



(11) **EP 3 743 613 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.08.2024 Patentblatt 2024/33

(21) Anmeldenummer: **19702543.0**

(22) Anmeldetag: **22.01.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02D 41/20^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02D 41/20; F02M 51/005; F02M 65/005;
F02D 2041/2055; F02D 2041/2058;
F02D 2041/2068; F02M 57/005; F02M 2200/242

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/051464

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/141865 (25.07.2019 Gazette 2019/30)

(54) **VORRICHTUNG ZUR ZUSTANDSERFASSUNG EINES INJEKTORS**

DEVICE FOR DETECTING THE CONDITION OF AN INJECTOR

DISPOSITIF DE DÉTECTION DE L'ÉTAT D'UN INJECTEUR

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

(30) Priorität: **22.01.2018 DE 202018100337 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.2020 Patentblatt 2020/49

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Components Deggendorf GmbH**
94469 Deggendorf (DE)

(72) Erfinder:
• **SCHÖFBÄNKER, Norbert**
4694 Ohlsdorf (AT)

• **PIRKL, Richard**
93055 Regensburg (DE)
• **D'OUVENOU, Lorand**
93049 Regensburg (DE)

(74) Vertreter: **Lauffhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2016/012242 DE-A1- 102012 215 777
DE-A1- 3 445 721

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).

EP 3 743 613 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erfassen eines Zustands eines Injektors. Injektoren, die auch Einspritzventile genannt werden, finden typischerweise in Verbrennungsmotoren Anwendung. Die Injektoren funktionieren in der Regel nach einem Servoprinzip, bei dem durch Anlegen einer Spannung ein Aktuator in Bewegung gesetzt wird und durch ein hydraulisches oder ein auf dem Piezo-Prinzip basierendes Übersetzungssystem eine Düsennadel des Injektors aus einem Düsennadelsitz gehoben wird, wodurch eine Einspritzung eines unter hohen Druck stehenden Kraftstoffs in einen Brennraum erfolgt. Das grundsätzliche Wirkprinzip eines Injektors ist dem Fachmann bekannt und wird in der vorliegenden Erfindung nur zu Teilen erläutert.

[0002] Ein Injektor ist im Prinzip relativ einfach aufgebaut und besitzt zwei Anschlüsse zur Steuerung. Dabei gibt es in aller Regel keine weiteren Anschlüsse, die Signale mit Informationen über die tatsächliche Funktion des Injektors liefern.

[0003] In der Vergangenheit war es so gewesen, dass auch ein verzögertes Reagieren des Injektors auf elektrische Signale ausreichend war, um die Genauigkeit bezüglich der geforderten Rohemissionen am Motor präzise darstellen zu können. Jedoch ist im Zuge von strenger werdenden Emissionsvorschriften ein noch genaueres Betrachten des Einspritzverhaltens des Injektors erforderlich, das gegebenenfalls auch über die Gesamtlebensdauer eines Injektors oder eines Motors korrigierbar sein sollte. Trotz präziser Fertigung verhalten sich Injektoren nicht gleich und unterliegen unterschiedlichen Schwankungen über ihre Lebensdauer hinweg. Ursächlich hierfür sind beispielsweise Verkokungseffekte, ein Verschleiß des Düsensitzes an der Einspritzdüse, applikationsabhängige Rücklaufgedruckschwankungen, schwankende Temperaturen sowie weitere nicht aufgeführte Parameter.

[0004] Sämtliche dieser Einflussgrößen lassen sich nicht herausmessen und bei der Fertigung eines Injektors als Tabelle im Steuergerät hinterlegen. Demnach besteht seit einiger Zeit der Wunsch, eine Rückmeldung von einem Injektor zu erhalten, um Rückschlüsse auf sein Schaltverhalten zu generieren. Mithilfe solcher Signale lassen sich Systeme realisieren, die über eine geschlossene Regelschleife verfügen und so Abweichungen vom Idealfall ausregeln können. Damit wird erreicht, dass über die Lebensdauer eines Verbrennungsmotors die Emissionen und auch die Leistungsparameter trotz Änderung an der Einspritzdüse, aber auch natürlicher Einflüsse, die zur Schwankung der Präzision führen, konstant in einem spezifizierten Bereich gehalten werden können. Insbesondere hinsichtlich der immer herausfordernder werdenden Emissionsvorschriften ist dies von besonderem Vorteil.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind Injektoren bekannt, die eine Regelschleife haben und über einen zu-

sätzlichen Druck- oder Schwingungssensor verfügen. Nachteilhaft hierin ist, dass sich deswegen die Anzahl der Anschlüsse am Injektor auf mindestens drei Kontakte (vormals waren es zwei Kontakte) erhöht.

[0006] Ein solcher Injektor ist aus dem WO 2016/012242 A1 bekannt.

[0007] Ein Beispiel für einen Injektor aus dem Stand der Technik ist in Figur 1 dargestellt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst einen Injektor gemäß beigefügten Anspruch 1.

[0008] Der mechanische Schalter resultiert demnach aus dem Düsennadelsitz und der Düsennadel, die je nach Zustand des Injektors einander berühren oder nicht. Der Schalter kann dabei durch Kontaktpaarung von Nadelspitze und Nadelsitz realisiert werden.

[0009] Der vorstehend beschriebene Injektor weist einen in Abhängigkeit von dem Einspritzzustand des Injektors schaltbaren Schalter auf, der mit einem seiner Anschlüsse direkt mit dem Injektorgehäuse in Verbindung steht. Darüber hinaus ist der andere Anschluss des Schalters an die Eingangsleitung zum Ansteuern einer Bewegung der Düsennadel verbunden, sodass nicht mehr als zwei Leitungen (Eingangsleitung und Ausgangsleitung) in einem Stecker des Injektors angeordnet sein müssen. Dadurch ist es möglich, eine Abwärtskompatibilität der erfindungsgemäßen Injektoren vorzusehen, bei dem die dem erfindungsgemäßen Injektor innewohnenden Vorteile nicht zwangsläufig genutzt werden müssen.

[0010] Darüber hinaus ist es mit einem so ausgebildeten Injektor möglich, den Beginn und das Ende eines Aushebens der bewegbaren Düsennadel aus dem zugehörigen Düsennadelsitz exakt zu bestimmen, womit auch die Einspritzzeit von Kraftstoff in einen Brennraum genau bestimmbar ist. Ganz besonders exakt gelingt das Erfassen des Beginns des Einspritzvorgangs im sogenannten ballistischen Betrieb des Injektors, bei dem die Ansteuerimpulse für den Injektor so kurz sind, dass die daraufhin erfolgende Öffnung des Injektors erst stattfindet, wenn der zugehörige Ansteuerimpuls bereits abgeklungen ist.

[0011] Die Erfassung von Beginn und Ende des Aushebens der bewegbaren Düsennadel ist möglich, da die Auswertung eines Spannungsniveaus an der Eingangsleitung je nach Zustand des Schalters variiert. Weiter von Vorteil ist dabei, dass trotz dieser Auswertemöglichkeit ein zweipoliger Stecker für die Funktionalität des Injektors ausreichend ist. Der über den Schalter fließende Strom wird dabei über das Injektorgehäuse, das typischerweise in Kontakt mit einem Motorblock steht, abgeleitet, da der Motorblock mit der Systemmasse verbunden ist. Dabei ist dem Fachmann klar, dass nicht nur eine Variation der Spannung Rückschluss auf den Schalterzustand gibt, sondern auch eine Variation eines Differenzstroms von der Eingangsleitung und der Ausgangsleitung das Ziehen eines entsprechenden Rückschlusses zulässt.

[0012] Nach einer optionalen Modifikation der vorlie-

genden Erfindung ist zwischen dem ersten Anschluss des Schalters und der Eingangsleitung und/oder dem zweiten Anschluss und dem Injektorgehäuse ein Widerstand geschaltet. Dieser typischerweise hochohmige Widerstand führt in einem geschlossenen Schalterzustand dazu, dass eine geringe Menge an Strom über das Injektorgehäuse in Richtung Masse fließt. Zudem dient dieser Widerstand dazu, dass eine gewisse Spannung an ihm abfällt, wenn der Schalter in einem geschlossenen Zustand ist. Zudem ist es möglich einen solchen Widerstand auch durch ein geschicktes Beschichten des Injektorgehäuses zumindest an den Kontaktstellen, die mit dem Motorblock in Berührung kommen, zu erreichen, so dass nicht zwangsläufig ein Widerstand in den vorstehend aufgeführten Leitungen einzufügen ist. Weiter ist auch möglich, dass diese Verbindung "inhärent" durch den Düsenstahl realisiert ist. So kann sich durch die Injektorverschraubung im Zylinderkopf eine Masseverbindung zwischen Düsenstahl und Motorblock bis hin zur Masseverbindung am Steuergerät bzw. Batterie ergeben. Somit kann der Schaltkreis geschlossen werden.

[0013] Zudem kann vorgesehen sein, dass die Eingangsleitung und die Ausgangsleitung mit einem Elektromagneten oder einem Piezoelement verbunden sind, wobei vorzugsweise der Elektromagnet oder das Piezoelement bei einer Beaufschlagung mit über die Eingangsleitung und die Ausgangsleitung geführtem Strom ein Ausheben der Düsennadelspitze aus dem Düsennadelsitz bewirkt. Durch ein solches Ausheben strömt bei einem in Betrieb befindlichen Injektor Kraftstoff unter hohem Druck in einen Brennraum ein.

[0014] Nach einer vorteilhaften Modifikation der vorliegenden Erfindung ist ein Stecker des Injektors zweipolig und verfügt über die Eingangsleitung und die Ausgangsleitung. Vorzugsweise befinden sich dabei keine weiteren Leitungen für eine Zustandserfassung in dem Stecker.

[0015] Dadurch wird sichergestellt, dass der beanspruchte Injektor zu alten Steckerkontakten kompatibel ist und auch mit einem besonders einfachen Steckeraufbau zusammenwirken kann. Ein Einsatz ist auch dann möglich, wenn die dem erfindungsgemäßen Stecker innewohnende Detektionsfunktion nicht genutzt oder nicht benötigt wird. Der integrierte Schalter und der optionale Widerstand beeinträchtigen die Funktion des Injektors aufgrund der nur sehr geringen Ströme von wenigen Milliampere nicht. Demzufolge wird kein spezieller Stecker mit drei oder gar vier Anschlusspins benötigt und bei der Fertigung können die bisher verwendeten Werkzeuge zum Einsatz kommen.

[0016] Weiter kann vorgesehen sein, dass das Injektorgehäuse aus einem elektrisch leitenden Material ist.

[0017] Wie bereits vorstehend erläutert, ändert der mechanische Schalter des Injektors seinen Zustand, je nachdem ob die Düsennadelspitze ihren zugehörigen Düsennadelsitz kontaktiert oder nicht. Besteht kein Kontakt zwischen der Düsennadelspitze und dem Düsennadelsitz strömt Kraftstoff aus dem Injektor aus. Bei einer

Kontaktierung der Düsennadelspitze mit ihrem Düsennadelsitz sind sämtliche Austrittsöffnungen für Kraftstoff verschlossen, sodass es nicht zu einem Ausströmen von Kraftstoff aus dem Injektor kommt. Durch das Erfassen eines Spannungsverlaufs an der Eingangsleitung beziehungsweise dem Feststellen eines Differenzstroms zwischen der Eingangsleitung und der Ausgangsleitung kann auf einfache Art und Weise der Schalterzustand in dem Injektor erfasst werden. Dies lässt Rückschlüsse auf den genauen Zeitpunkt eines Öffnens und eines Schließens der Kraftstoffaustrittsöffnung des Injektors zu.

[0018] Nach einer optionalen Fortbildung der vorliegenden Erfindung erfolgt ein Anlegen der Diagnosespannung über eine Spannungsquelle oder eine Stromquelle. Vorzugsweise erfolgt dies über das Zwischenschalten eines Widerstands zwischen der Eingangsleitung und einer Spannung, insbesondere einer Versorgungsspannung. Typischerweise wird mit einem Beaufschlagen des Elektromagneten oder des Piezoelements mit der Versorgungsspannung eine Bewegung der Düsennadel hervorgerufen. Über einen Widerstand oder eine Stromquelle kann jedoch dazu unabhängig vom Ansteuerzustand des Injektors eine Diagnosespannung oder ein Diagnosestrom der Eingangsleitung des Injektors zugeführt werden. So kann unabhängig vom Ansteuerzustand des Injektors die Diagnosespannung beziehungsweise der Diagnosestrom dazu verwendet werden, den Zustand des mechanischen Schalters in den Injektor zu erfassen. Man ist also nicht auf das direkte Anlegen der Versorgungsspannung angewiesen.

[0019] Nach der Erfindung kann weiter vorgesehen sein, dass der Diagnosestrom oder der aus dem Anlegen der Diagnosespannung resultierende Strom sehr klein gegenüber dem Strom ist, der erforderlich ist, um eine Bewegung der Düsennadel anzusteuern, nämlich kleiner oder gleich einem Zehntel, vorzugsweise kleiner oder gleich einem Hundertstel und bevorzugter Weise kleiner oder gleich einem Tausendstel des Stroms zum Ansteuern.

[0020] Dabei ist es von Vorteil, wenn die beanspruchte Vorrichtung ferner ein Mittel zur Spannungserfassung aufweist, um die Diagnosespannung an der Eingangsleitung des Injektors zu erfassen.

[0021] Ferner kann es dabei von Vorteil sein, wenn die beanspruchte Vorrichtung ferner ein Mittel zur Differenzstrombestimmung umfasst, um einen zwischen der Eingangsleitung und der Ausgangsleitung fließenden Differenzstrom zu bestimmen.

[0022] Nach einer weiteren Fortbildung der Erfindung ist die Vorrichtung dazu ausgelegt, anhand des erfassten Spannungsverlaufs und/oder der erfassten Differenzstroms einen Beginn und/oder ein Ende einer Kontaktunterbrechung der Düsennadel zu ihrem Düsennadelsitz zu detektieren. Somit sind der Beginn und das Ende eines Einspritzzeitpunkts, der durch das Ausheben der Düsennadelspitze aus ihren Düsennadelsitz und das Zurückführen in den Sitz definiert sind, sehr genau be-

stimmbar.

[0023] Weiter kann vorgesehen sein, dass das Injektorgehäuse mit dem Massepotential verbunden ist. Dies geschieht typischerweise über einen Motorblock, mit dem ein Injektor während seines bestimmungsgemäßen Gebrauchs zusammenwirkt.

[0024] Die Erfindung umfasst ferner eine Brennkraftmaschine mit einem Injektor nach einer der vorstehend diskutierten Varianten und einer Vorrichtung entsprechend den vorstehend diskutierten Varianten.

[0025] Ferner umfasst von der Erfindung ist ein Kraftfahrzeug, das die vorstehend definierte Brennkraftmaschine aufweist.

[0026] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

Fig. 1: einen Injektor mit Schalter aus dem Stand der Technik,

Fig. 2: einen erfindungsgemäßen Injektor,

Fig. 3: ein Diagramm zur zeitlichen Darstellung von Injektorspannung, Nadelbewegung und Nadelhubschalter,

Fig. 4: eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zum Erfassen eines Zustands des Injektors,

Fig. 5: eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung zum Erfassen eines Zustands des Injektors, und

Fig. 6: eine dritte Ausführungsform zum Erfassen eines Zustands des Injektors.

[0027] Fig. 1 zeigt dabei einen Injektor in einer Prinzipskizze, wie er aus dem Stand der Technik bekannt ist. Der Injektor 100 weist dabei ein Gehäuse 102 auf, in dem ein Mittel 108 zum Bewegen einer Düsennadel aus ihrem zugehörigen Düsennadelsitz vorhanden ist. Darüber hinaus ist ein mechanischer Schalter 103 angeordnet, der bei einem Kontakt der Düsennadel mit dem Düsennadelsitz einen geschlossenen und bei einer Unterbrechung dieses Kontakts einen offenen Zustand einnimmt. Zum Ansteuern führen in das Injektorgehäuse 102 eine Eingangsleitung 104 sowie eine Ausgangsleitung 105, die mit dem Mittel 108 zum Bewegen der Düsennadel verbunden sind. Ferner dazu werden auch die beiden Kontakte 106, 107 des Schalters 103 aus dem Injektorgehäuse 102 herausgeführt. Insgesamt ergibt sich somit ein Injektor, der über mehr als zwei aus dem Injektorgehäuse 102 herausstehende Leitungen verfügt, sodass ein neuer Stecker für einen solchen Injektor 102 vorzusehen ist.

[0028] Bisherige, herkömmliche Injektoren 100 verwenden einen zweipoligen Stecker, der lediglich für die Stromversorgung des Aktuators 108 notwendig ist. Für

die Erfassung der Position des Schalters (auch: Nadelhubschalter) ist mindestens ein weiterer Steckerkontakt 106, 107 notwendig, der ein neues mechanisches Design erfordert und den Injektorstecker nicht mehr kompatibel zu bisherigen Systemen belässt.

[0029] Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Injektors 1, der über ein Injektorgehäuse 2 eine in das Injektorgehäuse 2 führende Eingangsleitung 4 und aus dem Injektorgehäuse 2 heraus führende Ausgangsleitung 5 verfügt. Ferner dazu ist ein Aktuator 8 zum Ansteuern einer Düsennadel vorgesehen, der beispielsweise ein Elektromagnet oder ein Piezoelement sein kann. Weiter befindet sich auch ein mechanischer Schalter 3 in dem Injektor 1, der im Zusammenspiel mit der Bewegung der Düsennadel des Injektors 1 arbeitet. Wird die Düsennadel aus ihrem Sitz gehoben und die Düse zur Einspritzung freigegeben, öffnet der integrierte Schalter 3 seinen Kontakt. Im Gegensatz hierzu wird der Kontakt beim Schließen der Nadel ebenfalls geschlossen. Ein erster Anschluss 6 des Schalters 3 ist dabei über einen Widerstand R2 mit der Eingangsleitung 4 verbunden. Der zweite Anschluss 7 des Schalters 3 ist mit dem Injektorgehäuse 2 elektrisch verbunden, das typischerweise im Betrieb mit Massepotential 9 gleichzusetzen ist.

[0030] Die Information, ob der Nadelhubschalter 3 geschlossen oder offen ist und somit, ob die Einspritzung erfolgt oder nicht, wird durch einen zusätzlichen Stromverbrauch im Injektor angezeigt. Im Gegensatz zu der Ausführung des Stands der Technik ist in der vorliegenden Anwendung kein Kontakt des Schalters direkt zugänglich. Weiter dient der Widerstand R2 dazu, den Strom durch den Kontakt auf ein minimal erforderliches Maß zu begrenzen.

[0031] Bei der Aktivierung des Injektors wird eine Spannung an die Eingangsleitung 4 und die Eingangsleitung 5 gelegt, welche dazu führt, dass über den Aktuator 8, der als Elektromagnet oder als Piezoelement ausgeführt sein kann, die Düsennadel indirekt in Bewegung versetzt wird. Die Nadel hebt sich aus ihrem Sitz und öffnet somit den Kontakt. Infolgedessen wird Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt.

[0032] Bei der Verwendung eines solchen Injektors kann zur Detektion die Differenzstrommethode (= Fehlstromerkennung) herangezogen werden. Dabei wird der in den Injektor hineinfließende Strom mit dem herausfließenden Strom verglichen. Ist der Schalter 3 geschlossen, fließt an einem der Anschlüsse etwas mehr Strom in den Injektor 1 hinein als über den zweiten Anschluss hinaus. Das liegt daran, dass ein Teil des Stroms über den Schalter 3 direkt nach Masse 9 fließt. So lässt sich recht gut detektieren, ob der Schalter geschlossen ist oder nicht.

[0033] Ist hingegen der in den Injektor hineinfließende Strom identisch mit dem aus dem Injektor hinausfließenden Strom, so ist der Schalter 3 offen. Sind beide Ströme unterschiedlich, lässt sich daraus ein geschlossener Schalter 3 folgern. Diese Art der Detektion funktioniert allerdings nur dann, wenn am Injektor 1 eine Spannung

anliegt, da zur Detektion ein Stromfluss erforderlich ist.

[0034] Fig. 3 zeigt den zeitlichen Zusammenhang zwischen einem Anliegen einer Injektorspannung (Diagramm D3), eine Nadelbewegung (Diagramm D2), und dem Zustand des Schalters (Diagramm D1). Bei Aktivierung des Injektors wird eine Spannung an diesen gelegt. Dies führt dazu, dass die Düsennadel sich indirekt angetrieben durch einen Elektromagneten oder einen Piezo in Bewegung setzt. Die Nadel hebt sich aus ihrem Sitz und öffnet somit den Kontakt. In Folge wird Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt. Wird die Spannung an dem Injektor wieder entfernt, erfolgen die Bewegungen in umgekehrter Richtung. Die Nadel kehrt in ihren Sitz zurück, der Kraftstofffluss wird unterbrochen und der Kontakt schließt wieder. Durch die in Fig. 3 erkennbare Trägheit des Systems ist es eine logische Folge, dass die Schaltzeitpunkte des Schalters 3 (vgl. Diagramm D1) sich nicht exakt mit den Zeitpunkten des Anlegens und des Wegnehmens der Spannung des Injektors (vgl. Diagramm D3) zusammenfallen. Vielmehr sind diese signifikant verzögert. Es kann es zu Situationen kommen, in denen der Injektor gar nicht mehr bestromt wird und die Nadel immer noch nicht in ihren Sitz zurückgekehrt ist. Eine begonnene Einspritzung findet in so einem Fall immer noch statt. Erst nach einer Verzögerung schließt die Nadel und somit auch der Schalter 3. Diese Fälle sind in Fig. 3 mit gepunkteten Bereichen hervorgehoben. Da zu diesen Zeitpunkten der in Fig. 2 dargestellte Injektor 1 nicht mehr bestromt wird, ist es nicht ohne weiteres möglich, einen eventuell vorhandenen Zusatzstrom durch den Nadelhubschalter 3 zu erfassen.

[0035] Bisherige Ansätze verwenden im Injektor den Schalter so, dass die Schalterkontakte an separaten Anschlüssen herausgeführt werden. Diese erfordern dann einen vier- oder auch dreipoligen Stecker. Die Detektion des Schaltvorgangs gestaltet sich dann recht einfach, indem der Schalter über eine Widerstandsmessung erfasst wird. Ein niedriger Widerstand steht für einen geschlossenen Schalter, wohingegen ein hoher Widerstand einen offenen Schalter darstellt.

[0036] Schaltungstechnisch lässt sich ein Schalter noch einfacher detektieren, indem ein Pol des Schalters mit einer gemeinsamen Masse und der andere Pol über einen Widerstand mit der Versorgungsspannung verbunden werden. Bei geöffnetem Schalter ergibt sich so an dem Pol, der an den Widerstand angeschlossen ist eine hohe Spannung, die im Idealfall der Versorgungsspannung entspricht und bei geschlossenem Schalter eine niedrige Spannung, die im Idealfall bei null Volt liegt. Dabei macht es keinen Unterschied, ob der Schaltkontakt über vier Kontakte oder drei Kontakte aus dem Injektor herausgeführt wird. Fig. 4 zeigt dabei ein Zusammenspiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 mit dem Injektor 1.

[0037] Das Öffnen und Schließen der Düsennadel wird über das Spannungspotential an dem Aktuator 8 (Magnetventilschleife oder dergleichen) nach erfolgter Bestromung beziehungsweise während einer aktuellen Bestro-

mung detektiert. Um die Potentialänderung auch nach der Injektorbestromung zu detektieren, wird eine Hilfsspannung an den Injektor gelegt. Es ist erforderlich, diese Spannung an den Pin des Injektors 1 anzuschließen, an dem auch der interne Widerstand R2 angeschlossen ist. Vorliegend ist dies die Eingangsleitung 4. Nur so lässt sich die gewünschte Funktion erzielen.

[0038] Diese Spannung kann entweder aus einer aktiven Stromquelle I1 oder einfach durch einen Widerstand R1 (vgl. Fig. 5) erzeugt werden. Entscheidend ist, dass der Strom I_{diag} gegenüber dem eigentlichen Strom I_{inj} für den Injektorantrieb sehr gering ist, um die Funktion des Injektors 1 nicht zu beeinträchtigen.

[0039] Wie Fig. 5 zeigt besitzt der Injektor nur zwei Anschlüsse 4, 5, von denen einer (nämlich die Eingangsleitung 4) über einen Widerstand R2 an den Nadelhubschalter 3 angeschlossen ist. Der Schalter 3 ist wiederum mit seinem zweiten Anschluss 7 an das massieführende Gehäuse 2 des Injektors 1 angeschlossen.

[0040] Zur Detektion der Schalterfunktion ist ein bestimmt modifiziertes Steuergerät erforderlich. Wie bereits zuvor beschrieben, lässt sich die Funktion des Schalters 3 vorteilhafterweise mithilfe einer Zusatzspannung detektieren die durch einen Widerstand R1 in dem Steuergerät 10 realisiert ist.

[0041] Während der Injektor 1 angesteuert wird, ist eine Detektion des Schalterzustands nicht möglich. Der Antriebsstrom I_{inj} ist um einige Größenordnungen höher als der Messstrom durch den Schalter 3, wodurch eine Detektion unmöglich wird. Die Spannung an der Eingangsleitung 4 des Injektors 1 ändert sich um weniger als ein Tausendstel bei Betätigung des Schalters 3. Diese Änderung auf einfache Weise zu detektieren und von einer Störung sicher zu unterscheiden ist nicht ohne übermäßigen Aufwand möglich.

[0042] Wird dagegen der Injektor 1 "ausgeschaltet", das heißt, die Einspritzung beendet, fällt die Nadel nicht sofort in ihren Sitz zurück, sondern macht dies erst mit etwas Verzögerung, wie aus Fig. 3 zu entnehmen ist (vgl. Diagramm D2). Der Nadelhubschalter 3 bleibt zuerst geöffnet und Widerstand R2 übt so keinerlei Einfluss auf die Schaltung in dem Steuergerät 10 aus. An der Eingangsleitung 4 des Injektors 1 lässt sich in diesem Zeitfenster über Widerstand R1 die volle Diagnosespannung messen.

[0043] Nach Ablauf der Verzögerung fällt die Nadel in ihren Sitz zurück und schließt den Schalter. Der Widerstand R1 in dem Steuergerät 10 bildet nun zusammen mit dem Widerstand R2 im Injektor 1 einen Spannungsteiler. Die Spannung an den aus dem Injektorgehäuse 2 herausgeführten Teil der Eingangsleitung 4 des Injektors 1 wird im Verhältnis $(R2/R1 + R2)$ geteilt und ist folglich niedriger als die angelegte Spannung an R1.

[0044] Dieser Spannungssprung von einer höheren zu einer niedrigeren Spannung kann im Steuergerät 10 von einem Mikrocontroller μC detektiert und als Information zur Signalisierung des Endes einer Einspritzung gewonnen werden.

[0045] Bei langen Einspritzdauern kann der Beginn einer Einspritzung über diese Hilfsspannung nicht detektiert werden, dies spielt jedoch eine untergeordnete Rolle, da dieser bei kurzen Einspritzdauern erfasst werden kann und somit auch auf längere Einspritzdauern übertragbar ist. Entscheidender ist der Zeitpunkt des Schließens des Einspritzventils, da dieser Zeitpunkt eine sehr viel größere zeitliche Varianz aufweist. In anderen Worten streut dieser Zeitpunkt mehr. Diesen Schließzeitpunkt jeweils zu messen ermöglicht die vorliegende Erfindung im Zusammenspiel mit dem speziell ausgebildeten Injektor, der lediglich zwei Anschlusspole besitzt. Wie in Fig. 3 anhand der zweiten Einspritzung dargestellt, ist bei sehr kurzen Ansteuerzeiten, das heißt im sogenannten ballistischen Betrieb, die Detektion des Einspritzbeginns und -endes möglich. Die Bewegung der Nadel findet in so einem Fall soweit verzögert statt, dass der Stromfluss im Injektor 1 bereits abgeklungen ist und die Detektion des Schalterzustands ungestört möglich ist.

[0046] Der besondere Vorteil dieser Erfindung ist ein kompatibel bleibender Injektor 1. Er benötigt weiterhin nur zwei Anschlusspins und kann auch in Applikationen eingesetzt werden, bei denen die Detektionsfunktion nicht benutzt oder benötigt wird. Der integrierte Schalter 3 und Widerstand R2 beeinträchtigen die Funktion des Injektors 1 aufgrund der minimalen Ströme von wenigen Milliampere nicht.

[0047] Folglich wird kein spezieller Stecker mit drei oder vier Anschlusspins benötigt und bei der Fertigung können bisher verwendete Werkzeuge zum Einsatz kommen.

[0048] Auf der anderen Seite ist die Auswertung des Signals auf der Steuergeräteseite sehr einfach. Zur Erzeugung des Diagnosesignals wird nur ein einziger Widerstand R1 benötigt, der die erforderliche Diagnose-Spannung erzeugt. Ebenfalls ist keine zusätzliche Leitung erforderlich, um diese Spannung an den Injektor 1 zu legen. Zur Detektion des Spannungsprungs ist im Steuergerät 10 keine komplexe Schaltung notwendig, da im einfachsten Fall und bei geschickter Auslegung ein Digitaleingang eines Controller μC oder ein Schwellwertschalter ausreicht, der auf die zwei unterschiedlichen Spannungszustände reagiert. Schaltungsmodule, die in den entscheidenden Eigenschaften durch Temperaturdrift oder Toleranzen beeinflusst werden und somit einen niedrigen Störsignalabstand besitzen, sind nicht erforderlich. Reine Spannungspegel mit großer Spannungsdifferenz lassen sich sehr einfach und sehr sicher auch bei hohen Temperaturschwankungen und Bauteiltoleranzen detektieren.

[0049] Die Erfindung erlaubt die Detektion der Einspritzung erst nachdem die Bestromung des Injektors 1 beendet wurde, was, wie vorstehend beschrieben, keinen zu großen Nachteil darstellt, da das Ende einer Einspritzung wesentlich relevanter ist und der bei kleinen Einspritzmengen gelernte Spritzbeginn auf längere Einspritzungen übertragbar ist. Soll trotzdem auch während der Bestromung des Injektors der Öffnungszeitpunkt miter-

fasst werden, so lässt sich das Verfahren mit der Differenzstrommethode kombinieren.

[0050] Wie in Fig. 6 dargestellt, wird einfach zur Differenzstrommethode ein weiterer Widerstand im Steuergerät so ergänzt, dass auch im nicht angesteuerten Zustand des Injektors eine Hilfsspannung am Injektor anliegt.

10 Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Zustandserfassung eines Injektors (1) zum Einspritzen von Kraftstoff, wobei der Injektor (1) umfasst:

ein Injektorgehäuse (2),
eine bewegbare Düsennadel, die im Injektorgehäuse (2) angeordnet ist und eine Düsennadelspitze aufweist, und
einen Düsennadelsitz zum Aufnehmen der Düsennadelspitze, wobei
eine Kontaktpaarung von Düsennadel und Düsennadelsitz einen mechanischen Schalter (3) darstellt, der bei einem Kontakt der Düsennadelspitze mit dem Düsennadelsitz einen geschlossenen Zustand und bei einer Unterbrechung des Kontakts einen offenen Zustand einnimmt,
der Injektor (1) über eine Eingangsleitung (4) und eine Ausgangsleitung (5) zum Ansteuern einer Bewegung der Düsennadel verfügt, und
der Schalter (3) einen ersten Anschluss (6) und einen zweiten Anschluss (7) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Anschluss (6) des Schalters (3) mit der Eingangsleitung (4) verbunden ist,
der zweite Anschluss (7) des Schalters (3) mit dem Injektorgehäuse (2) verbunden ist, und
die Vorrichtung (10) dazu ausgelegt ist,

eine Diagnosespannung und/oder einen Diagnosestrom (I_{diag}) an der in das Injektorgehäuse (2) führenden Eingangsleitung (4) anzulegen, die unabhängig von einem Ansteuerstrom/ Ansteuerspannung für den Injektor anliegt, und
einen Spannungsverlauf an der Eingangsleitung (4) zu erfassen und/oder einen Differenzstrom zwischen der Eingangsleitung (4) und der Ausgangsleitung (5) zu erfassen.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei zwischen dem ersten Anschluss (6) des Schalters (3) und der Eingangsleitung (4) und/oder dem zweiten Anschluss (7) und dem Injektorgehäuse (2) ein Widerstand (R2) geschaltet ist.

3. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Eingangsleitung (4) und die Ausgangsleitung (5) mit einem Elektromagneten (8) oder einem Piezoelement (8) verbunden sind, wobei vorzugsweise der Elektromagnet (8) oder das Piezoelement (8) bei einer Beaufschlagung mit über die Eingangsleitung (4) und die Ausgangsleitung (5) geführten Strom ein Ausheben der Düsennadelspitze aus dem Düsennadelsitz bewirkt. 5
4. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Stecker des Injektors (1) zweipolig ist und über die Eingangsleitung (4) und die Ausgangsleitung (5) verfügt, und vorzugsweise darüber hinaus keine weiteren Leitungen für eine Zustandserfassung aufweist. 10
5. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Injektorgehäuse (2) aus einem elektrisch leitenden Material ist. 15
6. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Anlegen der Diagnosespannung über eine Spannungsquelle oder eine Stromquelle erfolgt, vorzugsweise über das Zwischenschalten eines Widerstands (R1) zwischen der Eingangsleitung (4) und einer Spannung, insbesondere einer Versorgungsspannung. 20
7. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Diagnosestrom (I_{diag}) oder der aus dem Anlegen der Diagnosespannung resultierende Strom (I_{diag}) sehr klein gegenüber dem Strom (I_{inj}) ist, der erforderlich ist, um eine Bewegung der Düsennadel anzusteuern, nämlich kleiner oder gleich einem Zehntel, vorzugsweise kleiner oder gleich einem Hundertstel und bevorzugterweise kleiner oder gleich einem Tausendstel des Stroms (I_{inj}) zum Ansteuern. 25
8. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Mittel (μC) zur Spannungserfassung, um die Diagnosespannung an der Eingangsleitung (4) des Injektors (1) zu erfassen. 30
9. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Mittel zur Differenzstrombestimmung, um einen zwischen der Eingangsleitung (4) und der Ausgangsleitung (5) fließenden Differenzstrom zu erfassen. 35
10. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (10) dazu ausgelegt ist, anhand des erfassten Spannungsverlaufs oder des erfassten Differenzstroms einen Beginn und/oder ein Ende eines Aushebens der Düsennadel aus ihrem Düsennadelsitz heraus zu detektieren. 40

11. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Injektorgehäuse (2) mit dem Massepotential (9) verbunden ist. 45

12. Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 50

13. Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 12. 55

Claims

1. A device (10) for detecting the state of an injector (1) for injecting fuel, the injector (1) comprising:

an injector housing (2),
 a movable nozzle needle which is arranged in the injector housing (2) and has a nozzle needle tip, and
 a nozzle needle seat for receiving the nozzle needle tip, wherein
 a contact pairing of nozzle needle and nozzle needle seat constitutes a mechanical switch (3) which on contact of the nozzle needle tip with the nozzle needle seat assumes a closed state and on interruption of the contact assumes an open state,
 the injector (1) is provided with an input line (4) and an output line (5) for actuating a movement of the nozzle needle, and
 the switch (3) includes a first terminal (6) and a second terminal (7),
characterized in that
 the first terminal (6) of the switch (3) is connected to the input line (4),
 the second terminal (7) of the switch (3) is connected to the injector housing (2), and
 the device (10) is designed

to apply a diagnostic voltage and/or a diagnostic current (I_{diag}) to the input line (4) leading into the injector housing (2), which is applied independently of an actuation current/actuation voltage for the injector, and to detect a voltage profile at the input line (4) and/or detect a differential current between the input line (4) and the output line (5).

2. The device (10) according to claim 1, wherein between the first terminal (6) of the switch (3) and the input line (4) and/or between the second terminal (7) and the injector housing (2) a resistor (R2) is connected.
3. The device (10) according to any of the preceding claims, wherein the input line (4) and the output line

- (5) are connected to an electromagnet (8) or a piezo element (8), wherein preferably the electromagnet (8) or the piezo element (8) causes the nozzle needle tip to be lifted from the nozzle needle seat upon application of a current guided over the input line (4) and the output line (5).
4. The device (10) according to any of the preceding claims, wherein a plug of the injector (1) has two poles and is provided with the input line (4) and the output line (5), and preferably in addition includes no further lines for a state detection.
 5. The device (10) according to any of the preceding claims, wherein the injector housing (2) is made of an electrically conducting material.
 6. The device (10) according to any of the preceding claims, wherein an application of the diagnostic voltage is effected via a voltage source or a current source, preferably via the connection of a resistor (R1) between the input line (4) and a voltage, in particular a supply voltage.
 7. The device (10) according to any of the preceding claims, wherein the diagnostic current (I_{diag}) or the current (I_{inj}) resulting from the application of the diagnostic voltage is very small as compared to the current (I_{inj}) which is required to actuate a movement of the nozzle needle, namely less than or equal to one tenth, preferably less than or equal to one hundredth, and preferably less than or equal to one thousandth of the current (I_{inj}) for actuation.
 8. The device (10) according to any of the preceding claims, furthermore comprising a means (μC) for voltage detection in order to detect the diagnostic voltage at the input line (4) of the injector (1).
 9. The device (10) according to any of the preceding claims, furthermore comprising a means for differential current determination in order to detect a differential current flowing between the input line (4) and the output line (5).
 10. The device (10) according to any of the preceding claims, wherein the device (10) is designed to detect a beginning and/or an end of the nozzle needle being lifted from its nozzle needle seat with reference to the detected voltage profile or the detected differential current.
 11. The device (10) according to any of the preceding claims, wherein the injector housing (2) is connected to the ground potential (9).
 12. An internal combustion engine with a device (10) according to any of the preceding claims.

13. A motor vehicle with an internal combustion engine according to claim 12.

5 Revendications

1. Dispositif (10) de détection de l'état d'un injecteur (1) pour l'injection de carburant, l'injecteur (1) comprenant :

un boîtier d'injecteur (2),
une aiguille de buse mobile, qui est agencée dans le boîtier d'injecteur (2) et présente une pointe d'aiguille de buse, et
un siège d'aiguille de buse destiné à recevoir la pointe d'aiguille de buse, dans lequel un appariement de contacts de l'aiguille de buse et du siège d'aiguille de buse représente un commutateur mécanique (3) qui prend un état fermé lorsque la pointe d'aiguille de buse est en contact avec le siège d'aiguille de buse et un état ouvert lorsque le contact est interrompu, l'injecteur (1) dispose d'une ligne d'entrée (4) et d'une ligne de sortie (5) pour actionner un mouvement de l'aiguille de buse, et le commutateur (3) présente une première connexion (6) et une deuxième connexion (7),

caractérisé en ce que

la première connexion (6) du commutateur (3) est reliée à la ligne d'entrée (4),
la deuxième connexion (7) du commutateur (3) est reliée au boîtier d'injecteur (2), et
le dispositif (10) est conçu à

appliquer une tension de diagnostic et/ou un courant de diagnostic (I_{diag}) sur la ligne d'entrée (4) menant dans le boîtier d'injecteur (2), qui est appliquée indépendamment d'un courant/d'une tension d'actionnement pour l'injecteur, et
détecter un profil de tension sur la ligne d'entrée (4) et/ou détecter un courant différentiel entre la ligne d'entrée (4) et la ligne de sortie (5).

2. Dispositif (10) selon la revendication 1, dans lequel une résistance (R2) est connectée entre la première connexion (6) du commutateur (3) et la ligne d'entrée (4) et/ou la deuxième connexion (7) et le boîtier d'injecteur (2).

3. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la ligne d'entrée (4) et la ligne de sortie (5) sont reliées à un électroaimant (8) ou à un élément piézoélectrique (8), de préférence l'électroaimant (8) ou l'élément piézoélectrique (8) effectuant un soulèvement de la pointe d'aiguille de buse hors du siège de l'aiguille

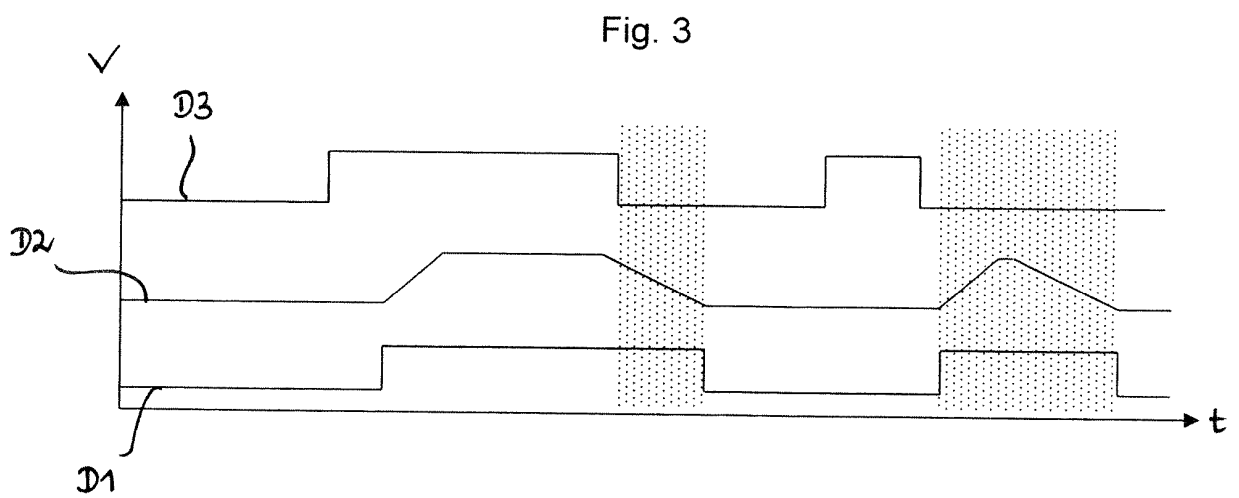
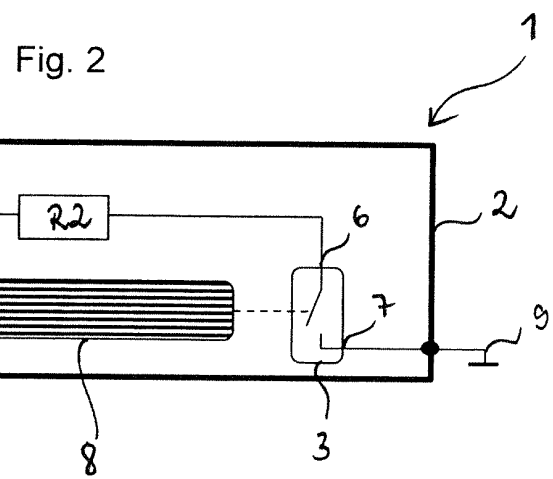
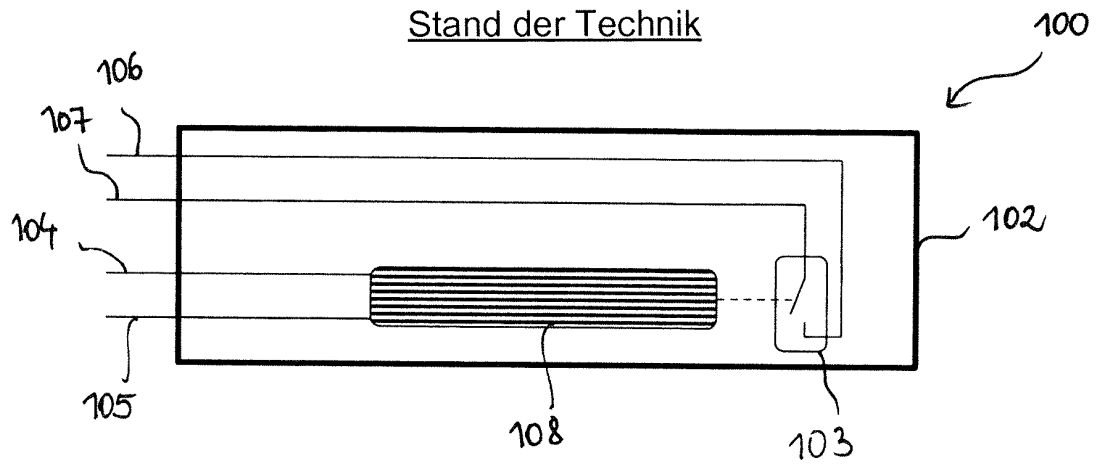
de buse lorsqu'il est soumis à un courant passant par la ligne d'entrée (4) et la ligne de sortie (5).

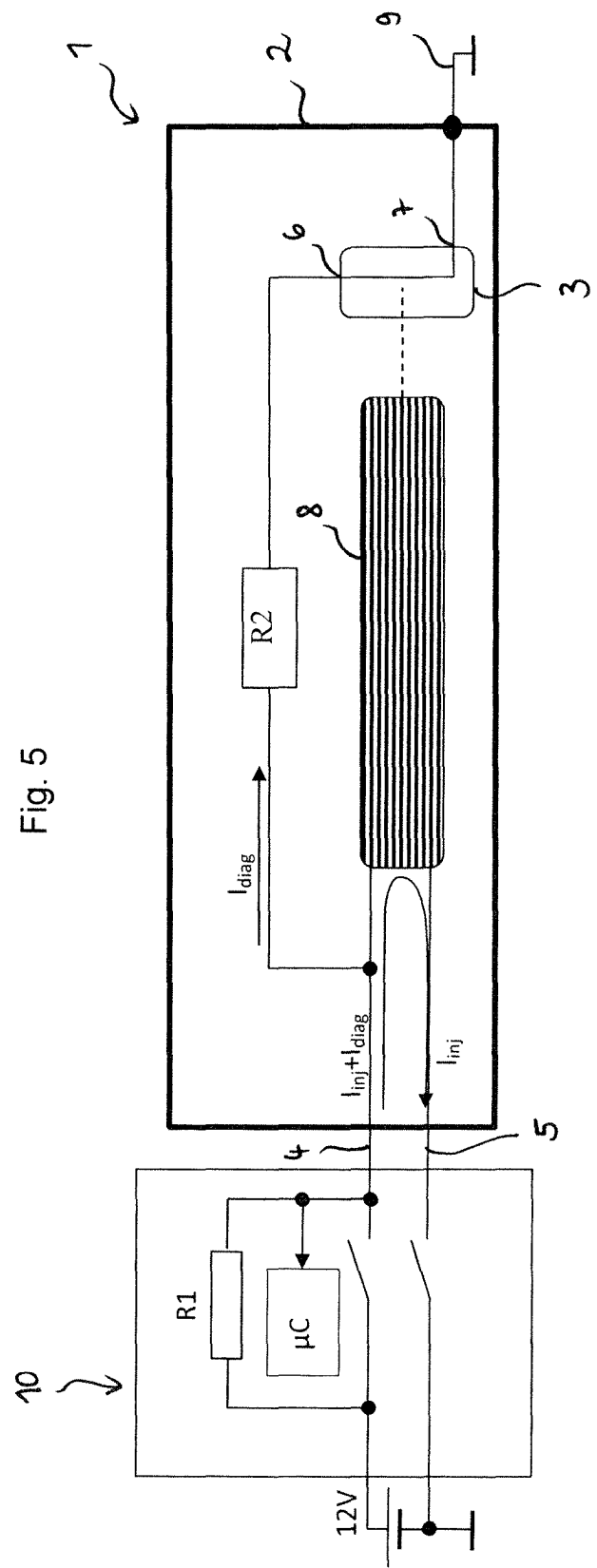
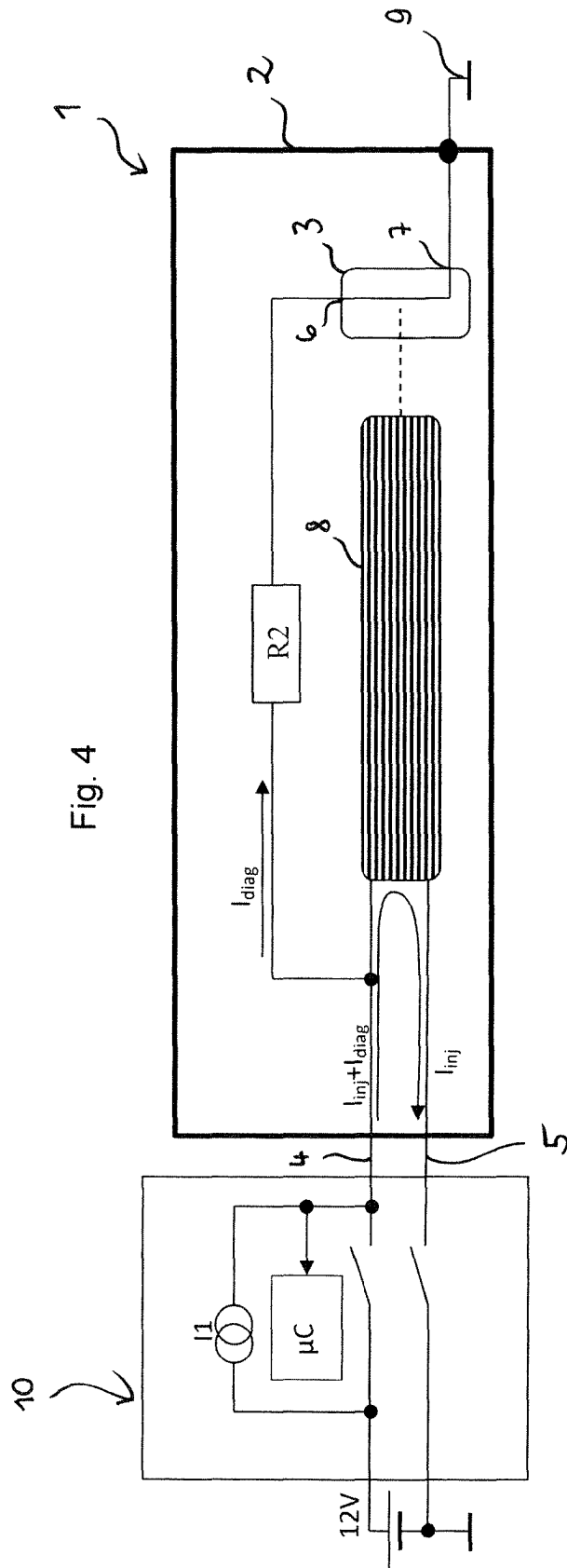
4. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un connecteur de l'injecteur (1) est bipolaire et dispose de la ligne d'entrée (4) et de la ligne de sortie (5), et de préférence ne comporte pas en outre d'autres lignes pour une détection d'état. 5
10
5. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le boîtier d'injecteur (2) est réalisé en un matériau électriquement conducteur. 15
6. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une application de la tension de diagnostic est effectuée par l'intermédiaire d'une source de tension ou d'une source de courant, de préférence par l'interposition d'une résistance (R1) entre la ligne d'entrée (4) et une tension, en particulier une tension d'alimentation. 20
7. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le courant de diagnostic (I_{diag}) ou le courant (I_{diag}) résultant de l'application de la tension de diagnostic est très faible par rapport au courant (I_{inj}) nécessaire pour actionner un mouvement de l'aiguille de buse, à savoir inférieur ou égal à un dixième, de préférence inférieur ou égal à un centième et de préférence inférieur ou égal à un millième du courant (I_{inj}) d'actionnement. 25
30
8. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un moyen (μC) de détection de tension pour détecter la tension de diagnostic sur la ligne d'entrée (4) de l'injecteur (1). 35
40
9. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un moyen de détermination de courant différentiel pour détecter un courant différentiel circulant entre la ligne d'entrée (4) et la ligne de sortie (5). 45
10. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (10) est adapté pour détecter, à partir du profil de tension détecté ou du courant différentiel détecté, un début et/ou une fin de soulèvement de l'aiguille de buse hors de son siège d'aiguille de buse. 50
11. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le boîtier d'injecteur (2) est relié au potentiel de masse (9). 55
12. Moteur à combustion interne comprenant un dispo-

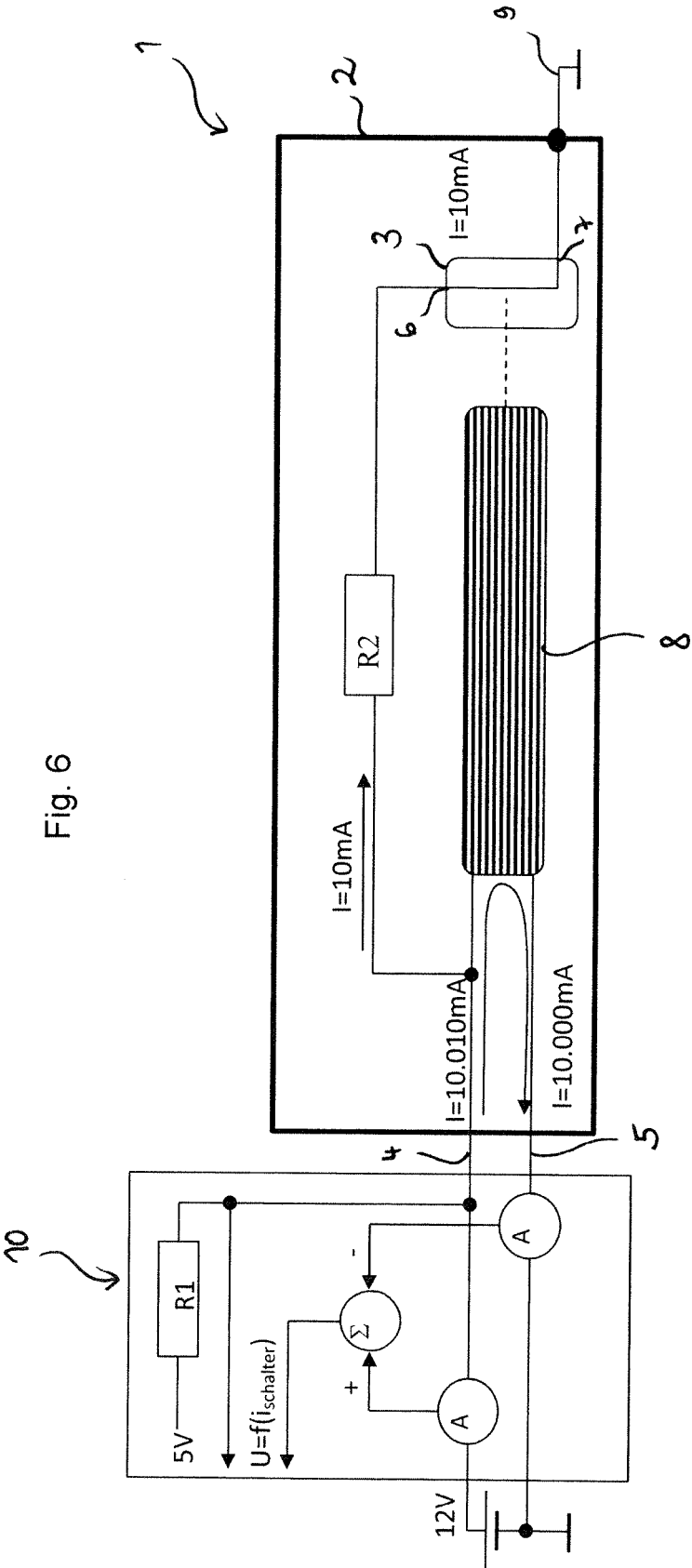
sitif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

13. Véhicule automobile avec un moteur à combustion interne selon la revendication 12.

Fig. 1
Stand der Technik







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

- WO 2016012242 A1 [0006]