

(19)



(11)

EP 2 769 072 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2019 Patentblatt 2019/02

(51) Int Cl.:
F02D 41/38 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12806358.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/073299

(22) Anmeldetag: **22.11.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/076180 (30.05.2013 Gazette 2013/22)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES KRAFTSTOFFFÖRDERSYSTEMS UND KRAFTSTOFFFÖRDERSYSTEM**

METHOD AND APPARATUS FOR OPERATING A FUEL DELIVERY SYSTEM

MÉTHODE ET APPAREIL POUR L'UTILISATION D'UN SYSTÈME D'INJECTION DE CARBURANT

(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: **24.11.2011 DE 102011087041**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.08.2014 Patentblatt 2014/35

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

(72) Erfinder:
• **JONAS, Stephan**
65824 Schwalbach (DE)
• **BURGDORF, Jochen**
63075 Offenbach am Main (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 718 777 DE-A1- 4 446 277
DE-A1-102008 043 127 DE-A1-102008 043 130
US-A1- 2003 098 009 US-A1- 2010 036 585
US-A1- 2011 231 082 US-A1- 2011 238 282

EP 2 769 072 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 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffördersystems. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftstoffördersystem, insbesondere für ein Kraftfahrzeug.

[0002] Herkömmliche Hochdruckbenzineinspritzsysteme weisen eine von einem Elektromotor angetriebene Pumpe auf, die im Benzintank angeordnet ist. Diese Elektropumpe ist zusätzlich zu der an der Brennkraftmaschine angebrachten, von der Nockenwelle angetriebenen, Hochdruckpumpe vorgesehen. Die Elektropumpe ist in einem solchen System dazu ausgebildet, einen Druck von etwa 5 bar bereitzustellen. Der Hochdruck bis etwa 200 bar wird durch die an der Brennkraftmaschine angebrachte, von der Nockenwelle angetriebene, Pumpe realisiert. Dabei muss ein aktives Volumen- oder Druckregelventil vorgesehen werden, das den Druck regelt, der den Einspritzventilen bereitgestellt wird.

[0003] US 2003/0098009 A1, US 2011/0238282 A1, US 2011/0231082 A1 und US 2010/0036585 A1 offenbaren jeweils ein Kraftstoffördersystem, bei dem in einem Kraftstofftank eine Elektropumpe angeordnet ist, welche direkt ohne zwischengeschaltete Elemente mit einem Kraftstoffspeicher verbunden ist, wobei jeweils eine elektronische Steuereinheit vorgesehen ist, die die Drehzahl der Elektropumpe abhängig von in dem Kraftstoffördersystem erfassten Parametern ansteuert.

[0004] Die DE 10 2008 043 127 A1 betrifft ein Kraftstoffversorgungssystem für Brennkraftmaschinen, bei dem die Einstellung des Drucks in einer Kraftstoffleitung mittels einer dynamischen Vorsteuerung erfolgt. Verbleibende Abweichungen des Ist-Drucks vom Soll-Druck werden durch einen entsprechenden Regler kompensiert.

[0005] Die DE 10 2008 043 130 A1 betrifft ein Kraftstoffversorgungssystem für Brennkraftmaschinen, bei dem der in einer Kraftstoffleitung herrschende Druck mit Hilfe eines modellbasierten Schätzalgorithmus ermittelt wird. Dadurch kann auf einen Drucksensor verzichtet werden.

Die DE 44 46 277 A1 betrifft ein Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine, bei dem wesentliche Parameter wie Kraftstoffdruck und Kraftstoffdurchfluss mit Hilfe eines Beobachters aus gemessenen Größen laufend ermittelt werden. Diese ermittelten Größen werden dazu benutzt, eine bedarfsorientierte Kraftstoffförderung zu realisieren, wobei die Ansteuerungen abhängig von Brennkraftmaschinen Anforderungen vom Steuergerät selbst durchgeführt werden.

[0006] Die DE 37 18 777 A1 betrifft ein Pulsierungsschutzelement zur Verwendung für eine Pumpe, das in Form eines Schlauches ausgebildet ist, der in einem Pumpenfluidkanal angeordnet ist. Der Schlauch ist in einem Kraftstofftank derart untergebracht, dass ein Ende des Schlauches mit der Pumpe und sein anderes Ende mit einer Rohrleitung oder dergleichen kommuniziert.

[0007] Es ist wünschenswert, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffördersystems anzugeben, die beziehungsweise das eine einfache Regelung beziehungsweise Steuerung des Kraftstoffördersystems ermöglicht. Zudem ist es wünschenswert, ein Kraftstoffördersystem anzugeben, das einfach regel- oder steuerbar ist.

[0008] Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine korrespondierende Vorrichtung zum Betreiben eines Kraftstoffördersystems für eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung.

[0009] Das Kraftstoffördersystem weist eine Elektropumpe auf, die innerhalb eines Kraftstofftanks angeordnet ist. Die Elektropumpe ist eingerichtet, Kraftstoff aus dem Kraftstofftank zu einem Kraftstoffspeicher zu fördern und einen für die Direkteinspritzung ausreichend hohen Druck in dem Kraftstoffspeicher bereitzustellen. Die Drehzahl der Elektropumpe wird in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Wert für einen Druck in dem Kraftstoffspeicher geregelt oder gesteuert.

[0010] Durch die Regelung beziehungsweise Steuerung der Drehzahl der Elektropumpe ist eine einfache Mengenregelung der Förderung der Elektropumpe möglich. Abhängig von dem vorgegebenen Wert für den Druck in dem Kraftstofftank wird der Elektropumpe elektrische Energie zugeführt und somit die Drehzahl der Elektropumpe eingestellt. Damit wird einfach die Fördermenge und damit der bereitgestellte Druck eingestellt.

[0011] Die Pumpe ist beispielsweise eine Kolbenpumpe, die lediglich passive Einlass- und Auslassventile aufweist. Auf aktive Volumen- beziehungsweise Druckregelventile kann verzichtet werden, da die Volumenstromregelung über die veränderbare Drehzahl der Elektropumpe eingestellt wird. Somit muss lediglich eine einzige Pumpe in dem Kraftstoffördersystem bereitgestellt werden, die den Kraftstoff von dem Kraftstofftank zu dem Kraftstoffspeicher fördert. Auf eine zweite Pumpe, die von der Nockenwelle angetrieben wird und beispielsweise an der Brennkraftmaschine angebracht ist, kann verzichtet werden.

[0012] Die Elektropumpe ist in dem Kraftstofftank angeordnet, aus dem sie Kraftstoff fördern kann. Dadurch ist eine Leckage tolerierbar. Die Elektropumpe ist insbesondere eingerichtet, einen Druck von bis zu 200 bar bereitzustellen. Insbesondere ist die Elektropumpe eingerichtet, einen Druck zwischen 50 bar und 250 bar bereitzustellen. Die Kraftstoffpumpe ist beispielsweise ausgebildet, einen Druck in dem Kraftstoffspeicher von mehr als 100 bar bereitzustellen.

[0013] Durch die Elektropumpe, die einen hohen Druck bereitstellen kann, ist ein kostengünstiges Kraftstoffördersystem realisierbar, da lediglich eine einzige Pumpe vorgesehen ist, um Kraftstoff aus dem Tank zu fördern und mit hohem Druck in dem Kraftstoffspeicher bereitzustellen. Zudem ist kein Volumenstromventil nötig. Zudem kann der Antrieb der Elektropumpe innerhalb des Kraftstofftanks einfach gekühlt werden.

[0014] Gemäß Ausführungsformen wird ein Ist-Druck in dem Kraftstofftank ermittelt. Eine Differenz zwischen dem ermittelten Ist-Druck und dem vorgegebenen Wert

für den Druck wird ermittelt. Die Drehzahl der Elektropumpe wird in Abhängigkeit der ermittelten Differenz geregelt.

[0015] Beispielsweise ist zum Ermitteln des Ist-Drucks in dem Kraftstoffspeicher ein Drucksensor in dem Kraftstoffspeicher angeordnet. Der Drucksensor ist mit der Vorrichtung zum Betreiben des Kraftstoffsystems gekoppelt. In Abhängigkeit der Differenz zwischen dem gewünschten vorgegebenen Wert für den Druck und dem aktuellen Ist-Druck in dem Kraftstoffspeicher wird der Elektropumpe mehr oder weniger elektrische Energie zugeführt, sodass sich die Drehzahl der Elektropumpe und damit der Volumenstrom der Elektropumpe ändert. Somit wird der Ist-Druck einfach an den vorgegebenen Wert für den Druck angeglichen.

[0016] In Abhängigkeit des vorgegebenen Drucks wird ein Stromwert für die Elektropumpe ermittelt. Die Elektropumpe wird mit dem ermittelten Stromwert beaufschlagt und dadurch wird die Drehzahl der Elektropumpe gesteuert. So ist es möglich, auf den Drucksensor im Kraftstoffspeicher zu verzichten. Dadurch ist ein kostengünstiges Kraftstoffördersystem möglich. Eine reine Stromsteuerung der Elektropumpe ist möglich, da der beaufschlagte Strom proportional zur Drehzahl der Pumpe ist und die Drehzahl der Pumpe wiederum proportional zu dem bereitgestellten Druck ist. Somit ist der Druck, der durch die Elektropumpe bereitgestellt wird, direkt steuerbar.

[0017] Es wird ein Wert des elektrischen Stroms an der Elektropumpe ermittelt. Ein Wert der Spannung an der Elektropumpe wird ermittelt. Eine Schätzgröße für den Druck in dem Kraftstoff Speicher wird in Abhängigkeit von dem ermittelten Wert des Stroms und dem ermittelten Wert der Spannung ermittelt. Die Drehzahl der Elektropumpe wird in Abhängigkeit der ermittelten Schätzgröße geregelt. Dadurch ist es möglich, auf den Drucksensor im Kraftstoffspeicher zu verzichten. Aus dem Strom und der Spannung an der Elektropumpe wird die Schätzgröße für den aktuellen Ist-Druck in dem Kraftstoffspeicher ermittelt. Aus einer Differenz zwischen dem geschätzten Ist-Druck und dem vorgegebenen Wert für den Druck wird beispielsweise die Drehzahl der Elektropumpe geregelt, sodass sich der Ist-Druck an dem vorgegebenen Wert für den Druck angleicht.

[0018] Gemäß weiteren Ausführungsformen weist das Kraftstoffsystem einen Druckspeicher auf, der mit der Elektropumpe und dem Kraftstoffspeicher jeweils hydraulisch gekoppelt ist und der hydraulisch zwischen der Elektropumpe und dem Kraftstoffspeicher angeordnet ist. Der Druckspeicher ist innerhalb des Kraftstofftanks angeordnet. Der Druckspeicher wird von der Elektropumpe aufgeladen, sodass beispielsweise die Pumpe nur aktiv Kraftstoff fördern muss, wenn der Druckspeicher leer beziehungsweise annähernd leer ist.

[0019] Dadurch ist die Pumpe im Betrieb beispielsweise stets in Vollförderung betreibbar, dafür aber nur für einen Bruchteil der Betriebszeit des Motors. Dadurch ist ein effizienter und verschleißvermindernder Betrieb

möglich. Der Druckspeicher stabilisiert die Druckregelung für den Kraftstoffspeicher. Zudem steht insbesondere bei Kraftfahrzeugen mit Stopp-Start-Funktion eine Druckreserve bei häufigen Aus- und Anschalten der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Durch die Anordnung des Druckspeichers innerhalb des Kraftstofftanks ist ein einfacher Aufbau des Druckspeichers möglich, da eine prinzipbedingte Leckage durch die Anordnung im Tank realisiert werden kann. Durch den so möglichen effizienten Betrieb ist insbesondere eine CO₂-Reduzierung möglich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und Weiterbildungen ergeben sich aus den nachfolgenden in Verbindung mit den Figuren erläuterten Beispielen.

[0021] Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffördersystems gemäß einer Ausführungsform,

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffördersystems gemäß einer Ausführungsform,

Figur 3 ein Diagramm zu den Abhängigkeiten bei einer Stromsteuerung der Elektropumpe gemäß einer Ausführungsform.

[0022] Gleiche, gleichartige und gleich wirkende Elemente können in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

[0023] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftstoffördersystems 100. Das Kraftstoffördersystem 100 weist einen Kraftstofftank 101 auf. In dem Kraftstofftank 101 ist ein Kraftstoff gelagert, beispielsweise Benzin.

[0024] Das Kraftstoffördersystem 100 weist weiterhin eine Elektropumpe 103 auf. Die Elektropumpe 103 ist eingerichtet, Kraftstoff 111 aus dem Kraftstofftank zu fördern.

[0025] Das Kraftstoffördersystem 100 weist weiterhin einen Kraftstoffspeicher 102 auf. Der Kraftstoffspeicher 102 ist außerhalb des Kraftstofftanks 101 angeordnet. Der Kraftstoffspeicher 102 ist hydraulisch mit der Elektropumpe 103 gekoppelt.

[0026] Der Kraftstoffspeicher 102 wird im Betrieb durch die Elektropumpe 103 mit Kraftstoff 111 aus dem Kraftstofftank 101 gefüllt. Von dem Kraftstoffspeicher 102 wird der Kraftstoff beispielsweise an Injektoren geführt und von diesen in Brennräume einer Brennkraftmaschine eingespritzt. Der für den Kraftstoffspeicher 102 erforderliche Kraftstoffdruck wird durch die Elektropum-

pe 103 zur Verfügung gestellt.

[0027] Das Kraftstofffördersystem 100 ist insbesondere in einem Kraftfahrzeug angeordnet und dient dazu, Kraftstoff zu einem Benzinmotor mit Direkteinspritzung zu fördern.

[0028] Die Elektropumpe 103 weist einen Elektromotor 104 und einen Pumpenkörper 105 auf. Der Elektromotor 104 dient zum Antreiben der Elektropumpe 103. Beispielsweise ist die Elektropumpe 103 eine Kolbenpumpe, die passive Einlass- und Auslassventile aufweist. Je nach Ausführungsform kann der Elektromotor auch außerhalb des Kraftstofftanks angeordnet sein oder zumindest so innerhalb des Tanks (101), dass er nicht in Kontakt mit dem Kraftstoff kommen kann, so dass eine dadurch bewirkte Beschädigung des Motors (104) ausgeschlossen werden kann.

[0029] Der Pumpenkörper 105 ist über Kraftstoffleitungen direkt mit dem Kraftstoffspeicher 102 gekoppelt. Zwischen der Elektropumpe 103 und dem Kraftstoffspeicher 102 ist keine weitere Pumpe vorgesehen. Die Elektropumpe 103 ist ausgebildet, einen ausreichend hohen Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 bereitzustellen, der für die Direkteinspritzung von Benzin benötigt wird. Die Elektropumpe 103 ist ausgebildet, einen Kraftstoffdruck von mehr als 50 bar bereitzustellen, insbesondere einen Druck von mehr als 100 bar, insbesondere einen Druck von mindestens 200 bar.

[0030] Das Kraftstofffördersystem weist keine aktiven Volumenregelventile oder Druckregelventile auf. Der Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 wird über eine Regelung beziehungsweise Steuerung der Drehzahl der Elektropumpe 103 eingestellt.

[0031] Eine Vorrichtung 109 ist mit der Kraftstoffpumpe 103 gekoppelt. Die Vorrichtung 109 ist ausgebildet, die Drehzahl der Elektropumpe 103 zu regeln beziehungsweise zu steuern. Die Vorrichtung 109 stellt die Drehzahl der Elektropumpe 103 insbesondere in Abhängigkeit eines vorgegebenen Drucks für den Kraftstoffspeicher 102 ein. Beispielsweise ist der Druck für den Kraftstoff Speicher 102 in Abhängigkeit eines Betriebsmodus der Brennkraftmaschine vorgegeben. Soll der Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 im Vergleich zu einem aktuellen Druck erhöht werden, stellt die Vorrichtung 109 eine höhere Drehzahl der Elektropumpe 103 ein. Dazu wird der Elektropumpe 103 beispielsweise mehr elektrische Energie zugeführt. Dadurch steigt der Volumenstrom der Elektropumpe 103 und dadurch der Druck in dem Kraftstoffspeicher 102. Entsprechend wird die Drehzahl und damit der Volumenstrom der Elektropumpe 103 reduziert, wenn ein geringerer Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 vorgegeben wird. Die von der Elektropumpe 103 zu dem Druckspeicher 102 geförderte Kraftstoffmenge wird über die Drehzahl der Elektropumpe 103 und damit über die zugeführte elektrische Energie eingestellt.

[0032] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen ist in dem Kraftstoff speicher 102 ein Drucksensor 110 vorgesehen. Der Drucksensor 110 ist eingerichtet, einen ak-

tuellen Ist-Druck des Kraftstoffs in dem Kraftstoffspeicher 102 zu ermitteln. Der Drucksensor 110 ist mit der Vorrichtung 109 gekoppelt. Der Drucksensor 110 übermittelt den ermittelten Ist-Druck an die Vorrichtung 109.

[0033] Die Vorrichtung 109 ist eingerichtet, den ermittelten aktuellen Ist-Druck mit dem vorgegebenen Wert für den Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 zu vergleichen. Weicht der ermittelte Ist-Druck in dem Kraftstoff Speicher 102 von dem vorgegebenen Wert für den Druck ab, insbesondere um mehr als einen vorgegebenen Toleranzbereich, regelt die Vorrichtung 109 die Elektropumpe 103 entsprechend nach. Beispielsweise wird von der Vorrichtung 109 ein Regelsignal ausgegeben, das in Abhängigkeit der Differenz zwischen dem ermittelten Ist-Druck und dem vorgegebenen Wert für den Druck die Drehzahl der Elektropumpe 103 einstellt.

[0034] Ist der ermittelte Ist-Druck niedriger als der vorgegebene Wert für den Druck, wird die Drehzahl der Elektropumpe durch die Vorrichtung 109 erhöht. Ist der ermittelte Ist-Druck höher als der vorgegebene Wert für den Druck, wird die Drehzahl der Elektropumpe 103 durch die Vorrichtung 109 verringert. Insbesondere wird durch die Vorrichtung 109 ein Regelsignal ausgegeben, sodass die Elektropumpe 103 in Abhängigkeit der Differenz zwischen dem Ist-Druck und dem vorgegebenen Wert für den Druck mit elektrischer Energie versorgt wird.

[0035] Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung des Kraftstofffördersystems 100 der Figur 1 gemäß weiteren Ausführungsformen. Im Unterschied zu den Ausführungsformen der Figur 1 weist das Kraftstoffsystem gemäß den Ausführungsformen der Figur 2 keinen Drucksensor 110 auf. Weiterhin weist das Kraftstofffördersystem 100 im Vergleich zu den Ausführungsformen der Figur 1 gemäß den Ausführungsformen der Figur 2 einen Druckspeicher 106 auf. Der Druckspeicher 106 ist gemäß weiteren Ausführungsformen auch in den Ausführungsformen der Figur 1 vorgesehen.

[0036] Der Druckspeicher 106 ist innerhalb des Kraftstofftanks 101 angeordnet. Der Druckspeicher 106 ist hydraulisch mit der Elektropumpe 103 und dem Kraftstoffspeicher 102 gekoppelt. Der Druckspeicher 106 ist stromabwärts der Elektropumpe 103 hydraulisch zwischen der Elektropumpe 103 und dem Kraftstoffspeicher 102 angeordnet.

[0037] Der Druckspeicher 106 weist gemäß Ausführungsformen einen Speicherkörper 108 und einen Kolben 107 auf. Der Kolben 107 ist beweglich in dem Speicherkörper 108 angeordnet und beispielsweise mittels einer Feder vorgespannt. Kraftstoff, das von der Elektropumpe 103 gefördert wird, gelangt in den Druckspeicher 106 und verschiebt den Kolben 107 relativ zum Speicherkörper 108 gegen die Federkraft. Eine Leckage des Druckspeichers, insbesondere zwischen dem Kolben 107 und dem Speicherkörper 108, ist tolerierbar, da der Druckspeicher 106 in dem Kraftstofftank 101 angeordnet ist.

[0038] Der Druckspeicher 106 wird durch die Elektropumpe 103 mit Kraftstoff gefüllt, während die Elektro-

pumpe 103 Kraftstoff fördert. Wenn die Elektropumpe 103 ausgeschaltet ist, oder weniger Kraftstoff fördert, als benötigt wird, gibt der Druckspeicher 106 Kraftstoff an den Kraftstoffspeicher 102 ab. Somit ist es möglich, auch während eines Stillstands der Elektropumpe 103 den Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 aufrechtzuerhalten. Dadurch ist es möglich, die Pumpe immer in Vollförderung laufen zu lassen, um den Druckspeicher 106 zu füllen, und die Elektropumpe 103 zu stoppen, wenn der Druckspeicher 106 gefüllt ist.

[0039] Der mit Druck beaufschlagte Kraftstoff für den Kraftstoffspeicher 102 wird dann von dem Druckspeicher 106 zur Verfügung gestellt. Somit läuft die Elektropumpe 103 nur einen Bruchteil der Betriebszeit der Brennkraftmaschine, wodurch die Elektropumpe 103 effizient und verschleißmindernd betreibbar ist. Der Druckspeicher 106 wirkt zudem stabilisierend auf den Druck im Kraftstoffspeicher 102 und gleicht Druckschwankungen aus. Bei Kraftfahrzeugen mit Stopp-Start-Funktion steht eine Druckreserve in dem Druckspeicher 106 zur Verfügung.

[0040] Die Drehzahl der Elektropumpe 103 wird ohne den Drucksensor 110 gemäß Ausführungsformen direkt über den beaufschlagten Stromwert für die Elektropumpe gesteuert.

[0041] Wie in Figur 3 dargestellt, ist das Drehmoment der Elektropumpe 103 und auch eine Drehzahl n der Elektropumpe 103, proportional zu einem elektrischen Strom I , der an die Elektropumpe 103 angelegt wird. Das Drehmoment beziehungsweise die Drehzahl n der Elektropumpe 103 ist proportional zu dem Druck, der von der Elektropumpe 103 bereitgestellt wird. Das Verhältnis von elektrischen Strom I zu der Drehzahl n ist konstant für den vorgegebenen Druck, beispielsweise für einen Druck von $P_1 = 70$ bar und einen Druck von $P_2 = 120$ bar.

[0042] Somit ist es möglich, in Abhängigkeit des vorgegebenen Drucks beispielsweise mittels vorgegebener Kennfelder den zu dem vorgegebenen Druck zugehörigen Stromwert für die Elektropumpe zu ermitteln. Somit kann der Druck, den die Elektropumpe 103 erzeugt, durch die Vorrichtung 109 direkt über den elektrischen Strom steuern. Beispielsweise ist in dem Kennfeld für einen vorgegebenen Druck von 100 bar ein Stromwert von 20 A hinterlegt. Ist der vorgegebene Druck für den Kraftstoffspeicher 102 beispielsweise 100 bar, wird durch die Vorrichtung 109 ein entsprechendes Steuersignal ausgegeben, sodass ein Strom von 20 A an der Elektropumpe 103 anliegt. Durch den anliegenden Strom von 20 A wird die Drehzahl der Elektropumpe 103 so gesteuert, dass sich in dem Kraftstoffspeicher 102 ein Druck von etwa 100 bar aufbaut.

[0043] Gemäß weiteren Ausführungsformen wird die Elektropumpe 103 durch die Vorrichtung 109 ohne Drucksensor 110 geregelt, in dem die Vorrichtung 109 einen Wert des elektrischen Stroms an der Elektropumpe ermittelt. Weiterhin ermittelt die Vorrichtung 109 einen Wert der elektrischen Spannung an der Elektropumpe 103. Die Vorrichtung 109 ist ausgebildet aus dem Wert des elektrischen Stroms und dem Wert der elektrischen

Spannung eine Schätzgröße für den Ist-Druck in dem Kraftstoffspeicher zu ermitteln. Die Vorrichtung 109 ist eingerichtet, die ermittelte Schätzgröße für den Ist-Druck mit dem vorgegebenen Wert für den Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 zu vergleichen, insbesondere eine Differenz zu bilden. Die Drehzahl der Elektropumpe wird durch die Vorrichtung 109 in Abhängigkeit der ermittelten Schätzgröße geregelt, insbesondere in Abhängigkeit der Differenz zwischen der Schätzgröße und dem vorgegebenen Wert für den Druck.

[0044] Die Steuerung beziehungsweise Regelung der Elektropumpe 103 ohne den Drucksensor 110, wie in Zusammenhang mit den Ausführungsformen der Figur 2 erläutert, sind auch in weiteren Ausführungsformen vorgesehen, in denen das Kraftstofffördersystem 110 keinen Druckspeicher 106 aufweist.

[0045] Durch die Elektropumpe 103, die ausgebildet ist, einen Druck in dem Kraftstoffspeicher 102 bereitzustellen, der ausreicht für eine Benzindirekteinspritzung, ist das Kraftstoffsystem kostengünstig, da nur noch eine einzige Pumpe notwendig ist. Durch die Vorrichtung 109, die ausgebildet ist, die Drehzahl der Elektropumpe zu regeln oder zu steuern, sodass ein vorgegebener Volumenstrom durch die Elektropumpe 103 bereitgestellt wird, ist eine einfache Regelung beziehungsweise Steuerung des Kraftstofffördersystems 100 möglich. Insbesondere ist kein zusätzliches aktives Volumenstromventil beziehungsweise Druckregelventil notwendig, wodurch das Kraftstofffördersystem 100 kostengünstig ist. Durch die Proportionalität zwischen Drehzahl der Elektropumpe, Druck und angelegtem elektrischen Strom ist es möglich, auf den Drucksensor 110 zu verzichten, wodurch ein kostengünstiges Kraftstofffördersystem 100 möglich ist.

[0046] Gemäß Ausführungsformen, bei denen das Kraftstofffördersystem 100 den Druckspeicher 106 aufweist, ist eine Kraftstoffvolumenreserve im Druckspeicher 106 innerhalb des Kraftstofftanks 101 bereitgestellt. Dadurch ist ein intermetrierender effizienter Betrieb von Brennkraftmaschine und Elektropumpe 103 möglich. Dies ist insbesondere für Kraftfahrzeuge mit Stopp-Start-Vorrichtung oder mit Hybridkonzepten vorteilhaft. Der Elektromotor 104 der Elektropumpe 103 wird innerhalb des Kraftstofftanks 101 relativ einfach gekühlt. Der Elektromotor 104 wird durch die Vorrichtung 109 zur Drucksteuerung beziehungsweise Druckregelung des Drucks in dem Kraftstoffspeicher 102 genutzt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Betreiben eines Kraftstofffördersystems für eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung mit einer Elektropumpe (103), die innerhalb eines Kraftstofftanks (101) angeordnet ist, um Kraftstoff aus dem Kraftstofftank (101) zu einem Kraftstoffspeicher (102) zu fördern, und die ausgebildet ist, einen für die Direkteinspritzung ausrei-

chend hohen Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) bereitzustellen, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist:

- in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Wert für einen Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) die Drehzahl der Elektropumpe (103) zu regeln oder zu steuern,

wobei die Vorrichtung ausgebildet ist

- zur Ermittlung eines Stromwertes für die Elektropumpe (103) in Abhängigkeit des vorgegebenen Drucks, und
- zur Steuerung der Elektropumpe durch den ermittelten Wert des elektrischen Stroms für die Elektropumpe (103),

oder wobei die Vorrichtung ausgebildet ist

- zur Ermittlung einer Schätzgröße für den Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) in Abhängigkeit von einem ermittelten Wert des elektrischen Stroms an der Elektropumpe (103) und einem ermittelten Wert der elektrischen Spannung an der Elektropumpe (103), und
- zur Regelung der Elektropumpe (103) in Abhängigkeit einer Differenz zwischen der ermittelten Schätzgröße für den Druck und dem vorgegebenen Wert für den Druck.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, die ausgebildet ist:

- die Elektropumpe (103) in Abhängigkeit einer Differenz zwischen einem ermittelten Ist-Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) und dem vorgegebenen Wert für den Druck zu regeln.

3. Kraftstofffördersystem für eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung, umfassend:

- eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
- einen Kraftstofftank (101),
- eine drehzahlgeregelte oder drehzahlgesteuerte Elektropumpe (103), die innerhalb des Kraftstofftanks (101) angeordnet ist, um Kraftstoff aus dem Kraftstofftank (101) zu einem Kraftstoffspeicher (102) zu fördern, und die ausgebildet ist, einen für die Direkteinspritzung ausreichend hohen Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) bereitzustellen,
- einen Druckspeicher (106), der mit der Elektropumpe (103) und dem Kraftstoffspeicher (102) jeweils hydraulisch gekoppelt ist und der hydraulisch zwischen der Elektropumpe (103) und dem Kraftstoffspeicher (102) angeordnet ist, wobei der Druckspeicher (106) innerhalb des

Kraftstofftanks (101) angeordnet ist.

4. Kraftstofffördersystem nach Anspruch 3, bei dem die Elektropumpe (103) ausgebildet ist, einen Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) von mehr als 100 bar bereitzustellen.

5. Kraftstofffördersystem nach einem der Ansprüche 3 bis 4, bei dem der Druckspeicher (106) ausgebildet ist, während eines Stillstands der Elektropumpe (103) den Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) aufrechtzuerhalten.

6. Verfahren zum Betreiben eines Kraftstofffördersystems (100) für eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung mit einer Elektropumpe (103), die innerhalb eines Kraftstofftanks (101) angeordnet ist, um Kraftstoff aus dem Kraftstofftank (101) zu einem Kraftstoffspeicher (102) zu fördern, und die ausgebildet ist, einen für die Direkteinspritzung ausreichend hohen Druck in dem Kraftstoffspeicher (102) bereitzustellen, umfassend:

- Regeln oder Steuern einer Drehzahl der Elektropumpe (103) in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Wert für einen Druck in dem Kraftstoffspeicher (102),

wobei die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- Ermitteln eines Stromwertes für die Elektropumpe (103) in Abhängigkeit des vorgegebenen Drucks,
- Beaufschlagen der Elektropumpe (103) mit dem ermittelten Stromwert und dadurch Steuern der Drehzahl der Elektropumpe (103),

oder wobei die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- Ermitteln eines Werts des elektrischen Stroms an der Elektropumpe (103),
- Ermitteln eines Werts der elektrischen Spannung an der Elektropumpe (103),
- Ermitteln einer Schätzgröße für den Druck in dem Kraftstoff Speicher (102) in Abhängigkeit von dem ermittelten Wert des Stroms und dem ermittelten Wert der Spannung,
- Regeln der Drehzahl der Elektropumpe (103) in Abhängigkeit der ermittelten Schätzgröße.

7. Verfahren nach Anspruch 6, umfassend:

- Ermitteln eines Ist-Drucks in dem Kraftstoffspeicher (102),
- Ermitteln einer Differenz zwischen dem ermittelten Ist-Druck und dem vorgegebenen Wert für den Druck,

- Regeln der Drehzahl der Elektropumpe (103)
in Abhängigkeit der ermittelten Differenz.

Claims

1. Device for operating a fuel feed system for an internal combustion engine having direct injection having an electric pump (103) which is arranged inside a fuel tank (101) in order to feed fuel from the fuel tank (101) to a fuel accumulator (102), and which is designed to make available in the fuel accumulator (102) a pressure which is sufficiently high for direct injection, wherein the device is designed:

- to perform closed-loop or open-loop control of the rotational speed of the electric pump (103) as a function of a predefined value for a pressure in the fuel accumulator (102),

wherein the device is designed

- to determine a current value for the electric pump (103) as a function of the predefined pressure, and
- to control the electric pump by means of the determined value of the electrical current for the electric pump (103),

or wherein the device is designed

- to determine an estimated value for the pressure in the fuel accumulator (102) as a function of a determined value of the electrical current at the electric pump (103) and a determined value of the electrical voltage at the electric pump (103), and
- to regulate of the electric pump (103) as a function of a difference between the determined estimated value for the pressure and the predefined value for the pressure.

2. Device according to Claim 1 which is designed:

- to regulate the electric pump (103) as a function of a difference between a determined actual pressure in the fuel accumulator (102) and the predefined value for the pressure.

3. Fuel feed system for an internal combustion engine having direct injection, comprising:

- a device according to one of Claims 1 and 2,
- a fuel tank (101),
- an electric pump (103) with closed-loop or open-loop control of its rotational speed, which electric pump (103) is arranged inside the fuel tank (101) in order to feed fuel from the fuel tank

(101) to a fuel accumulator (102), and which is designed to make available in the fuel accumulator (102) a pressure which is sufficiently high for direct injection,

- a pressure accumulator (106) which is in each case coupled hydraulically to the electric pump (103) and to the fuel accumulator (102) and which is arranged hydraulically between the electric pump (103) and the fuel accumulator (102), wherein the pressure accumulator (106) is arranged inside the fuel tank (101).

4. Fuel feed system according to Claim 3, in which the electric pump (103) is designed to make available a pressure in the fuel accumulator (102) of more than 100 bar.

5. Fuel feed system according to one of Claims 3 to 4, in which the pressure accumulator (106) is designed to maintain the pressure in the fuel accumulator (102) during a stoppage of the electric pump (103).

6. Method for operating a fuel feed system (100) for an internal combustion engine having direct injection having an electric pump (103) which is arranged inside a fuel tank (101) in order to feed fuel from the fuel tank (101) to a fuel accumulator (102), and which is designed to make available in the fuel accumulator (102) a pressure which is sufficiently high for direct injection, comprising:

- performing closed-loop or open-loop control of a rotational speed of the electric pump (103) as a function of a predefined value for a pressure in the fuel accumulator (102),

wherein the following steps are carried out:

- determining a current value for the electric pump (103) as a function of the predefined pressure, and
- applying the determined current value to the electric pump (103) and as a result controlling of the rotational speed of the electric pump (103),

or wherein the following steps are carried out:

- determining a value of the electrical current at the electric pump (103),
- determining a value of the electrical voltage at the electric pump (103),
- determining an estimated value for the pressure in the fuel accumulator (102) as a function of the determined value of the current and the determined value of the voltage, and
- regulating the rotational speed of the electric pump (103) as a function of the determined es-

timated value.

7. Method according to Claim 6, comprising:

- determining an actual pressure in the fuel accumulator (102),
- determining a difference between the determined actual pressure and the predefined value for the pressure, and
- regulating the rotational speed of the electric pump (103) as a function of the determined difference.

Revendications

1. Ensemble de conduite d'un système de transport de carburant pour un moteur à combustion interne à injection directe à l'aide d'une pompe électrique (103) disposée à l'intérieur d'un réservoir (101) à carburant pour transporter le carburant depuis le réservoir (101) à carburant jusqu'à une réserve (102) de carburant, et configurée pour établir dans la réserve (102) de carburant une pression suffisamment élevée pour l'injection directe, l'ensemble étant configuré pour réguler ou commander la vitesse de rotation de la pompe électrique (103) en fonction de la pression prédéterminée de la pression dans la réserve (102) de carburant, l'ensemble étant configuré pour déterminer une valeur de courant pour la pompe électrique (103) en fonction de la pression prédéterminée et commander la pompe électrique par l'intermédiaire de la valeur qui a été déterminée pour le courant électrique de la pompe électrique (103), ou l'ensemble étant configuré pour déterminer une grandeur estimée de la pression dans la réserve (102) de carburant en fonction d'une valeur qui a été déterminée pour le courant électrique envoyé à la pompe électrique (103) et une valeur qui a été déterminée pour la tension électrique appliquée sur la pompe électrique (103) et pour réguler la pompe électrique (103) en fonction de la différence entre la grandeur de la pression qui a été estimée et la valeur prédéterminée de la pression.
2. Ensemble selon la revendication 1, configuré pour réguler la pompe électrique (103) en fonction de la différence entre la pression effective qui a été déterminée dans la réserve (102) de carburant et la valeur prédéterminée de la pression.
3. Système de transport de carburant pour un moteur à combustion interne à injection directe, comprenant un ensemble selon l'une des revendications 1 ou 2,

un réservoir (101) à carburant, une pompe électrique (103) dont la vitesse de rotation est régulée ou commandée, disposée à l'intérieur du réservoir (101) à carburant pour transporter le carburant depuis le réservoir (101) à carburant jusqu'à une réserve (102) de carburant, et configurée pour établir dans la réserve (102) de carburant une pression suffisamment élevée pour l'injection directe, une réserve (106) sous pression raccordée hydrauliquement à la pompe électrique (103) et à la réserve (102) de carburant et disposée hydrauliquement entre la pompe électrique (103) et la réserve (102) de carburant, la réserve (106) sous pression étant disposée à l'intérieur du réservoir (101) à carburant.

4. Système de transport de carburant selon la revendication 3, dans lequel la pompe électrique (103) est configurée pour établir dans la réserve (102) de carburant une pression supérieure à 100 bars.
5. Système de transport de carburant selon l'une des revendications 3 et 4, dans lequel la réserve (106) sous pression est configurée pour maintenir la pression dans la réserve (102) de carburant pendant un arrêt de la pompe électrique (103).
6. Procédé de conduite d'un système de transport de carburant (100) pour un moteur à combustion interne à injection directe à l'aide d'une pompe électrique (103) disposée à l'intérieur d'un réservoir (101) à carburant pour transporter le carburant depuis le réservoir (101) à carburant jusqu'à une réserve (102) de carburant, et configurée pour établir dans la réserve (102) de carburant une pression suffisamment élevée pour l'injection directe, comprenant : la régulation ou la commande de la vitesse de rotation de la pompe électrique (103) en fonction d'une valeur prédéterminée de la pression dans la réserve (102) de carburant et dans lequel les étapes suivantes sont exécutées :

détermination d'une valeur de courant de la pompe électrique (103) en fonction de la pression prédéterminée, application sur la pompe électrique (103) de la valeur de courant qui a été déterminée et ainsi commande de la vitesse de rotation de la pompe électrique (103) ou

dans lequel les étapes suivantes sont exécutées :

détermination d'une valeur du courant électrique sur la pompe électrique (103), détermination d'une valeur de la tension électrique sur la pompe électrique (103), détermination d'une grandeur estimée de la pression dans la réserve (102) de carburant en

fonction de la valeur qui a été déterminée pour le courant et de la valeur qui a été déterminée pour la tension et régulation de la vitesse de rotation de la pompe électrique (103) en fonction de la grandeur estimée qui a été déterminée. 5

7. Procédé selon la revendication 6, comprenant les étapes qui consistent à :

déterminer la pression effective dans la réserve (102) de carburant, 10
déterminer la différence entre la pression effective qui a été déterminée et la valeur prédéterminée de la pression et 15
réguler la vitesse de rotation de la pompe électrique (103) en fonction de la différence qui a été déterminée.

20

25

30

35

40

45

50

55

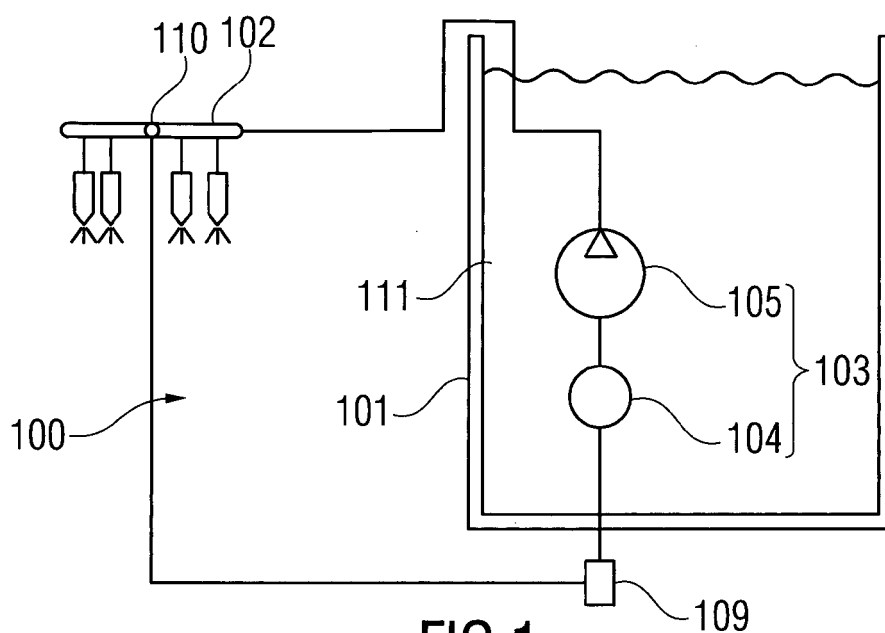


FIG 1

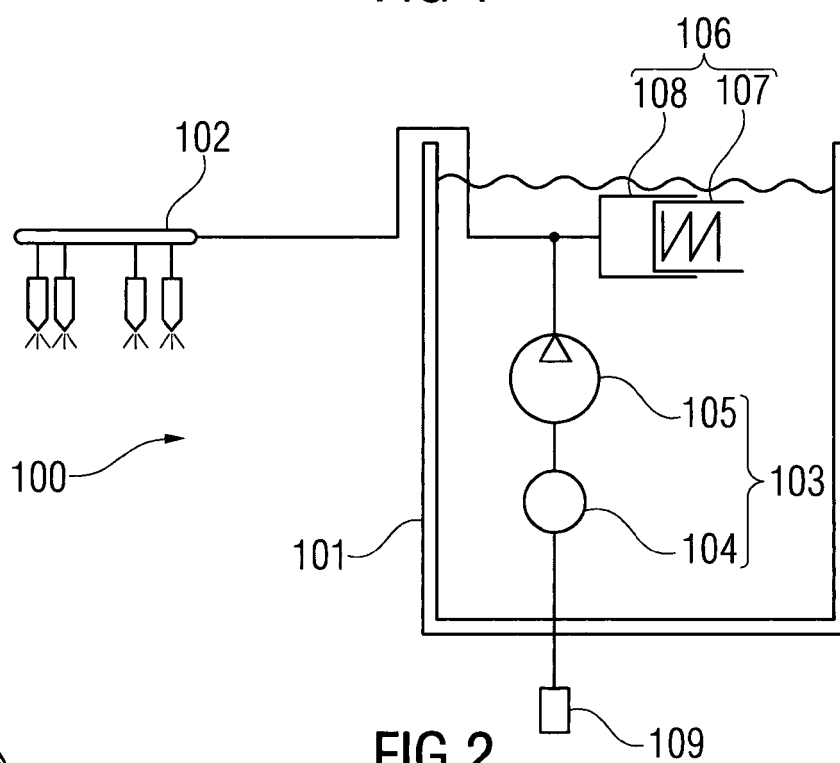


FIG 2

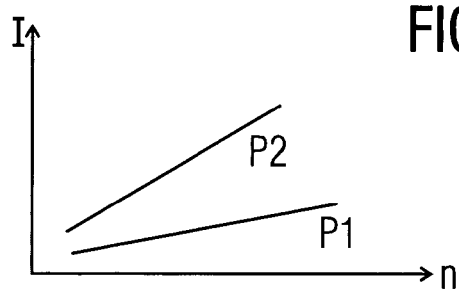


FIG 3

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 20030098009 A1 [0003]
- US 20110238282 A1 [0003]
- US 20110231082 A1 [0003]
- US 20100036585 A1 [0003]
- DE 102008043127 A1 [0004]
- DE 102008043130 A1 [0005]
- DE 4446277 A1 [0005]
- DE 3718777 A1 [0006]