

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 569/2006**
(22) Anmeldetag: **03.04.2006**
(43) Veröffentlicht am: **15.05.2007**

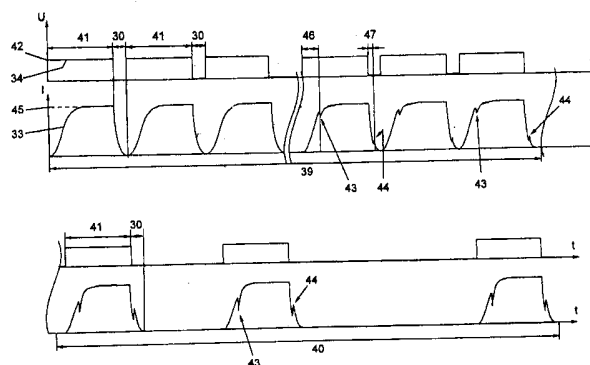
(51) Int. Cl.⁸: **F02M 53/06** (2006.01),
F02M 51/06 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

ROBERT BOSCH GMBH
D-70469 STUTTGART-FEUERBACH (DE)

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

(57) Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung 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, wird die Spule des Elektromagneten periodisch mit einer Vorwärmespannung beaufschlagt und der Stromverlauf in der Spule überwacht und einer Auswertung zur Erkennung von durch Ankerrückwirkungen bewirkten lokalen Stromminima und/oder -maxima unterzogen.



Zusammenfassung:

Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung 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, wird die Spule des Elektromagneten periodisch mit einer Vorwärmespannung beaufschlagt und der Stromverlauf in der Spule überwacht und einer Auswertung zur Erkennung von durch Ankerrückwirkungen bewirkten lokalen Stromminima und/oder -maxima unterzogen.

(Fig. 5)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung 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.

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.

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 Funk-

tion des Einspritzsystems während des Motorstarts beeinträchtigt oder gar unmöglich macht.

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 Fahrzeugtür ein elektrischer Kontakt geschlossen wird, welcher in Abhängigkeit von der Umgebungs- und Kühlmitteltemperatur 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.

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.

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.

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.

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.

Um eine ausreichende Dynamik des Ventilschließglieds sicherzustellen wird bevorzugt derart vorgegangen, dass die Zeitspanne zwischen der Beaufschlagung der Spule mit der Vor-

wärmespannung 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 durch die 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.

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.

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 Düsenadel, 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.

In den Fig. 1 und 2 ist ein Injektor 1 dargestellt, der aus einem Injektorkörper 2, einer Ventilgruppe 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 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 Ablaufkanal 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 Ventilmadel 20 verschlossen. Die Ventilmadel 20 wird von einer Ventilsfeder 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 Ventilmadel 20 bewegt, und der unter Druck stehende Kraftstoff strömt vom Ablaufkanal 18 in die Niederdruckbohrung 27.

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 Ventilsfeder 22 in den Ventilsitz 23 gedrückt. Bei Bestromung des Elektromagneten 21 zieht dieser den mit der Ventilmadel 20 verbundenen Magnetanker 25 an, der Ventilsitz 23 wird geöffnet und der unter Druck stehende Kraftstoff strömt vom Ablaufkanal 18 in den Niederdruckraum 27.

Fig.4 zeigt einen typischen Stromverlauf 33 bzw. Spannungsverlauf 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 Ventilsfeder 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 des Magnetventils 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 des Magnetventils 3 wird der Strom durch den Elektromagneten 21 in der Löschphase 32 wieder auf Null abgesenkt.

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 Stroms 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 30 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 Ventilsnadel 20 ihren maximalen Hub erreicht, bevor der Strom 33 durch den Elektromagneten 21 das Sättigungsniveau 45 erreicht. Dadurch sind im Stromverlauf 33 bei Öffnen und Schließen der Ventilsnadel

del Ankerrückwirkungen 43 und 44 erkennbar, sobald die Ventilmadel 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 Ventilmadel 20 beweglich ist und während der Aufwärmphase 39 aufgrund der Ankerrückwirkung ein lokales Stromminimum 43 beim Öffnen der Ventilmadel 20 und ein lokales Strommaximum 44 beim Schließen der Ventilmadel 20 festgestellt wird. Wenn hingegen während der Aufwärmphase 39 noch keine Ankerrückwirkungen feststellbar sind und der gemessene Widerstand 33 größer ist als der maximal erlaubte Widerstandsollwert, 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 33 im Elektromagneten 21 ermittelt, so dass die vorgegebene Temperatur nicht überschritten wird. Die Temperaturregelphase wird beendet, wenn wiederum aufgrund der Ankerrückwirkung ein lokales Stromminimum 43 beim Öffnen der Ventilmadel 20 und ein lokales Strommaximum 44 beim Schließen der Ventilmadel 20 festgestellt wird.

Eine Verbesserung des Verfahrens gelingt dadurch, dass zusätzlich die Zeit 46 zwischen dem Beginn der Bestromung des Elektromagneten 21 und dem Auftreten des lokalen Stromminimums 43 bzw. die Zeit 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 Zeit 46 bzw. 47 einen Sollwert unterschreitet, was bedeutet, dass die Düsenadel eine ausreichende Dynamik aufweist, also ausreichend schnell geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

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

00075

zeitlich innerhalb vordefinierter Grenzen liegen, kann daraus geschlossen werden, dass die Ventilnadel 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).

P a t e n t a n s p r ü c h e:

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 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.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule des Elektromagneten periodisch abwechselnd mit einer Vorwärmespannung beaufschlagt und kurzgeschlossen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Vorwärmespannung derart gewählt wird, dass das Ventilschließglied bewegt wird, bevor der Strom in der Spule ein Sättigungsniveau 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 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 gemessen Zeitspanne ein definiertes Sollmaß unterschreitet.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, 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 gemessen Zeitspanne 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 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 ansteuerbares Ventil aufweisenden Einspritzinjektoren von Brennkraftmaschinen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer Steuervorrichtung zur Bestromung der Spule des Elektromagneten, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung zur periodischen Bestromung der Spule des Elektromagneten mit einer Vorwärmespannung ausgebildet ist und eine Auswerteschaltung vorgesehen ist, in welcher der Stromverlauf in der Spule überwacht und einer Auswertung zur Erkennung von durch Ankerrückwirkungen bewirkten lokalen Stromminima und/oder -maxima unterzogen wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung derart ausgebildet ist, dass die Spule des Elektromagneten periodisch abwechselnd mit einer Vorwärmespannung beaufschlagt und kurzgeschlossen wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Vorwärmespannung derart gewählt ist, dass das Ventilschließglied bewegt wird, bevor der Strom in der Spule ein Sättigungsniveau erreicht.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Vorwärmespannung derart gewählt ist, dass das Ventilschließglied seinen maximalen Hub erreicht, bevor der Strom in der Spule ein Sättigungsniveau erreicht.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteschaltung ausgebildet ist, um die Zeitspanne zwischen der Beaufschlagung der Spule mit der Vorwärmespannung und dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Stromminimums zu messen, wobei die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessene Zeitspanne ein definiertes Sollmaß unterschreitet.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteschaltung ausgebildet

ist, um die Zeitspanne zwischen dem Kurzschließen der Spule und dem Auftreten eines durch die Ankerrückwirkung bewirkten Strommaximums zu messen, wobei die periodische Beaufschlagung der Spule beendet wird, sobald die gemessen Zeitspanne 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 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.

Wien, am 3. April 2006

Robert Bosch GmbH
durch:

Patentanwalt
Dr. Thomas M. Haffner

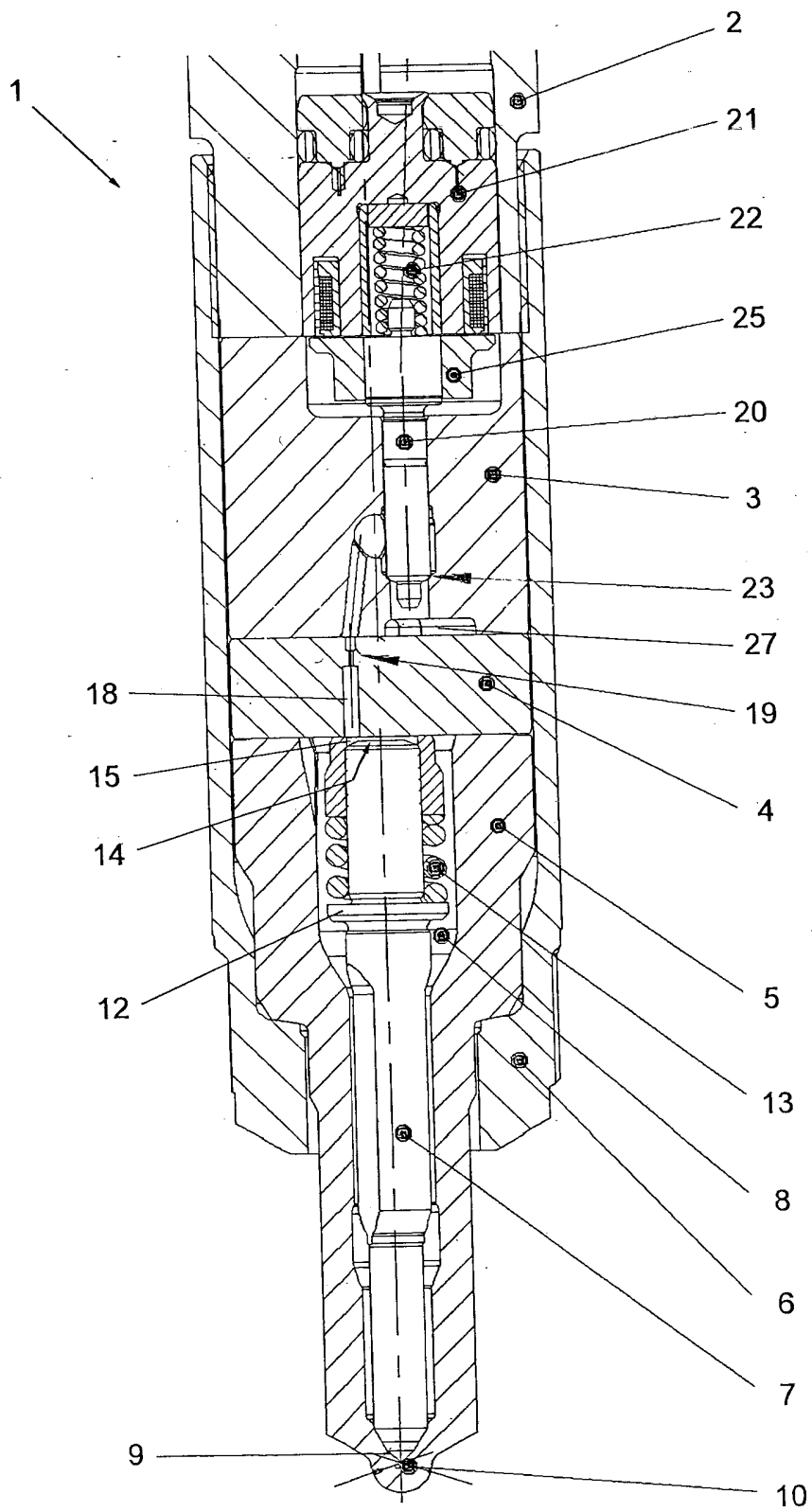


Fig. 1

003375

41 535

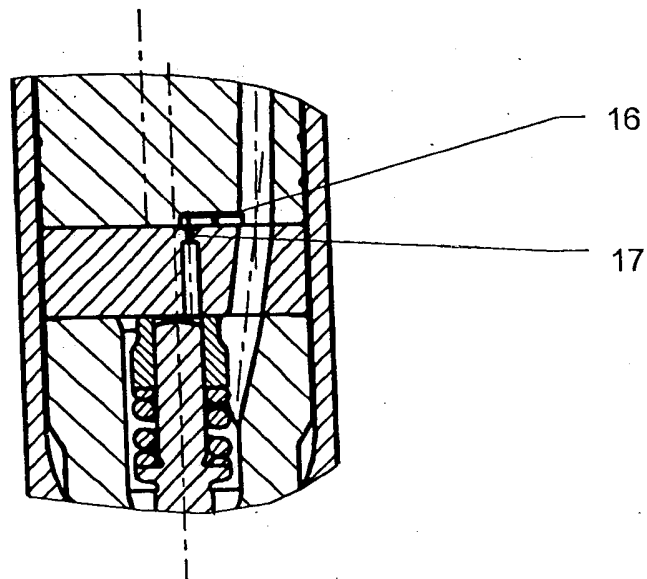


Fig. 2

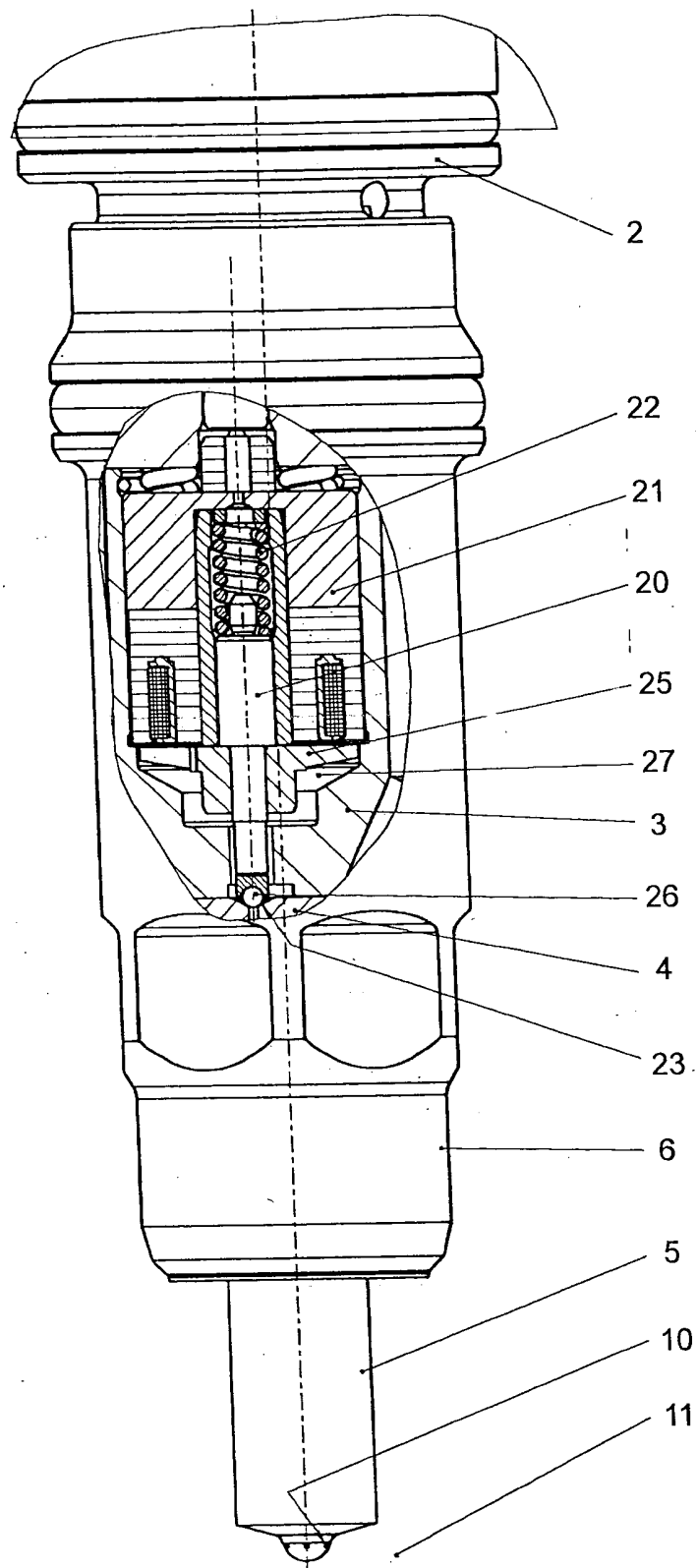


Fig. 3

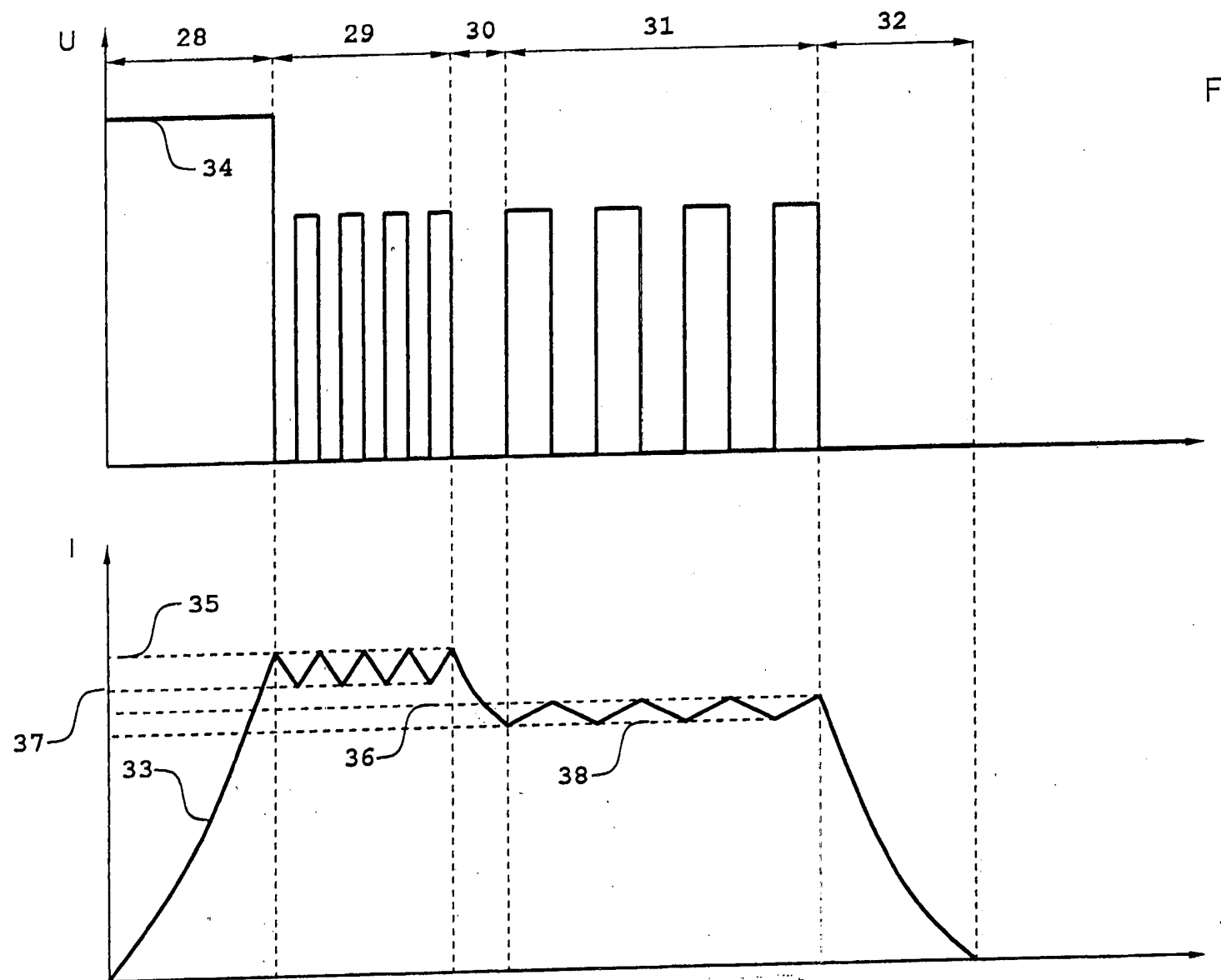


Fig. 4

000005

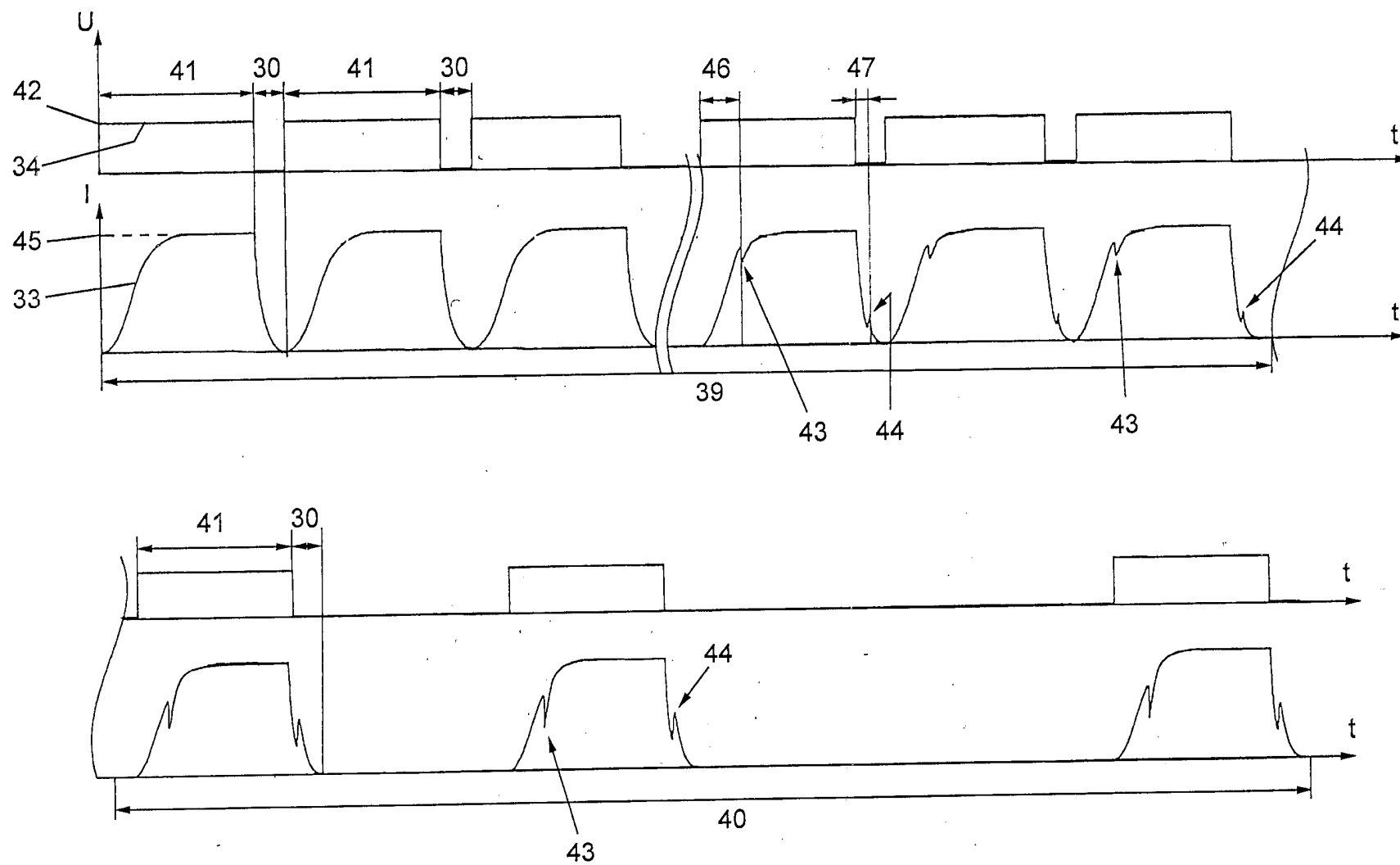


Fig. 5.