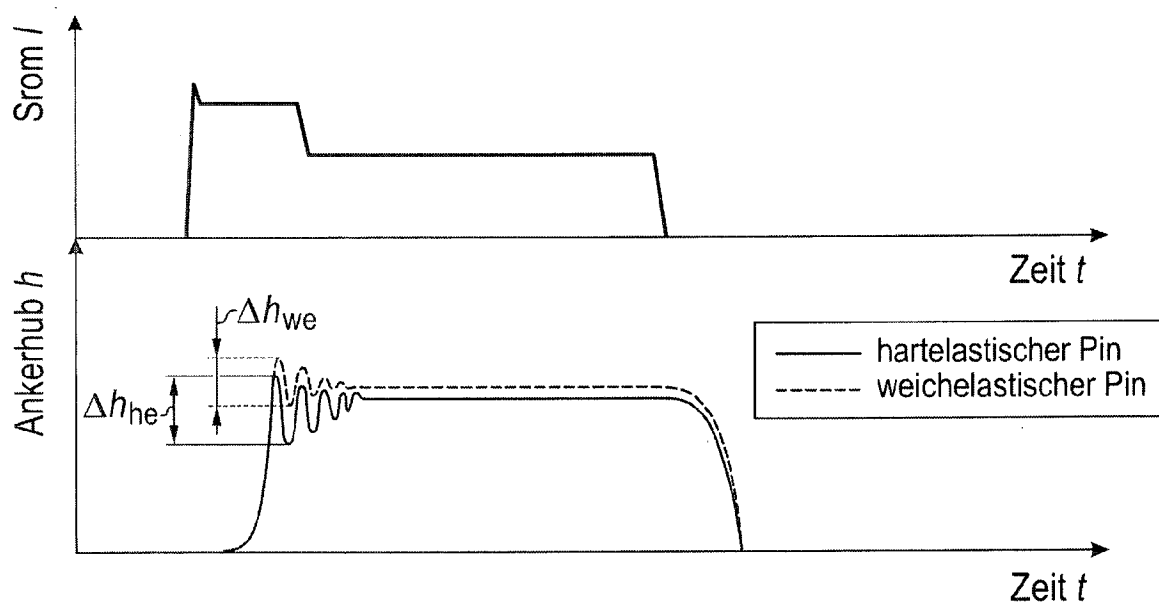


FIG. 3

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

- US 20140367595 A1 [0006]
- EP 1970557 A2 [0007]
- WO 2017158788 A [0008]