



(11) **EP 1 555 433 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.07.2010 Patentblatt 2010/30

(51) Int Cl.:
F04B 17/04^(2006.01) F04B 13/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05000632.9**

(22) Anmeldetag: **13.01.2005**

(54) **Dosierpumpensystem und Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe**

Dosing pump system and method of operating a dosing pump

Système de dosage et procédé d'utilisation d'une pompe à dosage

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CZ DE FR PL SE

(30) Priorität: **16.01.2004 DE 102004002454**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.07.2005 Patentblatt 2005/29

(73) Patentinhaber: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Brodbeck, Oliver**
D-72555 Metzingen-Neuhausen (DE)

• **Sahlen, Anders**
S-46138 Trollhättan (SE)

(74) Vertreter: **Ruttensperger, Bernhard et al**
Weickmann & Weickmann
Patentanwälte
Postfach 86 08 20
81635 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 152 782 DE-A1- 10 158 207
DE-B1- 2 822 442 DE-C1- 10 103 224

EP 1 555 433 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 Dosierpumpensystem, insbesondere zur dosierten Brennstoffzufuhr zu einem Fahrzeugheizgerät, umfassend eine Dosierpumpe mit wenigstens einem zwischen zwei Bewegungsendstellungen bewegbaren Dosierpumpenelement und einem dem wenigstens einen Dosierpumpenelement zugeordneten Dosierpumpenelementenantrieb, wobei der Dosierpumpenelementenantrieb eine Spulenordnung und eine Ansteuervorrichtung umfasst, welche zum Bewegen des wenigstens einen Dosierpumpenelements in wenigstens einer Bewegungsrichtung die Spulenordnung zur Erzeugung einer Magnetkraftwechselwirkung ansteuert.

[0002] Bei in Kraftfahrzeugen als Standheizungen oder Zuheizern eingesetzten Heizgeräten ist es für einen effizienten Betrieb mit möglichst geringem Schadstoffausstoß erforderlich, die einem Heizbrenner derartiger Heizgeräte zuzuführende Menge flüssigen Brennstoffs exakt zu dosieren. Bei dazu eingesetzten Dosierpumpen ist im Allgemeinen ein Pumpenkolben in einem Zylinder verschiebbar aufgenommen. Durch Hin- und Herbewegen des Pumpenkolbens zwischen zwei Bewegungsendstellungen kann das Volumen einer Pumpenkammer maximal bzw. minimal gemacht werden. Auf diese Art und Weise wird bei Bewegung zum Maximieren des Pumpenkammervolumens das zu fördernde Fluid, also der flüssige Brennstoff, aufgenommen bzw. angesaugt. Bei Bewegung in Richtung zum Minimieren des Pumpenkammervolumens wird dieser flüssige Brennstoff dann aus der Pumpenkammer ausgestoßen und dabei in Richtung zu dem Brennstoff verbrauchenden System, also dem Heizbrenner, gefördert. Die Bewegung des Pumpenkolbens zwischen seinen beiden Bewegungsendstellungen kann dadurch erlangt werden, dass der Pumpenkolben in Richtung zu einer seiner Endstellungen vorgespannt ist, beispielsweise durch eine Vorspannfeder. Um diesen Pumpenkolben dann aus dieser Bewegungsendstellung entgegen der Federvorspannung heraus in Richtung zur anderen Endstellung zu bewegen, ist ein im Allgemeinen elektromagnetisch wirkender Pumpenkolbenantrieb vorhanden. Dieser kann eine den Pumpenkolben umgebende Spule umfassen, die unter der Ansteuerung einer Ansteuervorrichtung steht. Durch Anlegen einer Spannung an diese Spule, d.h. Erregen derselben, wird durch magnetische Wechselwirkung mit einem Anker dann der Pumpenkolben verschoben, und zwar entgegen der vorangehend bereits angesprochenen Vorspannung. Bei dieser Bewegung, aber ggf. auch bei der unter Federvorspannung dann erfolgenden Zurückbewegung beim Beenden der Erregung der Spule, besteht die Gefahr, dass beim Erreichen einer jeweiligen Bewegungsendstellung der Pumpenkolben unter Erzeugung von Anschlaggeräuschen und Anschlagsschwingungen an einem jeweiligen Bewegungsanschlag anstößt. Dies ist insbesondere daher kritisch, da bei derartigen Dosierpumpen durch die magnetische

Wechselwirkung eine Bewegung des Pumpenkolbens erzeugt wird, bei der dessen Geschwindigkeit progressiv zunimmt. Die bei Erreichen einer Bewegungsendstellung dann erzeugten Geräusche bzw. Schwingungen übertragen sich über die Dosierpumpe auf eine diese tragende Trägerstrukturanordnung und können ggf. im Fahrzeuginnenraum wahrgenommen werden. Neben der Tatsache, dass dies für Fahrzeuginsassen unangenehm sein kann, besteht weiterhin die Gefahr, dass durch das wiederholte Anschlagen des Pumpenkolbens eine Beschädigung in verschiedenen Systembereichen der Dosierpumpe, insbesondere auch im Bereich des Pumpenkolbens, auftreten kann.

[0003] Ein Problem bei der Ansteuerung von Dosierpumpen bzw. der Spulenordnung derselben ist weiter, dass die durch diese Ansteuerung erhaltene Reaktion, also die Verschiebung des Dosierpumpenelements, stark variiert in Abhängigkeit von der Höhe der an eine Spulenordnung angelegten Spannung. Ist die im Bordnetz vorhandene Spannung vergleichsweise hoch, so bewirkt eine über eine vorbestimmte Zeitdauer angelegte Spannung eine andere Verschiebung, als in einem Falle, in welchem die Bordspannung niedrig ist. Dabei ist weiter zu berücksichtigen, dass die Frequenz bzw. die Zeitdauer der Ansteuerintervalle variiert werden muss, um die Fördermenge einzustellen. Verändert sich nun bei dieser Variation auch noch die an die Spulenordnung angelegte Spannung, so entsteht eine vergleichsweise hohe Ungenauigkeit bei der Einstellung der Fördermenge.

[0004] Aus der DE 101 03 224 C1 ist eine Dosierpumpe für ein Fahrzeugheizgerät bekannt, bei welcher ein Pumpenkolben in einem auch eine Pumpenkammer bereitstellenden Zylinder hin und her bewegbar ist und in Richtung Minimierung des Pumpenkammervolumens durch eine Feder vorgespannt ist. Dem Pumpenkolben ist dabei kein eigener beispielsweise elektromagnetisch wirksamer Antrieb zugeordnet. Es ist weiterhin eine Ventilanordnung vorhanden, die einen in Verlängerung des Pumpenkolbens positionierten Ventilschieber aufweist. Auch dieser Ventilschieber ist in eine seiner Bewegungsendstellungen durch eine Vorspannfeder vorgespannt. Aus dieser Endstellung kann der Ventilschieber durch Erregung einer den Antrieb für den Ventilschieber bereitstellenden Spule heraus verschoben werden, um die andere Bewegungsendstellung zu erreichen. In seinen Bewegungsendstellungen verbindet der Ventilschieber einmal einen Einlassbereich für unter Vordruck stehendes Fluid mit der Pumpenkammer, während in der anderen Bewegungsendstellung die Pumpenkammer mit einem Auslassbereich verbunden ist. Bei Positionierung des Ventilschiebers in der erstgenannten Bewegungsendstellung wird durch das im Einlassbereich unter Vordruck vorhandene Fluid der Pumpenkolben entgegen seiner Federvorspannung verschoben, so dass dabei das Pumpenkammervolumen zunimmt und die Pumpenkammer mit dem zu fördernden Fluid gefüllt wird. Durch Umschalten des Ventilschiebers in die zweitgenannte Ventilstellung wird die nunmehr mit Fluid gefüllte Pumpenkammer

mit dem unter geringerem Druck stehenden Auslassbereich verbunden, so dass der Federvorspannung folgend der Pumpenkolben sich nunmehr in Richtung Minimierung des Pumpenkammervolumens verschieben kann und dabei die darin enthaltene Flüssigkeit zum Auslassbereich hin ausstößt. Auch hier besteht bei der durch magnetische Wechselwirkung induzierten Verschiebung des Ventilschiebers die Gefahr, dass bei Erreichen einer Bewegungsendstellung Anschlaggeräusche und Vibrationen entstehen, die als unangenehm empfunden werden können bzw. zu einer Beeinträchtigung der Funktionalität einer derartigen Dosierpumpe führen können.

[0005] Ein Dosierpumpsystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. ein Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 ist aus der DE 101 52 782 A1 bekannt. Bei diesem System wird eine Dosierpumpe grundsätzlich getaktet angetrieben, um entsprechend der Taktfrequenz die Förderleistung einzustellen. Jeder Arbeitstakt beginnt mit einem Ansteuerintervall, in welchem ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal an eine Spule angelegt wird. Das Tastverhältnis, also das Einschaltverhältnis des pulsweitenmodulierten Spannungssignals wird in Abhängigkeit von einer zur Verfügung stehenden Nennspannung eingestellt, so dass ein derartiges System eingesetzt werden kann bei Fahrzeugen mit verschiedenen gestalteten Bordspannungssystemen.

[0006] Die DE 28 22 442 B1 offenbart eine Dosierpumpe, bei welcher eine Spule zum Verschieben eines Pumporgans gegen eine rückstellende Vorspannwirkung betrieben wird. Das an die Spule angelegte Spannungssignal wird derart eingestellt bzw. verändert, dass eine Dampfblasenbildung minimiert wird bzw. in der zu fördernden Flüssigkeit vorhandene Dampfblasen komprimiert werden. Dabei wurde erkannt, dass der Tendenz zur Dampfblasenbildung dadurch entgegengewirkt werden kann, dass während eines jeweiligen Förderhubs eine möglichst gleichförmige Bewegung, also eine zum Ende des Förderhubs hin nicht beschleunigende Bewegung, durchgeführt wird.

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Dosierpumpsystem und ein Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe vorzusehen, mit welchen bei der Bewegung eines Dosierpumpelements die Entstehung von Geräuschen oder Vibrationen bei Erreichen einer Bewegungsendstellung vermieden werden kann.

[0008] Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch ein Dosierpumpsystem, insbesondere zur dosierten Brennstoffzufuhr zu einem Fahrzeugheizgerät, umfassend eine Dosierpumpe mit wenigstens einem zwischen zwei Bewegungsendstellungen bewegbaren Dosierpumpelement und einem dem wenigstens einen Dosierpumpelement zugeordneten Dosierpumpelementenantrieb, wobei der Dosierpumpelementenantrieb eine Spulenordnung und eine Ansteuervorrichtung umfasst, welche zum Bewegen des wenigstens einen Dosierpumpelements in wenigstens einer Bewegungs-

richtung die Spulenordnung zur Erzeugung einer Magnetkraftwechselwirkung ansteuert, wobei die Ansteuervorrichtung dazu ausgebildet ist, die Spulenordnung während eines einem Dosierpumpelementenbewegungsvorgang entsprechenden Ansteuerintervalls wenigstens phasenweise gepulst anzusteuern.

[0009] Durch das gepulste Ansteuern der Spulenordnung wird ein Bewegungszustand des dadurch angetriebenen Dosierpumpelements erlangt, bei welchem eine weniger abrupte Abbremsung beim Erreichen einer Bewegungsendstellung erhalten wird.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Dosierpumpsystem kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass die Ansteuerung der Spulenordnung durch die Ansteuervorrichtung zur Erzeugung der Magnetkraftwechselwirkung das Anlegen einer während eines Ansteuerintervalls wenigstens phasenweise gepulsten Spannung an die Spulenordnung bewirkt.

[0011] Um die erforderliche Bewegung des Dosierpumpelements in den verschiedenen Bewegungsrichtungen bei möglichst einfachem Aufbau zu erlangen nimmt ein Tastverhältnis der gepulsten Ansteuerung während eines Ansteuerintervalls wenigstens phasenweise ab.

[0012] Gemäß einem weiteren besonders vorteilhaften Aspekt der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine Frequenz der Dosierpumpelementenbewegung im Bereich von 1 bis 20 Hz liegt und dass die Frequenz der gepulsten Ansteuerung im Bereich von 200 bis 2000 Hz liegt. Durch das Verringern des Tastverhältnisses in Richtung zum Ende eines Bewegungsvorgangs, d.h., das Verringern der Periode, in welcher die Spannung angelegt ist, im Verhältnis zu der Periode, in welcher keine Spannung angelegt ist, wird erreicht, dass die Geschwindigkeit des Dosierpumpelements bei Annäherung an eine Bewegungsendstellung abnimmt. Dies trägt erheblich weiter dazu bei, das Entstehen von Anschlaggeräuschen und Vibrationen zu unterdrücken.

[0013] Das Dosierpumpelement kann beispielsweise einen zum Fördern von Fluid verschiebbaren Pumpenkolben umfassen, kann gleichwohl jedoch einen Ventilschieber umfassen, durch welchen wenigstens ein Fluidströmungsweg abgesperrt bzw. freigegeben werden kann. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Prinzipien der vorliegenden Erfindung bei Dosierpumpelementen zum Einsatz zu bringen, deren Bewegungsmodus keine Linearverschiebung, sondern eine Rotationsbewegung ist.

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die eingangs genannte Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe, insbesondere zum Zuführen von Brennstoff zu einem Fahrzeugheizgerät, welche Dosierpumpe wenigstens ein durch Erregung einer Spulenordnung zur Erzeugung einer Magnetkraftwechselwirkung während eines Ansteuerintervalls bewegbares Dosierpumpelement umfasst, bei welchem Verfahren die Spulenordnung während des Ansteuerintervalls wenigstens phasenwei-

se gepulst erregt wird.

[0015] Bei diesem Verfahren ist weiter vorgesehen, dass ein Tastverhältnis der gepulsten Erregung der Spulenordnung während eines Ansteuerintervalls wenigstens phasenweise abnimmt.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausgestaltungsformen detailliert beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Längsschnittansicht einer Dosierpumpe, bei welcher die vorliegende Erfindung verwirklicht werden kann;

Fig. 2 ein Zeit-Spannungsdiagramm, welches das grundlegende Prinzip der Ansteuerung einer Spulenordnung der in Fig. 1 gezeigten Dosierpumpe veranschaulicht;

Fig. 3 vergrößert ein im Diagramm der Fig. 2 erkennbares Ansteuerintervall, während welchem die Spulenordnung der Dosierpumpe der Fig. 1 zum Verschieben eines Dosierpumpenelements erregt wird;

Fig. 4 in zeitlicher Zuordnung zu dem Spannungsverlauf der Fig. 3 die effektiv angelegte Spannung;

Fig. 5 die Verschiebung eines Dosierpumpenelements während des in Fig. 3 gezeigten Ansteuerintervalls;

Fig. 6 eine alternative Ausgestaltungsart einer Dosierpumpe, bei welcher die vorliegende Erfindung verwirklicht werden kann;

Fig. 7 ein der Fig. 3 entsprechendes Diagramm einer anderen Art der gepulsten Ansteuerung.

[0017] In Fig. 1 ist eine Dosierpumpe 10, wie sie beispielsweise in Kraftfahrzeugen zum Fördern von Brennstoff zu einem Heizgerät eingesetzt wird, im Längsschnitt dargestellt. Diese Dosierpumpe 10 umfasst allgemein einen Einlassbereich 12, in welchem flüssiger Brennstoff aufgenommen wird, sowie einen Auslassbereich 14, in welchem der durch die Dosierpumpe 10 geförderte Brennstoff abgegeben wird. Im Einlassbereich 12 ist ein Einlassstutzen 16 auf ein Gehäuseteil 18 aufgesetzt. Der durch den Einlassstutzen 16 strömende Brennstoff passiert zunächst ein Topsieb 20, bevor er in eine Öffnung 22 im Gehäuseteil 18 eintreten kann.

[0018] Das Gehäuseteil 18 ist weiterhin mit einem äußeren Gehäuse 24 verbunden, das eine Spule 26 außen umgibt. Die Spule 26 ist auf ein ringartiges Joch 28 gewickelt und über einen Kontaktsteckanschluss 30 in Verbindung mit einer Ansteuervorrichtung 32.

[0019] Mit dem äußeren Gehäuse 24 ist an der zu dem Gehäuseteil 18 entgegengesetzten Seite ein hier aus mehreren Teilen zusammengefügt Auslassstutzen 34

vorgesehen, in welchem eine Ventilkugel 36 und eine Ventildfeder 38 eines Auslassrückschlagventils 40 aufgenommen sind. Eine in dem Auslassstutzen 34 ausgebildete Durchlassöffnung 42 steht in Verbindung mit einer Pumpenkammer 44. Das Volumen dieser Pumpenkammer 44 kann durch einen in der Längsrichtung der Dosierpumpe 10 hin und her bewegbaren Pumpenkolben 46 variiert werden. Der Pumpenkolben 46 ist zusammen mit einem daran getragenen Anker 48 und einer Dichtung 50, welche die Öffnung 22 abschließen kann, durch eine Vorspannfeder 52 in der Darstellung der Fig. 1 nach rechts vorgespannt, so dass die Dichtung 50 auf dem Gehäuseteil 18 aufsitzt und dabei die Öffnung 22 abschließt. Durch Anlegen einer Spannung an die Spule 26 und somit Erregen derselben mittels der Ansteuervorrichtung 32 wird der Pumpenkolben 46 zusammen mit dem Anker 48 entgegen der Vorspannwirkung der Vorspannfeder 52 verschoben, um das Volumen der Pumpenkammer 44 zu minimieren und dabei den darin enthaltenen Kraftstoff über das Rückschlagventil 40 auszustößen.

[0020] Wird die Erregung beendet, d.h., wird keine Spannung mehr an die Spule 26 angelegt, bewegt sich der Pumpenkolben 46 der Vorspannwirkung der Feder 52 folgend wieder in die in Fig. 1 dargestellte Positionierung. Bei Erreichen der in Fig. 1 dargestellten Bewegungsendstellung kommt die Dichtung 50 in Anlage an dem Gehäuseteil 18, so dass durch die Elastizität der Dichtung 50 eine Dämpfungsfunktion erfüllt wird. Um auch in der anderen Bewegungsrichtung, also bei Erreichen der ausgehend von der in Fig. 1 erkennbaren Stellung nach links verschoben liegenden Bewegungsendstellung, eine Dämpfungsfunktion vorsehen zu können, ist eine aus elastischem Material ausgebildete Dämpfungsplatte 54 vorgesehen.

[0021] Obgleich die vorangehend beschriebenen Elemente 50 und 54 eine gewisse Dämpfungsfunktion beim Erreichen einer jeweiligen Bewegungsendstellung erfüllen, besteht vor allem bei Verschiebung des Pumpenkolbens 46 aus der in Fig. 1 dargestellten Bewegungsendstellung zur anderen Bewegungsendstellung und bei Erreichen derselben das Problem, dass durch das abrupte Anschlagen des Pumpenkolbens 46 Geräusche und Vibrationen erzeugt werden, die im Fahrzeug wahrgenommen werden können. Dieses Auftreten von Geräuschen bzw. Vibrationen ist umso unangenehmer, als, wie in Fig. 2 veranschaulicht, eine derartige Dosierpumpe zum mehr oder weniger kontinuierlichen Fördern von Brennstoff getaktet betrieben wird. So wird zum Verschieben des Pumpenkolbens 46 entgegen der Vorspannwirkung der Feder 52 in einem Ansteuerintervall I_{ein} zwischen zwei Zeitpunkten t_{ein} und t_{aus} eine Spannung U_S durch die Ansteuervorrichtung 32 an die Spule 26 angelegt, so dass durch die mittels der Spule 26 dann erzeugte Magnetkraft die angesprochene Verschiebung auftritt. Die Dauer des Ansteuerintervalls I_{ein} ist so bemessen, dass unter Berücksichtigung der Höhe der Spannung U_S die gewünschte Kolbenverschiebung erlangt wird. Im All-

gemeinen wird die Dauer dieses Intervalls I_{ein} im Bereich von 25 - 35 ms liegen, wobei hier so vorgegangen werden kann, dass das Intervall einen bestimmten Sicherheitszeitraum enthält, beispielsweise dafür, dass auch bei vergleichsweise niedrigen Umgebungstemperaturen die vollständige Bewegung des Pumpenkolbens 46 während eines derartigen Intervalls erlangt werden kann. Zum Zurückverschieben des Pumpenkolbens 46 wird dann die Erregung während eines Intervalls I_{aus} ausgesetzt. Insbesondere durch Vorgabe der Länge dieses Intervalls I_{aus} , grundsätzlich aber auch durch die Vorgabe der Länge des Ansteuerintervalls I_{ein} , kann die Arbeitsfrequenz und somit die Fördermenge der Dosierpumpe 10 eingestellt werden.

[0022] Gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung ist nun vorgesehen, dass während eines derartigen Ansteuerintervalls I_{ein} , wie es in Fig. 2 veranschaulicht ist, eine gepulste Ansteuerung der Spule 26 erfolgt. Dies wird nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 3 - 5 beschrieben.

[0023] In Fig. 3 ist ein derartiges Ansteuerintervall I_{ein} zwischen dem Einschaltzeitpunkt t_{ein} und dem Ausschaltzeitpunkt t_{aus} gezeigt. Über dieses Ansteuerintervall I_{ein} hinweg wird an die Spule 26 die Spannung U_S angelegt, aber nicht in kontinuierlicher, sondern in getakteter Art und Weise. Dabei kann die Spannung U_S aus dem Bordnetz gewonnen bzw. entnommen werden, wobei hier vorzugsweise vorgesehen sein kann, dass zum Entkoppeln von Schwankungen in der Versorgungsspannung eine Spannung U_S mit bezüglich der Bordspannung abgesenktem, jedoch grundsätzlich konstant haltbarem Niveau angelegt wird. Es ergibt sich somit ein gepulstes Ansteuersignal bzw. eine gepulste Spannung mit AN-Intervallen I_{ein} und AUS-Intervallen I_{aus} . Das Verhältnis der Zeitdauer bzw. Intervalle I_{ein} zu I_{aus} bestimmt das so genannte Tastverhältnis der an die Spule 26 angelegten Spannung. Dieses Tastverhältnis bestimmt im Wesentlichen auch die an der Spule 26 anliegende effektive Spannung. Je größer das Tastverhältnis, desto näher rückt die effektive Spannung an die Spannung U_S heran. Je niedriger das Tastverhältnis, desto weiter sinkt die effektive angelegte Spannung im Vergleich zur Spannung U_S ab.

[0024] Es hat sich gezeigt, dass alleine durch das Anlegen einer gepulsten Spannung während eines derartigen Ansteuerintervalls I_{ein} das Entstehen von Anschlaggeräuschen bei dem Erreichen der Bewegungsendstellung weitestgehend unterdrückt werden kann.

[0025] Gemäß einem weiteren in Fig. 3 erkennbaren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann zu einer weiteren Reduzierung von Anschlaggeräuschen und Vibrationen bei Erreichen einer Bewegungsendstellung dafür gesorgt werden, dass das vorangehend angesprochene Tastverhältnis über die Zeitdauer eines Ansteuerintervalls I_{ein} hinweg abnimmt. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass, wie in Fig. 3 gezeigt, die Zeitdauer der AN-Intervalle I_{ein} im Wesentlichen konstant gehalten wird, während die Zeitdauer der AUS-Intervalle I_{aus} zunimmt. Dies hat zur Folge, dass die Fre-

quenz der AN-Intervalle I_{ein} abnimmt, was einer entsprechenden Abnahme des Tastverhältnisses entspricht. Die Folge dieser Verringerung des Tastverhältnisses ist eine Abnahme der effektiven Spannung U_e , wie sie in Fig. 4 veranschaulicht ist. Diese Abnahme der effektiven an die Spule 26 angelegten Spannung U_e wiederum führt zu dem in der Fig. 5 veranschaulichten Bewegungsverhalten des Pumpenkolbens 46 während eines Ansteuerintervalls I_{ein} .

[0026] In Fig. 5 ist auf der vertikalen Achse der Stellung bzw. die Stellposition des Pumpenkolbens 46 veranschaulicht, wobei mit 0 beispielsweise der in Fig. 1 dargestellte Zustand angesprochen ist, während S_{max} den anderen Bewegungsendzustand repräsentiert, also den ausgehend von der Darstellung der Fig. 1 maximal nach links verschobenen Zustand. Die durchgezogene Kurve k_1 in Fig. 5 repräsentiert die Bewegung des Pumpenkolbens 46 bei Ansteuerung der Spule 26 mit dem in Fig. 3 gezeigten Signal. Man erkennt, dass die Steigung dieser Kurve k_1 bei Annäherung an die Bewegungsendstellung S_{max} abnimmt, was bedeutet, dass in entsprechender Weise die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens 46 abnimmt. Hier kann durch geeignete Veränderung des Tastverhältnisses beispielsweise vorgesehen sein, dass ein nahezu asymptotisches Annähern an den Bewegungsendzustand S_{max} erlangt wird, so dass ein sehr sanftes Erreichen dieser Stellung auftritt. Demgegenüber repräsentiert die Kurve k_2 in Fig. 5 den Bewegungsmodus, wie er bei ungepulster, also konstanter Ansteuerung bzw. Bestromung der Spule 26 während eines Ansteuerintervalls I_{ein} beim Stand der Technik erlangt wird.

[0027] Hier ist eine deutliche Zunahme der Geschwindigkeit des Pumpenkolbens bei Annäherung an die Bewegungsendstellung S_{max} erkennbar, was die bereits angesprochenen Probleme zur Folge hat.

[0028] Die vorangehend mit Bezug auf die Fig. 3 - 5 diskutierte Verringerung des Tastverhältnisses kann auch durch so genannte Impulsbreitenmodulation erlangt werden. Dabei kann, wie in Fig. 7 gezeigt, vorgesehen sein, dass die Summe der unmittelbar aufeinander folgenden Intervalle I_{ein} und I_{aus} konstant gehalten wird, was im Prinzip auch eine konstante Impulsfrequenz zur Folge hat, dass jedoch das Verhältnis dieser beiden Intervalle zueinander so variiert wird, dass in Richtung zum Ende eines Ansteuerintervalls I_{ein} das AN-Intervall I_{ein} abnimmt, während das AUS-Intervall I_{aus} zunimmt. Somit kann bei im Wesentlichen konstanter Ansteuerfrequenz bzw. Pulsfrequenz im Bereich von etwa 400 Hz ebenfalls eine Abnahme der effektiven Spannung während eines Ansteuerintervalls I_{ein} erlangt werden, was wiederum eine Abnahme der Bewegungsgeschwindigkeit des Pumpenkolbens nach sich zieht.

[0029] Die erfindungsgemäße gepulste Ansteuerung der Dosierpumpe 10 zum Verschieben des Pumpenkolbens 46 hat neben dem Vermeiden von Anschlaggeräuschen und Anschlagvibrationen weiter den wesentlichen Vorteil, dass die Bewegung des Pumpenkolbens 26 mit

bedeutend höherer Präzision reproduzierbar ist. Durch das Vorgeben einer definiert einstellbaren und von Schwankungen weitgehend unbeeinflussten Spannung U_S und auch das Vorgeben des sich möglicherweise über ein Ansteuerintervall I_{ein} ändernden Tastverhältnisses $I_{\text{ein}}' / I_{\text{aus}}'$ kann die Bewegung des Pumpenkolbens 46 mit hoher Präzision vorgegeben werden, was eine entsprechend präzise Vorgabe bzw. Einstellung der Fördermenge nach sich zieht.

[0030] In Fig. 6 ist eine alternative Ausgestaltungsform einer Dosierpumpe gezeigt. Komponenten, welche vorangehend beschriebenen Komponenten hinsichtlich Aufbau bzw. Funktion entsprechen, sind mit dem selben Bezugszeichen unter Hinzufügung eines Anhangs "a" bezeichnet.

[0031] Bei der in Fig. 6 dargestellten Dosierpumpe 10a ist der Pumpenkolben 46a in einem Zylinderbauteil 60a bewegbar, in welchem auch die Pumpenkammer 40a bereitgestellt ist. Der Pumpenkolben 46a steht wieder unter Vorspannung der Feder 52a, die den Pumpenkolben 46a in Richtung Minimierung des Pumpenkammervolumens 44a vorspannt. Es ist ansonsten dem Pumpenkolben 46a jedoch keine weitere ansteuerbare Antriebsanordnung zugeordnet.

[0032] In axialer Verlängerung des Pumpenkolbens 46a ist ein stiftartig ausgebildetes Ventilelement 62a vorgesehen. Dieses ist nunmehr mit dem Anker 48a fest verbunden und steht unter Vorspannung einer Vorspannfeder 64a. Die Vorspannfeder 64a beaufschlagt das Ventilelement 62a derart, dass dieses in eine Bewegungsendstellung vorgespannt ist, in welcher eine Dämpfungsplatte 66a auf dem Einlassstutzen 16a aufliegt. Bei Erregung der Spule 26a durch entsprechende Ansteuerung vermittelt der Ansteuervorrichtung 32a wird durch die magnetische Wechselwirkung das Ventilelement 62a zusammen mit dem Anker 48a dann in die in Fig. 6 dargestellte Positionierung bzw. Bewegungsendstellung entgegen der Vorspannung der Feder 64a bewegt. In dieser Stellung ist eine am Ventilelement 62a vorgesehene schräg verlaufende Nut 68a derart positioniert, dass sie eine Verbindung der Pumpenkammer 44a mit einem Auslasskanal 70a herstellt, während ein Einlasskanal 72a nicht mit der Pumpenkammer 44a verbunden ist. Wird die Erregung der Spule 26a beendet, so dass das Ventilelement 62a aus der in Fig. 6 veranschaulichten Stellung nach rechts in seine andere Bewegungsendstellung verschoben wird, so stellt die Nut 68a eine Verbindung des Einlasskanals 72a mit der Pumpenkammer 44a her.

[0033] Diese in Fig. 6 dargestellte Dosierpumpe 10a funktioniert derart, dass bei in der in Fig. 6 nicht dargestellten Bewegungsendstellung positioniertem Ventilelement 62a und dann vorhandener Verbindung der Pumpenkammer 44a mit dem Einlasskanal 72a bzw. dem Einlassbereich 12a unter Vordruck gelieferter flüssiger Brennstoff in die Pumpenkammer 44a einströmen kann und den Pumpenkolben 46a entgegen der Vorspannung der Feder 52a aus der in Fig. 6 gezeigten Positio-

nierung nach links in Richtung Maximierung des Pumpenkammervolumens verschieben kann. Wird dann die Spule 26a erregt, verschiebt sich das Ventilelement 62a in die in Fig. 6 dargestellte Positionierung, so dass nunmehr die Verbindung zwischen der mit flüssigem Brennstoff gefüllten Pumpenkammer 44a und dem Einlassbereich 12a unterbrochen ist, während diese Pumpenkammer 44a nunmehr mit dem unter geringerem Druck stehenden Auslassbereich 14a über den Auslasskanal 70a verbunden ist. Der Pumpenkolben 46a kann dann bedingt durch die Vorspannung der Feder 52a den in der Pumpenkammer 44a enthaltenen flüssigen Brennstoff über den Auslasskanal 70a zum Auslassbereich 14a fördern.

[0034] Aus der vorangehenden Beschreibung erkennt man, dass auch die in Fig. 6 dargestellte Dosierpumpe 10a ein durch Erregung einer Spule 26a bewegbares Dosierpumpelement, nämlich das Ventilelement 62a, aufweist, das somit zwischen zwei Bewegungsendstellungen hin und her bewegt wird. Auch hier besteht grundsätzlich die Gefahr, dass bei Erreichen einer Bewegungsendstellung, insbesondere bei Erreichen der in Fig. 6 dargestellten Bewegungsendstellung, Anschlaggeräusche und Vibrationen erzeugt werden. Ebenso wie vorangehend mit Bezug auf die Dosierpumpe der Fig. 1 beschrieben, kann bei der in Fig. 6 dargestellten Dosierpumpe 10a die Ansteuervorrichtung 32a während der Ansteuerintervalle, die zum Verschieben des Ventilelements 62a in die in Fig. 6 gezeigte Bewegungsendstellung vorgesehen sind, gepulst angesteuert werden, um die vorangehend beschriebenen Effekte zu erreichen. Auch hier kann das Tastverhältnis über die Dauer eines Ansteuerintervalls hinweg variiert bzw. verringert werden, beispielsweise durch Frequenzerhöhung oder durch Impulsbreitenmodulation, um auch bei dem Ventilelement 62a den in Fig. 5 anhand der Kurve k_1 veranschaulichten Bewegungsmodus zu erlangen.

[0035] Selbstverständlich ist es bei beiden vorangehend beschriebenen Ausgestaltungsformen auch möglich, das Tastverhältnis und somit auch die effektive Spannung über die Dauer eines zum Verschieben eines Dosierpumpelements vorgesehenen Ansteuerintervalls hinweg konstant zu lassen.

Patentansprüche

1. Dosierpumpensystem, insbesondere zur dosierten Brennstoffzufuhr zu einem Fahrzeugheizgerät, umfassend eine Dosierpumpe (10; 10a) mit wenigstens einem zwischen zwei Bewegungsendstellungen bewegbaren Dosierpumpelement (46; 62a) und einem dem wenigstens einen Dosierpumpelement (46; 62a) zugeordneten Dosierpumpelementenantrieb (26, 32; 26a, 32a), wobei der Dosierpumpelementenantrieb (26, 32; 26a, 32a) eine Spulenordnung (26; 26a) und eine Ansteuervorrichtung (32; 32a) umfasst, welche zum Bewegen des wenigstens

- einen Dosierpumpelemente (46; 62a) in wenigstens einer Bewegungsrichtung die Spulenordnung (26; 26a) zur Erzeugung einer Magnetkraftwechselwirkung ansteuert, wobei die Ansteuervorrichtung (32; 32a) dazu ausgebildet ist, die Spulenordnung (26; 26a) während eines einem Dosierpumpelementenbewegungsvorgang entsprechenden Ansteuerintervalls (I_{ein}) wenigstens phasenweise gepulst anzusteuern,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Tastverhältnis (I_{ein}' / I_{aus}') der gepulsten Ansteuerung während eines Ansteuerintervalls (I_{ein}) wenigstens phasenweise abnimmt.
2. Dosierpumpsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der Spulenordnung (26; 26a) durch die Ansteuervorrichtung (30; 32a) zur Erzeugung der Magnetkraftwechselwirkung das Anlegen einer während eines Ansteuerintervalls (I_{ein}) wenigstens phasenweise gepulsten Spannung (U_S) an die Spulenordnung (26; 26a) bewirkt.
 3. Dosierpumpsystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Dosierpumpelement (46; 62a) zum Durchführen eines Bewegungsvorgangs in einer ersten Bewegungsrichtung vorgespannt ist und dass die Ansteuervorrichtung (32; 32a) die Spulenordnung (26; 26a) zum Durchführen eines Bewegungsvorgangs des wenigstens einen Dosierpumpelements (46; 62a) in einer der ersten Bewegungsrichtung entgegengesetzten zweiten Bewegungsrichtung entgegen der Vorspannung ansteuert.
 4. Dosierpumpsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Frequenz der Dosierpumpelementenbewegung im Bereich von 1 bis 20 Hz liegt und dass eine Frequenz der gepulsten Ansteuerung der Spulenordnung (26; 26a) im Bereich von 200 bis 2000 Hz liegt.
 5. Dosierpumpsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Dosierpumpelement (46) einen zum Fördern von Fluid verschiebbaren Pumpenkolben (46) umfasst.
 6. Dosierpumpsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Dosierpumpelement (62a) einen zum Ab sperren/Freigeben wenigstens eines Fluidströmungsweges (70a, 72a) verschiebbaren Ventilschieber (62a) umfasst.
 7. Dosierpumpsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitdauer von AN-Intervallen (I_{ein}'), während welchen in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) eine Spannung an der Spulenordnung (26; 26a) anliegt, in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) konstant ist und die Zeitdauer von AUS-Intervallen (I_{aus}'), während welchen in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) keine Spannung an der Spulenordnung (26; 26a) anliegt, in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) zunimmt.
 8. Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe, insbesondere zum Zuführen von Brennstoff zu einem Fahrzeugheizgerät, welche Dosierpumpe (10; 10a) wenigstens ein durch Erregung einer Spulenordnung (26; 26a) zur Erzeugung einer Magnetkraftwechselwirkung während eines Ansteuerintervalls (I_{ein}) bewegbares Dosierpumpelement (46; 62a) umfasst, bei welchem Verfahren die Spulenordnung (26; 26a) während des Ansteuerintervalls (I_{ein}) wenigstens phasenweise gepulst erregt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Tastverhältnis (I_{ein}' / I_{aus}') gepulsten Erregung der Spulenordnung (26; 26a) während eines Ansteuerintervalls (I_{ein}) wenigstens phasenweise abnimmt.
 9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitdauer von AN-Intervallen (I_{ein}'), während welchen in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) eine Spannung an der Spulenordnung 26; 26a anliegt, in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) konstant ist und die Zeitdauer von AUS-Intervallen (I_{aus}'), während welchen in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) keine Spannung an der Spulenordnung 26; 26a anliegt, in einem Ansteuerintervall (I_{ein}) zunimmt.
- 40 **Claims**
1. A dosing pump system, in particular for a dosed fuel supply to a vehicle heating device, comprising a dosing pump (10; 10a) with at least one dosing pump element (46; 62a) being moveable between two movement end positions and a dosing pump element drive (26, 32; 26a, 32a) being associated with the at least one dosing pump element (46; 62a), the dosing pump element drive (26, 32; 26a, 32a) comprising a coil arrangement (26; 26a) and an actuation device (32; 32a), actuating the coil arrangement (26; 26a) for producing a magnetic force interaction for moving the at least one dosing pump element (46; 62a) in at least one direction of movement, the actuation device (32; 32a) being arranged for actuating the coil arrangement (26; 26a) in a pulsed manner at least during certain phases during an actuation interval (I_{on}) corresponding to a dosing pump element move-

ment process,

characterized by a duty cycle (I_{on}/I_{off}) of the pulsed actuation decreasing at least during certain phases of an actuation interval (I_{on}).

2. Dosing pump system according to claim 1, **characterized by** the actuation of the coil arrangement (26; 26a) by the actuation device (30; 32a) for producing the magnetic force interaction leading to the application of a voltage (U_s) being pulsed at least during certain phases of an actuation interval (I_{on}) to the coil arrangement (26; 26a).
3. Dosing pump system according to claim 1 or 2, **characterized by** the at least one dosing pump element (46; 62a) being biased for carrying out a movement process in a first direction of movement and by the actuation device (32; 32a) actuating the coil arrangement (26; 26a) for carrying out a movement process of the at least one dosing element (46; 62a) in a second direction of movement in opposition to the first direction of movement against the bias.
4. Dosing pump system according to one of claims 1 to 3, **characterized by** a frequency of the dosing pump element movement having a range of 1 to 20 Hz and by a frequency of the pulsed actuation of the coil arrangement (26; 26a) having a range of 200 to 2000 Hz.
5. Dosing pump system according to one of claims 1 to 4, **characterized by** the at least one dosing pump element (46) comprising a slidable pump piston (46) for delivering fluid.
6. Dosing pump system according to one of claims 1 to 5, **characterized by** the at least one dosing pump element (62a) comprising a slidable gate valve (62a) for closing off/releasing at least one fluid flow path (70a, 72a).
7. Dosing pump system according to one of claims 1 to 6, **characterized by** the duration of ON-intervals (I_{on} '), during which in an actuation interval (I_{on}) a voltage is applied to the coil arrangement (26; 26'), being constant during an actuation interval (I_{on}) and by the duration of OFF-intervals (I_{off} '), during which in an actuation interval (I_{on}) no voltage is applied to the coil arrangement (26; 26a), increasing during an actuation interval (I_{on}).
8. Method for operating a dosing pump, in particular for supplying fuel to a vehicle heating device, the dosing pump (10; 10a) comprising at least one dosing pump

element (46; 62a) moveable by exciting a coil arrangement (26; 26a) for producing a magnetic force interaction during an actuation interval (I_{on}), wherein during the method the coil arrangement (26; 26a) is excited in a pulsed manner at least during certain phases of the actuation interval (I_{on}),

characterized by a duty cycle (I_{on}/I_{off}) of the pulsed actuation of the coil arrangement (26; 26a) decreasing at least during certain phases of an actuation interval (I_{on}).

9. Procedure according to claim 8, **characterized by** the duration of ON-intervals (I_{on} '), during which in an actuation interval (I_{on}) a voltage is applied to the coil arrangement (26; 26'), being constant during an actuation interval (I_{on}) and by the duration of OFF-intervals (I_{off} '), during which in an actuation interval (I_{on}) no voltage is applied to the coil arrangement (26; 26a), increasing during an actuation interval (I_{on}).

Revendications

1. Un système de pompe doseuse, en particulier pour une alimentation en combustible dosée d'un dispositif de chauffage d'un véhicule, comprenant une pompe doseuse (10; 10a) avec au moins un élément de pompe doseuse (46; 62a) mobile entre deux positions finales de mouvement et avec un entraînement d'élément de pompe doseuse (26, 32; 26a, 32a) associé à ce au moins un élément de pompe doseuse (46; 62a), l'entraînement d'élément de pompe doseuse (26, 32; 26a, 32a) comprenant un arrangement de bobines (26; 26a) et un dispositif d'activation (32; 32a), activant l'arrangement de bobines (26; 26a) pour produire une interaction de forces magnétiques pour avancer le au moins un élément de pompe doseuse (46; 62a) dans au moins une direction de mouvement, le dispositif d'activation (32; 32a) étant façonné pour activer l'arrangement de bobines (26; 26a) d'une manière pulsée au moins pendant certaines phases pendant un intervalle d'activation (I_{on}) correspondant à un processus de mouvement de l'élément de pompe doseuse, **caractérisé par** un rapport impulsion/pause (I_{on}' / I_{off}') de l'activation pulsée diminuant au moins pendant certaines phases pendant un intervalle d'activation (I_{on}).
2. Un système de pompe doseuse selon la revendication 1, **caractérisé par** l'activation de l'arrangement de bobines (26; 26a) par le dispositif d'activation (32; 32a) pour produire l'interaction des forces magnétiques occasionnant l'application d'un voltage (U_s) à l'arrangement de bobines (26; 26a) qui, pendant un intervalle d'activation (I_{on}), est pulsé, au moins pen-

- dant certaines phases.
3. Un système de pompe doseuse selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé par le au moins un élément de pompe doseuse (46; 62a) étant précontraint dans une première direction de mouvement pour effectuer une procédure de mouvement et par le dispositif d'activation (32; 32a) activant l'arrangement de bobines (26; 26a) dans une deuxième direction opposée à la première direction contre la précontrainte pour effectuer une procédure de mouvement du au moins un élément de pompe doseuse (46; 62a). 5
 4. Un système de pompe doseuse selon une des revendications 1 à 3,
caractérisé par une fréquence du mouvement de l'élément de pompe doseuse étant dans une gamme de 1 à 20 Hz et par une fréquence de l'activation pulsée de l'arrangement de bobines (26; 26a) étant dans une gamme de 200 à 2000 Hz. 10 15 20
 5. Un système de pompe doseuse selon une des revendications 1 à 4,
caractérisé par le au moins un élément de pompe doseuse (46) comprenant un piston de pompe (46) mobile pour promouvoir du fluide. 25
 6. Un système de pompe doseuse selon une des revendications 1 à 5,
caractérisé par le au moins un élément de pompe doseuse (62a) comprenant un robinet-vanne (62a) mobile pour bloquer/libérer au moins un courant de fluide (70a, 72a). 30 35
 7. Un système de pompe doseuse selon une des revendications 1 à 6,
caractérisé par la durée des intervalles ON (I_{on}), durant lesquels pendant un intervalle d'activation (I_{on}) un voltage est appliqué à l'arrangement de bobines (26; 26a), étant constante pendant un intervalle d'activation (I_{on}) et par la durée des intervalles OFF (I_{off}), durant lesquels pendant un intervalle d'activation (I_{on}) aucun voltage n'est appliqué à l'arrangement de bobines (26; 26a), augmentant pendant un intervalle d'activation (I_{on}). 40 45
 8. Une méthode pour opérer une pompe doseuse, en particulier pour conduire du combustible à un dispositif de chauffage d'un véhicule, cette pompe doseuse (10 ; 10a) comprenant au moins un élément de pompe doseuse (46; 62a) mobile par l'excitation d'un arrangement de bobines (26; 26a) pour produire une interaction de forces magnétiques pendant un intervalle d'activation (I_{on}), l'arrangement de bobines (26; 26a) étant au moins par phases excité d'une manière pulsée pendant cette méthode, **caractérisé par** un rapport impulsion/pause (I_{on}' / I_{off}) de l'activation pul- 50 55
- sée de l'arrangement de bobines (26; 26a) diminuant par phases pendant un intervalle d'activation (I_{on}).
9. Une méthode selon la revendication 8,
caractérisée par la durée des intervalles ON (I_{on}), durant lesquels pendant un intervalle d'activation (I_{on}) un voltage est appliqué à l'arrangement de bobines (26; 26a), étant constante pendant un intervalle d'activation (I_{on}) et par la durée des intervalles OFF (I_{off}), durant lesquels pendant un intervalle d'activation (I_{on}) aucun voltage n'est appliqué à l'arrangement de bobines (26; 26a), augmentant pendant un intervalle d'activation (I_{on}).

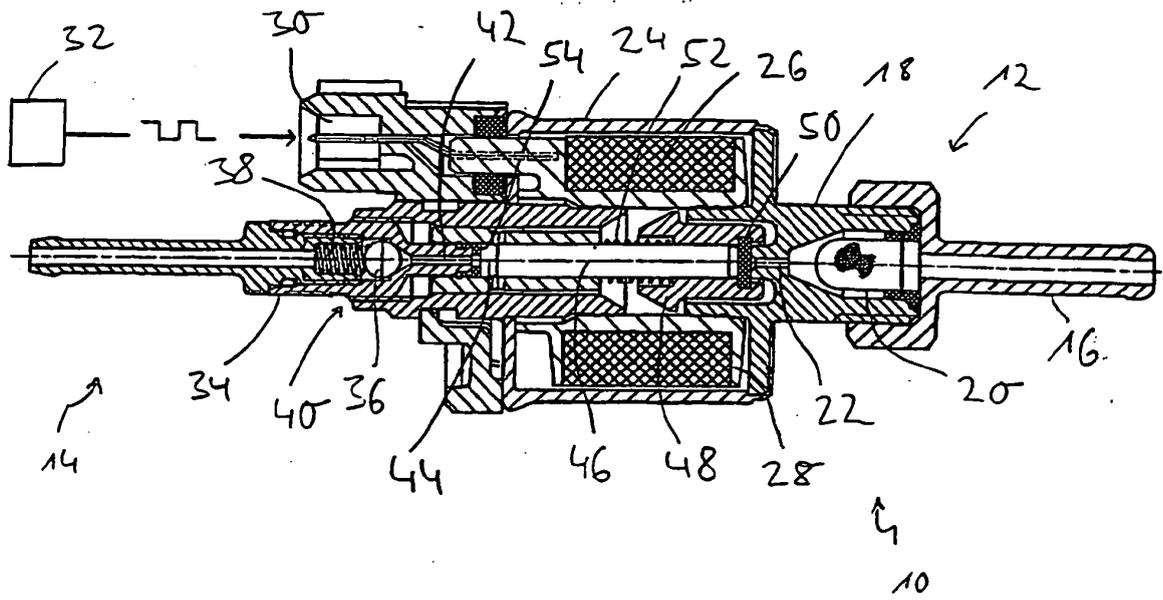


Fig. 1

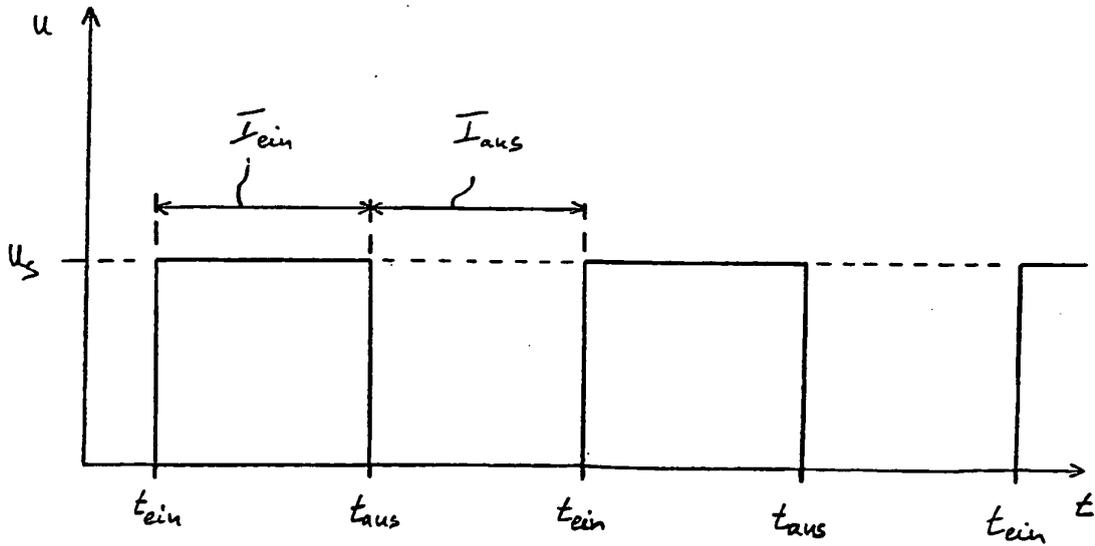


Fig. 2

Fig. 3

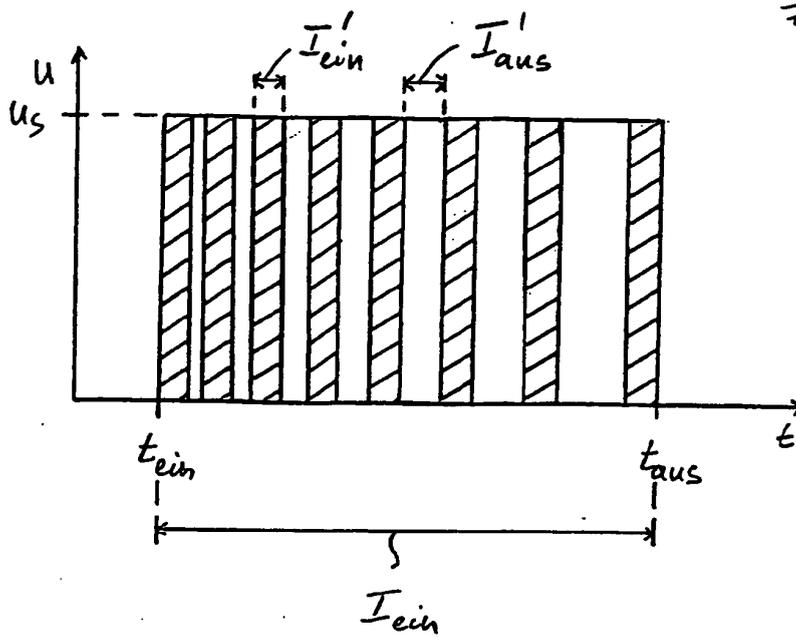


Fig. 4

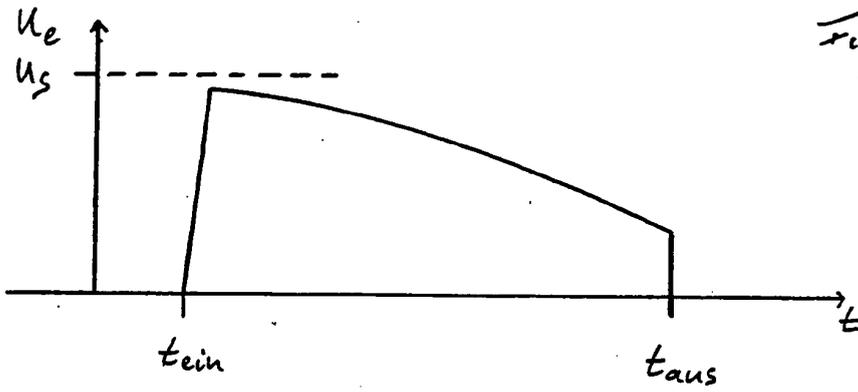
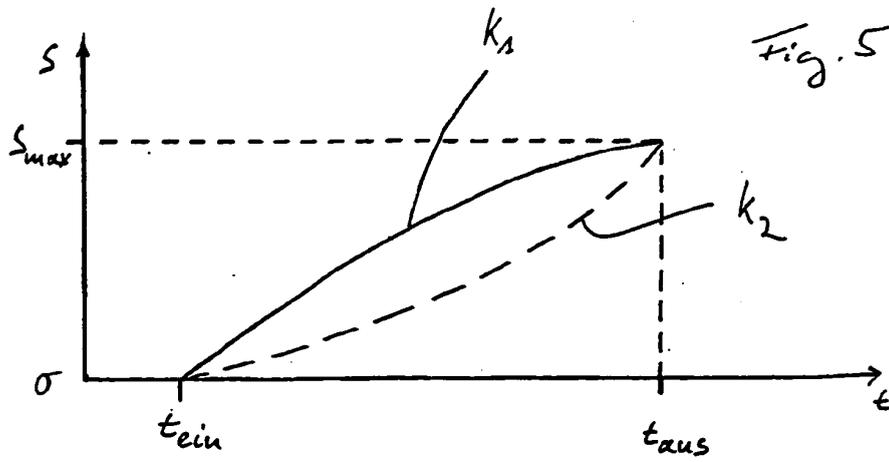


Fig. 5



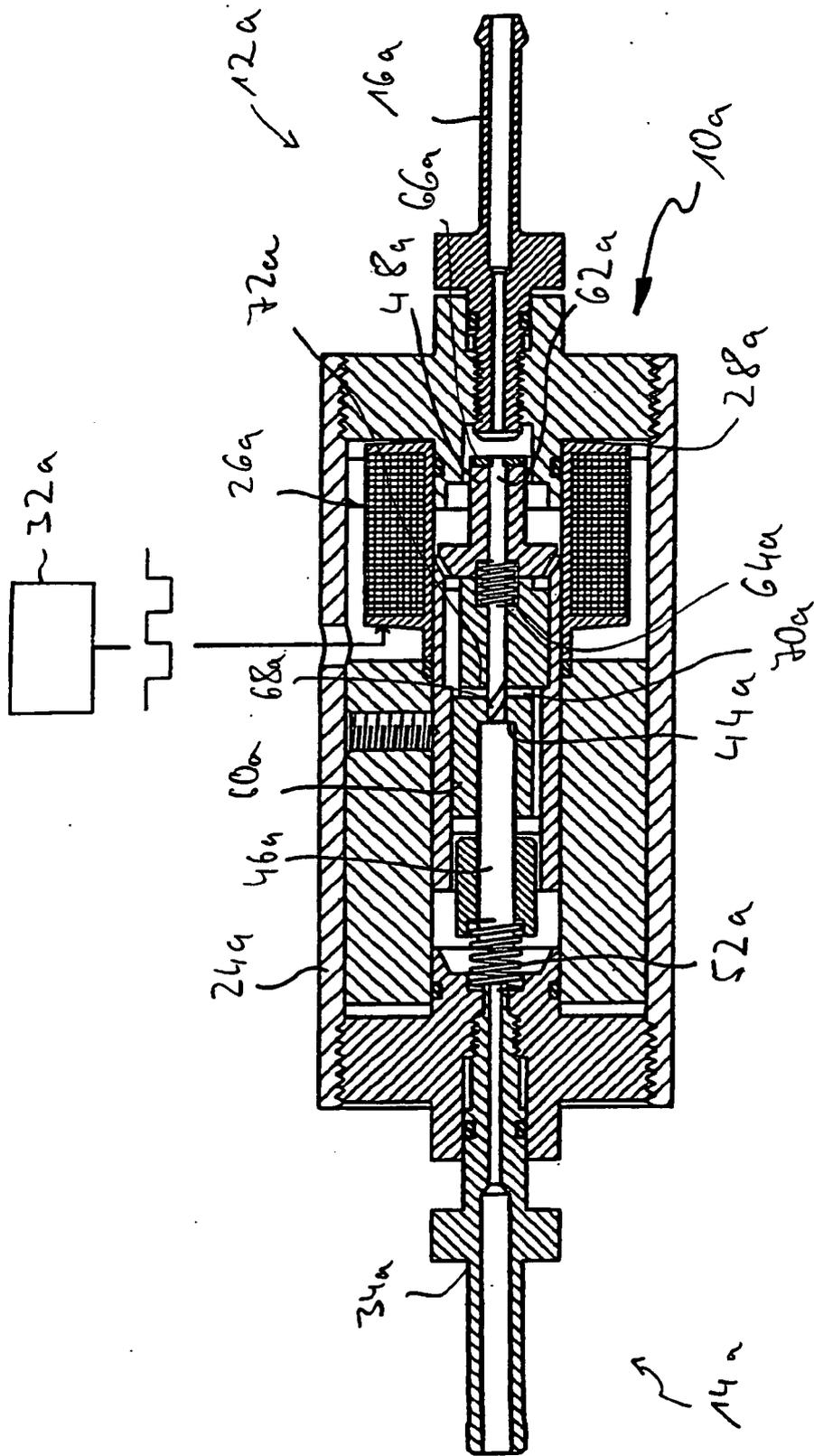


Fig. 6

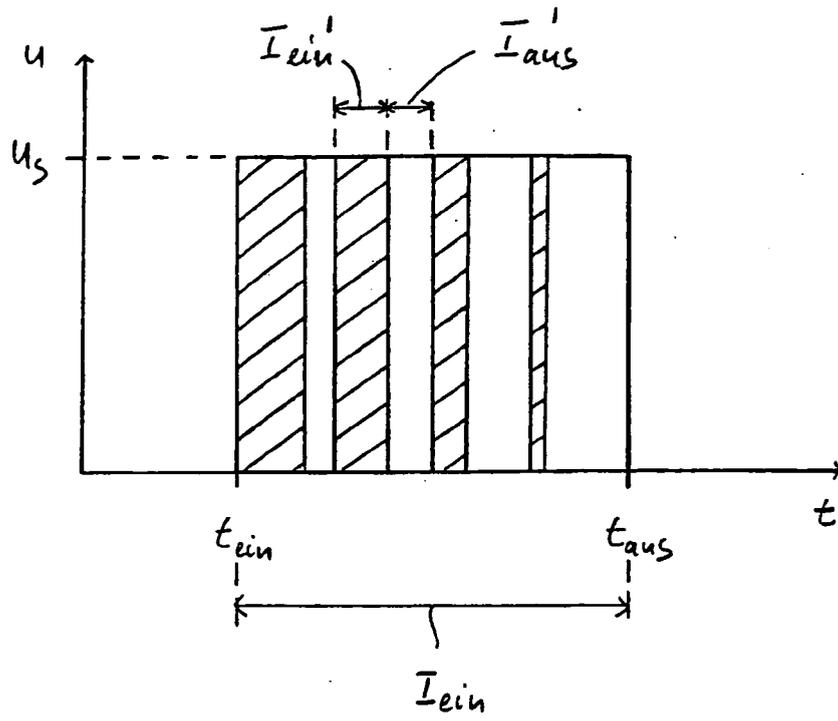


Fig. 7

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 10103224 C1 [0004]
- DE 10152782 A1 [0005]
- DE 2822442 B1 [0006]