



(11) **EP 2 002 110 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.10.2009 Patentblatt 2009/44

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 ^(2006.01) **F02M 53/04** ^(2006.01)
F02M 53/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07701330.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2007/000086

(22) Anmeldetag: **16.02.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/112462 (11.10.2007 Gazette 2007/41)

(54) **VERFAHREN ZUR VORWÄRMUNG VON EINSPRITZINJEKTOREN VON
BRENNKRAFTMASCHINEN**

METHOD OF PREHEATING INJECTORS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

PROCÉDÉ DE PRÉCHAUFFAGE D'INJECTEURS DE MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

- **REHBICHLER, Gerhard**
A-5660 Taxenbach (AT)
- **SCHNEDT, Johannes**
A-5020 Salzburg (AT)

(30) Priorität: **03.04.2006 AT 5692006**

(74) Vertreter: **Haffner und Keschmann Patentanwälte**
OG
Schottengasse 3a
1014 Wien (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.12.2008 Patentblatt 2008/51

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 431 189 DE-A1- 10 031 852
GB-A- 2 307 513 JP-A- 8 014 123

(72) Erfinder:
• **HLOUSEK, Jaroslav**
A-5440 Golling (AT)

EP 2 002 110 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 sowie eine Vorrichtung zur Vorwärmung von wenigstens einem ein durch einen Elektromagneten ansteuerbares Ventil aufweisenden Einspritzinjektoren von Brennkraftmaschinen, bei welchem vor dem Motorstart die Spule des Elektromagneten bestromt wird.

[0002] Grundsätzlich besteht ein Injektor für ein Einspritzsystem, insbesondere für ein Common-Rail-Dieseleinspritzsystem aus mehreren Teilen, die in der Regel von einer Düsenspannmutter zusammen gehalten werden. Im Körper der eigentlichen Injektordüse ist eine Düsennadel längsverschieblich geführt, die mehrere Freiflächen aufweist, über die aus dem Düsenvorraum Kraftstoff zur Düsennadelspitze strömen kann. An der Düsennadelspitze befindet sich in der Regel ein Dichtsitz, der bei geschlossener Düsennadel verhindert, dass Kraftstoff in den Brennraum gelangt. Die Düsennadel besitzt am Umfang einen Bund, auf dem sich eine Druckfeder abstützt, die schließend auf die Düsennadel wirkt. Das der Düsennadelspitze entgegengesetzte Ende der Düsennadel mündet in einen Steuerraum, der mit unter Druck stehendem Kraftstoff beaufschlagbar ist. An diesen Steuerraum können mindestens ein Zulaufkanal und mindestens ein Ablaufkanal angeschlossen sein. Alle angeschlossenen Kanäle können mindestens eine Drosselstelle aufweisen. Den Druck im Steuerraum kann ein Steuerventil kontrollieren, das meist ein Elektromagnet betätigt. Bei Betätigen des Ventils kann Kraftstoff aus dem Steuerraum abfließen, sodass dort der Druck sinkt. Unterhalb eines einstellbaren Steuerraumdrucks öffnet der Kraftstoffdruck am Dichtsitz die Düsennadel, und Kraftstoff wird über mindestens ein Spritzloch in den Brennraum eingespritzt. Die Durchflussmengen durch die einzelnen mit Drosseln versehenen Kanäle bestimmen dabei die Öffnungs- und die Schließgeschwindigkeit der Düsennadel.

[0003] Wird ein derartiger Injektor mit hochviskosen Kraftstoffen - beispielsweise Schweröl - betrieben, kann es notwendig sein, den Kraftstoff zu erwärmen, um die notwendige Einspritzviskosität zu erreichen. Es ist daher üblich, bei Verwendung von derartigen Kraftstoffen das Einspritzsystem vor Abstellen des Motors mit einem zweiten Kraftstoff geringer Viskosität - beispielsweise Dieselöl - zu spülen. Dadurch wird verhindert, dass hochviskoser Kraftstoff im Injektor abkühlt und die Funktion des Einspritzsystems während des Motorstarts beeinträchtigt oder gar unmöglich macht.

[0004] Die US 5201341 A zeigt und beschreibt ein elektromagnetisches Ventil zur Kontrolle eines Fluidstroms, wie es bei Kraftstoffinjektoren zum Einsatz gelangen kann, bei welchem der aufzuheizende Kraftstoff von einem fluktuierenden Magnetfeld, welches durch die Spule eines Elektromagneten erzeugt wird, aufgeheizt wird.

[0005] Die DE 10100375 A1 zeigt und beschreibt ein Verfahren zum Betreiben eines Heizölbrenners mit einer

Zerstäubereinrichtung, die einen von Heizöl durchströmten mittels elektrischer Energie beheizbaren Düsenstock aufweist, bei welchem durch geeignete Bestromung der Aktuatorspule eines Magnetventils die Heizenergie zur Aufheizung des Heizöls eingeleitet wird. Bei diesem Verfahren erfolgt die Beheizung durch den dem Aktuator zugeführten Strom sowohl während der Betätigungsphase des Magnetventils als auch während der Aufheizphase bei geschlossenem Magnetventil.

[0006] Aus der DE 10136049 A1 ist ein Verfahren zur Erwärmung von Kraftstoff in einem eine oder mehrere Magnetspulen enthaltenden Kraftstoffinjektor bekannt geworden, bei dem die Injektormagnetspule eines Kraftstoffinjektors zur Aufheizung des Kraftstoffs genutzt wird. Das in dieser Literaturstelle vorgeschlagene Verfahren lässt sich sowohl bei solchen Kraftstoffinjektoren, die eine einspulige Magnetanordnung aufweisen, einsetzen als auch bei solchen Kraftstoffinjektoren, die eine doppelspulige Magnetanordnung zur Ansteuerung des Kraftstoffeinspritzventils aufweisen. Die Magnetspule am Kraftstoffinjektor wird hierbei als Heizelement geschaltet, wodurch einerseits ein zusätzliches Heizelement eingespart werden kann, was Kosten und Bauraum spart, und andererseits durch die Anordnung der Magnetspulen im Kraftstoffinjektor gewährleistet ist, dass sich eine schnelle Erwärmung des Injektorkörpers einstellt und damit eine rasche Erwärmung des von einer Kraftstoffförderanlage oder eines Hochdrucksammelraums zufließenden Kraftstoffvolumens erfolgt.

[0007] Aus der DE 4431189 A1 ist ein Verfahren zum Vorwärmen des Kraftstoffs für Brennkraftmaschinen bekannt, bei dem mittels eines elektrisch betätigten Einspritzventils für den Kraftstoff bei kaltem Kraftstoff die elektrische Verlustleistung der elektrischen Betätigung erhöht und deren Abwärme zum Vorwärmen des Kraftstoffs eingesetzt wird. Mittels des vorgeschlagenen Verfahrens wird als Ersatz für gesonderte elektrische Heizelemente vorgeschlagen, bei Motoren mit elektrisch bzw. elektromagnetisch betätigten Einspritzdüsen die Wärmeenergie zur Beheizung des Kraftstoffs über eine künstliche Erhöhung der Energiezufuhr zur elektrischen bzw. elektromagnetischen Ventilbetätigung der Einspritzventile zuzuführen. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass beim Öffnen der Fahrzeughür ein elektrischer Kontakt geschlossen wird, welcher in Abhängigkeit von der Umgebungs- und Rühlmitteltemperatur für eine definierte Zeit oder bis zum Erreichen einer definierten Kraftstofftemperatur einen elektrischen Strom durch die Wicklungen von Einspritzdüsen strömen lässt. Dabei ist sichergestellt, dass trotz dieser Maßnahmen noch kein Kraftstoff zur Einspritzung gelangt.

[0008] Allerdings ist bei dem aus der DE 4431189 A1 bekannt gewordenen Verfahren keinesfalls sichergestellt, dass auch hochviskose Kraftstoffe, wie beispielsweise Schweröl, ausreichend aufgewärmt werden, dass eine für die Einspritzung erforderliche Reduktion der Viskosität erfolgt. Insbesondere ist keine Kontrolle vorgesehen, ob die Aufwärmung des Injektors tatsächlich zu dem

gewünschten Ergebnis führt, nämlich, dass das Ventilschließglied frei und ohne Behinderung durch zähflüssiges Schweröl beweglich ist.

[0009] Die vorliegende Erfindung zielt daher ausgehend von der DE 4431189 A1 darauf ab, ein Verfahren zur Vorwärmung des Einspritzsystems zu schaffen, welches auch für mit hochviskosen Kraftstoffen, wie beispielsweise mit Schweröl, betriebene Injektoren geeignet ist und welches eine Regelung der Aufwärmzeit und der Aufwärmtemperatur erlaubt, sodass sichergestellt ist, dass die Aufwärmung bis zur Erreichung eines unbeeinträchtigten Betriebszustandes vorgenommen wird.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe ist das erfindungsgemäße Verfahren im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass die Spule des Elektromagneten periodisch mit einer Vorwärmespannung beaufschlagt wird und dass der Stromverlauf in der Spule überwacht und einer Auswertung zur Erkennung von durch Ankerrückwirkungen bewirkten lokalen Stromminima und/oder -maxima unterzogen wird. Durch eine derartige Vorgangsweise kann bei jedem der periodisch vorgenommenen Bestromungsvorgänge eine Überwachung erfolgen, ob die Vorwärmung des Einspritzinjektors bereits zu einer derartigen Reduktion der Viskosität geführt hat, dass das Ventilschließglied des Magnetventils frei bewegbar ist. Die Bewegbarkeit des Ventilschließglieds wird hierbei anhand der Ankerrückwirkungen erkannt, wobei die Ankerrückwirkungen durch lokale Stromminima und/oder Strommaxima erkennbar sind. Auf dieser Basis kann eine präzise Steuerung des Aufwärmvorgangs vorgenommen werden, wobei gleichzeitig eine Überhitzung vermieden werden kann. Im Anschluss an jeden der periodisch vorgenommenen Bestromungsvorgänge wird bevorzugt der Elektromagnet kurzgeschlossen und es ist daher gemäß einer bevorzugten Verfahrensweise vorgesehen, dass die Spule des Elektromagneten periodisch abwechselnd mit einer Vorwärmespannung beaufschlagt und kurzgeschlossen wird.

[0011] Um sicherzustellen, dass die Bewegbarkeit des Ventilschließglieds auf Grund der Ankerrückwirkungen erkennbar ist, wird mit Vorteil die Größe der Vorwärmespannung derart gewählt, dass das Ventilschließglied bewegt wird, bevor der Strom in der Spule ein Sättigungsniveau erreicht. Eine präzisere Steuerung kann dadurch erreicht werden, dass die Größe der Vorwärmespannung derart gewählt wird, dass das Ventilschließglied seinen maximalen Hub erreicht, bevor der Strom in der Spule ein Sättigungsniveau erreicht. Bei Wahl einer derartigen Vorwärmespannung kann anhand der Beobachtung des Stroms in der Spule sicher festgestellt werden, wann die Beweglichkeit des Ventilschließglieds ein Ausmaß erreicht hat, dass der maximale Hub durchfahren werden kann und somit eine reguläre Betriebsweise des Einspritzinjektors gewährleistet ist.

[0012] Um eine ausreichende Dynamik des Ventilschließglieds sicherzustellen wird bevorzugt derart vorgegangen, dass die Zeitspanne zwischen der Beaufschlagung der Spule mit der Vorwärmespannung und

dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Stromminimums gemessen wird und die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessene Zeitspanne ein definiertes Sollmaß unterschreitet. Die Erfassung der Zeitspanne zwischen der Beaufschlagung der Spule mit der Vorwärmespannung und dem Auftreten eines Stromminimums im Strom der Spule erlaubt es die Vorwärmung solange durchzuführen, bis die Reduktion der Viskosität des Kraftstoffs, und insbesondere des Schweröls, zu einer ausreichend schnellen Betätigung, und insbesondere zu einem ausreichend schnellen Öffnen des Ventilschließglieds, führt. Was den Schließvorgang des Ventilschließglieds betrifft, so kann eine ausreichende Geschwindigkeit dieses Schließvorgangs dann festgestellt werden, wenn bevorzugt derart vorgegangen wird, dass die Zeitspanne zwischen dem Kurzschließen der Spule und dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Strommaximums gemessen wird und die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessene Zeitspanne ein definiertes Sollmaß unterschreitet.

[0013] Um eine Überhitzung der Spule durch eine zu rasche Abfolge der periodisch eingeleiteten Bestromungsvorgänge zu verhindern, wird bevorzugt derart vorgegangen, dass die Temperatur der Spule überwacht wird und die Zeitabstände zwischen den Bestromungsperioden in Abhängigkeit von der Temperatur geregelt werden. Hierbei wird die Temperatur der Spule in einfacher Weise aus dem Widerstand der Spule errechnet.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigen Fig.1 und 2 den grundsätzlichen Aufbau eines Injektors gemäß dem Stand der Technik, Fig.3 eine Ausführungsvariante der Ventilgruppe zur Steuerung der Düsennadel, Fig.4 zeigt beispielhaft den Strom- und Spannungsverlauf in der Spule des Magnetventils während des Einspritzvorgangs. In Fig.5 schließlich ist eine im Rahmen der vorliegenden Erfindung mögliche Ansteuerung des Magnetventils zur Vorwärmung des Einspritzinjektors dargestellt.

[0015] In den Fig. 1 und 2 ist ein Einspritzinjektor 1 dargestellt, der aus einem Injektorkörper 2, einer Ventilgruppe bzw. einem Ventil 3, einer Zwischenplatte 4, einer Injektordüse 5 und einer Düsenspannmutter 6 besteht. Die Injektordüse 5 enthält die Düsennadel 7, die in der Injektordüse 5 längsverschieblich geführt ist und mehrere Freiflächen aufweist, über die Kraftstoff vom Düsenvorraum 8 zur Düsennadelspitze 9 strömen kann. Bei Öffnung der Düsennadel 7 wird Kraftstoff über mindestens ein Spritzloch 10 in den Brennraum 11 eingespritzt. An der Düsennadel 7 ist am Umfang ein Bund 12 angebracht, an dem sich eine Druckfeder 13 abstützt, die eine schließende Kraft auf die Düsennadel 7 ausübt. Die Düsennadel 7 endet an der Düsennadelspitze 9 gegenüberliegenden Seite mit einer Stirnfläche 14, die in einem Steuerraum 15 endet. Der Steuerraum 15 besitzt einen Zulaufkanal 16 mit einer Zulaufdrossel 17 und einen Ab-

laufkanal 18 mit einer Ablaufdrossel 19. Die Durchflussmengen durch Zulaufkanal 16 und Ablaufkanal 18 sind so bemessen, dass der sich im Steuerraum 15 einstellende Druck so klein ist, dass die Düsennadel 7 durch den im Düsenvorraum 8 anstehenden Kraftstoffdruck gegen die Kraft der Druckfeder 13 und gegen den Druck im Steuerraum 15 öffnet. Wird der Ablaufkanal 18 verschlossen, bewirkt der Druck im Steuerraum 15 eine auf die Stirnfläche 14 wirkende Kraft, welche die Düsennadel 7 schließt. Die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit der Düsennadel 7 kann durch geeignete Wahl der Drosseldurchmesser eingestellt werden. Der Ablaufkanal 18 wird mit der in der Ventilgruppe 3 axial beweglichen Ventilsitz 20 verschlossen. Die Ventilsitz 20 wird von einer Ventilsitzfeder 22 in den Ventilsitz 23 gedrückt, der als Dichtkonus ausgebildet ist. Bei Bestromung des Elektromagneten 21 wird der Ventilsitz 23 freigegeben, indem der Elektromagnet 21 den Magnetanker 25 anzieht und dadurch die mit dem Magnetanker 25 verbundene Ventilsitz 20 bewegt, und der unter Druck stehende Kraftstoff strömt vom Ablaufkanal 18 in den Niederdruckraum 27.

[0016] Fig.3 zeigt eine zweite mögliche Ausbildung der Ventilgruppe 3. Der Ablaufkanal 18 mündet direkt beim Ventilsitz 23, der mit einer Ventilkugel 26 verschlossen wird. Die Ventilkugel 26 wird von einer Ventilsitzfeder 22 in den Ventilsitz 23 gedrückt. Bei Bestromung des Elektromagneten 21 zieht dieser den mit der Ventilsitz 20 verbundenen Magnetanker 25 an, der Ventilsitz 23 wird geöffnet und der unter Druck stehende Kraftstoff strömt vom Ablaufkanal 18 in den Niederdruckraum 27.

[0017] Fig.4 zeigt den typischen Verlauf eines Stromes 33 bzw. einer Spannung 34 in der Wicklung des Elektromagneten 21. Die Ansteuerung für den Einspritzbetrieb ist dadurch gekennzeichnet, dass während einer Beschleunigungsphase 28 der Strom durch den Elektromagneten 21 monoton ansteigt, bis er den oberen Grenzwert des Anzugsstroms 35 erreicht. In der folgenden Anzugsstromphase 29, während der sich der Magnetanker 25 als Folge der vom Elektromagneten 21 verursachten Magnetkraft gegen die Kraft der Ventilsitzfeder 22 bewegt, wird der Strom durch den Elektromagneten 21 mit Hilfe einer Zweipunktstromregelung zwischen dem oberen Grenzwert des Anzugsstroms 35 und dem unteren Grenzwert des Anzugsstroms 37 gehalten. Nach Öffnen der Ventilgruppe 3 sinkt der Strom durch den Elektromagneten 21 in der Freilaufphase 30 auf den unteren Grenzwert des Haltestroms 38 ab. Bis zum Ende der nun folgenden Haltestromphase 31 wird der Strom durch den Elektromagneten 21 mittels einer Zweipunktstromregelung zwischen dem oberen Grenzwert des Haltestroms 36 und dem unteren Grenzwert des Haltestroms 38 gehalten. Zum Schließen der Ventilgruppe 3 wird der Strom durch den Elektromagneten 21 in der Löschphase 32 wieder auf Null abgesenkt.

[0018] Im Rahmen der gegenständlichen Erfindung wird nun ein zweiter möglicher Stromverlauf definiert, mit dem eine Erwärmung der Ventilgruppe 3 durch die im

Elektromagneten 21 produzierte Abwärme erfolgt, ohne dadurch den Elektromagneten 21 zu schädigen. Das Ziel dieser Erwärmung ist die Verringerung der Viskosität des Kraftstoffs, der sich in den Hohlräumen des Magnetventils und der benachbarten Baugruppen befindet. Der dazu notwendige Verlauf des Stromes bzw. Stromverlauf 33 im Elektromagneten 21 ist in Fig.5 dargestellt. Während der Aufwärmphase 39 wird der Elektromagnet 21 periodisch abwechselnd für die Dauer der Heizphase 41 mit einer Vorwärmspannung 42 beaufschlagt und für die Dauer der Freilaufphase bzw. Zeitabstand 30 zwischen den Bestromungsperioden kurzgeschlossen. Die Dauer der Heizphase 41 wird so gewählt, dass die Induktivität der Spule im Elektromagneten 21 vernachlässigt werden kann. Die Größe der Vorwärmspannung 42 wird so gewählt, dass die Ventilsitz 20 ihren maximalen Hub erreicht, bevor der Strom 33 durch den Elektromagneten 21 das Sättigungsniveau 45 erreicht. Dadurch sind im Verlauf des Stromes 33 bei Öffnen und Schließen der Ventilsitz 20 Ankerrückwirkungen erkennbar, sobald die Ventilsitz 20 beweglich wird. Die Temperatur der Spule des Elektromagneten 21 kann aus der bekannten Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands berechnet werden. Die Änderung des elektrischen Widerstands der Spule wird durch Messung der Differenz von Spannung bzw. Strom vor und während der Aufwärmung ermittelt. Die Aufwärmphase wird beendet wenn die Ventilsitz 20 beweglich ist und während der Aufwärmphase 39 aufgrund der Ankerrückwirkung ein lokales Stromminimum 43 beim Öffnen der Ventilsitz 20 und ein lokales Strommaximum 44 beim Schließen der Ventilsitz 20 festgestellt wird. Wenn hingegen während der Aufwärmphase 39 noch keine Ankerrückwirkungen feststellbar sind und der gemessene Widerstand größer ist als der maximal erlaubte Widerstandswert, die Temperatur also das zulässige Maß erreicht bzw. überschreitet, wird die Aufwärmphase 39 beendet und die Temperaturregelphase 40 beginnt. Die Temperaturregelphase 40 unterscheidet sich von der Aufwärmphase 39 dadurch, dass ein oder mehrere Zyklen aus Heizphase 41 und Freilaufphase 30 entfallen. Die Anzahl der zu entfallenden Zyklen wird dabei aus der Abweichung vom Sollwiderstand zum gemessenen Widerstand im Elektromagneten 21 ermittelt, sodass die vorgegebene Temperatur nicht überschritten wird. Die Temperaturregelphase wird beendet, wenn wiederum aufgrund der Ankerrückwirkung ein lokales Stromminimum 43 beim Öffnen der Ventilsitz 20 und ein lokales Strommaximum 44 beim Schließen der Ventilsitz 20 festgestellt wird.

[0019] Eine Verbesserung des Verfahrens gelingt dadurch, dass zusätzlich die Zeitspanne 46 zwischen dem Beginn der Bestromung des Elektromagneten 21 und dem Auftreten des lokalen Stromminimums 43 bzw. die Zeitspanne 47 zwischen dem Ende der Bestromung und dem Auftreten des lokalen Strommaximums 44 ermittelt wird und die erfindungsgemäße periodische Bestromung des Elektromagneten 21 erst dann beendet wird, wenn die Zeitspanne 46 bzw. 47 einen Sollwert unterschreitet,

was bedeutet, dass die Düsenadel eine ausreichende Dynamik aufweist, also ausreichend schnell geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

[0020] Sobald also während der Heizphase 41 ein lokales Stromminimum 43 bei Öffnen und während der folgenden Freilaufphase 30 ein lokales Strommaximum 44 beim Schließen auftritt und diese zeitlich innerhalb vordefinierter Grenzen liegen, kann daraus geschlossen werden, dass die Ventiladel 20 in der Ventilgruppe 3 beweglich ist, und damit eine ordnungsgemäße Einspritzung erfolgen kann. In diesem Fall erfolgt die Umschaltung zwischen Vorwärmung (Fig.5) und regulärer Ansteuerung (Fig.4).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorwärmung von wenigstens ein durch einen Elektromagneten ansteuerbares Ventil aufweisenden Einspritzinjektoren von Brennkraftmaschinen, bei welchem vor dem Motorstart die Spule des Elektromagneten bestromt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule des Elektromagneten (21) periodisch mit einer Vorwärmespannung (42) beaufschlagt wird und dass der Stromverlauf (33) in der Spule überwacht und einer Auswertung zur Erkennung von durch Ankerrückwirkungen bewirkten lokalen Stromminima (43) und/oder -maxima (44) unterzogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule des Elektromagneten (21) periodisch abwechselnd mit einer Vorwärmespannung (42) beaufschlagt und kurzgeschlossen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der Vorwärmespannung (42) derart gewählt wird, dass das Ventilschließglied bewegt wird, bevor der Strom (33) in der Spule ein Sättigungsniveau (45) erreicht.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der Vorwärmespannung derart gewählt wird, dass das Ventilschließglied seinen maximalen Hub erreicht, bevor der Strom in der Spule ein Sättigungsniveau erreicht.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitspanne (46) zwischen der Beaufschlagung der Spule mit der Vorwärmespannung (42) und dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Stromminimums (43) gemessen wird und die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessene Zeitspanne (46) ein definiertes Sollmaß unterschreitet.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitspanne (47) zwischen dem Kurzschließen der Spule und dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Strommaximums (44) gemessen wird und die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessene Zeitspanne (47) ein definiertes Sollmaß unterschreitet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur der Spule überwacht wird und die Zeitabstände (30) zwischen den Bestromungsperioden in Abhängigkeit von der Temperatur geregelt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur aus dem Widerstand der Spule errechnet wird.
9. Vorrichtung zur Vorwärmung von wenigstens ein durch einen Elektromagneten (21) ansteuerbares Ventil (3) aufweisenden Einspritzinjektoren (1) von Brennkraftmaschinen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer Steuervorrichtung zur Bestromung der Spule des Elektromagneten (21), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuervorrichtung zur periodischen Bestromung der Spule des Elektromagneten (21) mit einer Vorwärmespannung (42) ausgebildet ist und eine Auswerteschaltung vorgesehen ist, in welcher der Stromverlauf (30) in der Spule überwacht und einer Auswertung zur Erkennung von durch Ankerrückwirkungen bewirkten lokalen Stromminima (43) und/oder -maxima (44) unterzogen wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuervorrichtung derart ausgebildet ist, dass die Spule des Elektromagneten (21) periodisch abwechselnd mit einer Vorwärmespannung (42) beaufschlagt und kurzgeschlossen wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der Vorwärmespannung (42) derart gewählt ist, dass das Ventilschließglied bewegt wird, bevor der Strom (30) in der Spule ein Sättigungsniveau (45) erreicht.
12. Vorrichtung nach Anspruch 9, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der Vorwärmespannung (42) derart gewählt ist, dass das Ventilschließglied seinen maximalen Hub erreicht, bevor der Strom (30) in der Spule ein Sättigungsniveau (45) erreicht.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteschaltung ausgebildet ist, um die Zeitspanne (46) zwi-

schen der Beaufschlagung der Spule mit der Vorwärmespannung (42) und dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Stromminimums (43) zu messen, wobei die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessene Zeitspanne (46) ein definiertes Sollmaß unterschreitet.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteschaltung ausgebildet ist, um die Zeitspanne (47) zwischen dem Kurzschließen der Spule und dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Strommaximums (44) zu messen, wobei die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessene Zeitspanne (47) ein definiertes Sollmaß unterschreitet.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuervorrichtung Mittel zur Ermittlung der Temperatur der Spule aufweist und die Zeitabstände (30) zwischen den Bestromungsperioden in Abhängigkeit von der Temperatur geregelt werden.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Ermittlung der Temperatur eine Widerstandsmesseinrichtung umfassen, wobei die Temperatur aus dem Widerstand der Spule errechnet wird.

Claims

1. A method for preheating an internal combustion engine injector including at least one valve to be activated by an electromagnet, in which the coil of the electromagnet is energized before the engine is started, **characterized in that** the coil of the electromagnet (21) is periodically powered with a preheating voltage (42), and that the profile of the current (33) within the coil is monitored and subjected to an evaluation to detect local current minima (43) and/or maxima (44) caused by armature reactions.
2. A method according to claim 1, **characterized in that** the coil of the electromagnet (21) is periodically alternately powered with a preheating voltage (42) and short-circuited.
3. A method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the preheating voltage (42) is selected such that the valve closing member is moved before the current (33) in the coil reaches a saturation level (45).
4. A method according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the preheating voltage is selected such that the valve closing member reaches its maximum lift

before the current in the coil reaches a saturation level.

5. A method according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the time interval (46) between the powering of the coil with the preheating voltage (42) and the occurrence of a current minimum (43) caused by the armature reaction is measured, and the periodic powering of the coil is terminated as soon as the measured time interval (46) has dropped below a defined setpoint.
6. A method according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the time interval (47) between the short-circuit of the coil and the occurrence of a current maximum (44) caused by the armature reaction is measured, and the periodic powering of the coil is terminated as soon as the measured time interval has dropped below a defined setpoint.
7. A method according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the temperature of the coil is monitored and the time intervals (30) between the energization periods are controlled as a function of the temperature.
8. A method according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the temperature is calculated from the resistance of the coil.
9. A device for preheating an internal combustion engine injector (1) including at least one valve (3) to be activated by an electromagnet (21), in particular for carrying out the method according to any one of claims 1 to 8, including a control device for energizing the coil of the electromagnet (21), **characterized in that** the control device is configured for the periodic energization of the coil of the electromagnet (21) with a preheating voltage (42) and an evaluation device is provided, in which the profile of the current (33) within the coil is monitored and subjected to an evaluation for the detection of local current minima (43) and/or maxima (44) caused by armature reactions.
10. A device according to claim 9, **characterized in that** the control device is configured such that the coil of the electromagnet (21) periodically is alternately powered with a preheating voltage (42) and short-circuited.
11. A device according to claim 9 or 10, **characterized in that** the preheating voltage (42) is selected such that the valve closing member is moved before the current (33) in the coil reaches a saturation level (45).
12. A device according to claim 9, 10 or 11, **characterized in that** the preheating voltage (42) is selected such that the valve closing member reaches its max-

imum stroke before the current (30) in the coil reaches a saturation level (45).

13. A device according to any one of claims 9 to 12, **characterized in that** the evaluation circuit is configured to measure the time interval (46) between the powering of the coil with the preheating voltage (42) and the occurrence of a current minimum (43) caused by the armature reaction, wherein the periodic powering of the coil is terminated as soon as the measured time interval (46) has dropped below a defined setpoint.
14. A device according to any one of claims 9 to 13, **characterized in that** the evaluation circuit is configured to measure the time interval (47) between the short-circuit of the coil and the occurrence of a current maximum (44) caused by the armature reaction, wherein the periodic powering of the coil is terminated as soon as the measured time interval (47) has dropped below a defined setpoint.
15. A device according to any one of claims 9 to 14, **characterized in that** the control device comprises means for detecting the temperature of the coil, and the time intervals (30) between the energization periods are controlled as a function of the temperature.
16. A device according to any one of claims 9 to 15, **characterized in that** the means for detecting the temperature comprise a resistance measuring means, wherein the temperature is calculated from the resistance of the coil.

Revendications

1. Procédé pour le préchauffage d'injecteurs de machines à combustion, les injecteurs comprenant au moins une valve contrôlable par un aimant électrique, dans lequel la bobine de l'aimant électrique est alimentée en courant avant le démarrage du moteur, **caractérisé en ce que** la bobine de l'aimant électrique (21) est périodiquement alimentée en voltage de préchauffage (42) et le cours du courant (33) dans la bobine est surveillé et est soumis à une analyse pour l'identification de minima (43) et/ou maxima (44) de courant provoqués par des rétroactions de l'induit.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bobine de l'aimant électrique (21) est périodiquement alimentée en voltage de préchauffage (42) et mise en court-circuit de manière alternante.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la valeur du voltage de préchauffage (42) est choisie de sorte que l'élément de fermeture de

la valve est agité avant que le courant (33) dans la bobine atteigne un niveau de saturation (45).

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la valeur du voltage de préchauffage est choisie de sorte que l'élément de fermeture de la valve atteigne sa levée maximale avant que le courant dans la bobine atteigne un niveau de saturation.
5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la période (46) entre l'alimentation en voltage de préchauffage (42) de la bobine et l'occurrence d'un minimum de courant (43) provoqué par des rétroactions de l'induit est mesurée et l'alimentation périodique de la bobine est suspendue dès que la période (46) mesurée est inférieure à une cote nominale définie.
6. Procédé selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la période (47) entre la mise en court-circuit de la bobine et l'occurrence d'un maximum de courant (44) provoqué par des rétroactions de l'induit est mesurée et l'alimentation périodique de la bobine est suspendue dès que la période (47) mesurée est inférieure à une cote nominale définie.
7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la température de la bobine est surveillée et les périodes (30) entre les périodes d'alimentation en courant sont réglées en fonction de la température.
8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la température est calculée de la résistance de la bobine.
9. Dispositif pour le préchauffage d'injecteurs (1) de machines à combustion, les injecteurs (1) comprenant au moins une valve (3) contrôlable par un aimant électrique (21), en particulier pour la réalisation du procédé selon une des revendications 1 à 8, le dispositif ayant un dispositif de réglage pour l'alimentation en courant de la bobine de l'aimant électrique (21), **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage est arrangé pour l'alimentation en voltage de préchauffage (42) de la bobine de l'aimant électrique (21) et **en ce qu'un** circuit d'analyse est disposé, dans lequel le cours du courant (33) dans la bobine est surveillé et est soumis à une analyse pour l'identification de minima (43) et/ou maxima (44) de courant provoqués par des rétroactions de l'induit.
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage est arrangé de telle manière, que la bobine de l'aimant électrique (21) est périodiquement alimentée en voltage de préchauffage (42) et mise en court-circuit de manière alternante.

11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** la valeur du voltage de préchauffage (42) est choisie de sorte que l'élément de fermeture de la valve est agité avant que le courant (33) dans la bobine atteigne un niveau de saturation (45). 5
12. Dispositif selon la revendication 9, 10 ou 11, **caractérisé en ce que** la valeur du voltage de préchauffage (42) est choisie de sorte que l'élément de fermeture de la valve atteigne sa levée maximale avant que le courant (33) dans la bobine atteigne un niveau de saturation (45). 10
13. Dispositif selon une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** le circuit d'analyse est arrangé pour mesurer la période (46) entre l'alimentation en voltage de préchauffage (42) de la bobine et l'occurrence d'un minimum (43) de courant provoqué par des rétroactions de l'induit et l'alimentation périodique de la bobine est suspendue dès que la période (46) mesurée est inférieure à une cote nominale définie. 15 20
14. Dispositif selon une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** le circuit d'analyse est arrangé pour mesurer la période (47) entre la mise en court-circuit de la bobine et l'occurrence d'un maximum (44) de courant provoqué par des rétroactions de l'induit et l'alimentation périodique de la bobine est suspendue dès que la période (47) mesurée est inférieure à une cote nominale définie. 25 30
15. Dispositif selon une des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** le circuit de réglage comprend des moyens pour la détermination de la température de la bobine et les périodes (30) entre les périodes d'alimentation en courant sont réglées en fonction de la température. 35
16. Dispositif selon une des revendications 9 à 15, **caractérisé en ce que** les moyens pour la détermination de la température comprennent un dispositif pour mesurer la résistance et la température est calculer à partir de la résistance de la bobine. 40 45

50

55

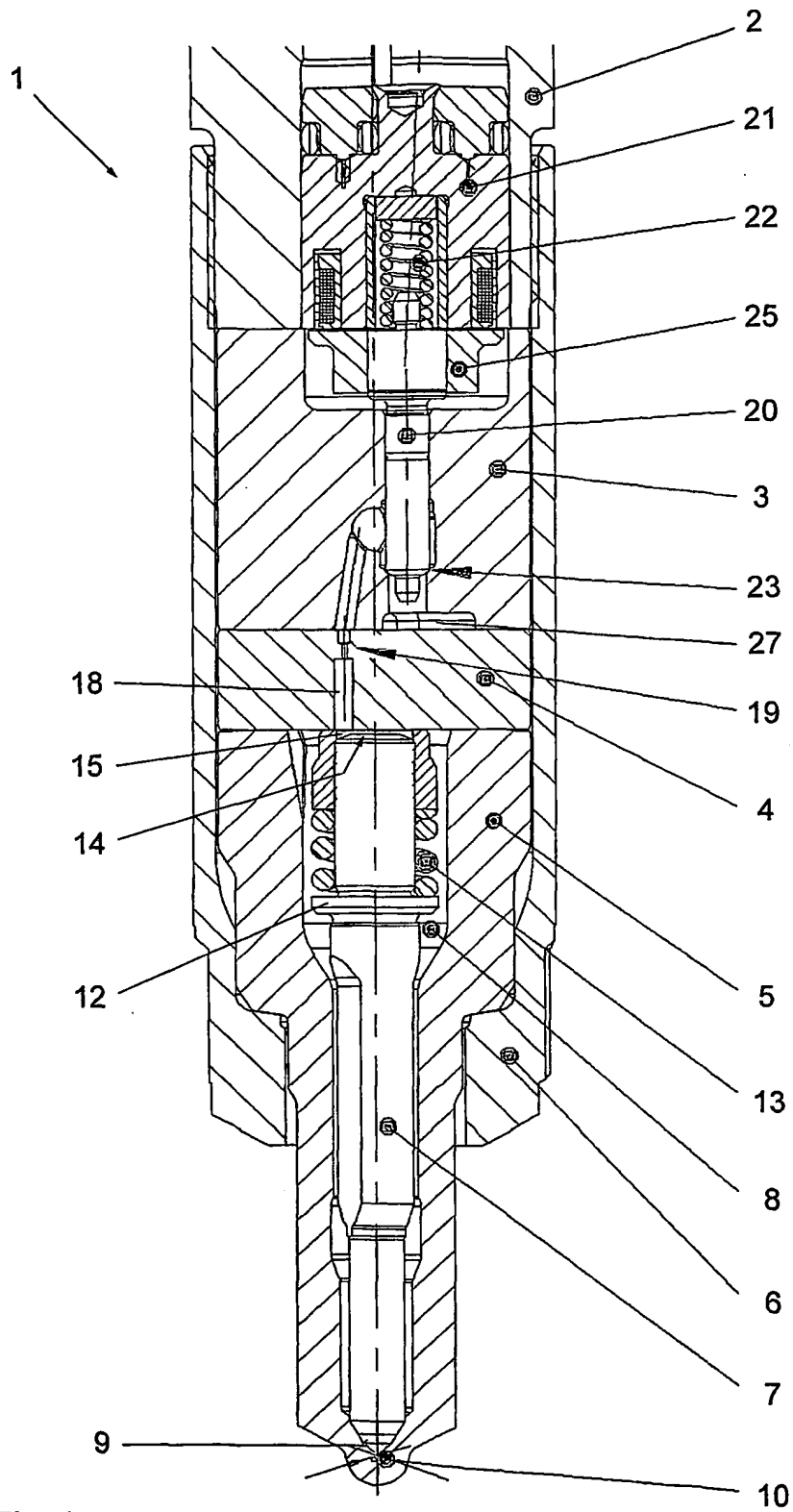


Fig. 1

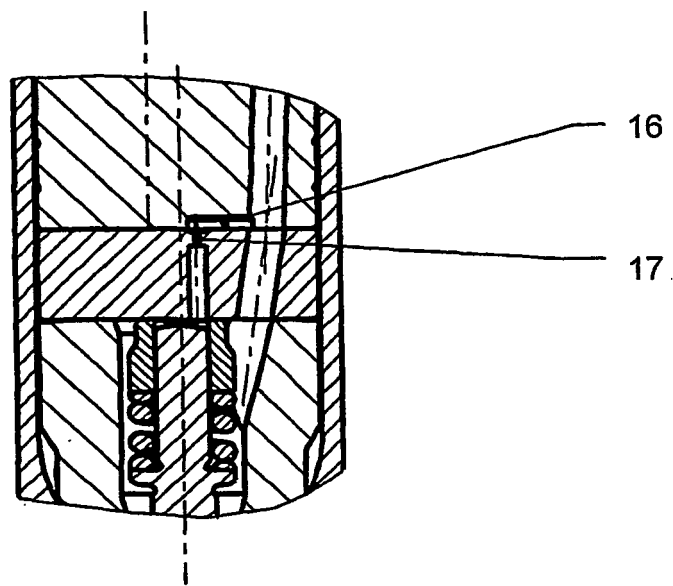


Fig. 2

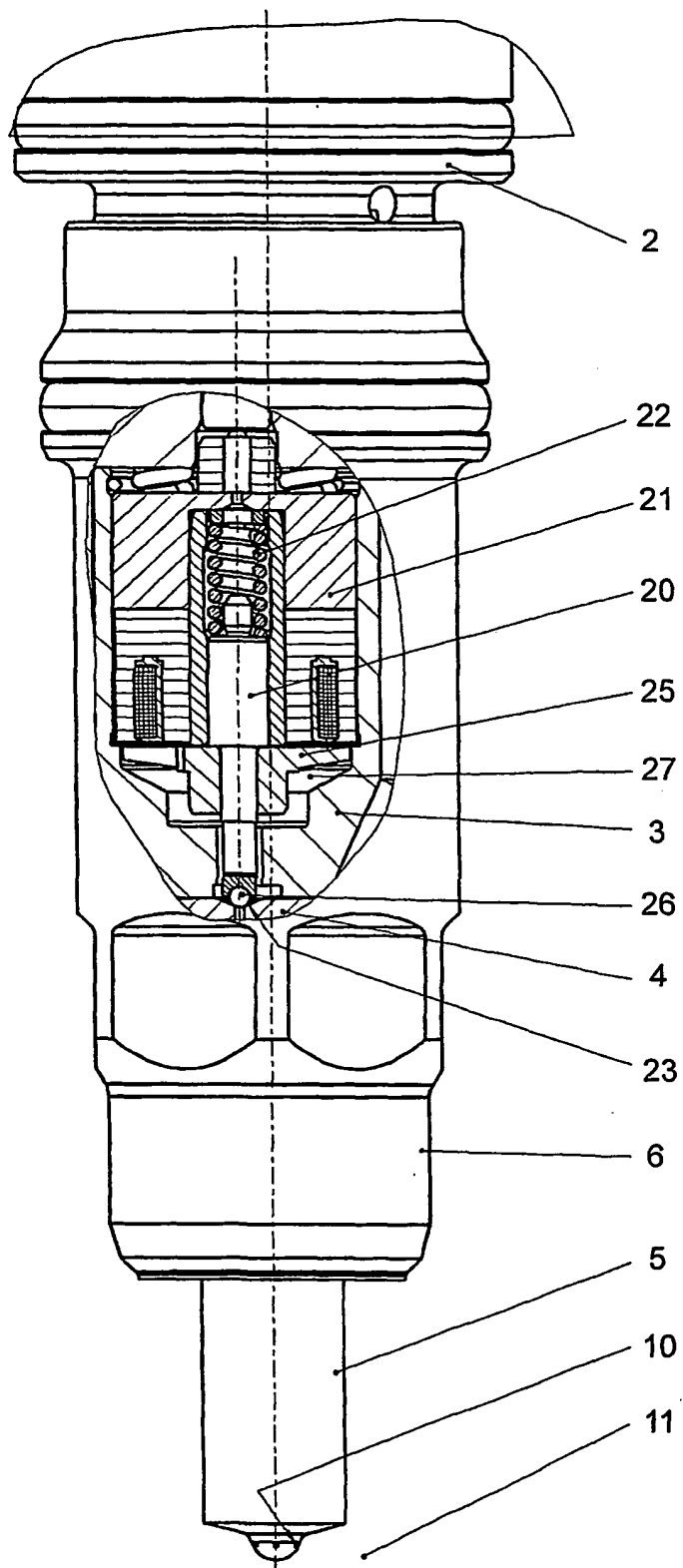
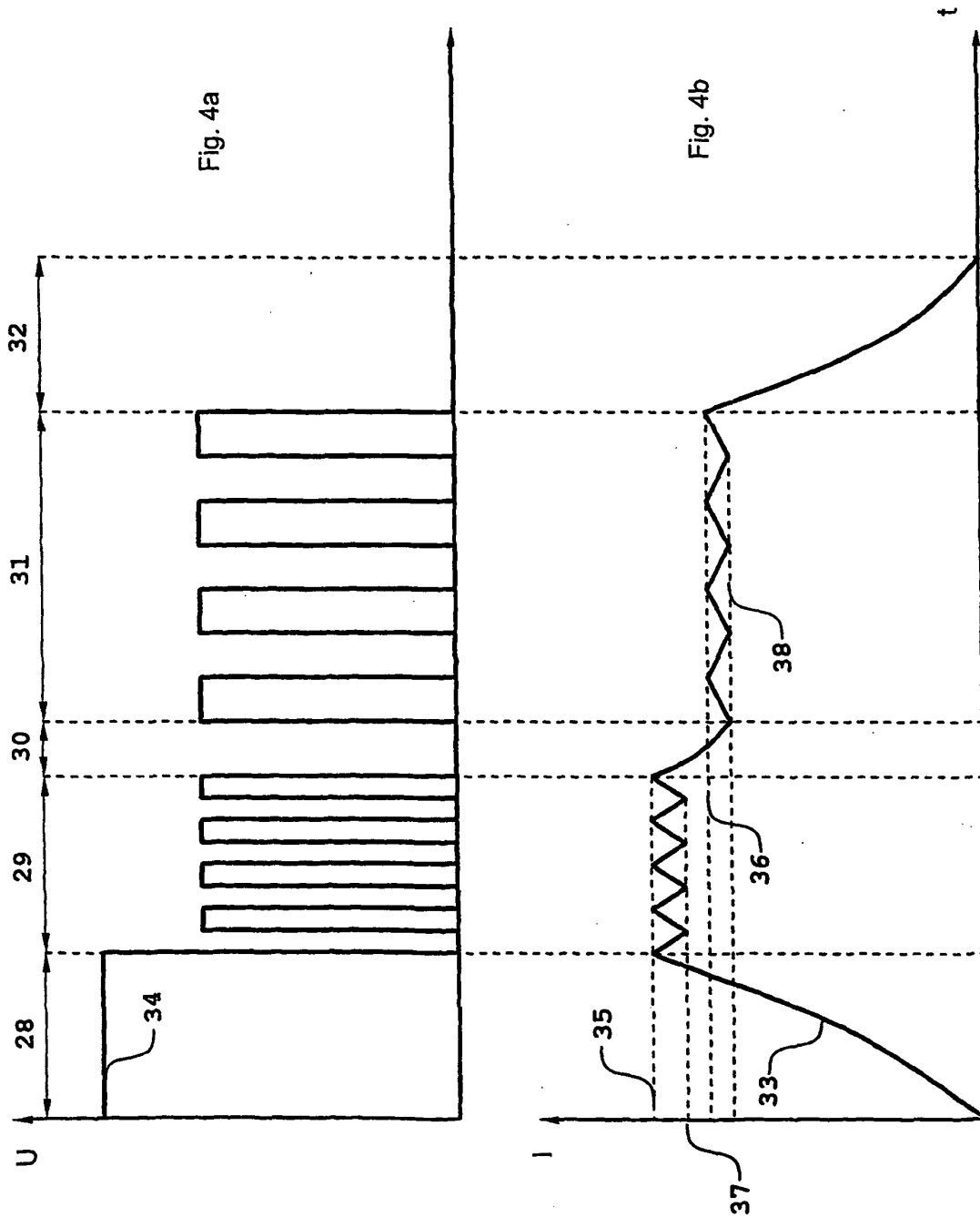
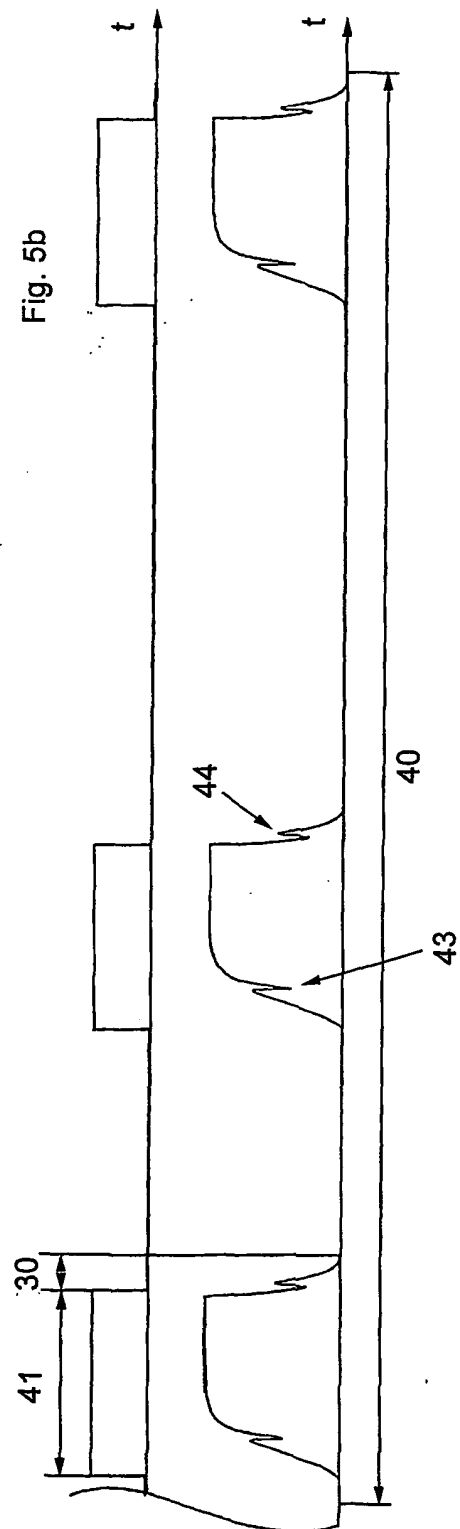
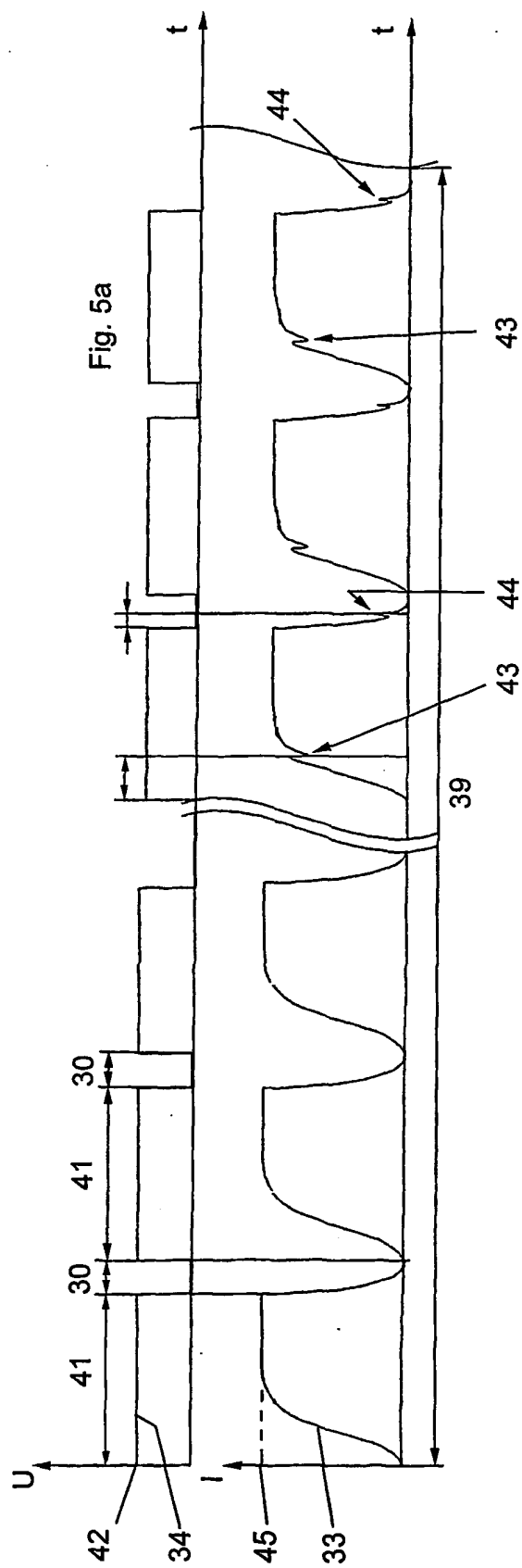


Fig. 3





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 5201341 A [0004]
- DE 10100375 A1 [0005]
- DE 10136049 A1 [0006]
- DE 4431189 A1 [0007] [0008] [0009]