

(19)



(11)

EP 2 705 235 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.10.2016 Patentblatt 2016/42

(51) Int Cl.:
F02D 41/20^(2006.01) F02D 41/24^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12718664.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/058151

(22) Anmeldetag: **03.05.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/150308 (08.11.2012 Gazette 2012/45)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM STEUERN EINES VENTILS

METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A VALVE

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'UNE SOUPAPE

(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: **04.05.2011 DE 102011075270**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.03.2014 Patentblatt 2014/11

(73) Patentinhaber: **Continental Automotive GmbH 30165 Hannover (DE)**

(72) Erfinder:
• **KLESSE, Christoph**
93086 Wörth A.D.Donau (DE)
• **KRAFT, Thomas**
93083 Obertraubling (DE)
• **RIEPL, Hans**
93155 Hemau (DE)
• **RITSCH, Tobias**
93047 Regensburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 990 526 WO-A1-2010/079027
DE-A1- 10 148 218 DE-A1-102007 003 211
GB-A- 2 331 554

EP 2 705 235 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 und eine Vorrichtung zum Steuern eines Ventils.

[0002] Vorzugsweise wird ein derartiges Ventil in einer Hochdruckpumpe zur Förderung von Fluid für ein Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen verwendet.

[0003] Derartige Ventile unterliegen starken Beanspruchungen, insbesondere wenn sie Dauerbelastungen, wie zum Beispiel in Hochdruckpumpen, ausgesetzt sind. Da Hochdruckpumpen Drücken von beispielsweise 2000 bar oder mehr ausgesetzt sind, werden hohe Anforderungen an die Ventile in derartigen Pumpen gestellt. Sowohl beim Schließen als auch beim Öffnen dieser Ventile können Geräusche auftreten.

[0004] DE 101 48 218 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere mit Direkteinspritzung, bei dem eine erste Kraftstoffpumpe Kraftstoff in einen Arbeitsraum einer zweiten Kraftstoffpumpe fördert, welche Kraftstoff in eine Kraftstoff-Sammelleitung fördert. Die von der zweiten Kraftstoffpumpe in die Kraftstoff-Sammelleitung geförderte Kraftstoffmenge kann dadurch beeinflusst werden, dass ein Ventilelement einer elektrischen Ventileinrichtung, welche mit dem Arbeitsraum der zweiten Kraftstoffpumpe verbunden ist, zu einem bestimmten Zeitpunkt während eines Fördertaktes der zweiten Kraftstoffpumpe öffnet und so den Arbeitsraum der zweiten Kraftstoffpumpe mit einem Niederdruckbereich verbindet, wobei das Ventilelement kurz vor Erreichen mindestens einer der beiden Endstellungen abgebremst wird.

[0005] DE 10 2007 003 211 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung eines elektromagnetischen Ventils. Eine Ventilinadel eines elektromagnetischen Ventils nimmt unbestromt eine erste Position und bestromt eine zweite Position ein. Beim Übergang von der zweiten Position in die erste Position der Ventilinadel erfolgt ab einem vorgebbaren Zeitpunkt für eine bestimmte Zeitdauer eine Nachbestromung.

[0006] GB 2 331 554 A offenbart ein Verfahren zum Steuern eines hydraulisch betätigten elektronisch gesteuerten Brennstoffinjektors. Die Menge an eingespritztem Brennstoff in den zugehörigen Zylinder wird gesteuert durch Regeln des Drucks des Arbeitsfluids. Ein elektrischer Puls wird erzeugt, um den Injektor zu betätigen. Um Geräusche und einen Verschleiß zu reduzieren, wird der Zeitpunkt, die Dauer und die Amplitude des Impulses variiert in Reaktion auf Änderungen des Drucks des Arbeitsfluids im Leerlaufbetrieb, bei leichter Last und bei Normallastbetrieb.

[0007] WO 2010/079027 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems, bei dem Kraftstoff von einem elektromagnetisch betätigten Einspritzventil in mindestens einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt, und bei dem mindestens zweitweise die Bewegung eines Ventilelements des Einspritzventils durch einen elektromagnetischen Bremsimpuls

beeinflusst wird. Eine Schließverzugszeit des Einspritzventils oder eine entsprechende Größe wird ermittelt und die ermittelte Schließverzugszeit oder die entsprechende Größe wird zur Bestimmung mindestens eines Parameters des Bremsimpulses verwendet.

[0008] EP 1 990 526 A2 offenbart eine elektromagnetische Kraftstoffeinspritzventilvorrichtung für eine Brennkraftmaschine. Die Vorrichtung weist eine Steuerung auf zur Steuerung der Speisung der Magnetspule.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern eines Ventils zu schaffen, das beziehungsweise die einen präzisen und kostengünstigen Betrieb des Ventils ermöglicht.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0011] Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine korrespondierende Vorrichtung zum Steuern eines Ventils. Das Ventil umfasst eine Feder mit einer Federkraft, einen Aktuator mit einer entgegen der Federkraft wirkenden Aktuatorkraft, und einen Stößel, der mittels des Aktuators betätigbar ist. Ferner umfasst das Ventil ein Dichtelement, das mit dem Stößel koppelbar oder gekoppelt ist, und einen Dichtsitz, sodass das Ventil geschlossen ist, wenn das Dichtelement an dem Dichtsitz anliegt. Bei einem stromlos offenen Ventil wird nach einer Schließphase des Ventils oder bei einem stromlos geschlossenen Ventil nach einer Öffnungsphase während eines vorgegebenen Zeitintervalls zum Abbremsen des Stößels dem Aktuator ein Strom mit einem vorgegebenen ansteigenden Verlauf aufgeprägt ausgehend von einem Anfangswert des Stromes bis zu einem vorgegebenen Endwert des Stromes. Hierbei ist der Anfangswert des Stromes kleiner als der Endwert. Hierbei wird eine Dauer des Zeitintervalls vorgegeben abhängig von einer Kopplung des Stößels mit dem Dichtelement.

[0012] Dies hat den Vorteil, dass das Ventil derart langsam geöffnet beziehungsweise geschlossen werden kann, dass eine Geräuschentwicklung des Ventils klein gehalten und dennoch ein zuverlässiges und ausreichend rasches Öffnen beziehungsweise Schließen des Ventils erreicht werden kann. Des Weiteren kann ein Verschleiß des Ventils klein gehalten werden. Darüber hinaus ist eine kostengünstige Ausführung des Ventils möglich. Der Aktuator weist somit zwei Funktionen auf. Zum einen weist der Aktuator die Funktion eines Ventilstellgliedes auf. Ferner ermöglicht der Aktuator ein Dämpfen des Auftreffens des Stößels auf den Dichtsitz und/oder auf das Dichtelement und/oder der Aktuator ermöglicht das Dämpfen des Auftreffens des Dichtelements auf eine Endpositionsbegrenzung, beispielsweise auf eine Ventilgehäusewand. Vorzugsweise weist der Aktuator einen Elektromagneten auf. Während des Zeitintervalls, bei dem der Aktuator zum Abbremsen des Stößels aktiviert wird, kann der Stößel aus einem Magnetfeld des Aktuators zumindest teilweise herausgeschoben werden, so dass sich die Aktuatorkraft, die auf den Stößel wirkt, ver-

ringert, je weiter der Stößel aus dem Magnetfeld herausgeschoben wird. Vorteilhafterweise kann durch den ansteigenden Verlauf des Stromes von dem Anfangswert zu dem Endwert dieser Effekt kompensiert werden und die Aktuatorkraft kann näherungsweise konstant gehalten werden. Die Vorgabe der Dauer des Zeitintervalls abhängig von einer Kopplung des Stößels mit dem Dichtelement ermöglicht, eine durch die Aktuatorkraft bewirkte Bremswirkung des Stößels und/oder des Dichtelements beim Öffnungsvorgang beziehungsweise Schließvorgang des Ventils einem Ventiltyp und/oder einem Anwendungsbereich anzupassen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird ein Beginn einer Ventilöffnung des stromlos offenen Ventils detektiert und, sobald der Beginn der Ventilöffnung erkannt wird, wird abhängig von dem erkannten Beginn der Ventilöffnung ein Start des Zeitintervalls vorgegeben. Der Beginn der Ventilöffnung kann mittels einer Erfassung einer Bewegung des Stößels entlang einer Längsachse des Stößels detektiert werden. Beispielsweise kann das Zeitintervall gestartet werden, sobald erkannt wird, dass sich der Stößel ausgehend von einer Anfangsposition des Stößels, in der der Stößel ein Öffnen des Ventils erlaubt oder das Ventil geschlossen ist, in Richtung einer Endposition des Stößels bewegt, in der der Stößel das Schließen des Ventils nicht erlaubt beziehungsweise das Ventil offen ist. Ferner kann der Start des Zeitintervalls abhängig von einem Ventiltyp und/oder abhängig von zumindest einem Betriebsparameter des Ventils vorgegeben werden.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird ein Beginn einer Ventilschließung des stromlos geschlossenen Ventils detektiert und sobald der Beginn der Ventilschließung erkannt wird, wird abhängig von dem erkannten Beginn der Ventilschließung der Start des Zeitintervalls vorgegeben. Beispielsweise kann das Zeitintervall gestartet werden, sobald erkannt wird, dass sich der Stößel ausgehend von der Anfangsposition des Stößels, in der der Stößel ein Schließen des Ventils erlaubt oder das Ventil geöffnet ist, in Richtung einer Endposition des Stößels bewegt, in der der Stößel das Öffnen des Ventils nicht erlaubt beziehungsweise das Ventil geschlossen ist.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Ventil in einem Einlassbereich einer Pumpe angeordnet und der Stößel ist direkt gekoppelt mit dem Dichtelement. Hierbei ist die Dauer des Zeitintervalls näherungsweise gleich 15% bis 20% einer Zeitdauer einer Förderphase der Pumpe.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Ventil in dem Einlassbereich der Pumpe angeordnet und der Stößel ist koppelbar mit dem Dichtelement. Hierbei ist die Dauer des Zeitintervalls näherungsweise gleich 50% der Zeitdauer der Förderphase der Pumpe.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird der Endwert des Stromes abhängig von der Federkraft der Feder vorgegeben. Vorteilhafterweise ermöglicht dies, den Endwert des Stromes so vorzugeben, dass

das Ventil ausreichend schnell geöffnet beziehungsweise geschlossen werden kann und es kann sichergestellt werden, dass sich das Ventil öffnet beziehungsweise schließt.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Verlauf des Stroms stufenförmig vorgegeben. Der Verlauf des Stromes kann mehrere zeitlich aufeinander folgende Abschnitte aufweisen, wobei jeder der Abschnitte jeweils einen Wert des Stroms mit einem im Wesentlichen konstanten Stromverlauf aufweist und der zeitlich auf einen vorhergehenden Abschnitt folgende Abschnitt einen größeren Wert des Stromes aufweist als der vorhergehende Abschnitt. Dies hat den Vorteil, dass der Verlauf des Stroms eine einfache und leicht herstellbare Form aufweist.

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 20 Figur 1 eine Pumpe mit einem ersten Ausführungsbeispiel eines Ventils in einem Längsschnitt,
- 25 Figur 2 die Pumpe mit einem zweiten Ausführungsbeispiel des Ventils in einem Längsschnitt,
- Figur 3A - 3C ein drittes Ausführungsbeispiel des Ventils in drei Betriebszuständen und
- 30 Figur 4 einen Stromverlauf und einen zeitlichen Verlauf einer Position eines Stößels.

[0019] Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0020] Figur 1 zeigt eine Pumpe 10 mit einem Pumpengehäuse 12. Die Pumpe 10 ist insbesondere als Hochdruckpumpe, vorzugsweise als Radialkolbenpumpe ausgebildet. In dem Pumpengehäuse 12 ist ein Pumpenkolben 14 bewegbar gelagert. In dem Pumpengehäuse 12 befindet sich an einem Ende des Pumpenkolbens 14 ein Druckraum 16. Um den Druckraum 16 mit Fluid befüllen zu können, weist dieser eine Zulaufleitung 18 auf, in der vorzugsweise ein als Einlassventil ausgebildetes Ventil 20 angeordnet ist. Das als Einlassventil ausgebildete Ventil 20 ist vorzugsweise als digital geschaltetes Ventil ausgebildet. Das Ventil 20 erleichtert die Befüllung des Druckraums 16 und verhindert beim Befüllen das Zurückströmen des Fluids aus der Zulaufleitung 18. Der Druckraum 16 weist weiter eine Ablaufleitung 22 auf, in der ein als Auslassventil ausgebildetes weiteres Ventil 24 angeordnet ist. Damit kann Fluid aus dem Druckraum 16 ausgestoßen werden.

[0021] Die Pumpe 10 weist weiter eine Antriebswelle 26 auf, die mit einem Exzenterring 28 in Wirkverbindung steht und in einer Drehrichtung D im Uhrzeigersinn dreh-

bar ist. Anstelle des Exzentrings 28 kann auch eine Nockenwelle eingesetzt werden. Alternativ kann die Pumpe 10 auch als Kurbeltriebpumpe ausgeführt sein.

[0022] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des Ventils 20. Das Ventil 20 umfasst ein Ventilgehäuse 29, das eine Ausnehmung 30 aufweist. In der Ausnehmung 30 sind eine Feder 32, ein Stößel 34 und ein Dichtelement 36 angeordnet. Die Feder 32 spannt das Dichtelement 36 über den Stößel 34 vor, indem sie sich an einer Wand der Ausnehmung 30 abstützt. Das Dichtelement 36 und der Stößel 34 sind direkt mechanisch gekoppelt. Der Stößel 34 umfasst einen ersten zylinderförmigen Teil 34a und einen zweiten zylinderförmigen Teil 34b, wobei der erste Teil 34a einen größeren Durchmesser aufweist als der zweite Teil 34b.

[0023] In der Ausnehmung 30 befindet sich weiter ein gegenüber dem Ventilgehäuse 29 fest angeordneter Dichtsitz 38, der Durchgangsausnehmungen 40 aufweist. Über die Durchgangsausnehmungen 40 kann Fluid strömen, wenn das Dichtelement 36 nicht an dem Dichtsitz 38 anliegt.

[0024] Das Ventil 20 weist weiter einen Aktuator 42 auf, der insbesondere als Magnetspule ausgebildet ist. Der erste Teil 34a des Stößels 34 ist zumindest teilweise innerhalb des Aktuators 42 angeordnet und kann von dem Aktuator 42 betätigt werden.

[0025] Sowohl beim Öffnen als auch beim Schließen des Ventils 20 können aufgrund mechanischer und hydraulischer Ursachen Geräusche an dem Ventil 20 auftreten. Der Stößel 34 wird durch die Federkraft F_1 der Feder 32 auf den Dichtsitz 38 zu bewegt. Treffen der Dichtsitz 38 und der Stößel 34, insbesondere der erste Teil 34a des Stößels 34, aufeinander, so kann ein Geräusch auftreten. Ein Aktivieren des Aktuators 42 beispielsweise kurz bevor der Stößel 34 seine Endposition erreicht hat, bei der das Ventil 20 maximal geöffnet ist und der erste Teil 34a des Stößels 34 an dem Dichtsitz 38 anliegt, ermöglicht, dass der Stößel 34 abgebremst werden kann und das Auftreffen des Stößels 34 auf den Dichtsitz 38 gedämpft werden kann.

[0026] Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Ventils 20. Im Vergleich zu dem ersten Ausführungsbeispiel sind der Stößel 34 und das Dichtelement 36 nicht direkt mechanisch gekoppelt. Ferner weist die Ausnehmung ein Endpositionsbegrenzungselement 44 auf, das angeordnet und ausgebildet ist, eine axiale Bewegung des Stößels 34 und/oder des Dichtelements 36 in Richtung Druckraum 16 zu begrenzen. Das Endpositionsbegrenzungselement 44 weist weitere Ausnehmungen 46 auf, über die Fluid in den Druckraum 16 strömen kann.

[0027] Sowohl beim Öffnen als auch beim Schließen des Ventils 20 können aufgrund mechanischer und hydraulischer Ursachen Geräusche an dem Ventil 20 auftreten. Beim Öffnen des Ventils 20 gelangt in einem ersten Schritt das Dichtelement 36 in Anschlag mit dem Endpositionsbegrenzungselement 44, wodurch ein erstes Geräusch auftreten kann. Der Stößel 34 wird anschließend durch die Federkraft F_1 der Feder 32 auf das Dicht-

element 36 zu bewegt. Treffen das Dichtelement 36 und der Stößel 34 aufeinander, so kann ein weiteres Geräusch auftreten. Ein Aktivieren des Aktuators 42 beispielsweise kurz bevor der Stößel 34 auf das Dichtelement 36 auftritt, ermöglicht, dass der Stößel 34 abgebremst werden kann und das Auftreffen des Stößels 34 auf das Dichtelement 36 gedämpft werden kann.

[0028] Figur 3A zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel des Ventils 20. Das Ventil 20 hat ein Ventilgehäuse 29, das eine Ausnehmung 30 aufweist. In der Ausnehmung 30 sind eine Feder 32, ein Stößel 34 und ein Dichtelement 36 angeordnet. Die Feder 32 spannt das Dichtelement 36 über den Stößel 34 vor, indem sie sich an einer Wand der Ausnehmung 30 abstützt. Das Dichtelement 36 und der Stößel 34 sind direkt mechanisch gekoppelt. Vorzugsweise sind das Dichtelement 36 und der Stößel 34 einstückig ausgebildet. Das Ventilgehäuse 29 umfasst einen Dichtsitz 38. Der Dichtsitz 38 und das Dichtelement 36 sind konisch ausgebildet, sodass wenn das Dichtelement 36 an dem Dichtsitz 38 anliegt, das Ventil 20 geschlossen ist. Ferner umfasst das Ventil 20 das Endpositionsbegrenzungselement 44, das angeordnet und ausgebildet ist, eine axiale Bewegung des Stößels 34 und des Dichtelements 36 in Richtung Druckraum 16 zu begrenzen. Das Endpositionsbegrenzungselement 44 weist weitere Ausnehmungen 46 auf, über die Fluid in den Druckraum 16 strömen kann.

[0029] Beim Öffnen des Ventils 20 gelangt das Dichtelement 36 in Anschlag mit dem Endpositionsbegrenzungselement 44, wodurch ein Geräusch entstehen kann. Sind der Stößel 34 und das Dichtelement 36 zusammen einstückig ausgebildet, so kann durch die gemeinsame Masse von Stößel 34 und Dichtelement 36 das Geräusch sehr deutlich ausgebildet sein.

[0030] Im Folgenden wird das Steuern des Ventils für ein stromlos offenes Ventil 20 im Detail erläutert (Figur 3A bis 3C). Es versteht sich, dass dies in entsprechender Weise auf ein stromlos geschlossenes Ventil angewendet werden kann.

[0031] Während der Förderphase (Figur 3A) der Pumpe 10 wird durch eine Drehbewegung der Antriebswelle 26 in einer Drehrichtung D der Pumpenkolben 14 durch den Exzentrerring 28 von der Antriebswelle 26 weg bewegt und verdichtet dabei das in dem Druckraum 16 befindliche Fluid. Zu einem vorgegebenen Zeitpunkt wird das Ventil 20 durch Anlegen eines Stroms an den Aktuator 42 geschlossen, wodurch eine entgegen der Federkraft F_1 wirkende Aktuatorkraft F_2 auf den Stößel 34 wirken kann. Durch die Bewegung des Stößels 34 in Richtung der Aktuatorkraft F_2 und der herrschenden Druckverhältnisse vor und hinter dem Ventil 20 kann sich das Dichtelement 36 an den Dichtsitz 38 anlegen und eine Fluidströmung von der Zulaufleitung 18 in die Druckraum 16 ist unterbunden. Das in den Druckraum 16 verdichtete Fluid kann nun vollständig über das als Auslassventil ausgebildete weitere Ventil 24 aus der Pumpe 10 ausgestoßen werden. Am Ende der Förderphase hat der Pumpenkolben 14 seinen oberen Totpunkt erreicht.

[0032] Handelt es sich bei der Pumpe 10 um eine Kraftstoffhochdruckpumpe einer Einspritzanlage einer Brennkraftmaschine, so kann der mit hohem Druck beaufschlagte Kraftstoff zu einem als Hochdruckkraftstoffspeicher ausgebildeten Fluidspeicher, dem so genannten Common Rail, gelangen.

[0033] Zu Beginn einer Saugphase der Pumpe 10 (Figur 3B) wird durch die weitere Drehbewegung der Antriebswelle 26 in der Drehrichtung D der Pumpenkolben 14 mittels des Exzenterings 28 zu der Antriebswelle 26 hin bewegt. Dabei beginnt sich das Ventil 20 aufgrund der Federkraft F_1 der Feder 32 und der Druckdifferenz vor und hinter dem Ventil 20 zu öffnen.

[0034] Nach der Schließphase des Ventils 20 beziehungsweise nach der Förderphase der Pumpe 10 wird während eines vorgegebenen Zeitintervalls dem Aktuator 42 ein Strom mit einem vorgegebenen Verlauf aufgeprägt ausgehend von einem Anfangswert I_0 des Stromes bis zu einem vorgegebenen Endwert I_{END} des Stromes, wobei der Anfangswert I_0 des Stromes kleiner ist als der Endwert I_{END} . Das Zeitintervall kann beispielsweise unmittelbar nach dem Ende der Förderphase starten oder zu einem späteren Zeitpunkt, bei dem sich der Stößel 34 bereits bewegt und/oder sich das Dichtelement 36 bereits zumindest teilweise von dem Dichtsitz 38 abgehoben hat.

[0035] Beispielsweise kann ein Beginn einer Ventilöffnung des Ventils 20 detektiert werden und sobald der Beginn der Ventilöffnung erkannt wird, abhängig von dem erkannten Beginn der Ventilöffnung ein Start des Zeitintervalls vorgegeben werden. Der Start kann zeitlich unmittelbar nach dem Erkennen des Beginns der Ventilöffnung erfolgen oder nach einer kurzen Zeitdauer nach dem Erkennen des Beginns. Die kurze Zeitdauer kann beispielsweise vorgegeben werden abhängig von einer durchschnittlichen Ventilöffnungszeit des Ventils 20.

[0036] Die von dem mit Strom beaufschlagten Aktuator 42 erzeugte Aktuatorkraft F_2 wirkt der Federkraft F_1 und Druckdifferenz entgegen, sodass der Stößel 34 und/oder das Dichtelement 36 in ihrer Bewegung abgebremst werden. So wird die Bewegung des Stößels 34 auf den Dichtsitz 38 hin (Figur 1) und/oder die Bewegung des Stößels 34 auf das Dichtelement 36 hin (Figur 2) oder die Bewegung des Stößels 34 und des Dichtelements 36 hin zum Endpositionsbegrenzungselement 44 (Figur 3B) abgebremst. Durch die verringerte Geschwindigkeit kann ein Auftreffergeräusch wesentlich reduziert werden. Durch die langsame Bewegung des Stößels 34 kann die Geräuschentwicklung des Ventils 20 sehr klein gehalten werden und das Ventil 20 dennoch zuverlässig und ausreichend rasch geöffnet werden. Durch die langsame Bewegung des Stößels 34 kann darüber hinaus der Verschleiß des Ventils 20 klein gehalten werden.

[0037] Der vorgegebene ansteigende Verlauf des Stromes ausgehend von einem Anfangswert I_0 des Stromes bis zu einem vorgegebenen Endwert I_{END} des Stromes ermöglicht, ein zumindest teilweises Herausbe-

wegen des Stößels aus einem Magnetfeld des Aktuators 42 zu kompensieren und so die Aktuatorkraft F_2 näherungsweise konstant zuhalten. Der Verlauf des Stroms kann beispielsweise stufenförmig vorgegeben sein. Figur 4 zeigt eine schematische Ansicht des Stromverlaufs und einen zeitlichen Verlauf der Position POS des Stößels 34 bezogen auf eine Anfangsposition des Stößels 34, in der das stromlos offene Ventil 20 geschlossen ist.

[0038] Eine Dauer des Zeitintervalls kann beispielsweise abhängig von einer Kopplung des Stößels 34 mit dem Dichtelement 36 vorgegeben werden. Ist zum Beispiel der Stößel 34 direkt gekoppelt ist mit dem Dichtelement 36 kann die Dauer des Zeitintervalls gleich näherungsweise 15% bis 20% einer Zeitdauer der Förderphase der Pumpe 10 sein.

[0039] Sind der Stößel 34 und das Dichtelement 36 nicht direkt mechanisch gekoppelt, sondern koppelbar angeordnet, kann die Dauer des Zeitintervalls gleich näherungsweise 50% der Zeitdauer der Förderphase der Pumpe 10 sein.

[0040] Der Endwert I_{END} des Stromes kann beispielsweise abhängig von der Federkraft F_1 der Feder 32 vorgegeben werden. Der Anfangswert I_0 des Stromes kann beispielsweise Null sein.

[0041] Während einer Fortsetzung der Saugphase (Figur 3C) der Pumpe 10 wird durch eine Fortsetzung der weiteren Drehbewegung der Antriebswelle 26 in der Drehrichtung D der Pumpenkolben 14 mittels des Exzenterings 28 weiter zu der Antriebswelle 26 hin bewegt. Das Ventil 20 ist geöffnet. Der Druckraum 16 wird nun mit Fluid befüllt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Ventils (20), das aufweist eine Feder (32) mit einer Federkraft (F_1), einen Aktuator (42) mit einer entgegen der Federkraft (F_1) wirkenden Aktuatorkraft (F_2), und einen Stößel (34), der mittels des Aktuators (42) betätigbar ist, ein Dichtelement (36), das mit dem Stößel (34) koppelbar oder gekoppelt ist, und einen Dichtsitz (38), sodass das Ventil (20) geschlossen ist, wenn das Dichtelement (36) an dem Dichtsitz (38) anliegt, bei dem - bei einem stromlos offenen Ventil nach einer Schließphase des Ventils (20) oder bei einem stromlos geschlossenen Ventil nach einer Öffnungsphase während eines vorgegebenen Zeitintervalls zum Abbremsen des Stößels (34) dem Aktuator (42) ein Strom mit einem vorgegebenen ansteigenden Verlauf aufgeprägt wird ausgehend von einem Anfangswert (I_0) des Stromes bis zu einem vorgegebenen Endwert (I_{END}) des Stromes, wobei der Anfangswert (I_0) des Stromes kleiner ist als der Endwert (I_{END}) und eine Dauer des Zeitintervalls vorgegeben wird abhängig von einer Kopplung des Stößels (34) mit dem Dichtelement (36).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Beginn einer Ventilöffnung des stromlos offenen Ventils detektiert wird und sobald der Beginn der Ventilöffnung erkannt wird, abhängig von dem erkannten Beginn der Ventilöffnung ein Start des Zeitintervalls vorgegeben wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Beginn einer Ventilschließung eines stromlos geschlossenen Ventils detektiert wird und sobald der Beginn der Ventilschließung erkannt wird, abhängig von dem erkannten Beginn der Ventilschließung der Start des Zeitintervalls vorgegeben wird. 10
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Ventil (20) in einem Einlassbereich einer Pumpe (10) angeordnet ist und der Stößel (34) direkt gekoppelt ist mit dem Dichtelement (36) und die Dauer näherungsweise gleich 15% bis 20% einer Zeitdauer einer Förderphase der Pumpe (10) ist. 15 20
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Ventil (20) in dem Einlassbereich der Pumpe (10) angeordnet ist und der Stößel (34) koppelbar ist mit dem Dichtelement (36) und die Dauer gleich näherungsweise 50% der Zeitdauer der Förderphase der Pumpe (10) ist. 25
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Endwert (I_{END}) des Stromes abhängig von der Federkraft (F_1) der Feder (32) vorgegeben wird. 30
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Verlauf des Stroms stufenförmig vorgegeben ist. 35
8. Vorrichtung zum Steuern eines Ventils (20), das aufweist eine Feder (32) mit einer Federkraft (F_1), einen Aktuator (42) mit einer entgegen der Federkraft (F_1) wirkenden Aktuatorkraft (F_2), und einen Stößel (34), der mittels des Aktuators (42) betätigbar ist, ein Dichtelement (36), das mit dem Stößel (34) koppelbar oder gekoppelt ist, und einen Dichtsitz (38), sodass das Ventil (20) geschlossen ist, wenn das Dichtelement (36) an dem Dichtsitz (38) anliegt, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist, 40 45
 - bei einem stromlos offenen Ventil nach einer Schließphase des Ventils (20) oder bei einem stromlos geschlossenen Ventil nach einer Öffnungsphase während eines vorgegebenen Zeitintervalls zum Abbremsen des Stößels (34) dem Aktuator (42) ein Strom mit einem vorgegebenen ansteigenden Verlauf aufzuprägen ausgehend von einem Anfangswert (I_0) des Stromes bis zu einem vorgegebenen Endwert (I_{END}) des Stromes, wobei der Anfangswert 50 55

(I_0) des Stromes kleiner ist als der Endwert (I_{END}) und eine Dauer des Zeitintervalls vorgegeben wird abhängig von einer Kopplung des Stößels (34) mit dem Dichtelement (36).

Claims

1. Method for controlling a valve (20) that comprises a spring (32) having a spring force (F_1), an actuator (42) having an actuator force (F_2) acting against the spring force (F_1), and a tappet (34) which can be actuated by means of the actuator (42), a sealing element (36), which is or can be coupled to the tappet (34), and a sealing seat (38), so that the valve (20) is closed when the sealing element (36) bears on the sealing seat (38), in which
 - following a closing phase of the valve (20) in the case of a normally open valve, or following an opening phase in the case of a normally closed valve, a current having a predefined rising course is impressed on the actuator (42) during a predefined time interval in order to brake the tappet (34), starting from an initial value (I_0) of the current to a predefined final value (I_{END}) of the current, wherein the initial value (I_0) of the current is lower than the final value (I_{END}) and a duration of the time interval is predefined on the basis of a coupling between the tappet (34) and the sealing element (36).
2. Method according to Claim 1, in which a beginning of a valve opening of the normally open valve is detected and, as soon as the beginning of the valve opening is detected, a start of the time interval is predefined on the basis of the detected beginning of the valve opening.
3. Method according to Claim 1, in which a beginning of a valve closure of a normally closed valve is detected and, as soon as the beginning of the valve closure is detected, the start of the time interval is predefined on the basis of the detected beginning of the valve closure.
4. Method according to one of the preceding claims, in which the valve (20) is arranged in an inlet area of a pump (10) and the tappet (34) is coupled directly to the sealing element (36), and the duration is equal to approximately 15% to 20% of a time period of a delivery phase of the pump (10).
5. Method according to one of the preceding Claims 1 to 3, in which the valve (20) is arranged in the inlet area of the pump (10) and the tappet (34) can be coupled to the sealing element (36) and the duration is equal to approximately 50% of the time period of

the delivery phase of the pump (10).

6. Method according to one of the preceding claims, in which the final value (I_{END}) of the current is predefined on the basis of the spring force (F_1) of the spring (32)
7. Method according to one of the preceding claims, in which the course of the current is predefined in the form of steps.
8. Device for controlling a valve (20) that comprises a spring (32) having a spring force (F_1), an actuator (42) having an actuator force (F_2) that acts against the spring force (F_1), and a tappet (34) which can be actuated by means of the actuator (42), a sealing element (36), which is or can be coupled to the tappet (34), and a sealing seat (38), so that the valve (20) is closed when the sealing element (36) bears on the sealing seat (38), wherein the device is designed

- following a closing phase of the valve (20) in the case of a normally open valve, or following an opening phase in the case of a normally closed valve, to impress a current having a predefined rising course on the actuator (42) during a predefined time interval in order to brake the tappet (34), starting from an initial value (I_0) of the current to a predefined final value (I_{END}) of the current, wherein the initial value (I_0) of the current is lower than the final value (I_{END}) and a duration of the time interval is predefined on the basis of a coupling between the tappet (34) and the sealing element (36).

Revendications

1. Procédé de commande d'une vanne (20), laquelle possède un ressort (32) ayant une force de ressort (F_1), un actionneur (42) ayant une force d'actionneur (F_2) agissant contre la force de ressort (F_1), et un poussoir (34) qui peut être actionné au moyen de l'actionneur (42), un élément d'étanchéité (36) qui peut être couplé ou qui est couplé au poussoir (34), et un siège d'étanchéité (38), de sorte que la vanne (20) est fermée lorsque l'élément d'étanchéité (36) repose sur le siège d'étanchéité (38), procédé selon lequel, après une phase de fermeture de la vanne (20) dans le cas d'une vanne ouverte au repos, ou après une phase d'ouverture dans le cas d'une vanne fermée au repos, un courant ayant une courbe croissante prédéfinie est appliqué à l'actionneur (42) pendant un intervalle de temps prédéfini en vue de freiner le poussoir (34) à partir d'une valeur initiale (I_0) du courant jusqu'à une valeur finale prédéfinie (I_{END}) du courant, la valeur initiale (I_0) du courant étant inférieure à la valeur finale (I_{END}) et

une durée de l'intervalle de temps étant prédéfinie en fonction d'un couplage du poussoir (34) avec l'élément d'étanchéité (36).

2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel un début d'une ouverture de vanne de la vanne ouverte au repos est détecté, et dès que le début de l'ouverture de vanne est détecté, un début de l'intervalle de temps est prédéfini en fonction du début détecté de l'ouverture de vanne.
3. Procédé selon la revendication 1, selon lequel un début d'une fermeture de vanne d'une vanne fermée au repos est détecté, et dès que le début de la fermeture de vanne est détecté, un début de l'intervalle de temps est prédéfini en fonction du début détecté de la fermeture de vanne.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel la vanne (20) est disposée dans la zone d'admission d'une pompe (10) et le poussoir (34) est directement couplé à l'élément d'étanchéité (36) et la durée est approximativement égale à 15 % à 20 % d'une durée d'une phase de refoulement de la pompe (10).
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes 1 à 3, selon lequel la vanne (20) est disposée dans la zone d'admission de la pompe (10) et le poussoir (34) peut être couplé à l'élément d'étanchéité (36) et la durée est approximativement égale à 50 % de la durée de la phase de refoulement de la pompe (10).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel la valeur finale (I_{END}) du courant est prédéfinie en fonction de la force de ressort (F_1) du ressort (32).
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, selon lequel la courbe du courant est prédéfinie à gradins.
8. Dispositif de commande d'une vanne (20), laquelle possède un ressort (32) ayant une force de ressort (F_1), un actionneur (42) ayant une force d'actionneur (F_2) agissant contre la force de ressort (F_1), et un poussoir (34) qui peut être actionné au moyen de l'actionneur (42), un élément d'étanchéité (36) qui peut être couplé ou qui est couplé au poussoir (34), et un siège d'étanchéité (38), de sorte que la vanne (20) est fermée lorsque l'élément d'étanchéité (36) repose sur le siège d'étanchéité (38), le dispositif étant configuré pour, après une phase de fermeture de la vanne (20) dans le cas d'une vanne ouverte au repos, ou après une phase d'ouverture dans le cas d'une vanne fermée au repos, appliquer à l'actionneur (42) un courant ayant une courbe croissante

prédéfinie pendant un intervalle de temps prédéfini en vue de freiner le poussoir (34) à partir d'une valeur initiale (I_0) du courant jusqu'à une valeur finale prédéfinie (I_END) du courant, la valeur initiale (I_0) du courant étant inférieure à la valeur finale (I_END) et une durée de l'intervalle de temps étant prédéfinie en fonction d'un couplage du poussoir (34) avec l'élément d'étanchéité (36).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

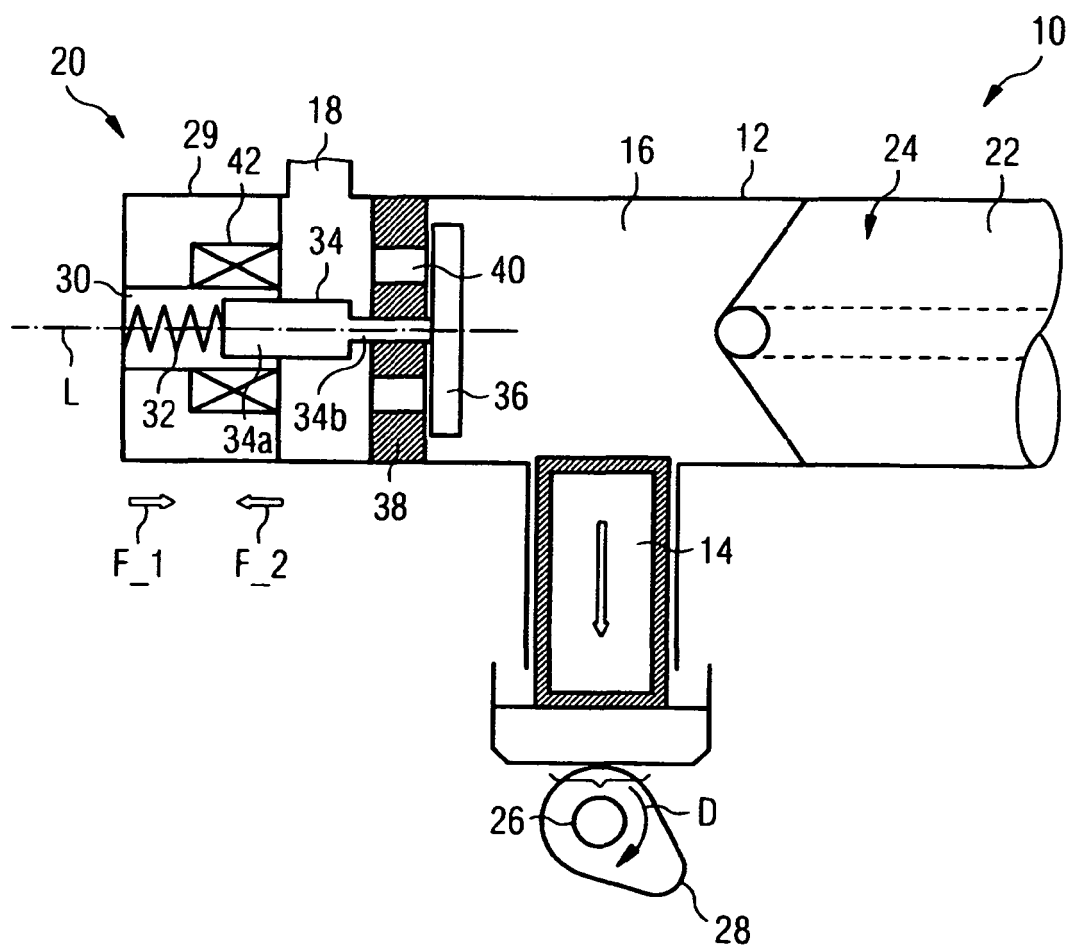


FIG 2

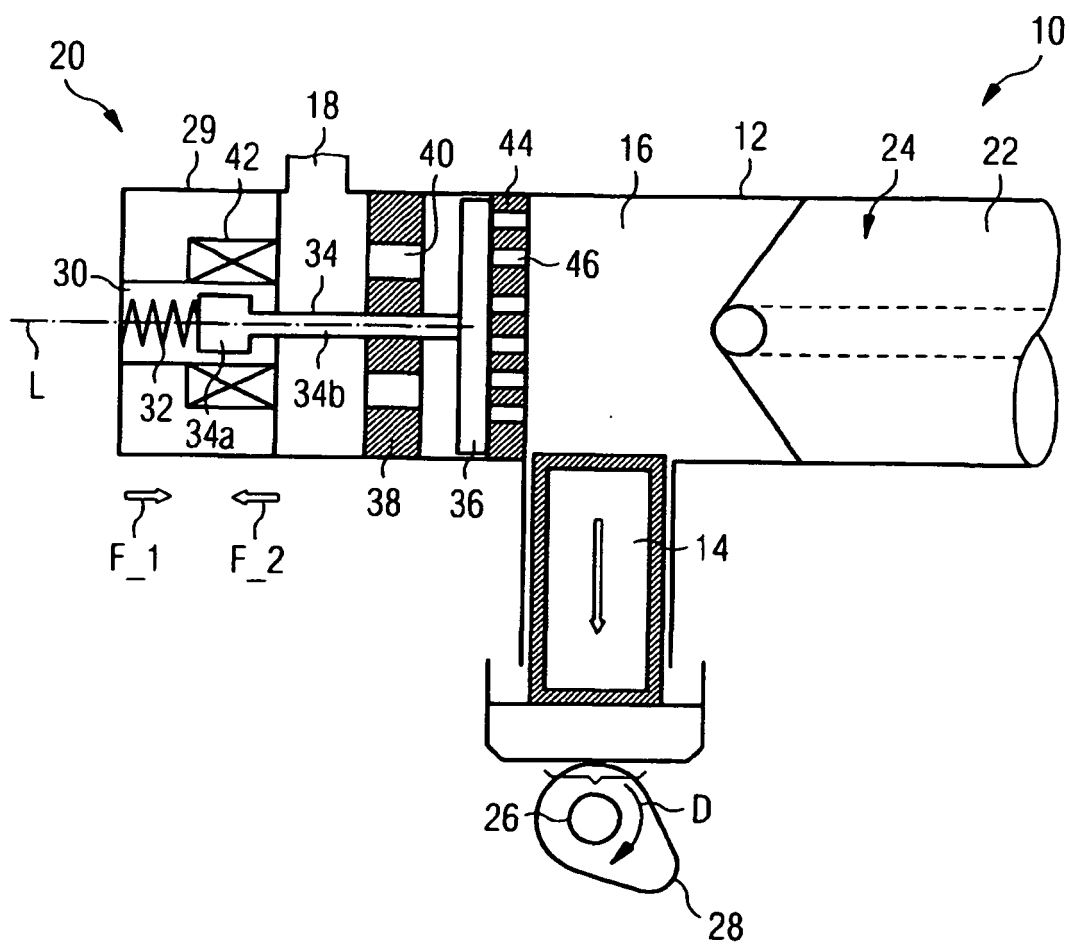


FIG 3A

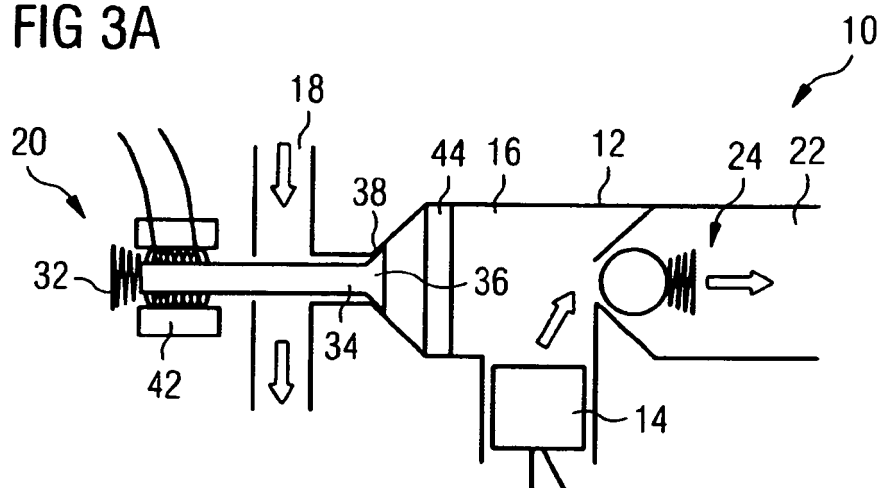


FIG 3B

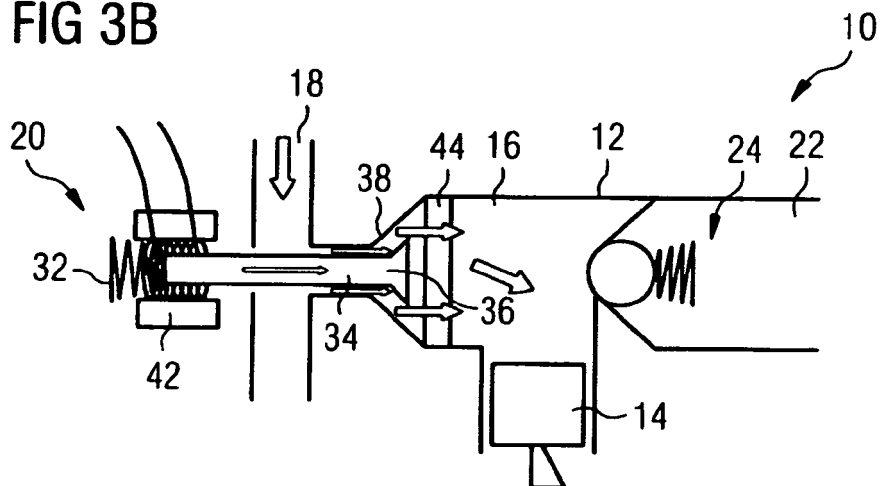


FIG 3C

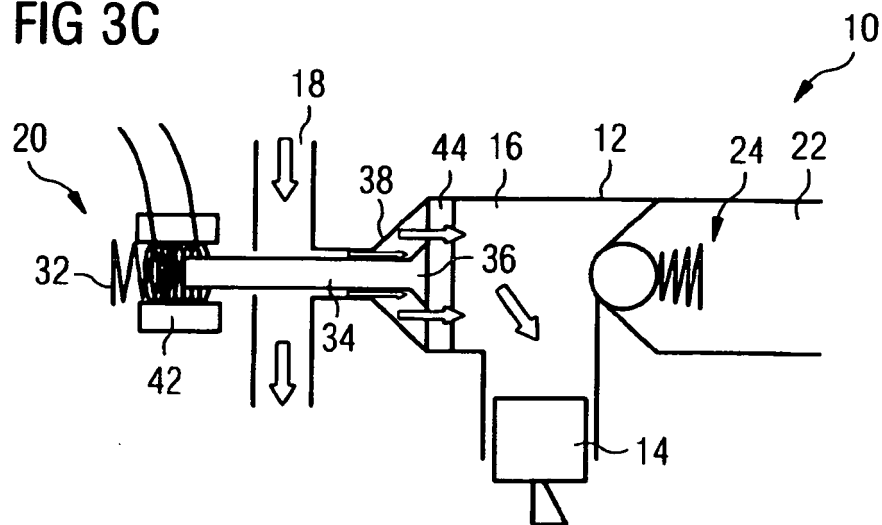
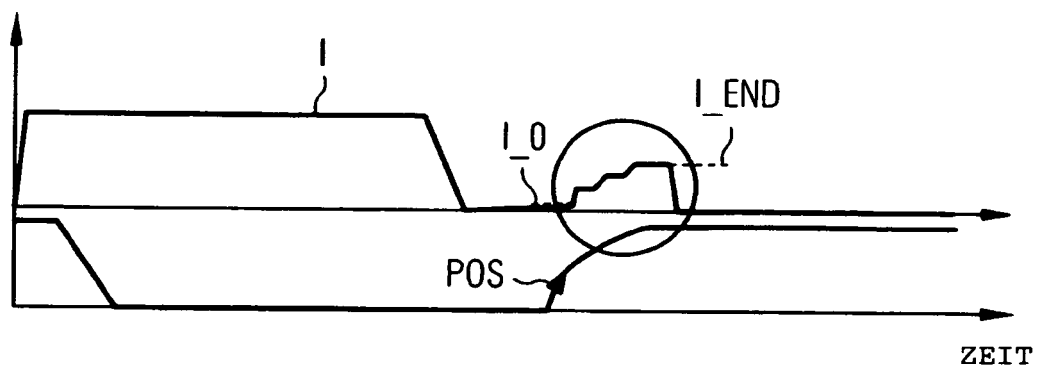


FIG 4



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

- DE 10148218 A1 [0004]
- DE 102007003211 A1 [0005]
- GB 2331554 A [0006]
- WO 2010079027 A1 [0007]
- EP 1990526 A2 [0008]